

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE FARMACIA

Departamento de Nutrición y Bromatología

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Bioestadística



TESIS DOCTORAL

**Suplementación nutricional en la actividad
físico-deportiva.**

**Análisis de la calidad del suplemento proteico
consumido.**

Antonio Jesús Sánchez Oliver

Granada, 2012

Editor: Editorial de la Universidad de Granada
Autor: Antonio Jesús Sánchez Oliver
D.L.: GR 1069-2013
ISBN: 978-84-9028-482-7

UNIVERSIDAD DE GRANADA

FACULTAD DE FARMACIA

Departamento de Nutrición y Bromatología

FACULTAD DE MEDICINA

Departamento de Bioestadística

TESIS DOCTORAL

**Suplementación nutricional en la actividad
físico-deportiva.
Análisis de la calidad del suplemento
proteico consumido.**

Memoria que presenta el Licenciado D. Antonio
Jesús Sánchez Oliver para aspirar al grado de
Doctor por la Universidad de Granada.

Antonio Jesús Sánchez Oliver

Doctorando del Programa de Nutrición Humana.

Título de la Tesis:

“Suplementación nutricional en la actividad físico-deportiva. Análisis de la calidad del suplemento proteico consumido.”

D. Eduardo Jesús Guerra Hernández, Catedrático de Departamento de Nutrición y Bromatología de la Universidad de Granada.

Dña. María Teresa Miranda León, Profesora Titular del Departamento de Bioestadística de la Universidad de Granada

Como Directores de la Tesis y hasta donde nuestro conocimiento alcanza el trabajo ha sido realizado por el doctorando bajo nuestra dirección y se han respetado los derechos de otros autores a ser citados, cuando se han utilizado sus resultados o publicaciones. Así mismo, el trabajo reúne todos los requisitos de contenido, teóricos y metodológicos para ser admitido a trámite, a su lectura y defensa pública, con el fin de obtener el referido Título de Doctor, y por lo tanto AUTORIZAMOS la presentación de la referida Tesis para su defensa y mantenimiento de acuerdo con lo previsto en el Real Decreto 99/2011, de 28 de enero.

Granada, 2012

D. Eduardo J.

Guerra Hernández

Dña. María Teresa

Miranda León

Agradecimientos

Quiero expresar un profundo agradecimiento a mis directores María Teresa y Eduardo, que con su ayuda, trabajo y apoyo me alentaron a lograr esta hermosa realidad. Sin querer hacer desagravio comparativo, tengo que darle mención especial a Eduardo, son pocas las personas que conozco y conoceré en mi vida con su calidad humana y menos aún con su profesionalidad desinteresada.

Sabiendo que no existirá forma alguna de agradecer una vida de sacrificios, esfuerzos y amor, quiero que mi Padre sienta que el objetivo alcanzado también es de él y que la fuerza que me ayudo a conseguirlo fue su gran apoyo.

A mi hermana por mostrarme que el trabajo es un bien preciado y que hay que disfrutarlo a cada instante.

A mi cuñado José por recuperar los archivos que se perdieron al estropearse el disco duro de mi portátil y sin los cuales yo no estaría aquí.

A José Contreras por prestarme su ayuda en el laboratorio del departamento en el inicio de este bonito proyecto.

A mis amigos, a quienes jamás encontraré la forma de agradecer el cariño, comprensión y apoyo brindado en los momentos buenos y malos de mi vida, hago este triunfo compartido.

A Marta y Dámaso, que me aguantan y me hacen sentir único. Gracias por vuestro tiempo y sobre todo por vuestro cariño.

Y como no, a mi querida Mara, mi mujer. Su mirada y su sonrisa me dan fuerzas para hacer lo imposible posible y convierten cualquier momento presente en el más bonito de mi vida.

*Recuerdo, como si de hoy se tratase, mi primer día de clase en primero de E.G.B.; todos reían y yo no paraba de llorar...
Recuerdo, como si la estuviera viendo ahora mismo, a esa maestra bajita y cariñosa que ponía el alma en cada uno de sus gestos, y para la que la docencia era mucho más que un trabajo...*

*Recuerdo, con una melancólica sonrisa, tus caricias, tus consejos, tu ternura, tu voz, tus manos, tus besos...
Quién nos iba a decir a los dos que hoy estaría delante de un tribunal para optar al grado de Doctor y que tu persona iba a servirme de inspiración en cada uno de los días de mi vida...*

A la señorita M^a Dolores Oliver Román,

Allá donde estés, ¡Gracias Mamá!

ABREVIATURAS



| | |
|---------|---|
| AA: | Aminoácidos |
| AAD: | American Dietetic Association |
| AAP: | American Academy of Pediatrics |
| ABC: | American Botanical Council |
| ACSM: | American College of Sciences Medicine |
| ADA: | American Dietetic Association |
| AESA: | Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria |
| AESAN: | Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición |
| AIS: | Australian Institute of Sport |
| AMAD: | Agencia Mundial Anti-Dopaje |
| AOAC: | Association of Official Analytical Chemists |
| APA: | Aislado Proteína Arroz |
| APG: | Aislado Proteína Guisante |
| APL: | Aislado Proteína Leche |
| APS: | Aislado Proteína Suero |
| APSo: | Aislado Proteína Soja |
| APT: | Aislado Proteína Trigo |
| C: | Caseína |
| CACM: | Colegio Americano de Ciencia y Medicina |
| CC: | Caseinato Cálcico |
| CCAH: | Comité Científico para la Alimentación Humana |
| CCES: | Canadian Centre for Ethics in Sport |
| CCPEEU: | Centros para el Control y la Prevención de Enfermedades |
| CDC: | Centers for Disease Control and Prevention |
| CDR: | Cantidad Diaria Recomendada |
| CFM: | Cross-Flow Microfiltration |
| CPL: | Concentrado Proteína Leche |
| CPS: | Concentrado Proteína Suero |
| CPSH: | Concentrado Proteína Suero Hidrolizada |
| Cre: | Creatina |
| CS: | Caseinato Sódico |
| CH: | Colágeno Hidrolizado |
| CH: | Colágeno Hidrolizado |
| DC: | Dietitians of Canada |
| DCA: | Department of Consumer Affairs |
| DHEA: | Dehidroepiandrosterona |
| DSHEA: | Dietary Supplement Health And Education Act |
| EEUU: | Estados Unidos |



| | |
|-------------|--|
| EFSA: | European Food Safety Authority |
| FDA: | Food and Drug Administration |
| FTC: | Federal Trade Commission |
| HC: | Hidratos de Carbono |
| HMB: | Hidroxi-Metilbutarato Beta |
| HWP: | Hydrolysed Whey Protein |
| HWPC: | Hydrolysed Whey Protein Concentrate |
| II: | Intercambio Iónico |
| IOC: | International Olympic Committee |
| LA: | Lactoalbúmina |
| MADG: | Medical Aspects Of Drug Use in the Gym |
| MCP: | Micellar Casein Protein |
| MF: | Micofiltrado |
| MFC: | Microfiltración de Flujo Cruzado |
| MP: | Milk Protein |
| MPC: | Milk Protein Concentrate |
| MPI: | Milk Protein Isolated |
| MSDG: | Medical Aspects of Drug use in the Gym |
| NaC: | Sodium Caseinate |
| NCAHF: | National Council Against Health Fraud |
| NCHS: | National Center for Health Statistics |
| NPU: | Net Protein Utilization |
| NS: | Nutritional Supplement |
| \hat{O} : | Odd's Ratio |
| OA: | Ovoalbúmina |
| ORS: | Oral Rehidration solution |
| PCM: | Proteína Caseína Micelar |
| PL: | Proteína Leche |
| PPI: | Pea Protein Isolated |
| PpS: | Péptidos Suero |
| PPS: | Powder Protein Supplement |
| PpT: | Peptidos Trigo |
| PS: | Proteína Suero |
| PSH: | Proteína Suero Hidrolizada |
| PT: | Proteína Trigo |
| RDA: | Recomended Daily Allowance |
| RPI: | Rice Protein Isolated |
| SCF: | Scientific Committee on Food |



| | |
|---------|--|
| SCFCAH: | Standing Commite on the Food Chain and Animal Health |
| SD: | Suplemento Deportivo |
| SN: | Suplemento Nutricional |
| SPI: | Soy Protein Isolated |
| SPP: | Suplementos Proteicos en Polvo |
| SPSS: | Statistical Package for Social Sciences |
| SS: | Sport Supplement |
| TCM: | Triglicéridos de Cadena Media |
| UF: | Ultrafiltrado |
| UPN | Utilización Proteica Neta |
| USA: | United States of América |
| WADA: | World Anti-Doping Agency |
| WP: | Whey Protein |
| WPC: | Whey Protein Concentrate |
| WPI: | Whey Protein Isolate |
| WPP: | Whey Peptides |
| WtP: | Wheat Protein |
| WtPI: | Wheat Protein Isolated |
| WtPp: | Wheat Peptides |
| ZMA: | Zinc Monometionina Aspartato |



ÍNDICE GENERAL



| | Página |
|---|-----------|
| 1. Revisión Bibliográfica | 1 |
| 1.1. Nutrición y Actividad Física: perspectiva histórica | 2 |
| 1.2. Nutrición y Actividad Física: generalidades y demandas | 8 |
| 1.2.1. Energía: importancia en el Ejercicio Físico | 8 |
| 1.2.2. Macronutrientes: requisitos para el Ejercicio Físico | 10 |
| 1.2.3. Micronutrientes: requisitos para el Ejercicio Físico | 14 |
| 1.2.4. Hidratación y Ejercicio Físico | 15 |
| 1.2.5. ¿Cuándo comer? | 15 |
| 1.2.6. Alimentación y Peso Corporal | 16 |
| 1.3. Ayudas Ergogénicas: suplementos nutricionales y actividad física | 19 |
| 1.3.1. Uso de sustancias anabólicas | 23 |
| 1.3.2. Vigorexia en los Centros Fitness | 24 |
| 1.4. Suplementos Nutricionales: marketing o realidad | 26 |
| 1.5. Suplementos Nutricionales: Estudios científicos | 28 |
| 1.5.1. Validación de las ayudas ergogénicas | 29 |
| 1.6. Marco Legal de los Suplementos Nutricionales | 32 |
| 1.6.1. Directiva 2002/46/CE | 32 |
| 1.6.2. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) | 34 |
| 1.6.3. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN) | 35 |
| 1.6.4. Comercialización de alimentos dietéticos | 39 |
| 1.7. Suplementos Proteicos: obtención | 42 |
| 1.7.1. Reacción de Maillard | 47 |
| 1.7.2. Indicadores químicos de las reacciones de pardeamiento | 52 |
| Justificación y Objetivos | 55 |
| 2. Material y Método | 57 |
| 2.1. Consumo de Suplementos: Análisis Estadístico | 58 |
| 2.1.1. Muestra | 58 |



| | | |
|-----------|--|-----------|
| 2.1.2. | Material | 58 |
| 2.1.3. | Método | 58 |
| 2.2. | Calidad de los Suplementos Nutricionales Proteicos | 61 |
| 2.2.1. | Muestras | 61 |
| 2.2.2. | Determinación de Furosina | 62 |
| 2.2.3. | Determinación de Lisina Total | 64 |
| 2.2.4. | Determinación de Proteínas | 67 |
| 2.2.5. | Análisis estadístico | 68 |
| 3. | Resultados | 69 |
| 3.1. | Consumo de Suplementos: Análisis Estadístico | 70 |
| 3.1.1. | Datos personales y antropométricos | 70 |
| 3.1.2. | Práctica de Actividad Física y Dieta de la muestra | 72 |
| 3.1.3. | Suplementación Nutricional General | 74 |
| 3.1.4. | Suplementación Proteica | 76 |
| 3.1.5. | Suplementación Nutricional: Salud y Legalidad | 78 |
| 3.2. | Calidad de los Suplementos Nutricionales Proteicos | 79 |
| 3.2.1. | Determinación de furosina | 79 |
| 3.2.2. | Determinación de lisina | 80 |
| 4. | Discusión | 82 |
| 4.1. | Consumo de Suplementos: Análisis Estadístico | 83 |
| 4.1.1. | Comparación con el consumo de suplementos en deportistas | 83 |
| 4.1.2. | Comparación con el consumo de suplementos en usuarios de gimnasios | 87 |
| 4.1.3. | Suplementación Nutricional, Salud y Legalidad. | 91 |
| 4.2. | Calidad de los Suplementos Nutricionales Proteicos | 93 |
| 4.2.1. | Muestras | 93 |
| 4.2.2. | Determinación de furosina | 93 |
| 4.2.3. | Determinación de lisina total | 100 |
| 4.2.4. | Lisina Bloqueada | 101 |



| | | |
|-----------|-----------------------------------|------------|
| 5. | Conclusiones | 112 |
| 6. | Bibliografía | 114 |
| 7. | Anexo | 139 |
| | Difusión de los resultados | 143 |



1. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA



1.1. Nutrición y Actividad Física: perspectiva histórica.

Al igual que ocurre con otras áreas de las ciencias del deporte, la nutrición deportiva es un proceso de constante cambio y evolución, nueva información va surgiendo, ya sea apoyando anteriores o corrigiéndolas. Las recomendaciones que hoy en día se dan a los deportistas son diferentes incluso a las de hace una década. Claro ejemplo de ello son las recomendaciones que ha ido dando el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) a cerca de la ingesta de fluido en las carreras de resistencia o las necesidades de proteínas en deportes de fuerza y resistencia. Esto también sucede para las necesidades en personas no deportistas, así el ácido ascórbico fue recomendado en 30 mg/día en Canadá y 80 mg/día en Francia (Truswell et al., 1983), poniendo en evidencia ambos comités de expertos. Es interesante ver la evolución de la ciencia de la nutrición deportiva y como la práctica ha ido cambiando en las últimas décadas y siglos. El conocimiento de la historia de la nutrición del deporte puede ayudar a la comprensión de la práctica actual. A continuación se citan cronológicamente algunos momentos de la historia de la nutrición del deporte:

- Ya en la antigua Grecia en el S. VI a. C., un famoso luchador llamado Milón de Crotona, ganador de 5 medallas de oro en los Juegos Olímpicos de la época, entrenaba dando vueltas al estadio con un ternero en su cuello que se comía al final del entrenamiento, haciendo un consumo aproximado de 10 kg/día de carne.
- Galem de Pergamum famoso escritor, filósofo y médico del S. II a. C, aconsejó la ingesta de carne de cerdo al tener más nutrientes que la de otros animales; de hecho se pensaba que el comer otro tipo de carne un solo día podía perjudicar la fortaleza del atleta a corto plazo (Thom 1813).
- Los diferentes tipos de carnes fueron utilizados por los griegos para mejorar los récords de las diferentes especialidades, usando la carne de cabra los saltadores, de toro los corredores ó de cerdo los luchadores o gladiadores.
- Sobre mitad del siglo XVI se hizo popular en Reino Unido una práctica similar al senderismo llamada "pedestrianismo". Algo de información sobre cómo se alimentaban los pedestres en sus competiciones ha sobrevivido. El teniente Fairman corrió 60 millas en 13 horas y 59 minutos. Fairman paró a mitad de la carrera para cambiarse de ropa y desayunar té y pan tostado, y tomó pan mojado en vino de Madeira a intervalos durante la última fase de la carrera. Thom (1813) recogió que Fairman fue vegetariano a diferencia de la mayoría de los mejores pedestres de la época.
- En 1750 Mr Canning de Hampshire, otro pedestre de la época, caminó 300 millas en 5 días en los que perdió 26 libras de peso. Mr Rimmington caminó 560 millas en 7 días en el mismo año, adelgazando de forma increíble debido al extraordinario esfuerzo. En ambos casos según los datos recogidos por Thom (1813) la alimentación fue inadecuada.



- El mayor logro del “Capitan Barclay”, el más famoso pedestre de todos los tiempos, en 1809, fue caminar 1000 millas en 1000 horas, no descansando más de 40 minutos seguidos en un periodo de 42 días. Durante el recorrido su peso bajó de 176 libras a 154 libras. Aparentemente se había visto beneficiado por la ingesta de carne, unas 5 ó 6 libras diarias. Según recoge Thom (1813), Barclays desayunaba, a las 5:00 am, un pollo asado y una pinta de cerveza de alta graduación acompañado de un té y pan con manteca. Para almorzar, sobre las 12:00 del medio día, tomaba cordero y bebía cerveza y vino. Sobre las 23:00 cenaba fiambre de pollo. A esto le añadía diferentes vegetales no especificados por Thom. Barclay dio unas recomendaciones sobre la dieta de entrenamiento que están recogidas por Thom en su libro “Pedestrianism” (1813).
- Fridtjof Nansen, explorador, científico y diplomático noruego, realizó muchos estudios a cerca del requerimiento de nutrientes en hombres y perros en una exploración polar que hizo durante tres años (1893–1896) al polo norte (Nansen, 2008). Nansen reconoció que a pesar del beneficio que supone una dieta alta en grasa para la ganancia de peso, una mínima cantidad de carbohidratos fue esencial para la realización del duro esfuerzo físico diario.
- En el año 1897 se realizó el primer Maratón de Boston y en él surgieron grandes polémicas y controversias acerca de los alimentos y de su influencia sobre el rendimiento. Incluso se cuestionaba si era realmente saludable la actividad de correr. Algunos médicos consideraban que al correr, el corazón era sometido a un gran esfuerzo y esto era peligroso para la salud. Sin embargo después de estudios y observaciones, se llegó a la conclusión de que lo verdaderamente peligroso en la realización de esta actividad eran las prácticas en nutrición deportiva que se efectuaban en ese entonces, en especial la prohibición del consumo de agua durante los primeros 10 kilómetros, la prescripción de consumo de alcohol, y el uso de proteínas para el desempeño aeróbico considerado, en ese momento, como la manipulación alimentaria ideal para mejorar el rendimiento. En este maratón también se descubrió que algunos atletas finalizaron la prueba con valores de glucemia bajos, lo que fue de utilidad para los próximos investigadores que ahondaron en el tema (Katch et al., 2011; Hawley et al., 2006).
- Ya en 1909 J.E. Sullivan en su libro sobre el maratón aconsejaba: “No comer nada antes de haber corrido 27–29 kilómetros, de lo contrario no terminarás la carrera. No cojas la costumbre de comer o beber en las maratones: algunos corredores destacados lo hacen, pero no es beneficioso.”
- En 1909 el fisiólogo Nathan Zuntz informó que los hidratos de carbono y las grasas eran utilizados como combustible por el músculo durante el ejercicio y que la contribución de las grasas aumentaba si la ingesta de carbohidratos era restrictiva los días anteriores al ejercicio físico (Zuntz y Loewy, 1909).



- Korgh y Lindhard confirmaron y extendieron los estudios de Zunt que aún no tenía una buena aceptación en aquellos tiempos (1920).
- Bock et al. (1928) describieron que la contribución del carbohidrato en el metabolismo energético era proporcional a la intensidad del ejercicio físico.
- En 1932 el Laboratorio de la Fatiga de Harvard publicó, tras unos estudios en perros, que la ingesta de carbohidratos mejora la resistencia en ejercicios de intensidad moderada y larga duración (Extraído del Libro de Raven et al., 2012: Exercise Physiology, página 404).
- Grace Eggleton citó en un manual de 1936 sobre musculación: "Si el consumo de los caramelos azucarados durante las carreras fuera aprobado por las organizaciones deportivas, es probable que se batieran nuevos récords en el atletismo de fondo" (Eggleton, 1936).
- Christensen y Hansen (1939) demostraron el crucial papel de los hidratos de carbono en los ejercicios de resistencia. Ellos mostraron que la resistencia aumentaba con una dieta alta en carbohidratos y que disminuía con una dieta baja en estos. También demostraron que el consumo de glucosa antes de llegar el punto de agotamiento alargaba este.
- En los JJOO de Londres de 1948 el Ministerio Británico de Salud estudió la dieta durante 4 días de 28 atletas de varios deportes. Estudió la ingesta de energía, que fue de 2110 kcal/día a 4740 kcal/día, el consumo proteico y graso e incluyó cuestionarios. Varios atletas informaron acerca del uso de suplementos de vitaminas y minerales.
- En los 50 se desarrolló la solución de rehidratación oral (ORS) para el tratamiento de la enfermedad infecciosa diarreica, la mayor causa de muerte infantil en esta década. La adicción de pequeñas cantidades de azúcar y sales aumenta el transporte intestinal de fluidos. Este descubrimiento no se aplicó de inmediato en el mundo del deporte, pero sirvió para la formulación de bebidas comerciales deportivas años más tarde.
- En los 50, el entrenador de Shirley Strickland, campeona australiana de velocidad, aconsejó a ésta que no consumiera alimentos blandos y que no bebiera ningún líquido ni el día antes de la competición ni el día de la misma. El entrenador notó que frecuentemente Shirley bebía un galón de agua después de la carrera (Snell y Gilmour, 2007).
- En 1950 el nadador australiano Murray Rose, ganó la medalla de oro, siendo el primer vegetariano reconocido en ganar dicho galardón rompiendo con los esquemas acerca de cómo debía ser la alimentación. Murray se alimentaba con fruta, vegetales, huevos, lácteos, legumbres y diferentes cereales. (Snell 1997)



- Jackie Mekler, corredora sudafricana de superfondo y pentacampeona del maratón Comrades (90 km) de 1950 y 1960, comentó que en aquella época estaba muy de moda no beber durante las carreras de fondo hasta que no quedara más remedio. Los corredores alardeaban de no haber bebido hasta los 30 o 40 km, siendo el objetivo de muchos no beber durante todo el maratón y demostrar así su buena condición física.
- En 1953 la Federación Internacional de Atletismo Amateur (IAAF) estableció unas pautas para acontecimientos de carrera de fondo, los puestos de avituallamiento fueron permitidos a partir del Kilómetro 15, y únicamente contemplaba la toma de agua.
- En 1964 Don Tabol, legendario entrenador, aconsejó a Nan Duncan nadador olímpico australiano que comiera helado, pasteles y comidas calóricas para dejar de ser tan ligero, ya que le podía afectar en el cansancio y la fatiga.
- Uno de los grandes avances para esta ciencia, fue la utilización de las biopsias musculares. Una investigación conducida por Jonas Bergstrom, publicada en el “Journal Nature” en 1965, evaluó a ciclistas: estos atletas pedalearon con una sola pierna hasta la fatiga, se biopsiaron ambas piernas. El nivel de glucógeno fue bajo en la pierna ejercitada y normal en la que estuvo en reposo. El trabajo continuó tres días en los cuales los deportistas consumieron una alimentación con alto contenido en hidratos de carbono. La supercompensación del glucógeno muscular fue descrita y observada en la pierna ejercitada y pequeños cambios se observaron en la pierna que estuvo en reposo (Burke y Deakin, 2000). De no existir la técnica de biopsias musculares, este descubrimiento fundamental para la evolución de la nutrición deportiva no se hubiera podido corroborar.
- En Miami, 1967, se jugó un partido de fútbol americano entre “los Gators” de Florida y los “Tech” de Georgia. Los “Gators” estaban agotados físicamente en el descanso. Utilizaron una bebida que contenía electrolitos e hidratos de carbono y diseñada por el Dr. Robert Cade de la Universidad de Florida, y al final ganaron el partido. Fue entonces cuando se lanzó comercialmente la bebida deportiva “Gatorade”, aunque hicieron falta unos 20 años para que los deportistas la consumieran más abiertamente.
- En 1969 Ron Hill, fue el primero en utilizar la dieta de carga de hidratos de carbono durante el campeonato europeo de maratón en Atenas. La carrera fue noticia debido al increíble cambio en el rendimiento de Hill, que ganó la carrera con un tiempo de 2:16:48. Hill era uno de los atletas favoritos para ganar la maratón de las Olimpiadas de Munich de 1972, sin embargo su dieta de carga de hidratos se vio afectada por un atentado terrorista que reestructuró la carrera para días posteriores y que afectó negativamente al rendimiento, quedando sexto. Esto conllevaría años después al protocolo de este tipo de práctica por parte de los escandinavos.



- A principios de los años 70, la Unión Soviética tuvo en secreto estudios de nutrición deportiva con el objetivo de lograr la "supremacía en el deporte" de sus atletas. Según Kalinski (2003) uno de los SN usados por los atletas soviéticos pudo haber sido la creatina buscando la mejora su rendimiento.
- A principios de los 70 los expertos en nutrición concluyeron que las necesidades proteicas de los deportistas no eran diferentes a los sujetos sedentarios (Burke, 2003)
- Fue en el 1974 cuando los profesores Costill y Saltin informaron a cerca de los fluidos con carbohidratos, que incluso en pequeñas cantidades, reducen el vaciado gástrico, no siendo ideales como bebidas rehidratantes. Esto fue apoyado un año después por el ACSM que promovió el agua como bebida ideal durante eventos de resistencia, desaconsejando bebidas con hidratos incluso con concentraciones menores de 2,5%.
- En 1979 nació la cafeína como sustancia ergogénica, lo que conllevó que muchos maratonianos consumieran café negro antes de las carreras.
- En 1988 el catedrático Timothy Noakes de la Universidad de Cape Town advirtió de los riesgos mortales de la hiponatremia.
- Fue en la década de los 90 cuando surgió el éxito de las bebidas comerciales deportivas y se empezaron a introducir los geles y las barritas energéticas.
- El catedrático Peter Lemon, Director del Western's Exercise Nutrition Research Laboratory en Canadá, informó en 1990 que las necesidades proteicas de los deportistas de resistencia y fuerza era 50%-100% más alto que el de los individuos sedentarios (Lemon, 1991).
- La nutrición deportiva se consolida desde un punto de vista científico a finales del siglo XX, en una reunión mantenida en Lausanne (Suiza) en las oficinas centrales del Comité Olímpico Internacional (Marzo, 1991) donde se establece un consenso sobre las investigaciones en el área de la nutrición deportiva. (Proceedings of IOC, 1991)
- En 1992 el catedrático Coyle (Coyle et al., 1992a y b) puso de manifiesto que la deshidratación, incluso en niveles leves, perjudicaba el rendimiento y aumentaba la percepción del esfuerzo en ejercicios donde hay altas temperaturas.
- En 2002 la American Academy of Pediatrics (Metzl et al., 2001), publicó que el monohidrato de creatina era un suplemento de uso común, que representó alrededor 400 millones de dólares en ventas anuales sólo en los Estados Unidos.



- El Consenso de Nutrición Deportiva del Comité Olímpico Internacional en 2004 (Consensus Conference on Nutrition for Sport of IOC, 2004) y la Postura de la Asociación Dietética Americana y Canadiense, junto con el American College of Sports Medicine en 2009 (Position of the ADA, DC and ACSM, 2009), son las últimas dos guías sobre nutrición deportiva para los profesionales relacionados con esta área.

Como hemos podido comprobar desde la antigua Grecia hasta la actualidad se ha ido avanzando rápidamente en la nutrición deportiva para intentar lograr la manipulación de la alimentación en pro del rendimiento deportivo y/o la salud.

La historia de la nutrición deportiva, nos permite conocer la existencia, desde la antigüedad, de diferentes referentes para el estudio de esta área. Los trabajos realizados junto con las investigaciones científicas demostraron la interconexión íntima que existe entre la medicina, la fisiología, el ejercicio y la nutrición. El avance de la ciencia, principalmente la relacionada con la fisiología médica, fue conformando un campo integrado, objeto de estudio, conocido actualmente como “nutrición deportiva”.



1.2. Nutrición y Actividad Física: generalidades y demandas

Cuando el ejercicio aumenta de forma considerable la ingesta adecuada de energía y nutrientes se vuelve más crítica. En comparación con sus homólogos sedentarios, la dieta de una persona activa necesita cubrir el exceso de líquidos por las pérdidas de sudor, la energía para realizar la actividad física, las proteínas para la construcción y reparación del tejido muscular y los hidratos de carbono para reemplazar el glucógeno muscular entre otros. En algunos casos la necesidad de otros nutrientes también aumenta (por ejemplo, vitaminas del complejo B, vitaminas antioxidantes, hierro, etc). A medida que se consume más energía para cubrir el gasto del ejercicio, mayor debe ser la ingesta de estos nutrientes.

1.2.1. Energía: importancia en el Ejercicio Físico

El gasto energético debe ser igual al consumo energético para lograr lo que se denomina "balance energético". Este balance se produce cuando la energía contenida en los alimentos, bebidas y suplementos es igual a la suma de la energía necesaria para cubrir el metabolismo basal, el efecto térmico de los alimentos y el costo energético por actividad física (tabla 1).

Tabla 1. Gasto Calórico de algunas actividades que se realizan en un Centro Fitness

| Actividades | Gasto calórico (kcal/kg/min) |
|----------------------|------------------------------|
| Aerobic Bajo impacto | 0,08775 |
| Aerobic Alto impacto | 0,1228 |
| Carrera 11,2 Km/h | 0,2046 |
| Carrera 14 Km/h | 0,2273 |
| Carrera 16 km/h | 0,2809 |
| Carrera 18 Km/h | 0,2879 |
| Estiramientos | 0,0439 |
| Musculación Moderado | 0,0527 |
| Musculación Fuerte | 0,1054 |
| Natación Lento | 0,1228 |
| Natación Moderado | 0,1755 |

El gasto por actividad física es el componente más variable del consumo total de energía (Johnson, 2001). Esta energía puede fluctuar desde un mínimo de 10% en la persona confinada en la cama hasta más del 50% del consumo total de energía en las personas con una actividad extenuante (Johnson, 2001). El gasto energético para los diferentes tipos de ejercicio depende de la duración, frecuencia e intensidad del ejercicio, del sexo, edad, tamaño corporal y composición corporal (masa libre de grasa) de la persona activa, así como del estado nutricional previo al ejercicio. El consumo energético en la actividad física disminuye con la edad, posiblemente debido a una disminución de la masa muscular y un aumento de la masa adiposa. A su vez ésta aumenta ó disminuye según el sexo. Los hombres consumen mayor energía durante las actividades físicas que las mujeres, a causa de su mayor tamaño corporal y masa libre de grasa.



La mezcla de combustible (hidratos de carbono, grasas y proteínas) utilizada como energía durante el ejercicio depende principalmente de la intensidad (Figura 1) y duración del ejercicio realizado, del nivel de forma física, y de su estado nutricional.

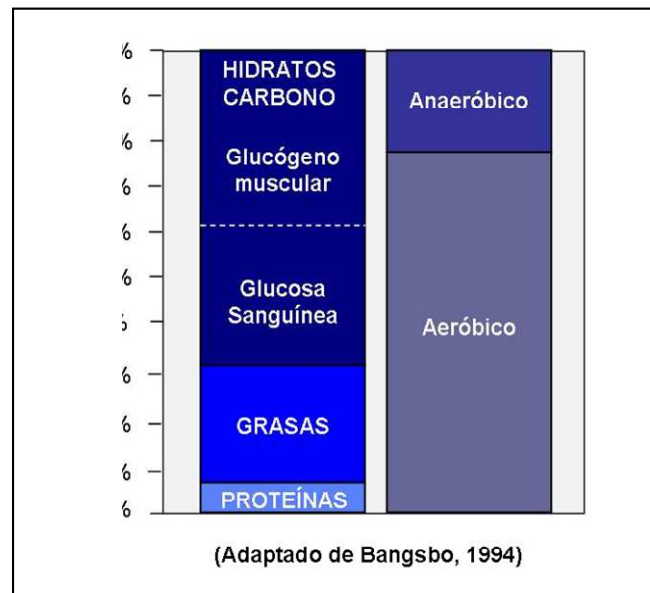


Figura 1. Tipo de sustrato energético utilizado en un deporte de equipo.

La grasa puede ser utilizada como fuente de energía en un amplio intervalo de intensidades de ejercicio, sin embargo, la proporción de la energía aportada por la grasa disminuye a medida que aumenta la intensidad del ejercicio. En estas circunstancias, los hidratos de carbono se convierten en la fuente de energía dominante, mientras que la contribución de la grasa disminuye (Brooks y Mercier, 1994, Brooks y Trimmer, 1995, Bergman et al., 1999) (Figura 2).

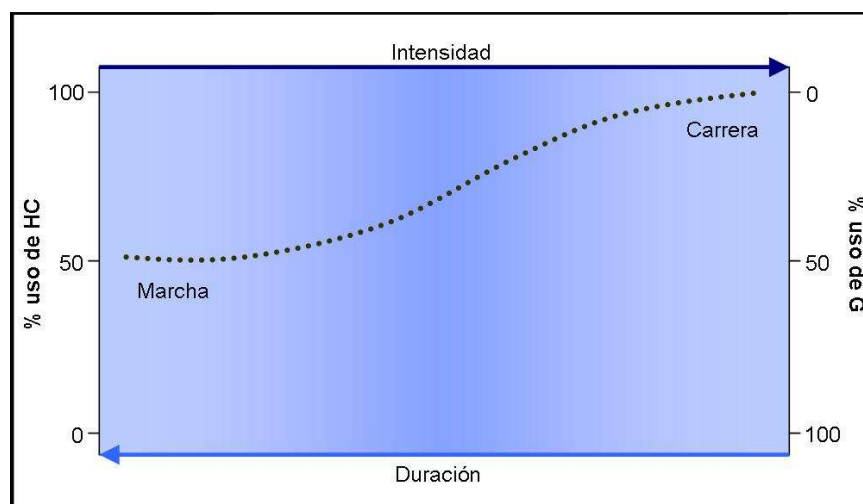


Figura 2. Efectos de la intensidad y duración en el uso de Hidratos o Grasas

Si aumenta la duración del ejercicio, el glucógeno muscular se agota y es la glucosa circulante en sangre o la que se forma a partir de compuestos orgánicos como ácidos grasos, aminoácidos, intermediarios del ciclo de Krebs, etc., la que puede mantener la



intensidad. Si, durante el ejercicio, la glucosa en sangre disminuye por debajo del intervalo fisiológico, la capacidad de realizar ejercicio de intensidad disminuirá notablemente (Coyle et al., 1986).

La proteína también se puede utilizar como fuente energética durante el ejercicio, sin embargo, en individuos bien alimentados, probablemente proporciona menos del 5% de la energía gastada (El-Khoury et al., 1997; Phillips et al., 1993). Si la duración del ejercicio aumenta mucho, el aporte energético de la proteína puede aumentar para mantener los niveles de glucosa en la sangre (Coyle et al., 1986).

La cantidad de hidratos de carbono, grasas y proteína, así como su uso en la obtención de energía durante el ejercicio también depende de cuando se produjo la última comida en relación al ejercicio físico y el nivel de intensidad del mismo. Por ejemplo, cuando los sujetos realizan un ejercicio físico moderado (~ 50% del VO₂ máx) después de un ayuno nocturno, la contribución de la grasa a la energía es mayor que cuando estos mismos individuos hacen el mismo ejercicio después de una comida (Bergman y Brooks, 1999). Un aumento de la intensidad de este ejercicio (> 65% del VO₂ máx) no altera el combustible energético usado de una forma significativa (Bergman y Brooks, 1999).

1.2.2. Macronutrientes: requisitos para el Ejercicio Físico

La Tabla 2 recoge las recomendaciones dietéticas de carácter general para personas activas según Instituto de Medicina (IOM) de la Academia Nacional de las Ciencias de EEUU para la energía y macronutrientes (proteínas, grasas e hidratos de carbono) (1989, 2002) y la declaración del Comité Olímpico Internacional (COI) sobre Nutrición del Deporte (Burke, 2003).

Tabla 2. DRI's de macronutrientes y recomendaciones para las personas activas

| Macronutrientes | Directrices Antiguas (1989)¹ | Nuevas directrices (2002)² | Directrices para las personas activas³ |
|------------------------|---|---|--|
| Carbohidratos | ≥ 50% del total energía | 45-65% del total energía | Ejercicio de intensidad moderada: 5-7 g/kg peso corporal; Ejercicio de alta intensidad y resistencia: 7-12 g/kg de peso corporal. |
| Proteína | 10-15% del total energía; 0,8 g/kg peso corporal | 10-35% del total energía; 0,8 g/kg peso corporal | El intervalo recomendado es de 1,2 a 1,7 g/kg peso corporal. Este nivel de proteína normalmente representa el 15% de la energía total. |
| Grasa | ≤ 30% del total energía | 20-35% del total energía | 20-35% del total energía. Las necesidades de carbohidratos y proteínas se deben cumplir en primer lugar. |

¹Food and Nutrition Board, 1989. ²IOM, 2002. ³Burke et al., 2004; Tipton y Wolfe, 2004.



Estás recomendaciones generales tienen sus matices, ya que como hemos comentado, las cantidades de carbohidratos, proteínas y grasas necesarios para la realización del ejercicio físico dependen de la intensidad, la duración, la frecuencia y el tipo de ejercicio que se realice, así como del estado de salud, tamaño corporal, edad y género del individuo.

El intervalo de los macronutrientes presentados en la Tabla 2 están asociados con menor riesgo de enfermedad crónica y que a su vez proporcione una ingesta adecuada de nutrientes esenciales. Estos intervalos de distribución de los macronutrientes son muy amplios y permiten el desarrollo de las recomendaciones dietéticas de una forma flexible a través de una variedad de niveles de actividad, tamaño corporal, preferencias alimentarias, y cuestiones de alimentación relacionados con la salud. En personas activas es más útil hacer recomendaciones de proteínas e hidratos de carbono en función del tamaño del cuerpo (g/kg de peso corporal) (Tabla 2). Por ejemplo, si la ingesta de energía para un hombre adulto activo es de 4500 kcal/día, "incluso" una dieta que contiene 50% de la energía en hidratos de carbono proporcionará 562,5 g de hidratos de carbono (7,5 g/kg para una persona de 75 kg de peso corporal). Este nivel de hidratos de carbono es adecuado para mantener las reservas de glucógeno muscular en un individuo activo (Burke et al., 2004; Coyle, 2004; Tipton y Wolfe, 2004). Del mismo modo, si la ingesta de proteínas en esta dieta fuera del 10% de la ingesta energética (mínimo del intervalo recomendado por el IOM, 2002), la ingesta proteica absoluta (112,5 g de proteína/día, 1,5 g/kg) fácilmente cumple las recomendaciones de proteína para las personas activas (Burke et al., 2004; Coyle, 2004; Hargreaves et al., 2004; Loucks 2004; Maughan et al., 2004; Shirreffs et al., 2004; Tipton y Wolfe, 2004). Por el contrario, con una ingesta energética baja (≤ 1.800 kcal/día), incluso con un 60% de la misma en hidratos de carbono, no se mantendrían en óptimas condiciones las reservas de carbohidratos (≤ 5 g/kg en una persona de peso corporal de 55 kg) en un individuo activo.

1) Necesidades de Carbohidratos

Los hidratos de carbono son nutrientes fundamentales en personas activas ya que permiten realizar ejercicios a intensidad elevada, además son esenciales para células que utilizan preferentemente o exclusivamente glucosa como sustrato energético (cerebro, células oculares y células sanguíneas).

La glucosa contenida en los carbohidratos simples (sacarosa, lactosa y maltosa) y en los complejos (almidón) se almacena en el tejido muscular e hígado como glucógeno en una cantidad limitada (Figura 3). Durante el ejercicio el glucógeno muscular se utiliza para obtener energía, la capacidad para sostener el ejercicio intenso prolongado se relaciona directamente con los niveles iniciales de glucógeno muscular. Si el evento tiene una duración de menos de 90 min, el glucógeno almacenado es suficiente para abastecer la energía necesaria.

Para eventos con un trabajo intenso de más de 90 min, una dieta alta en carbohidratos consumida 2 ó 3 días antes del evento permite que los depósitos de



glucógeno se llenen. Consumir una dieta muy rica en hidratos de carbono de una forma constante no es aconsejable, ya que condiciona al cuerpo a usar solo éstos como combustible y disminuye el uso de los ácidos grasos derivados de grasas.

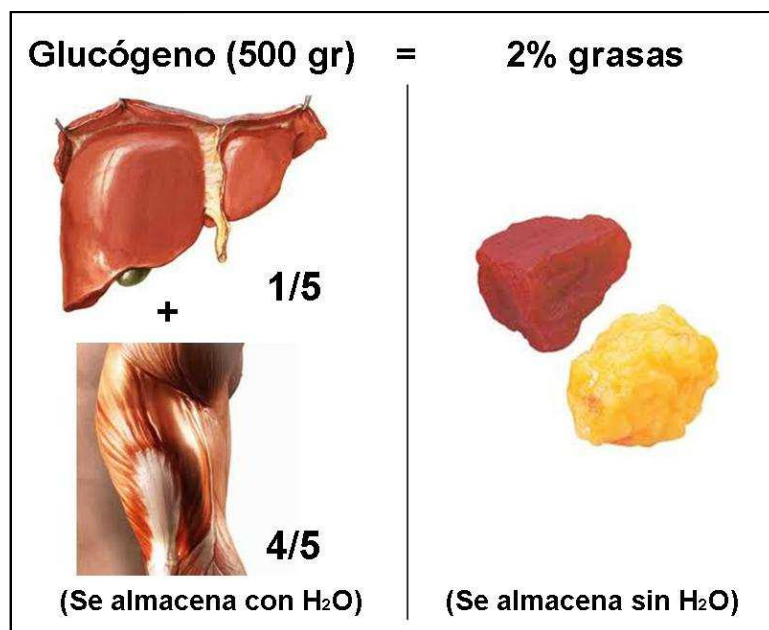


Figura 3. Almacenamiento del glucógeno corporal. Comparativa con las grasas acumuladas en el organismo.

Para actividades continuas de 3 a 4 horas, debemos asegurarnos que las reservas de glucógeno en músculo e hígado estén al máximo. Se debe considerar la posibilidad de tomar hidratos de carbono en forma de soluciones durante la práctica deportiva (por ejemplo: solución de glucosa 6–8 %)

El consumo de carbohidratos es fundamental en personas activas (Tabla 2), ya que un déficit acumulado de un 10% cada día, durante seis días, puede disminuir la energía para la realización de la práctica deportiva al séptimo (Zehnder et al., 2001), mermando así el rendimiento del individuo.

Aunque las dietas ricas en carbohidratos (> 65% de la ingesta de energía) se han defendido en el pasado para deportes de resistencia, su uso en personas activas generalmente no es práctico (ADA, 2000), pudiendo provocar problemas gastrointestinales entre otros.

2) Necesidades Proteicas

El ejercicio *puede* incrementar la necesidad de proteínas de tres maneras (Lemon, 1998):

- a) Aumento de la necesidad de proteínas para reparar el daño inducido por el ejercicio en las fibras musculares
- b) Apoyo a las ganancias en la masa muscular que se producen con el ejercicio
- c) Proporcionar una fuente de energía durante el ejercicio



La proteína adicional que se necesita depende del tipo de ejercicio realizado, la intensidad y duración de la actividad, la composición corporal (por ejemplo, kg de masa de tejido magro) y la utilización de dietas especiales de pérdida de peso. (Tipton y Wolfe, 2004). Para la utilización de la misma, es fundamental que la dieta este energéticamente bien balanceada y que haya suficiente cantidad de hidratos de carbono para que no se utilice como sustrato de oxidación.

Lemon (1998, 2000) tras revisar las investigaciones sobre las necesidades proteicas de los deportistas recomienda 1.2 a 1.4 g/kg peso corporal/día para las personas que participan en deportes de resistencia y de 1,6–1,8 g/kg de peso corporal/día para aquellos involucrados en ejercicios contra resistencia o velocidad, en torno al 160%–220% de las recomendaciones para la población en general (0,8 g/kg de peso/día) (Tabla 2). Los requerimientos proteicos son mayores en ejercicios contra resistencia porque permite la acumulación y el mantenimiento del tejido magro (Lemon, 1998, 2000; Tarnopolsky et al., 1992). Por ejemplo, si la ingesta de energía para un varón de 75 kg activo es 3000–4000 kcal/día, una dieta normal que aporte el 15% de la energía en proteínas (entre 112,5 y 150 g de proteína por día) cubriría las necesidades de proteínas para este individuo, estando entre 1,5 y 2 g/kg/día.

Las personas activas suelen pensar que tienen que consumir dietas altas en proteínas para cubrir la construcción y reparación de sus tejidos musculares. Basándonos en el ejemplo, podemos comprobar que con un consumo normal proteico, suele haber poca necesidad de recomendar que las personas activas consumen más proteínas de lo normal. Un aumento de la ingesta proteica por encima del nivel recomendado no garantiza aumento adicional en el tejido magro (Lemon, 1998, 2000) y puede estar asociada a efectos secundarios como cetosis, aumento de la grasa corporal, gota, sobrecarga de riñón, deshidratación, excreción urinaria de calcio y pérdida de masa ósea (Nemet et al., 2005; Tarnopolsky, 2006). Por el contrario habría que insistir en el consumo proteico a aquellos individuos que restringen la ingesta de energía general para bajar de peso o aquellos que siguen dietas vegetarianas estrictas (no ovolactovegetariana), especialmente las mujeres activas (Manore, 1999, 2002).

3) *Necesidades Grasas*

La grasa es vista por muchas personas, y más aún en los centros fitness, como algo a evitar, pero es un componente necesario de una dieta normal. Las grasas proporcionan energía y componentes esenciales de las membranas celulares y se asocian a la ingesta de las vitaminas liposolubles A, D y E. La proporción de este macronutriente se sitúa en torno al 20–35% del total energético (Tabla 2) y tan importante es la cantidad como la calidad, o sea, la proporción en la que se encuentran los distintos ácidos grasos, y que deben suponer entre el 7–8 % para los saturados y poliinsaturados (incluyéndose en estos los ácidos grasos esenciales linoleico y α -linolénico) y del 15% para los monoinsaturados, representados en nuestra alimentación por el ácido oleico, mayoritario en el aceite de oliva. Los



ácidos grasos esenciales son necesarios, entre otras funciones, por ser precursores de los eicosanoides, compuestos biológicos que ayudan a regular la coagulación de la sangre, presión arterial, frecuencia cardíaca y la respuesta inmune. Por otra parte un consumo elevado de ácidos grasos saturados y trans está relacionado con la aterosclerosis. Una dieta baja en grasas (<15–17% de la energía diaria), no es recomendable en personas activas (Horvath et al., 2000a y b), pudiendo repercutir en la salud y en el rendimiento deportivo.

No parece que existan beneficios para la salud entre una dieta con un consumo bajo en grasa (20% de la energía diaria) en individuos sanos, frente a un consumo mayor pero moderado de la grasa (25–35%) siempre que se mantenga la distribución de los ácidos grasos (Dreon et al., 1999). Por lo tanto, a menos que haya alguna razón médica para restringir la grasa, la ingesta diaria debe estar dentro de las recomendaciones para la grasa en personas activas (Tabla 2), hay que hacer notar que el consumo medio de grasa en España es mayor del 40% del total energético.

Las investigaciones también han examinado el impacto de las dietas altas en grasa (40–70% de la ingesta de energía) sobre la utilización de grasas durante el ejercicio y el rendimiento deportivo (Muoio et al., 1994; Lambert et al., 1994). Se planteó la hipótesis de que el consumo de una dieta alta en grasas podría aumentar la oxidación de grasas y la utilización durante el ejercicio, con el consiguiente ahorro de glucógeno. Desafortunadamente, la mayoría de los individuos no pueden tolerar estos niveles de grasa por mucho tiempo, ni los profesionales de la salud lo recomiendan para la salud a largo plazo, por lo que hay poco apoyo para recomendar estas dietas a las personas activas (Jeukendrup y Saris, 1998).

1.2.3. Micronutrientes: requisitos para el Ejercicio Físico

Las vitaminas y minerales, juegan un papel importante en el mantenimiento de la salud de la persona activa. Están involucrados en la producción de energía, en la síntesis de la hemoglobina para la producción de glóbulos rojos, en el mantenimiento de la salud ósea y una función inmune adecuada, en la construcción y reparación del tejido muscular, y en la protección de los tejidos del cuerpo contra el daño oxidativo principalmente (Manore y Thompson, 2000; ADA, 2000).

Los valores de referencia actuales para los micronutrientes son adecuados para las personas activas (IOM, 2002), a menos que se indique lo contrario ó se encuentren en situaciones concretas (Maughan et al., 2004; Powers et al., 2004; Spriet y Gibala, 2004). Los individuos que tienen un mayor riesgo de déficit de micronutrientes son aquellos que disminuyen la ingesta de energía o que realizan dietas severas para perder peso, eliminando o restringiendo uno o varios de los grupos de alimentos de su dieta (por ejemplo, poco o nada de carbohidratos o grasas). Las personas que participan en este tipo de conductas alimentarias es posible que necesiten un suplemento multivitamínico y/o mineral para mejorar el estado de micronutrientes en general.



Una dieta variada garantizará la ingesta adecuada de micronutrientes. La utilización de suplementos minero-vitamínicos no mejora el rendimiento de aquellos individuos que tienen cubiertos sus requerimientos con una alimentación adecuada. Desde el punto de vista nutricional hay que vigilar el aporte de ácido fólico, vitamina B12, hierro y cinc.

1.2.4. Hidratación y Ejercicio Físico

El equilibrio de líquidos en el ejercicio de personas activas es fundamental para un rendimiento óptimo (Coyle, 2004) y por el contrario, éste se deteriora con la deshidratación progresiva (Barr 1999; McConnell et al., 1997; Walsh et al., 1994), pudiendo causar eventualmente complicaciones potencialmente mortales si no se toman las medidas oportunas (Noakes, 1993). Por lo tanto, es importante que todas las personas activas se mantengan bien hidratadas. Esta hidratación adquiere una importancia mayor si se practica ejercicio físico en condiciones ambientales especiales (calor, frío, humedad y altitud principalmente) (ACSM 1996; Brinkley et al., 2002; Freund y Sawka, 1996).

Para mantenerse hidratados durante el ejercicio físico hay que mantener el equilibrio de líquidos y electrolitos, es decir, reemplazar el agua y los electrolitos perdidos en el sudor. Esto requiere que las personas activas, indiferentemente de su edad, se esfuercen para hidratarse bien antes, durante y después de hacer ejercicio.

Como norma general y teniendo en cuenta que existen muchos matices, se recomienda (ADA 2009, ACSM 2009).

- *Antes*: Una cantidad generosa de líquidos 24 horas antes del ejercicio (ACSM, 1996). Al menos 4 horas antes del ejercicio se deberá beber aproximadamente entre 5 y 7 ml/kg de peso corporal de agua o bebida deportiva.
- *Durante*: Unos 150–350 ml de líquido cada 15–20 minutos mientras se realiza el ejercicio (Casa et al., 2000).
- *Después*: Beber suficientes líquidos para cubrir el 150% del peso perdido durante el ejercicio para reemplazar la pérdida por sudor y orina después del ejercicio (Shirreffs et al., 2004). Consumir entre 450 y 675 ml de líquidos por cada 0,5 kg perdido durante el ejercicio.

Si el ejercicio es de larga duración (generalmente > 1 h) o se produce en un ambiente muy cálido, las bebidas deportivas deben contener hidratos de carbono y sodio. El sodio ayuda a la rehidratación mediante el mantenimiento de la osmolaridad del plasma y el deseo de beber (Maughan y Leiper, 1994; Maughan et al., 1996; Shirreffs et al., 2004).

1.2.5. ¿Cuándo comer?

El momento de la ingesta de alimentos es también importante para las personas activas. Comer con sensatez antes de hacer ejercicio asegura que hay suficiente energía para llevar a cabo éste, mientras que comer después de hacer ejercicio le



ayudará a recargar el combustible corporal. Sabemos que el alimentarnos bien antes del ejercicio puede mejorar el rendimiento (ADA, 2000), y que la comida después del ejercicio ayuda a reemplazar el glucógeno muscular y repara el tejido dañado (Burke et al., 1996). En función del deporte ó actividad, comer o usar una bebida deportiva durante el ejercicio también puede mejorar el rendimiento y retrasa la fatiga (McConnell et al., 1996). Las personas activas, que hacen ejercicio más de una vez por día, deben estar atentas y asegurarse que no se saltan comidas pudiendo incluso comer durante el ejercicio con el uso de bebidas deportivas (6–8% de carbohidratos) (Benardot y Thompson, 1999).

1.2.6. Alimentación y Peso Corporal

Las necesidades energéticas para mantener el peso corporal deben ser una prioridad para cualquier deportista o persona activa. El balance de energía se logra cuando la energía consumida (suma de energía de los alimentos, suplementos y fluidos consumidos) es igual al gasto de energía (suma de toda la energía gastada por el cuerpo en movimiento o al mantener las funciones del cuerpo) (Swinburn y Ravussin, 1993). Para saber si uno está manteniendo el balance de energía basta con observar que el peso se mantenga constante.

Hay que tener en cuenta que las necesidades energéticas suelen disminuir con la edad, principalmente por la pérdida de masa muscular y aumento de grasa corporal. Por esta razón, si la ingesta energética es similar a la de épocas anteriores, aumenta el peso corporal, incluso si los niveles de actividad se mantienen constantes. Muchas personas activas se someten a dietas manipulando las calorías, proteínas, carbohidratos, vitaminas y minerales, con el objetivo de mejorar el desempeño físico y la apariencia, sin conocimiento alguno pudiendo sufrir problemas de salud y rendimiento físico.

El primer objetivo de un individuo activo debe ser mantener la ingesta de energía adecuada para asegurar un peso corporal saludable. Aunque esto parece una tarea sencilla, hay muchas personas activas que encuentran esto difícil de hacer. La atención y dedicación por parte de los centros de fitness a este tema debe ser una prioridad, dotando de herramientas a los profesionales que trabajen en el centro, con un servicio especializado en nutrición o con programas de concienciación y educación ciudadana.

Aunque las personas activas suelen tener un peso corporal dentro de intervalos normales para su estatura (IMC 19–25 kg/m²), no es raro que quieran cambiar su peso corporal (por ejemplo, aumentar o disminuir) para satisfacer las demandas de su deporte o su propia percepción de un "peso ideal". El cambio de peso debe realizarse lentamente durante un período en que el individuo no está participando en eventos competitivos.

El peso ideal es una idea equívoca y subjetiva. Cualquier persona activa debe olvidarse del peso ideal y moverse dentro de un intervalo de peso saludable; entendiendo éste como "aquel en el que realmente la persona se puede mantener, permite avances positivos en el rendimiento del ejercicio, reduce al mínimo el riesgo de lesión o



enfermedad y proporciona buena salud a largo plazo reduciendo los factores de riesgo para cualquier enfermedad crónica” (ADA, 2000; IOM, 2002).

1) *Pérdida de peso*

Si la ingesta de energía no cubre el gasto de la misma, se pierden peso y masa muscular, y la capacidad de realizar ejercicio vigoroso normalmente disminuye.

Cualquier dieta para perder peso debe dar lugar a una disminución gradual del mismo (0,5–1,0 kg/semana), aumentando al máximo la pérdida de grasa e intentando el mantenimiento de los tejidos magros (ADA, 2000). Si la restricción de energía es demasiado grande, la calidad nutricional de la dieta se ve comprometida, el tejido magro se pierde, y la capacidad de ejercicio disminuye. Además, un consumo bajo de energía de forma constante normalmente conlleva una ingesta incorrecta de macro y micronutrientes (hidratos de carbono, proteínas, vitaminas y minerales) (Burke, 2003). En el aspecto psicológico, una restricción energética severa puede llevar a un exceso de preocupación por la comida, una pérdida de motivación, y finalmente una imposibilidad de permanecer en la dieta planteada (Manore, 1999; Manore y Thompson 2000; Thompson y Manore, 2000).

Cualquier tipo de dieta para una persona activa, debe proporcionar suficientes hidratos de carbono para reponer el glucógeno gastado, y proteínas suficientes para el mantenimiento y la reparación de tejido magro. Por estas razones, los expertos no recomiendan las dietas de moda que restringen severamente la energía o aquellas que eliminan algún grupo de alimentos (por ejemplo, evitar la ingesta de hidratos de carbono).

Antes de comenzar una dieta para bajar peso, una persona activa debe identificar su peso corporal saludable, de una forma lógica y realista, en relación a su nivel de actividad.

Una dieta para bajar de peso en niñas y mujeres activas puede ser especialmente problemática, sobre todo si el peso ya está dentro de la normalidad. El bajo consumo de energía combinado con alta producción de energía contribuye al desarrollo de una disfunción menstrual en las mujeres, que se caracteriza por una disminución significativa de las hormonas reproductivas y la interrupción del ciclo menstrual o amenorrea (Harber, 2000; Manore, 2002; Loucks, 2004). La disminución de las hormonas reproductivas, especialmente estrógenos, puede conducir a la pérdida (o la falta de ganancia) de masa ósea en mujeres jóvenes y adultas muy activas. Este patrón de consumo puede producir cualquiera de los trastornos de la triada de la mujer deportista (amenorrea, trastornos alimentarios, y osteoporosis) (ACSM, 1997).



2) *Aumento de peso*

Si lo que se desea es el aumento de peso, este se puede lograr mediante la adición de 500–1000 kcal por día durante la participación en entrenamientos de fuerza para asegurar que la energía adicional consumida contribuye al aumento de la masa muscular y no a la ganancia de grasa (ADA, 2000; Thompson y Manore, 2000). El aumento de masa muscular por lo general ocurre lentamente y depende de varios factores, entre ellos: la genética, el grado de balance energético positivo que se ha producido, la cantidad de descanso recibido y el tipo de programa de ejercicios de entrenamiento (Thompson y Manore, 2000).

Una dieta, ya sea para bajar o subir peso, tiene que tener en cuenta:

- Estado de salud
- Experiencias pasadas
- Tipo de actividad desarrollada
- Entorno social del individuo en el trabajo y el hogar
- Genética (antecedentes familiares)
- Factores de riesgo para la salud física y psicológica

Si el peso se fija en una meta poco realista, hay una alta probabilidad de fracaso, pudiendo ocasionar unos resultados emocionales y psicológicos negativos, y conduciéndonos a trastornos más o menos severos de la conducta alimentaria.



1.3. Ayudas Ergogénicas: suplementos nutricionales y actividad física

El término ergogénesis significa producción de energía. Si la manipulación de una sustancia se hace para mejorar el rendimiento a través de la producción de energía, ésta se denomina ergogénica y si reduce el mismo sería ergolítica. Por tanto, la ayuda ergogénica hace referencia a toda aquella sustancia o fenómeno que mejora el rendimiento. Las ayudas ergogénicas teóricamente permiten al individuo realizar más trabajo físico del que sería capaz de ejecutar sin ellas (Wootton, 1988). Según, Robert J. Robertson (1991) es un procedimiento experimental o agente que aumenta el nivel de la ejecutoria del ejercicio en comparación con una condición de placebo.

El uso del término ayudas ergogénicas se usa generalmente en un contexto más amplio que el de las puras manipulaciones nutricionales y farmacológicas, quedando divididas en 5 categorías:

- Ayudas Mecánicas: Zapatillas, ropa deportiva, diseño de bicicletas...
- Ayudas Psicológicas: Psicoterapia, hipnosis, técnicas de relajación...
- Ayudas Farmacológicas: Beta bloqueantes, Hormona de crecimiento (GH),...
- Ayudas Fisiológicas: Dopaje sanguíneo...
- Ayudas Nutricionales: Carga de hidratos, creatina,...

El Dietary Supplement Health and Education Act (DSHEA) of 1994 define suplemento nutricional como un producto (distinto al tabaco) hecho para suplementar la dieta y que contiene uno o más de los siguientes ingredientes de la misma: vitamina, mineral, aminoácido, hierba u otra sustancia hecha con hierbas; o una sustancia para suplementar la dieta incrementando la ingesta dietética; o un concentrado, metabolito, componente, extracto, o la combinación de cualquiera de los citados anteriormente; hechos para la ingestión en forma de cápsula, comprimido, polvo o gel, y que no está considerado como una alimento o una comida convencional.

En general, algunas ayudas son positivas para los deportistas, sin embargo, otras son ineficaces y hasta perjudiciales al ser administradas sin control por personas sin formación. Muchos deportistas utilizan ayudas ergogénicas suministradas por amigos ó entrenadores asumiendo, lo que no siempre es cierto, su utilidad. En la búsqueda del éxito, la preocupación por la mejora del rendimiento y las marcas, unida al desconocimiento sobre las sustancias ergogénicas, puede llevar en ocasiones a situaciones nefastas.

La utilización de suplementos nutricionales va encaminada al logro de diferentes objetivos entre los que podríamos destacar los siguientes:

- Mayor disponibilidad de energía para entrenar.
- Mayor recuperación de la energía tras el esfuerzo.



- Menor fatiga durante el ejercicio.
- Descenso en la incidencia de lesiones, generalmente relacionadas con una recuperación inadecuada.
- Aumento en la capacidad de recuperar y aumentar las estructuras musculares.
- Reducción de los depósitos de grasa corporal.

Además el consumo de los suplementos en el deporte puede dar como consecuencia:

- Un riesgo pequeño pero real de "doping" positivo en deportistas de élite.
- Pérdida o desperdicio de dinero en los productos que simplemente no funcionan.
- Pérdida o deterioro de la salud del consumidor.
- Pérdida o disminución del rendimiento si la sustancia fuera ergolítica.

En el presente año el Australian Institute of Sport (AIS) ha creado un Programa de Suplementos para deportistas que permite a los atletas centrarse en el uso racional de los suplementos y alimentos deportivos como parte de sus planes especiales de nutrición, asegurando que los suplementos y alimentos deportivos se usen correcta y adecuadamente para obtener los máximos beneficios para el sistema inmunológico, la recuperación y el rendimiento, minimizando el riesgo de uso de suplementos que puedan llevar a una infracción de dopaje involuntario o a un deterioro en su salud (Australian Institute of Sport; 2012).

Este programa recoge una clasificación de los suplementos en cuatro grupos de acuerdo a su efectividad y seguridad (Tabla 3).

Tabla 3. Clasificación de Suplementos Nutricionales del Instituto Australiano del Deporte 2012.

| Categoría A | Categoría B |
|--|---|
| <ul style="list-style-type: none"> · Bebidas deportivas · Geles · Comidas líquidas · Multivitaminas y minerales · Barras energéticas · Bicarbonato · Cafeína · Suplemento de Calcio · Suplemento de Hierro · Vitamina D · Creatina · Electrolitos · Proteínas del suero de la leche · Probióticos para la protección del intestino | <ul style="list-style-type: none"> · Antioxidantes C y E · B-alanina · Carnitina · Calostro · HMB · Probióticos para la protección inmune · Quercetina · Aceite de pescado · Otros polifenoles como antioxidantes y antiinflamatorios · Zumo de remolacha/nitrato |



| Categoría C | Categoría D |
|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> · Lactaway® · ZMA · Ribosa · Picolinato de Cromo · Coenzima Q10 · Ginseng · Inosina · Piruvato · Aguas oxigenadas · TCM · Otras hierbas (Cordyceps, Rhodiola Rosea) · Glucosamina · Vitaminas fuera del grupo A <p style="text-align: center;"><i>Suplementos que no se encuentren en ninguna categoría, probablemente se merezcan estar aquí</i></p> | <p>Estimulantes:</p> <ul style="list-style-type: none"> · Efedrina · Estricnina · Sibutramina · Glicerol · Metilhexanamina · Otras hierbas estimulantes <p>Prohormonas y refuerzos de hormonas:</p> <ul style="list-style-type: none"> · DHEA · Androstenediona · 19-norandrostenediona/ol · Otras prohormonas · Tribulus terrestris y otros refuerzos de la testosterona |

AIS Sports Supplement Program 2012

Es un sistema de clasificación de suplementos y alimentos deportivos, sobre la base de un análisis de riesgo-beneficio de cada producto realizado por un grupo de científicos expertos en la medicina y nutrición deportiva (Australian Institute of Sport; 2012).

- Grupo A – Suplementos aprobados:
Estos suplementos han sido evaluados científicamente y comprobado su beneficio cuando se utilizan de acuerdo con un protocolo específico en una situación deportiva específica.
- Grupo B – Suplementos aún bajo consideración:
Estos suplementos todavía no tienen la prueba sustancial de los efectos sobre el rendimiento deportivo. Cuentan sólo con datos preliminares que sugieren posibles beneficios para el rendimiento o son demasiados nuevos como para haber recibido suficiente atención científica.
- Grupo C – Suplementos con limitadas pruebas de efectos beneficiosos:
Esta categoría incluye la mayoría de los suplementos y productos deportivos promovidos para los deportistas. Estos suplementos, a pesar de disfrutar de un patrón cíclico de la popularidad y uso generalizado, no han probado que proporcionen una mejora significativa de rendimiento deportivo. Aunque no se puede afirmar categóricamente que no tienen efecto benéfico, la evidencia científica actual indica que: o bien la probabilidad de beneficios es muy pequeña o que los beneficios que se producen son demasiado pequeños para ser recomendable su utilización.



- Grupo D – Suplementos que no deben ser utilizados por los atletas
Estos suplementos están prohibidos o podrían estar contaminando otros suplementos no prohibidos poniendo al deportista en riesgo de ser penalizado por el control antidopaje.

En la actualidad, el abuso de toda clase de sustancias para mejorar el rendimiento deportivo y la forma física se ha extendido a las personas que acuden a gimnasios regularmente, buscando entre otros, fines físicos o estéticos y sin que en ningún caso se tengan en cuenta los posibles efectos perjudiciales que su uso puede conllevar (Eisenberg et al., 1998).

Este interés por la salud y la estética ha aumentado la venta de suplementos, preparaciones de hierbas, productos para perder peso, para mejorar el rendimiento, etc., muchos de ellos sin fundamento científico. En ocasiones estas sustancias suelen obtenerse en el mercado negro, por lo que no puede garantizarse su calidad, detectándose la inclusión de otros componentes no declarados que comportan riesgos para la salud y que son ilegales (Van Poucke et al., 2007; Maughan et al., 2007; Burke, 2007). Su uso en ausencia de una necesidad específica, una deficiencia, o una afección no está recomendado (ADA 2000, ACSM 2000). No se ha demostrado beneficio para muchos de los productos consumidos por algunos deportistas ó personas activas (Armsey y Green, 1997).

Sobal y Marques (1994) en un trabajo de revisión bibliográfica observaron que entre 50–100% de las personas activas usan suplementos alimenticios y muchas de estos consumidores los compran sin tener la certeza de su utilidad (Trissler, 1999). La mayoría de estos estudios muestran que muchos usuarios no reciben una información profesional sobre suplementos deportivos, estando a merced del marketing y la publicidad más que del ámbito científico (Winterstein y Starrs 2001; Conner et al., 2003; Sánchez et al., 2008).

Solo en EEUU este elevado uso de suplementos ha creado una industria anual de más de 10 mil millones de euros, que bombardea constantemente a los consumidores con su publicidad (Sarubin, 2000). No es de extrañar que el consumidor esté confuso sobre si deben utilizar suplementos o no, qué producto comprar, dónde hacerlo y cómo tomarlos. El uso y venta de suplementos en centros fitness es suficientemente relevante e importante para recibir mucha más atención que la recibida en actualidad.

Desafortunadamente, no existe un órgano gubernamental que regule la seguridad y eficacia de los suplementos dietéticos, y no existe un control a cerca de si está demostrado o no su “supuesta función”. La estandarización y categorización de los suplementos son esenciales para su control. Los riesgos del uso de suplementos, el uso efectivo de los mismos, y quizás con más importancia, como optimizar la ingesta de nutrientes proveniente de alimentos para minimizar o suprimir el uso de estos (González et al., 2006) son áreas de investigación y educación necesarias.



El consumo de suplementos en exceso presenta problemas de toxicidad, no sólo por el escaso control de estos productos, sino también por un consumo mayor de nutrientes (vitaminas y minerales) en cantidades superiores a su ingesta máxima tolerable (Balluz et al., 2000; Blendon et al., 2001); además el consumo excesivo de una vitamina o mineral en particular puede reducir la disponibilidad de otros nutrientes (Burke, 2007).

En condiciones normales, cuando las personas activas consumen una dieta equilibrada a sus necesidades cubren sus necesidades energéticas y nutricionales. No ocurre lo mismo en dietas inadecuadas, lo que haría necesario el uso de SN, aunque de forma limitada y ajustada. Los suplementos deberían ser usados cautelosamente, no debiéndose recomendar sin evaluar la salud del individuo, la dieta, necesidades alimenticias y enérgicas, y el consumo de medicamentos.

1.3.1. Uso de sustancias anabólicas

El doping no afecta sólo a los deportistas profesionales. El uso de anabolizantes es una realidad en los gimnasios. Los primeros afectados son los culturistas, aunque las voces de alerta ponen el acento en el incremento en jóvenes que buscan mejorar su cuerpo y no ven los riesgos que conllevan estas sustancias.

Los esteroides anabolizantes son sustancias derivadas de la hormona principal masculina, la testosterona. Estimulan el desarrollo muscular, pudiendo también fortalecer los huesos y reducir la grasa del cuerpo. Poseen junto con el efecto anabólico el efecto androgénico, o sea, que producen características masculinas, tales como vello facial y engrosamiento de la voz. En el organismo se producen además transformaciones metabólicas, entre las que destaca la formación de hormonas sexuales femeninas, los estrógenos, que puede hacer crecer senos en los varones, por tanto sus efectos colaterales pueden ser extensos y muy peligrosos (Tabla 4).

Tabla 4. Efectos secundarios del uso de esteroides.

| Hombres | Mujeres | Adolescentes |
|--|---|--|
| <ul style="list-style-type: none"> · Encogimiento de testículos · Recuento reducido de espermatozoides · Infertilidad · Calvicie · Mayor riesgo de cáncer de próstata | <ul style="list-style-type: none"> · Crecimiento del vello facial · Calvicie (patrón masculino) · Cambios/cese del ciclo menstrual · Aumento del tamaño del clítoris · Engrosamiento de la voz | <ul style="list-style-type: none"> · Cese precoz del crecimiento por madurez esquelética prematura · Cambios acelerados de la pubertad |



1.3.2. Vigorexia en los Centros Fitness

La Dismorfia Muscular, también conocida como Vigorexia es un trastorno descrito por primera vez en 1993 por el doctor Harrison Pope. Este desorden emocional se caracteriza por una obsesión enfermiza por ganar masa muscular y afecta principalmente a varones jóvenes, pero también lo pueden sufrir las mujeres. Los afectados ven su cuerpo poco desarrollado y enclenque, por lo que acuden asiduamente al gimnasio, se observan frecuentemente al espejo y llevan un control estricto tanto de su peso como del perímetro de sus bíceps y torso. Esta distorsión de la realidad les lleva a adquirir una masa muscular poco acorde con su talla y textura física.

El crecimiento de la masa muscular no es observado por los que sufren vigorexia y recurren entonces a una alimentación rica en proteínas y carbohidratos, prescinden de las grasas y, en algunos casos, llegan a consumir una multitud de suplementos o incluso hormonas del crecimiento, esteroides y/o anabólicos.

La manía de las dietas y el abuso de suplementos alimenticios son estimulados por la ignorancia respecto a la nutrición, provocando desinformación y una gran laguna entre la orientación nutricional sugerida para deportistas y personas activas, comprobada científicamente, y los hábitos alimenticios reales de éstos.

Por todo lo expuesto, podemos concluir que el uso de las ayudas ergogénicas debe estar siempre controlada por expertos en la materia y, en todo caso, orientada a mejorar el rendimiento y la aptitud del deportista sin menoscabo de su salud física y mental.



1.4. Suplementos Nutricionales: marketing o realidad

El mundo del deporte y la actividad física está lleno de productos que buscan una mayor resistencia, aceleran la recuperación, reducen la grasa corporal, aumentan la masa muscular o pretenden conseguir otras metas necesarias para el rendimiento deportivo o la mejora del aspecto físico.

La mayoría de los suplementos deportivos se presentan y promocionan de forma atractiva, entusiasta y vigorosa. Mientras se escriben estas líneas están apareciendo nuevos productos, que seguramente hayan sido usados por campeones o personas con tirón social.

La utilización de sustancias “supuestamente” ergogénicas se ha popularizado, especialmente entre los deportistas, en respuesta a un deseo de triunfar ante la competencia. En los últimos años, el número de suplementos nutricionales con supuestas propiedades ergogénicas que se encuentran en el mercado se ha elevado exponencialmente, extendiéndose a personas que acuden a gimnasios regularmente, buscando entre otros, fines físicos o estéticos y sin que en ningún caso se tengan en cuenta los posibles efectos perjudiciales que su uso puede conllevar.

A continuación se recogen algunos de los anuncios publicitarios que los suplementos hacen para promocionarse y venderse:

- “No cabe duda que no dejarás de probar un producto que aumente un 22% el rendimiento. Podrás ser masoquista, obsesivo/compulsivo y tener graves problemas de rechazo. Pero si hay algo que no eres es loco” Anuncio de un suplemento hidratante con glicerina para antes del ejercicio físico.
- “Aunque pasen 30 años, la ciencia seguirá mostrando que nada puede reemplazar los líquidos, minerales y energía con mayor rapidez que la bebida isotónica <<X>>. Mejora el rendimiento y acelera la recuperación. Habla de Poder de la *Bebida Positiva... la bebida es un deporte, Bébetela.*” Anuncio de bebida isotónica.
- “Elige tus armas con sabiduría. Existen los mejores productos del mundo para las necesidades de tu cuerpo. Probadas y empleadas por los mejores culturistas del mundo... No es como los profesionales usan. Es lo que los profesionales usan.” Anuncio de un surtido de productos para culturistas.
- “Un avance tecnológico espectacular. 25 años de investigación dan por fruto increíbles resultados: una tasa superior al 48% en la pérdida de grasa” Anuncio sobre un suplemento para culturistas que contiene piruvato.
- “Explota la última fuente de energía: tu propia grasa corporal... Probé el programa y las barritas <<X>>. Después de 6 semanas había perdido 10 kilogramos de grasa corporal y mi entrenamiento y recuperación habían



mejorado espectacularmente. Estoy contento de abandonar la montaña rusa de la dieta rica en hidratos de carbono que ha lastrado mi rendimiento durante años: testimonio de un deportista de alto rendimiento.” Anuncio de una barrita energética.

- “Descubre una potente combinación de tres suplementos tan eficaces que deberían estar en la lista de libros de Consulta Médica en vez de en la revista de Suplementos Deportivos... Descubre un nuevo combinado anabólico (totalmente legal) que puede ayudarte a dejar sin trabajo a más tratantes de esteroides en el mercado negro que 100 agentes de narcóticos” anuncio en una revista de suplementos deportivos de un libro de suplementos sobre productos para culturistas.

En 1991, investigadores del Centro de Control y Prevención de Enfermedades (CDC) de los EEUU revisaron doce famosas revistas de salud y culturismo y encontraron anuncios de 89 marcas y 311 productos con un total de 235 diferentes ingredientes. La investigación concluyó que más de cien compañías estaban comercializando ayudas ergogénicas falsas, combinaciones de varias vitaminas, minerales y aminoácidos y otros suplementos dietéticos cuyo potencial ergogénico no se había demostrado (Cornacchia, 1996)

En 1992, el New York City Department of Consumer Affairs (DCA) publicó un informe llamado “Magic Muscle Pills!! Health and Fitness Quackery in Nutrition Supplements” (DCA, 1992). Los investigadores del DCA se pusieron en contacto con diferentes empresas que comercializaban suplementos deportivos para solicitar artículos publicados en revistas científicas que respaldasen las afirmaciones de los beneficios para el rendimiento deportivo que anunciaban en sus productos. Los investigadores encontraron una incapacidad total de los fabricantes ante tales demandas.

El negocio de los suplementos nutricionales ha ido creciendo de forma exponencial; y desde 1996, en el que se estimó que las ventas totales de dichos productos comercializados en tiendas de dietética, de herbodietética, de alimentación deportiva especializadas, farmacias o hipermercados superaron los 204 millones de dólares en EEUU (Barrett et al., 2012, Mc Queen et al., 2006) hasta el 2009, en el cual las ventas de los suplementos nutricionales en los EEUU alcanzando una cifra total estimada de poco más de 5 mil millones de dólares (FDA and FTC, 2010), ha habido un aumento de casi el 2000%.

En ocasiones estas sustancias suelen obtenerse en el mercado negro, por lo que no puede garantizarse su calidad, detectándose la inclusión de otros componentes no declarados que comportan riesgos para la salud. Su uso en ausencia de una necesidad específica, una deficiencia, o una afección no está recomendado. Aunque en su mayoría se promocionan asegurando sus propiedades ergogénicas y estéticas, su beneficio es cuando menos dudoso. Ningún beneficio ha sido demostrado para muchos de los productos consumidos por algunos deportistas.



El desconocimiento en general de las funciones que desempeñan los suplementos y ayudas ergogénicas en la práctica deportiva, por un lado, y el constante flujo de noticias que nos inundan sobre la utilización de sustancias en el deporte como objeto de mejora del rendimiento, confunden y desvirtúan la realidad científica.

Existe una amplísima variedad de píldoras, pociones, bebidas y polvos que compiten por llamar la atención y aligerar las carteras de los deportistas en general. De hecho para muchos deportistas “esto” es la nutrición deportiva. Es confuso asimilar ese continuo bombardeo de miles de productos que afirman dar resultado. Está claro que no todos cumplen sus promesas y solo son algunos los que permiten a los deportistas cubrir los objetivos nutricionales y/o alcanzar un rendimiento óptimo. Pero, cuál es cuál. Parte de culpa tiene la poca regulación que existe en la industria de la suplementación, existiendo poco control y poca legislación a diferencia que productos farmacéuticos. Algunos productores se aprovechan de esto siendo poco rigurosos al afirmar las supuestas excelencias de sus productos.

En la mayoría de los casos los productos ergogénicos se venden sin ningún problema en el territorio nacional, de ahí que se requiera mayor educación en el área deportiva sobre el consumo de estos suplementos, ya que muchos consumidores desconocen sus efectos.

Expertos en la materia, alertan que antes de utilizar o promover el uso de alguna ayuda ergogénica, los entrenadores, médicos del deporte, nutricionistas, dietistas y atletas deben conocer los mecanismos de acción de estas sustancias, sus efectos adversos, las dosis que se han empleado en estudios y los beneficios que obtienen quienes los utilizan.

Los consumidores primero deben saber las bases bioquímicas y fisiológicas bajo las cuales las ayudas ergogénicas mejoran el rendimiento deportivo, sus mitos y realidades, así como su aplicación en la práctica deportiva. Muchos deportistas tienen la certeza de que consumiendo un determinado alimento, preparado o suplemento, su rendimiento se incrementará en forma significativa. Sin embargo, estos compuestos pueden tener el efecto contrario cuando reemplazan a un adecuado plan de alimentación.



1.5. Suplementos Nutricionales: Estudios científicos

La lista de ayudas supuestamente ergogénicas es muy amplia, siendo muy corta las que realmente aumentan el rendimiento. A pesar de que existen estudios científicos orientados a investigar algunas de estas sustancias, la mayor parte de sus resultados son inconclusos y contradictorios.

En 1993 se publicó una evaluación de 624 de estas sustancias disponibles en el mercado para culturistas. Se les atribuía más de 800 propiedades de mejora del rendimiento de las cuales la mayoría no se basaban en ningún estudio científico (Extraído de Martínez y Maldonado, 2010. En Gil A: Tratado de Nutrición, Tomo III, Capítulo 14, página 367). La lista no ha dejado de crecer desde entonces. Es muy elevado el número de sustancias, nutricionales o no, que se usan como ayudas ergogénicas. La pretendida eficacia de la mayoría de ellas carece de la más mínima base científica, sustentándose en el folklore y la ignorancia de los consumidores. Gran parte de la sociedad está convencido de que ciertos suplementos pueden mejorar el rendimiento deportivo sin tener una base científica real, basándose simplemente en:

- Supuestos efectos fisiológicos
- Comentarios de deportistas famosos ó conocidos
- Referencias científicas malinterpretadas o citadas de forma inadecuada
- Publicidad de las investigaciones que muestran efectos beneficiosos pero nunca de aquellas negativas

Principalmente hay dos razones de por qué muchos deportistas o usuarios de gimnasios creen que varias sustancias les han ayudado:

- 1) El uso del producto con frecuencia unido a una mejora natural debida al entrenamiento.
- 2) El aumento de la confianza en sí mismos o un efecto placebo inspira una mejor actuación.

Desde un grupo de trabajo sobre Ayudas Ergogénicas, perteneciente al Consejo Nacional en contra de fraudes a la Salud (NCAHF) de EEUU se telefoneó durante 4 años a más de 80 compañías americanas que comercializan con ayudas ergogénicas. En cada caso, pidió a los representantes de la compañía que recopilara datos sobre los productos que comercializaban y emitieran un informe formal. Después de que ellos describieran los posibles beneficios, les preguntó cómo habían sido recopilados los datos que apoyaban esas afirmaciones. Conforme las preguntas del especialista eran más específicas las respuestas de la compañía eran más vagas, habiendo casos en el que decían que no podían ser más específicos porque no deseaban revelar su secreto comercial. Cada entrevista finalizaba con una petición de información por escrito. Menos de la mitad enviaron algo. Muchos de los estudios enviados eran o pobremente diseñados o no probaban nada. Los pocos estudios bien diseñados no apoyaban las afirmaciones del producto ya que eran obtenidos fuera de contexto.



La decisión de utilizar una ayuda ergogénica debe tener en cuenta estos tres aspectos:

- a) ¿Es segura?: Determinar si el uso de la ayuda ergogénica produce efectos secundarios a corto o largo plazo pudiendo afectar la salud. La seguridad del procedimiento ergogénico es más importante que el beneficio derivado.
- b) ¿Es legal?: Determinar la legalidad del procedimiento. Organizaciones gubernamentales (por ejemplo: La World Anti-Doping Agency – WADA) determinan su legalidad, utilizando criterios de efectividad y seguridad.
- c) ¿Es efectiva?: Determinar la efectividad de las posibles ayudas ergogénicas a través de los hallazgos publicados de experimentos de laboratorio y de campo que poseen controles rigurosos. Se deben considerar las propiedades ergogénicas y ergolíticas de los procedimientos/sustancias ergogénicas.

Antes de considerar que una sustancia posee un efecto ergogénico es necesario realizar estudios científicos adecuadamente diseñados que lo corroboren. Además, aparte de ver si una determinada sustancia ayuda al aumento del rendimiento deportivo, se hace necesario evaluar el efecto en la salud del consumidor. Afortunadamente el número de estudios, bien diseñados y objetivos, realizados por especialistas en el campo de la nutrición y la fisiología del ejercicio, es cada vez mayor. Para ello es necesario que el diseño de estos estudios cumpla una serie de requerimientos para que se pueda afirmar tal ayuda ergogénica. Así se establecen por la comunidad científica estos requerimientos (González et al., 2006):

- Población adecuada: sexo, edad, entrenamiento, deporte...
- Control de la dieta y el ejercicio.
- Administración a doble ciego de la sustancia, incluyendo placebo.
- Asignación aleatoria de los sujetos a los distintos grupos.
- Medidas repetidas para evitar diferencias individuales
- Control de variables contaminantes o que puedan interferir.
- Número suficiente de la muestra para poder realizar el análisis estadístico.
- Utilización de los análisis estadísticos adecuados.

Hay que aclarar que la capacidad de una sustancia para incrementar el rendimiento deportivo no tiene nada que ver con que este permitido o prohibido.

1.5.1. Validación de las ayudas ergogénicas

1. Criterios Experimentales Requeridos (Robertson, 1991)

- 1.1. Diseño doble-ciego y condiciones de placebo.
- 1.2. Asignación al azar de los sujetos y tratamientos.
- 1.3. Si fuera apropiado, realizar un diseño de medidas repetidas.



- 1.4. Orden contrabalanceado de los tratamientos.
 - 1.5. Sesiones de familiarización para la prueba o pruebas de criterio.
 - 1.6. Euhidratación a través de todos los tratamientos y pruebas (a menos que la deshidratación o hipohidratación sea una variable experimental).
 - 1.7. Ambiente de prueba termoneutral (a menos que la T^a sea variable experimental).
 - 1.8. Control de aptitud física, entrenamiento y experiencias atléticas de los sujetos.
 - 1.9. Análisis estadísticos apropiados.
2. Diseño Experimental de las Investigaciones. Estudiando/Validando las Ayudas Ergogénicas (Williams, 1992; Powers y Howley, 1990)
- 2.1. Variables que pueden contaminar la variable experimental (la ayuda ergogénica)
 - 2.1.1. Cantidad: diferentes dosis, poco o mucho puede no demostrar efecto.
 - 2.1.2. Sujetos/población: Estos determinan el valor que pueda poseer la ayuda ergogénica: Ejemplo: ésta puede ser efectiva en sujetos no entrenados, pero no ser de beneficio para sujetos entrenados, o viceversa.
 - 2.1.3. Tipo de ejercicio/deporte: ya que puede funcionar en deportes de potencia, pero no en deportes de resistencia, o viceversa; o puede funcionar para actividades de función motora general (grandes grupos musculares) y no con actividades de función motora fina, o viceversa.
 - 2.1.4. Utilidad: Efecto agudo (a corto plazo) vs crónico (a largo plazo): Una ayuda ergogénica utilizada en forma aguda puede manifestar un efecto positivo, pero crónicamente puede afectar negativamente.
 - 2.2. Diseño experimental que ayudan a controlar las variables contaminantes:
 - 2.2.1. Placebo:
 - 2.2.1.1. Concepto: Sustancia parecida a la ayuda ergogénica, pero no contiene nada que pueda afectar.
 - 2.2.1.2. El efecto de placebo (Williams, 1992): beneficios psicológicos incurridos cuando los sujetos creen que ellos han recibido una ayuda ergogénica, donde en realidad han recibido placebos o tratamientos inertes/sin efectos positivos.
 - 2.2.1.3. Diseño experimental que utiliza placebos, en el cual ni el sujeto y ni el investigador conocen quien recibe el placebo o sustancia bajo investigación (Doble-ciego). Se controla la posible parcialidad del investigador: problema de la influencia y/o predisposición inconsciente que pueda tener el investigador estudiando la posible ayuda ergogénica. Se le asignan al azar a los sujetos la sustancia "x" o sustancia "y". Después que se



recolecte todos los datos, se rompe el "código" para averiguar cual sustancia (x ó y) fue el placebo y cual fue la sustancia bajo investigación.

3. Criterios bajo los cuales deben de administrarse las ayudas ergogénicas (para poder determinar la magnitud del posible mejoramiento en el nivel de la ejecutoria deportiva) (Robertson, 1991):

3.1. El horario apropiado para la administración de la posible ayuda ergogénica:
Factores a considerar:

3.1.1. Determinar el tiempo apropiado para la administración de la ayuda ergogénica relativo al inicio de la competencia: Ejemplos: La administración del bicarbonato de sodio parece ser más efectivo cuando se utiliza 2-3 horas antes de comenzar el evento competitivo. Por el otro lado, el dopaje sanguíneo puede llevarse a cabo 1-2 semanas antes de la competencia sin que se pierdan sus propiedades ergogénicas.

3.1.2. Frecuencia de la administración: Ejemplos: La cafeína y ciertas otras sustancias ergogénicas son efectivas cuando se administran solamente una vez para una competición dada. Por el contrario, otras sustancias (tales como las bebidas de carbohidratos) deben de ser administradas antes e intermitentemente a través de todo el evento competitivo, de manera que se pueda observar un efecto positivo.

3.2. Relación óptima de la dosis-respuesta: Determinantes:

3.2.1. Tipo de deporte.

3.2.2. Etapa/fase de entrenamiento (o tiempo en la temporada competitiva) en que se encuentra el deportista.

3.2.3. Calibre/capacidad/nivel del atleta.

3.2.4. Calibre/nivel de la competición.

3.2.5. Nivel de maduración del atleta.

3.2.6. Características físicas y antropométricas del atleta: edad, talla (estatura), peso, género...

3.2.7. Experiencia previa con la ayuda ergogénica.



1.6. Marco Legal de los Suplementos Nutricionales

1.6.1. Directiva 2002/46/CE

Ámbito de aplicación

La Directiva 2002/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo de 10 de junio de 2002 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de complementos alimenticios se refiere a los complementos alimenticios, definidos como fuentes concentradas de nutrientes (vitaminas y minerales) o a otras sustancias que tengan efectos nutricionales o fisiológicos, solas o en combinación, que se comercializan en forma dosificada (por ejemplo, cápsulas, tabletas, bolsitas de polvos, etc.), y cuyo fin sea complementar una dieta normal.

Se excluyen las especialidades farmacéuticas tal y como fueron definidas por la Directiva 2001/83/CE por la que se establece un código comunitario sobre medicamentos para uso humano.

Composición de los complementos alimenticios

En lo que respecta a las vitaminas y los minerales, los complementos alimenticios sólo podrán contener las vitaminas y minerales enumerados en el anexo I de la Directiva y las sustancias vitamínicas y minerales enumeradas en el anexo II, solas o combinadas.

La Directiva establece los niveles máximos y mínimos para cada vitamina y mineral añadidos a los suplementos. Como la ingesta excesiva de vitaminas y minerales puede dar lugar a efectos adversos, la Directiva prevé la fijación de cantidades máximas de vitaminas y minerales añadidos a los complementos alimenticios. La Comisión fijará los criterios de pureza de las sustancias que componen los complementos alimenticios, así como las cantidades máximas y mínimas autorizadas, con ayuda del Comité Permanente de la Cadena Alimentaria y de Sanidad Animal (SCFCAH) y está actualmente en curso.

Además, su anexo II contiene una lista de vitaminas permitidas o sustancias minerales que pueden añadirse para fines de nutrición específicos en los complementos alimenticios. El anexo II ha sido modificado por el Reglamento 1170/2009 de 30 de noviembre de 2009.

Las empresas que deseen comercializar una sustancia que no figure en la lista deben presentar una solicitud a la Comisión Europea.

Existe una guía realizada por el Comité Científico de la Alimentación (Scientific Committee on Food) (SCF; 2001 a y b) que ofrece la información sobre los datos que deben ser proporcionados en el expediente de apoyo a la solicitud de una nueva sustancia.



Etiquetado

Los productos contemplados por la Directiva se comercializan bajo la denominación de venta «Complementos alimenticios». Asimismo, sin perjuicio de lo dispuesto en la Directiva 2000/13/CE relativa al etiquetado y la presentación de los productos alimenticios, el etiquetado de los complementos alimenticios deberá incluir:

- El nombre de las categorías de los nutrientes o las sustancias que caracterizan al producto o una mención a la naturaleza de tales nutrientes o sustancias;
- La dosis del producto recomendada para consumo diario y una advertencia de los posibles riesgos que presente para la salud un consumo superior a la dosis diaria recomendada;
- La afirmación expresa de que los complementos alimenticios no deben utilizarse como sustituto de una dieta equilibrada;
- La afirmación «este producto no es un medicamento» en aquellos casos en que la forma de presentación sea similar a un formato farmacéutico;
- La indicación de que el producto se debe mantener fuera del alcance de los niños más pequeños.

Por otra parte, el etiquetado de los complementos alimenticios no incluirá:

- Ninguna indicación que atribuya a los complementos alimenticios la propiedad de prevenir, tratar o curar una enfermedad humana;
- Ninguna afirmación que declare o sugiera que una dieta equilibrada y variada no aporta las cantidades adecuadas de nutrientes en general.

Sistema de control

Para permitir un control eficaz de los complementos alimenticios, la Directiva prevé que los Estados miembros puedan exigir al fabricante o al responsable de la comercialización en sus territorios que notifique a las autoridades competentes tal comercialización, enviándoles un ejemplar de la etiqueta utilizada en el producto.

Cláusula de salvaguardia

Los Estados miembros no podrán prohibir ni restringir el comercio de los complementos alimenticios si éstos cumplen lo dispuesto en la presente Directiva salvo si tienen motivos justificados para establecer que el producto en cuestión constituye un peligro para la salud pública. De existir tal riesgo, los Estados miembros podrán suspender o restringir de manera provisional la aplicación de las disposiciones de la Directiva en su territorio. El Estado en cuestión informará sin dilación de su decisión, que deberá justificar, a los demás Estados miembros y a la Comisión Europea. La Comisión examinará los motivos alegados por el Estado miembro para suspender o restringir provisionalmente la comercialización de los complementos alimenticios y consultará al SCFAH, antes de emitir su dictamen y adoptar las medidas pertinentes.



Comités

Para aplicar la Directiva (por ejemplo, determinación de los criterios de pureza de los nutrientes, establecimiento de los niveles máximos, modificación de los anexos, etc.), la Comisión estará asistida por el Comité permanente de la cadena alimentaria y de sanidad animal.

Además, la Comisión consulta a la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA) antes de adoptar cualquier disposición que pueda tener efectos sobre la salud pública.

Actos Conexos

Informe de la Comisión al Consejo y al Parlamento Europeo, de 5 de diciembre de 2008, sobre la utilización de sustancias distintas de las vitaminas y los minerales en los complementos alimenticios [COM (2008) 824- no publicado en el Diario Oficial].

La Comisión concluye que los instrumentos jurídicos comunitarios existentes son satisfactorios. Por tanto, no es necesario establecer normas específicas aplicables a las sustancias distintas de las vitaminas o los minerales utilizados en los complementos alimenticios. El mercado de los complementos alimenticios está muy diversificado de un Estado miembro a otro. La utilización de estas sustancias está por tanto sujeta a las normas en vigor que se apliquen en las legislaciones nacionales sin perjuicio de otras disposiciones comunitarias que también sean aplicables a dichas sustancias. Sin embargo, la Comisión no excluye efectuar en el futuro un análisis complementario sobre la condiciones de adición de dichas sustancias ya que actualmente se añaden a los alimentos comunes.

1.6.2. Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria (AESA)

Los complementos alimenticios son fuentes concentradas de nutrientes u otras sustancias con un efecto nutricional o fisiológico, cuya finalidad es complementar la dieta normal. Los complementos alimenticios son comercializados en forma de píldoras, tabletas, cápsulas, polvos, líquidos... y se pueden utilizar para corregir las deficiencias nutricionales o mantener una ingesta adecuada de ciertos nutrientes. Sin embargo, en algunos casos, la ingesta excesiva de vitaminas y minerales puede ser dañina o causar efectos secundarios no deseados, por lo tanto, los niveles máximos son necesarios para garantizar un uso seguro de los complementos alimenticios.

Marco regulador de la Unión Europea

La Comisión Europea ha establecido normas armonizadas para ayudar a garantizar que los suplementos son seguros y debidamente etiquetados. En la UE, los complementos alimenticios están regulados como los alimentos y la normativa se centra en las vitaminas y minerales utilizados como ingredientes de complementos alimenticios.



La principal legislación de la UE es la Directiva 2002/46/CE relativa a los complementos alimenticios que contienen vitaminas y minerales, comentada en el anterior apartado.

El papel y las actividades de la AESA

La AESA se creó por la Comisión Europea para evaluar la seguridad y la biodisponibilidad de las fuentes de los nutrientes propuestos para su inclusión en la lista de sustancias permitidas en el anexo II de la Directiva sobre Complementos Alimenticios. En julio de 2009, la AESA completó la primera evaluación global de las sustancias utilizadas como fuentes de vitaminas y minerales en los complementos alimenticios, que actualmente se venden en la UE.

Basado en el trabajo de la AESA, la Comisión Europea revisó la lista de vitaminas permitidas o sustancias minerales que pueden añadirse a los complementos alimenticios.

Entre 2005 y 2009, la AESA examinó un total de 533 solicitudes. De éstas, 186 fueron retiradas durante el proceso de evaluación. La AESA recibió suficiente evidencia científica para poder evaluar aproximadamente la mitad de las restantes solicitudes, encontrándose problemas de seguridad en 39 de las solicitudes recibidas.

Por otra parte, la AESA ha preformado una evaluación completa de los posibles efectos adversos de micronutrientes en un consumo superior a las necesidades alimenticias individuales y los niveles de consumo tolerable para diferentes grupos de población. La ingesta máxima tolerable representa el más alto nivel de ingesta diaria de un nutriente que no es represente un riesgo para la salud de los seres humanos. A través de este trabajo la AESA proporcionará apoyo a la Comisión Europea en el establecimiento de límites máximos de vitaminas y minerales en los complementos alimenticios y alimentos fortificados.

1.6.3. Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición (AESAN)

Productos dietéticos o destinados a una alimentación especial

Los productos alimenticios destinados a una alimentación especial o dietéticos son aquellos que por su naturaleza o proceso de fabricación son apropiados para satisfacer un objetivo nutricional especial al que están destinados, debiendo comercializarse indicando que responden a dicho objetivo.

Una alimentación especial debe satisfacer las necesidades nutritivas particulares de:

- Los lactantes o los niños de corta edad, con buena salud.
- *Determinadas clases de personas que se encuentran en condiciones fisiológicas particulares y que, por ello, obtienen beneficios especiales de una ingestión controlada de determinadas sustancias de los alimentos.*
- Determinadas clases de personas cuyos procesos de asimilación o de metabolismo se encuentran alterados.



La naturaleza o la composición de los productos debe convertirlos en apropiados para el objetivo nutricional especial al que están destinados.

Se han definido criterios generales de elaboración, circulación y comercio (etiquetado, presentación y publicidad) para estos productos así como criterios sobre las sustancias que pueden añadirse para fines de nutrición específicos en alimentos destinados a una alimentación especial.

Además de esta legislación general, para muchos de estos productos, se ha elaborado legislación europea y nacional específica.

Tipos de productos alimenticios destinados a una alimentación especial con legislación específica

- Preparados para lactantes son los productos alimenticios destinados a la alimentación especial de los lactantes durante los primeros meses de vida, que satisfacen por sí mismos las necesidades nutritivas de estos lactantes hasta la introducción de una alimentación complementaria apropiada.
- Los preparados de continuación son aquellos productos alimenticios destinados a la alimentación especial de los lactantes cuando se introduce una alimentación complementaria apropiada que constituye el principal elemento líquido de una dieta progresivamente diversificada de estos lactantes.
- Alimentos elaborados a base de cereales y alimentos infantiles para lactantes y niños de corta edad: son aquellos productos alimenticios destinados a una alimentación especial, que satisfagan las necesidades específicas de los lactantes y niños de corta edad en buen estado de salud, destinados a los lactantes durante el período de destete y a los niños de corta edad, como complemento de su dieta y/o para su progresiva adaptación a los alimentos normales.
- Productos alimenticios destinados a ser utilizados en dietas de bajo valor energético para reducción de peso: estos productos son aquellos de formulación especial que, utilizados de acuerdo con las instrucciones del fabricante, sustituyen total o parcialmente la dieta diaria.
- Alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales: son aquellos alimentos que han sido elaborados o formulados especialmente para el tratamiento dietético de pacientes bajo supervisión médica. Estos alimentos están destinados a satisfacer total o parcialmente las necesidades alimenticias de los pacientes cuya capacidad para ingerir, digerir, absorber, metabolizar o excretar alimentos normales o determinados nutrientes o metabolitos de los mismos es limitada o deficiente o esté alterada, o bien que necesiten otros nutrientes determinados clínicamente, cuyo tratamiento dietético no pueda efectuarse únicamente modificando la dieta normal, con otros alimentos destinados a una alimentación especial, o mediante ambas cosas.



- Productos alimenticios apropiados para personas con intolerancia al gluten: son los productos alimenticios destinados a una alimentación especial que han sido específicamente elaborados, preparados y/o procesados para satisfacer las necesidades nutricionales particulares de las personas con intolerancia al gluten;

Productos dietéticos que no tienen legislación específica

Se consideran también alimentos dietéticos, aunque no cuenten con una normativa propia, los alimentos pobres en sodio, los alimentos para diabéticos, los alimentos para prematuros, las dietas de muy bajo valor energético para control de peso...

La normativa europea prevé que se regulen de forma específica los alimentos destinados a un intenso desgaste muscular y sobre todo los destinados a deportistas (Directiva 2009/39/CE). La Comisión Europea no ha presentado hasta la fecha ninguna propuesta legislativa específica en este ámbito.

Sin embargo si existen informes preliminares y así en junio de 2000 (corregido en febrero de 2001), la Dirección General de Salud y Protección del Consumidor de la Comisión Europea, a través del Comité Científico para la Alimentación Humana (CCAH), publicó un informe sobre la composición de los alimentos y las bebidas destinados a cubrir el gasto energético en un gran esfuerzo muscular, sobre todo para los deportistas (SCF, 2001c).

En este documento se indica que los alimentos y líquidos especialmente adaptados ayudan a solucionar problemas específicos para que se pueda alcanzar un balance nutricional óptimo. Estos efectos beneficiosos no están limitados sólo a deportistas que realizan un ejercicio muscular regular e intenso, sino también a aquellas personas que por sus trabajos hacen esfuerzos importantes o en condiciones adversas, y a aquellos que durante su tiempo de ocio hacen ejercicio físico y entrenan.

El CCAH estableció 4 categorías de productos dietéticos adaptados a un intenso desgaste muscular, destinados sobre todo a los deportistas, que son:

- **Categoría A:** Productos alimenticios energéticos ricos en hidratos de carbono (HC)
- **Categoría B:** Soluciones con HC y electrolitos.
- **Categoría C:** Concentrados de proteínas y alimentos con alto contenido proteico.
- **Categoría D:** Complementos
 - Vitaminas
 - Minerales
 - Ácidos grasos esenciales
 - Otros componentes de los alimentos (cafeína, creatina, carnitina, triglicéridos de cadena media, aminoácidos ramificados)



Según la citada propuesta los productos de la **categoría A** deben tener la siguiente composición y especificaciones:

- Como mínimo el 75 % de las calorías que suministran deben ser aportadas por los HC.
- Si es una bebida, la concentración de HC debe ser mayor del 10% (peso/volumen, es decir, más de 10 g/100 ml).
- Al menos el 75% de la energía debe provenir de HC que se puedan metabolizar: glucosa, polímeros de glucosa, sacarosa o cualquier otro con propiedades similares a éstos y, con índice glucémico elevado.
- Estos productos, si están enriquecidos en vitamina B1, deben contener al menos 0,05 mg de tiamina por cada 100 kcal que provengan de los HC.

En cuanto a la composición y especificaciones de los productos dietéticos ricos en proteínas (**categoría C**), las recomendaciones del CCAH son:

- La calidad de las proteínas debe alcanzar como mínimo el 70 % de NPU (Net Protein Utilization o Utilización Proteica Neta).
- Si se les añade vitamina B6, deben contener como mínimo 0,02 mg/g de proteínas.
- Concentrados proteicos: las proteínas deben representar al menos un 70% de la materia seca.
- Alimentos enriquecidos en proteínas: éstas deben representar como mínimo el 25% de la energía.

Esta misma normativa indica que los suplementos proteicos dietéticos de la **categoría C** se pueden recomendar a los deportistas por las siguientes razones:

- Para mejorar la retención de nitrógeno y aumentar la masa muscular durante el entrenamiento con pesas.
- Para prevenir el catabolismo proteico durante los esfuerzos prolongados, ya que las proteínas pueden utilizarse como fuente energética durante el trabajo aeróbico prolongado, particularmente con bajos niveles de glucógeno muscular (gluconeogénesis).
- Para prevenir la “anemia del deportista”, que se ha atribuido a un aumento de la síntesis muscular a costa de la hemoglobina sanguínea, durante las primeras etapas del entrenamiento físico.
- Para fomentar una mayor síntesis de hemoglobina, mioglobina, enzimas oxidativas y mitocondrias durante el entrenamiento aeróbico.

Composición

La gama de alimentos destinados a una alimentación especial es muy amplia y variada, así como también son diversos los procesos tecnológicos utilizados para su elaboración.



Existe una serie de sustancias nutritivas, incluidas en una lista oficial, tales como vitaminas, minerales, aminoácidos y otras sustancias que pueden añadirse a los alimentos destinados a una alimentación especial para garantizar que se satisfacen los requisitos de nutrición específicos de las personas a las que se destinan dichos alimentos.

La elección de sustancias de la lista se basa, en primer lugar, en su seguridad, después en su disponibilidad para uso humano y, finalmente, en sus características organolépticas y tecnológicas.

Esta lista no es exhaustiva de todas las categorías de sustancias nutritivas que pueden añadirse a alimentos destinados a una alimentación especial y la inclusión en la misma no significa que su incorporación en dichos alimentos resulte necesaria o conveniente. Para ciertas categorías de alimentos dietéticos se ha establecido legislación específica que regula, entre otros aspectos, los requisitos relativos a su composición.

Notificación de productos dietéticos

Es necesaria la notificación a las autoridades competentes de la primera puesta en el mercado nacional de estos productos, siempre que no cuenten con una norma específica o cuando así lo exija su propia normativa.

Además, en el caso de ciertos productos dietéticos la notificación deriva en una resolución de la administración competente sobre la adecuación del producto al uso al que va destinado y, si ésta resulta favorable, en su inscripción en el Registro General Sanitario de Alimentos.

Etiquetado

El etiquetado, la presentación y publicidad de estos productos no deberán atribuirles propiedades de prevención, de tratamiento y de curación de una enfermedad humana, ni evocar tales propiedades.

Para ciertas categorías de alimentos dietéticos se ha establecido legislación específica que regula, entre otros aspectos, los requisitos relativos a su etiquetado presentación y publicidad.

1.6.4. Comercialización de alimentos dietéticos

Es necesaria la notificación a las autoridades competentes de la primera puesta en el mercado nacional de estos productos, siempre que no cuenten con una norma específica o cuando así lo exija su propia normativa.

En la actualidad son objeto de notificación las siguientes categorías de productos:

- Alimentos destinados a usos médicos especiales (Artículo 5, Real Decreto 1091/2000).



- Preparados para lactantes (Artículo 13, Real Decreto 867/2008)
- Alimentos para prematuros
- Alimentos dietéticos destinados a personas con intolerancia al gluten (Nota: regulados por el Reglamento 41/2009 sobre composición y etiquetado de productos apropiados para personas con intolerancia al gluten pero no incluidos en el anexo de la Directiva 2009/39/CE.
- Alimentos destinados a un intenso desgaste muscular sobre todo para deportistas
- Dietas de muy bajo valor energético (VLCD)
- Alimentos pobres en sodio y sales hiposódicas
- Alimentos para personas con alteraciones del metabolismo de los glúcidos (diabéticos)
- Otros productos destinados a una alimentación especial y que tienen consideración de dietéticos conforme a la legislación de otro Estado miembro de la UE

Procedimiento para la inscripción, modificación y cancelación registral de productos alimenticios para una alimentación especial.

1. Los productos alimenticios para una alimentación especial se inscribirán en el Registro cuando así lo disponga su normativa específica, previa comunicación de la primera puesta en el mercado nacional por parte del operador de empresa alimentaria.
2. La comunicación de la primera puesta en el mercado español de productos de fabricación nacional o procedentes de otro Estado miembro de la Unión Europea, cuyo fabricante o responsable tenga su sede o domicilio social en el territorio español, se realizará, con carácter previo o simultáneo a esa primera comercialización, ante la autoridad competente de la comunidad autónoma por razón del lugar de ubicación de su sede o domicilio social, en la forma en que ésta disponga. Como información obligatoria se deberá presentar un modelo del etiquetado del producto.
La autoridad competente de la comunidad autónoma resolverá sobre la adecuación del modelo de etiquetado presentado a la normativa específica de cada uno de los productos comunicados. Dicha resolución, junto con el modelo de etiquetado, será remitida a la Agencia Española de Seguridad Alimentaria y Nutrición, que procederá a inscribir el producto en el Registro y asignarle, en su caso, el número de identificación de carácter nacional, que será comunicado a la comunidad autónoma correspondiente dentro de los quince días hábiles siguientes a la recepción de la documentación.
3. La comunicación de la primera puesta en el mercado nacional de productos procedentes de otros Estados miembros de la Unión Europea, cuyo fabricante o responsable no tenga su sede o domicilio social en España, o de países terceros, se presentará ante la Agencia Española de Seguridad



Alimentaria y Nutrición, directamente en su registro o en cualquier otro lugar de los previstos en el artículo 38.4 de la Ley 30/1992, de 26 de noviembre, de Régimen Jurídico de las Administraciones Públicas y del Procedimiento Administrativo Común, acompañada de un modelo de etiquetado del producto. Asimismo, podrá realizarse la comunicación por vía electrónica, de conformidad con lo establecido por el Real Decreto 1671/2009, de 6 de noviembre, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los servicios públicos.

4. En el caso de productos ya comercializados en la Unión Europea, la comunicación con el modelo del etiquetado del producto se acompañará de la indicación de la autoridad destinataria de la primera comunicación.
5. La comunicación de modificación de la información del etiquetado de los productos comportará la presentación de la nueva etiqueta. Asimismo, deberá comunicarse el cese de comercialización de los productos. En ambos casos la comunicación se realizará de conformidad con los apartados 2 y 3, a los efectos del correspondiente asiento registral.



1.7. Suplementos Proteicos: obtención

Los suplementos proteicos por lo general son derivados de las proteínas de la leche (caseínas, lactosueros o caseinatos), aunque existen otros derivados de las proteínas de: soja, huevo, trigo, maíz, guisante... y otros que se hidrolizan de las proteínas anteriores por tratamientos enzimáticos. En su obtención, han de pasar por un procesado que puede dañarlas, en mayor o menor medida, en función de si el proceso conlleva tratamiento térmico a altas temperaturas o no, pudiendo dañarse también durante el almacenamiento.

Obtención de proteínas lácteas

La figura 4 muestra un esquema de la extracción de proteínas lácteas.

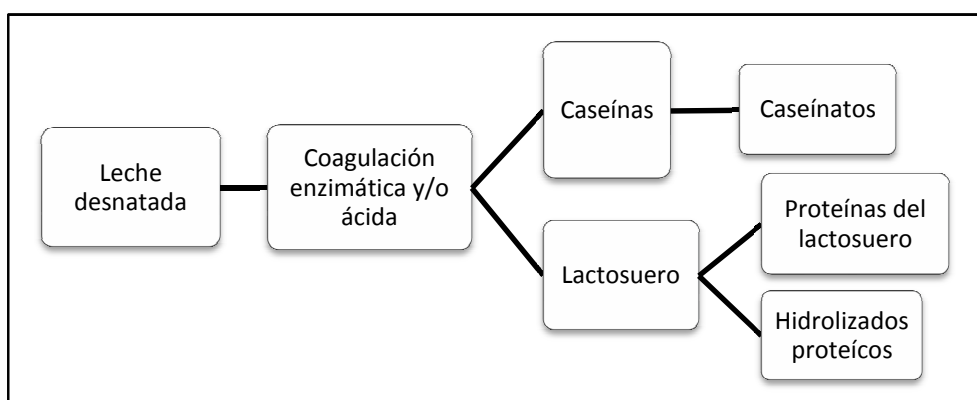


Figura 4. Extracción de las proteínas lácteas

A) Caseína

La caseína se obtiene a partir de la leche desnatada, en la cual constituye el 80% de las proteínas. En función del tipo de coagulación se puede obtener:

- i) **Caseína enzimática:** se obtiene por adición de cuajo a la leche descremada. Los componentes activos del cuajo son las proteinasas ácidas, que hidrolizan la caseína mediante la incubación a 29°C durante 1 hora. Posteriormente se calienta a 55°C para favorecer la aglomeración de las partículas de caseína.

La caseína así obtenida es insoluble a cualquier pH y no se puede solubilizar con álcali para obtener los caseinatos. Es la caseína utilizada principalmente en la industria química y poco en alimentación, ya que la pasta que se obtiene al mezclarla con agua tiene unas características muy plásticas.



- ii) **Caseína ácida:** se obtiene por disminución del pH hasta su punto isoeléctrico (4,65) con ácido clorhídrico o sulfúrico diluidos (0,5 N) o con un cultivo iniciador de *Lactococcus lactis*, incubado a 22–26°C durante 14 horas, tras lo cual se calienta a 55°C y se obtiene un precipitado de caseína.

Los precipitados de caseína ácida y láctica se neutralizan con álcalis diluidos y se transforman en sales solubles de Na, K, NH₄ o Ca denominados **caseinatos**. Estos caseinatos presentan buenas propiedades emulsionantes y gran solubilidad, por lo que son utilizados para elaborar productos líquidos como fórmulas enterales.

Las propiedades de los caseinatos dependen del proceso de fabricación. Los caseinatos de Na, K y NH₄ son completamente solubles a pH inferiores a 5,5 y presentan excelentes propiedades funcionales (emulsionantes, espumantes y absorción de agua) superiores a las del caseinato cálcico, que permanece en forma de suspensión coloidal y absorbe menos agua. El caseinato sódico se suele incorporar a los productos con contenido de agua medio o alto mientras que el cálcico se incorpora normalmente a productos con bajo contenido acuoso (Linden y Lorient, 1994).

Los caseinatos se utilizan normalmente como fuente proteica para la elaboración de productos dietéticos y además actúan como estabilizantes y emulsionantes del producto.

Por otra parte, las características nutricionales y tecnológicas de los caseinatos se complementan con las propiedades de las proteínas del lactosuero, ya que mientras que los caseinatos aportan poder emulsionante y estabilidad al calor, los concentrados de proteínas del lactosuero forman un gel cuando se calientan, lo cual tiende a aumentar la estabilidad de los productos líquidos (Linden y Lorient, 1994).

B) Lactosuero

Las proteínas del lactosuero son aquellas que quedan en disolución al precipitar las caseínas. La mayoría son globulares y se desnaturalizan por calor, lo cual es utilizado para su separación. Comprenden la α -lactoalbúmina, β -lactoglobulina, albúmina sérica bovina, β 2 microglobulina y distintas inmunoglobulinas y enzimas (Walstra y Jenness, 1984).

El suero lácteo contiene el 20% de las proteínas de la leche. Los concentrados de proteínas del lactosuero son importantes en el plano nutricional (debido especialmente a al contenido en aminoácidos azufrados y lisina) y tecnológico, ya que son utilizados en la elaboración de alimentos infantiles y dietéticos y como suplementos proteicos (Suárez et al., 1998).

El lactosuero se adiciona a los productos en forma de polvo y posee distintas propiedades en función de las condiciones del propio proceso de secado y de los tratamientos que haya sufrido antes del secado (desmineralización, cristalización de la lactosa y concentración).



Las proteínas del lactosuero obtenido tras precipitación de la caseína se pueden concentrar mediante tres procesos:

- i) **Termocoagulación:** basado en el descenso de pH y la aplicación de calor, se consiguen precipitar las proteínas del lactosuero y evaporar el agua. Presenta como ventajas un bajo costo mientras que el alto contenido en sales y la disminución del valor nutricional de estas proteínas son sus principales inconvenientes (Linden y Lorient, 1994).
- ii) **Microfiltración, ultrafiltración y ósmosis inversa:** son tres técnicas de separación en la cual se hace pasar, con ayuda de una caída de presión, agua y sustancias disueltas de bajo peso molecular a través de membranas semipermeables de poros finos; de esta forma, las sustancias de alto peso molecular (proteínas) quedan retenidas y se concentran (Spreer, 1991). Las diferencias entre ellas se sitúan principalmente en el tamaño de poro de las membranas y en la presión aplicada, así el mayor tamaño de poro y menor presión se aplicará a la microfiltración y el tamaño de poro más pequeño y mayor presión será para la ósmosis inversa. Dependiendo del flujo del fluido respecto a la membrana se distinguen dos tipos de configuraciones para llevar a cabo la filtración, la denominada *sin salida* en la que la disolución se impulsa en dirección perpendicular a la membrana y la denominada *de flujo cruzado* en el que la suspensión de alimento circula paralelamente a la superficie de la membrana y, como consecuencia, perpendicularmente respecto al flujo del disolvente a través de la misma; sobre la membrana se forma progresivamente una torta de sólido cuyo espesor tiende a un valor constante transcurrido un cierto intervalo de tiempo. Estas técnicas presentan como ventaja frente a la concentración por evaporación el que no es preciso calentar el alimento, por lo que las pérdidas de valor nutritivo son mínimas. Por otro lado la desventaja de este proceso es que solamente permite la concentración del producto hasta un 80% de sólidos totales (Fellows, 1994). Cuando va seguida de electrodiálisis se obtiene el lactosuero desmineralizado. Por otro lado, las proteínas obtenidas mediante estos procesos pueden ser sometidas a hidrólisis enzimática para obtener hidrolizados peptídicos para su utilización en nutrición enteral, parenteral, formulas infantiles y suplementos proteicos.
- iii) **Cromatografía de intercambio iónico:** esta técnica, denominada procedimiento Spherosil, utiliza bolas de sílice porosas con grupos intercambiadores mediante los cuales se pueden obtener fracciones enriquecidas en cualquier proteína del lactosuero (Linden y Lorient, 1994). En función del pH del lactosuero se utiliza un tipo de resina intercambiadora u otra. Como ventajas, este método permite concentrar las proteínas hasta más del 90% y aisladas, siendo estas de gran calidad nutricional por la ausencia de tratamiento térmico durante el proceso. Por el contrario es una técnica bastante cara.



La desecación del concentrado de lactosuero obtenido mediante cualquiera de las técnicas anteriormente descritas, se realiza mediante atomización. En esta técnica el suero se nebuliza y se arrastra mediante una corriente de aire caliente (170–200°C) que lo deshidrata de forma rápida (5–10 segundos) (Spreer, 1991).

La tabla 5 muestra las principales propiedades de estas proteínas lácteas.

Tabla 5. Propiedades funcionales de las proteínas lácteas

| Propiedades | Caseínas | Proteínas del lactosuero |
|---------------------|---|--|
| Solubilidad | Insolubles a pH 4.6 | Muy solubles a todos los pH. Insolubles a pH 5 si están termodesnaturalizadas |
| Viscosidad | Soluciones muy viscosas a pH neutro o alcalino. Viscosidad mínima al pHi (4.65) | Soluciones poco viscosas, salvo si están termodesnaturalizadas |
| Hidratación | Retención de H ₂ O elevada con formación de cola a elevada concentración Mínima a pHi | Retención de H ₂ O que se incrementa con la desnaturalización |
| Gelificación | No hay gelificación térmica salvo en presencia de calcio | Termogelificación a partir de 70°C |
| Propiedades | Excelentes, sobre todo a pH | Buenas salvo a pH 4-5 si están |
| Emulsificantes | Neutro y alcalino | Termodesnaturalizadas |
| Propiedades | Buen esponjamiento pero baja | Buen esponjamiento y excelente |
| Espumantes | Estabilidad de las espumas. | Estabilidad de las espumas. |
| Retención de Aromas | Buena | Muy variable con el estado de desnaturalización. |

En función de la intensidad del proceso de secado al que es sometido el lactosuero podemos encontrar tres tipos fundamentalmente (Linden y Lorient, 1994):

- **Polvos "Low-Heat"**: al sufrir un proceso de desecación suave contienen baja cantidad de proteínas desnaturalizadas y son utilizados en productos donde es importante la solubilidad y emulsión, como son los yogures, quesos y sopas deshidratadas.



- **Polvos "Medium-Heat"**: sufren un tratamiento de secado más drástico, por lo que contienen mayor cantidad de proteínas desnaturalizadas que los anteriores. Poseen buena capacidad de enlace con el agua y buena actividad de superficie, por lo que se utilizan en nata helada y postres.
- **Polvos "High-Heat"**: producto altamente desnaturalizado debido a una desecación más prolongada. Son poco solubles aunque poseen mayor capacidad de ligar agua. Se utilizan en panadería y confitería ya que son productos donde no se busca la solubilidad.

C) *Proteínas de la soja*

La soja posee proteínas con características nutricionales adecuadas para su utilización en nutrición humana como complemento de otras proteínas (Fennema, 2010). El contenido proteico de los diversos productos derivados de la soja depende de los tratamientos a los que fueron sometidos: la harina desgrasada presenta un contenido proteico del 56%, mientras que cuando se trata de concentrados o aislados, donde se han eliminado la mayor parte de los carbohidratos y fibra, muestra concentraciones proteicas del 72 y 96% respectivamente (Balabon y Palermo, 1992).

El procesado de la soja comienza con el prensado y posterior desgrasado mediante extracción con hexano, obteniendo una harina desgrasada (Linden y Lorient, 1994). A partir de aquí se resuspende la harina en agua y se precipitan las proteínas con etanol, calor o descenso del pH (4,5); y posteriormente se solubilizan a pH neutro o alcalino. Por último, las proteínas son desecadas mediante atomización.

En resumen, el lactosuero incluye siempre tratamientos térmicos como evaporación y/o secado. Las caseínas se obtienen mediante precipitación ácida de leche desnatada y posterior secado. Los caseinatos a partir de las caseínas mediante tratamientos con álcali diluido y posterior secado. En el caso de los aislados de soja, las proteínas sufren tratamientos alcalinos y etapas posteriores de secado. En el caso de los hidrolizados, las proteínas sufren tratamientos enzimáticos para luego ser sometidos a desecación.

Estos tratamientos producen una pérdida del valor nutricional, principalmente como consecuencia de la *reacción de Maillard (RM)* entre carbohidratos reductores y aminoácidos de las proteínas. La lisina es el principal aminoácido implicado en esta reacción y se transforma en compuestos de Amadori que no son biológicamente utilizables (Erbersdobler y Hupe, 1991). Además se pueden producir cambios en la estructura proteica que impiden la acción de las proteasas digestivas, disminuyendo la digestibilidad (Adrian y Frangne, 1973).



1.7.1 Reacción de Maillard

La reacción de Maillard está integrada por un conjunto de reacciones complejas que producen pigmentos pardos o negros y modificaciones, favorables o no, del sabor y olor en los alimentos. Entre 1912–1917 Louis Camille Maillard publicó una serie de artículos que describían la reacción entre azúcares y aminoácidos (proteínas); estos trabajos explican por primera vez los fenómenos de pardeamiento químico en los alimentos.

Las reacciones de pardeamiento químico afectan a un gran número de industrias de alimentación: de forma negativa a las fábricas de azúcar y leche que requieren un producto blanco; y de forma positiva a otras, ya que producen el color y aroma característico en galletas, panes, malta, cerveza, chocolate, etc.

En 1953 Hodge propuso un esquema casi completo que incluye las diversas etapas en las que se dividen este conjunto de reacciones (Figura 5).

En la etapa inicial de la reacción de Maillard se produce la condensación de un grupo carbonilo libre con un grupo amino. Los compuestos formados pierden una molécula de agua, para dar una base de Schiff, seguida de ciclación y formación de la correspondiente glicosilamina N-sustituida.

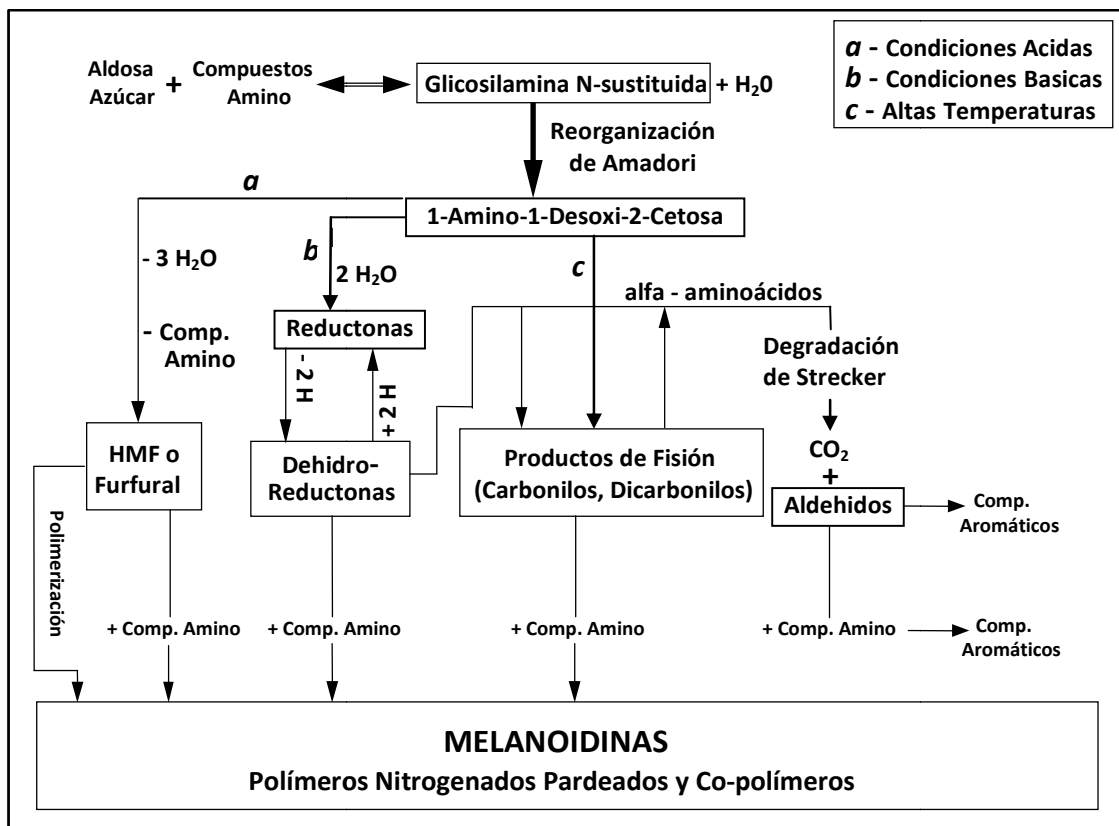
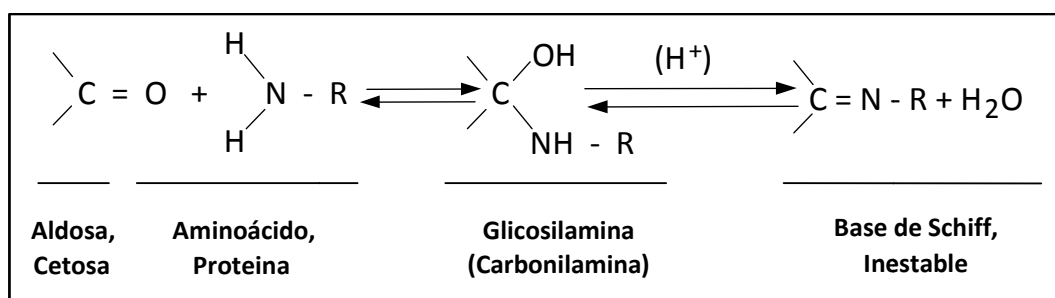


Figura 5. Reacción de Maillard (Hodge, 1953)



Tales reacciones podemos sintetizarlas en el siguiente esquema:



En la siguiente etapa se produce la reorganización de la glicosilamina N-sustituida para formar una desoxicetosa o desoxialdosa, dependiendo si el azúcar con el que reacciona es una aldosa o una cetosa. Este es el primer paso irreversible, desde el punto de vista nutricional, en la reacción de Maillard. La reorganización de una aldósilamina N-sustituida para dar 1-amino-1-desoxi-2-cetosa, recibe el nombre de *transposición de Amadori*. Los compuestos de Amadori han sido encontrados en alimentos calentados, desecados y almacenados, así como en el organismo humano (Mauron, 1981). La correspondiente reorganización de cetosilamina para dar 2-amino-2-desoxialdosa se conoce como *transposición de Heyns*.

Los compuestos de Amadori, y presumiblemente también los de Heyns, van a sufrir una serie de descomposiciones, principalmente a través de dos vías; la elección de una u otra dependerá del pH.

- 1) La primera vía de degradación de los compuestos de Amadori se produce a pH bajos; las cetosaminas sufren una *enolización en posición 1,2* como se observa en el Figura 6 (Cheftel y Cheftel, 1980):

Los compuestos que se originan, y más concretamente los compuestos dicarbonilo insaturados, son potentes precursores del pardeamiento no enzimático; a veces por reacción con el anhídrido sulfuroso, dan ácidos sulfónicos relativamente estables y poco reactivos; sin duda, esto explica en gran parte el efecto inhibitor del anhídrido sulfuroso sobre este tipo de pardeamiento. Los compuestos dicarbonilos insaturados calentados en medio ácido dan origen al 5-hidroximetil furfural, que absorbe a 285 nm (Moye y Krzeminski, 1963).

- 2) La segunda vía de degradación de los compuestos de Amadori se produce mediante una *enolización en posición 2,3* que conduce a la formación de reductonas. Esta vía está favorecida en medio alcalino o cuando la amina unida al glúcido es muy básica, lo que ocurre ligeramente en ciertos alimentos con pH próximos a 7 (Cheftel y Cheftel, 1980).



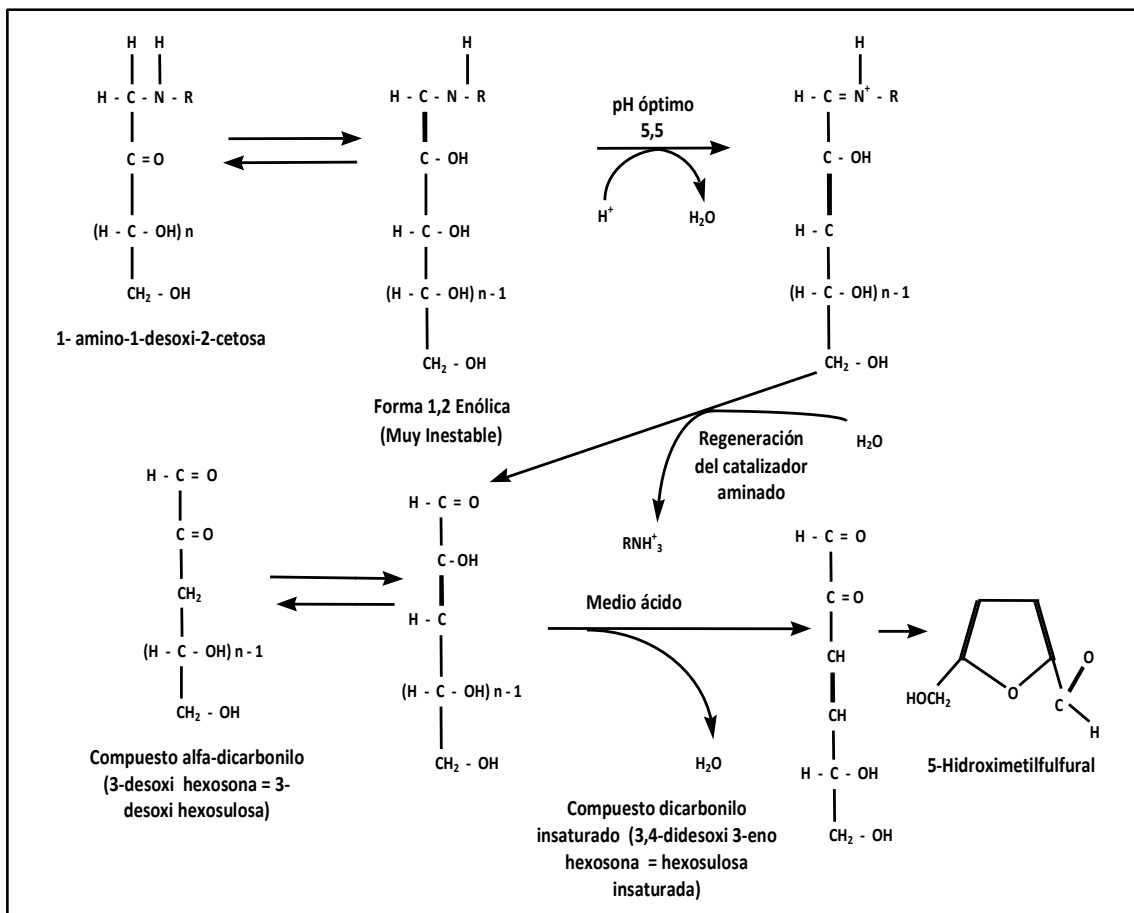


Figura 6. Primera vía de degradación de los compuestos de Amadori

El compuesto V puede reaccionar por el carbono en posición 3, con una amina secundaria y dar, por eliminación del hidroxilo en posición 6 y ruptura entre los carbonos 2 y 3, una amino-reductona capaz de polimerizarse (eventualmente asociada a aminoácidos) y formar pigmentos.

Como podemos ver en la Figura 8, la degradación del compuesto V puede seguir otro camino: formación de triacetona (diacetil formoina) que reaccionará con una amina secundaria y dará compuestos susceptibles de formar polímeros heterocíclicos de tipo pirona o furano, o bien sufrir escisiones que conducen a la formación de cetonas, aldehídos, ácidos, algunas veces volátiles y con olor, por ejemplo, acetona e hidroxidiacetilo.

Además por esta vía la amino-desoxicetosa, que tiene una amina secundaria, puede reaccionar con una segunda molécula de azúcar, para formar una didesoxicetosamina (Anet, 1959). Posteriormente Anet (1960) encontró que la didesoxifruktosa-glicina se rompe en una solución ácido débil (pH 5,5 a 100°C) para dar los compuestos de Amadori fructosa-glicina y 3-desoxieritrohexulosa.



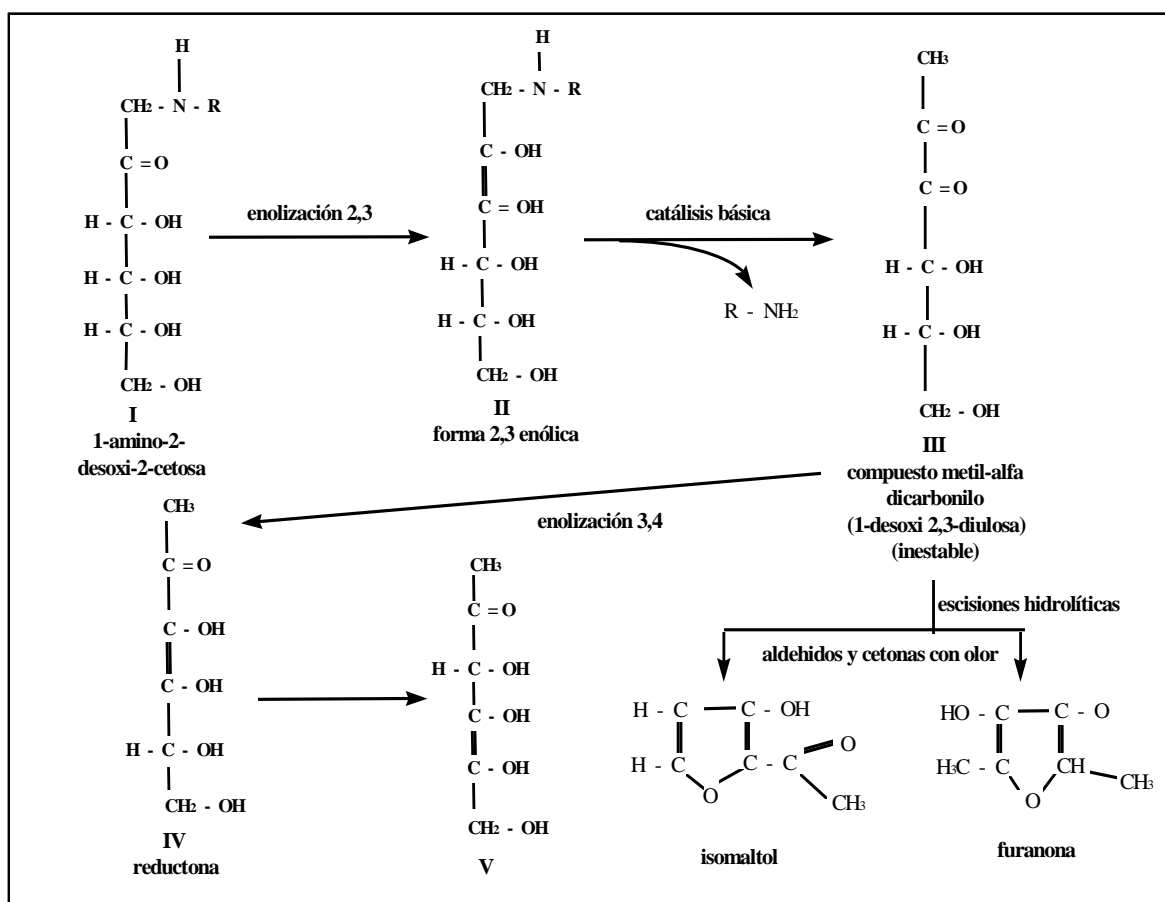


Figura 7. Segunda vía de degradación de los compuestos de Amadori

Aunque las etapas finales de la reacción de Maillard son complejas y poco conocidas se sabe que conducen a la formación de dos tipos de compuestos. Por un lado, se produce la conversión de precursores de bajo peso molecular tales como furfurales, productos de fisión y reductonas, en pigmentos pardos de elevado peso molecular designados como melanoidinas. Y por otro lado, la formación de compuestos aromáticos volátiles de bajo peso molecular.

El término melanoidinas es aplicado a los productos pardeados producidos en la reacción de Maillard (O'Reilly, 1982) ya que tienen semejanzas a las melaninas, pigmentos animales formados "in vivo" de la tirosina. Aunque existen similitudes entre las dos categorías de pigmentos hay diferencias obvias. Las melaninas son generalmente insolubles en agua y disolventes orgánicos, mientras que las melanoidinas pueden ser tanto solubles (premelanoidinas) como insolubles en agua. Las melanoidinas varían ampliamente en peso molecular y no poseen rasgos distintivos en la región visible del espectro (Richards, 1956; Clark y Tannenbaum, 1970 y 1974).



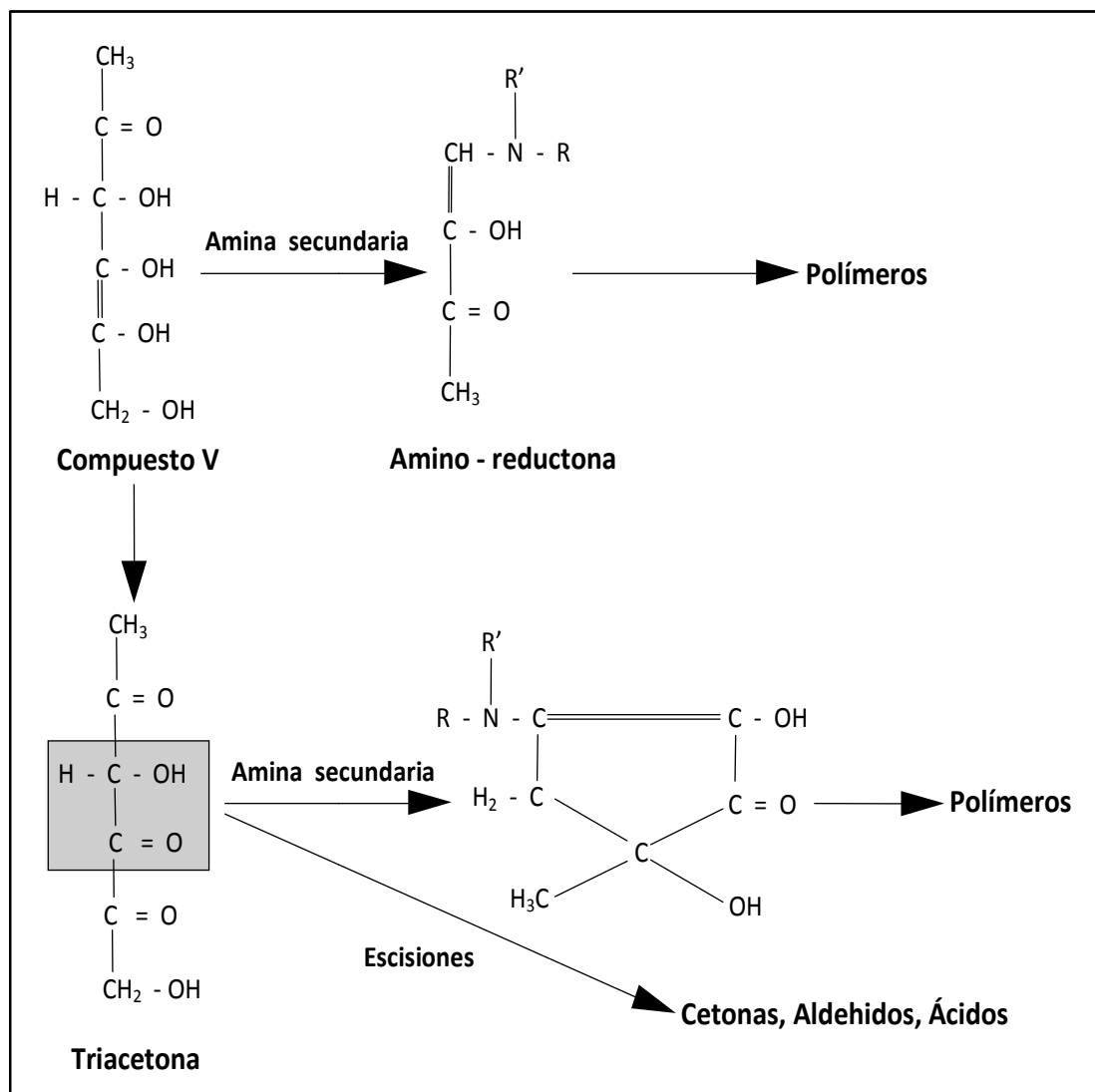


Figura 8. Degradación del compuesto V: formación de triacetona (diacetil formoina)

Cientos de productos volátiles de la reacción de Maillard han sido identificados en alimentos y sistemas modelo (Ferretti y Flanagan, 1971, 1972; Hayase et al., 1982; Milic y Piletic, 1984; Danehy, 1986) y pueden ser clasificados en tres grupos (Nursten, 1981):

- Compuestos simples: deshidratación de azúcares y/o productos de fragmentación: furanonas, pironas, ciclopentonas, carbonilos y ácidos.
- Compuestos simples: productos de degradación de aminoácidos: aldehídos y compuestos azufrados.
- Compuestos volátiles: producidos por nuevas reacciones: pirroles, piridinas, imidazoles, pirazinas, oxazoles, tiazoles, y productos de condensación de aldol.



1.7.2. Indicadores químicos de las reacciones de pardeamiento

La extensión de la reacción de Maillard en alimentos puede seguirse con numerosos métodos que incluyen desde los clásicos ensayos químicos a los ensayos biológicos. Los objetivos principales son definir en el alimento: el estado nutricional, las características organolépticas y su posible toxicidad después del procesado y/o almacenamiento, para así optimizar los procesos de elaboración y conservación y conseguir productos con una buena calidad final y un alto valor nutritivo.

Según el método utilizado se obtendrá información de las diferentes etapas de la reacción (Figura 9).

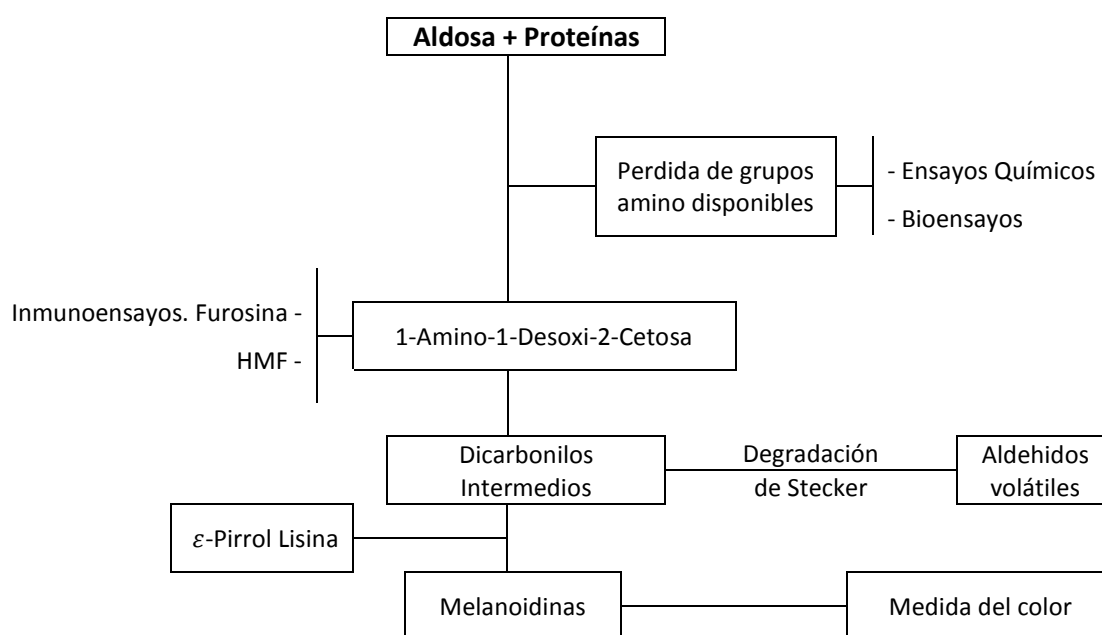


Figura 9. Indicadores de la reacción de Maillard (O'Brien y Morrisey, 1989)

El continuo desarrollo de las técnicas analíticas hace posible que se aislen y caractericen cada vez más compuestos específicos de cada etapa de la reacción (Ledl y Schleicher, 1990; Loscher et al., 1991; Westwood y Thonalley, 1995; Morales y Van Boeckel, 1996; Morales y Arnoldi, 1999).

La furosina es uno de los indicadores más utilizados de la RM como control de las primeras etapas de la citada reacción, ya que indica la cantidad de compuesto de Amadori (N-ε-fructosillisina) y fue cuantificada por primera vez en alimentos hace 45 años (Erbersdobler y Somoza, 2007). Erbersdobler y Zucker (1966) fueron los primeros que detectaron en un hidrolizado de leche en polvo desnatada secada con rodillos mediante cromatografía de intercambio iónico un compuesto que eluía en la zona de los aminoácidos básicos después de la arginina y daba positiva la reacción de la ninhidrina. Este compuesto aumentaba en función del tratamiento térmico aplicado a la leche. Heyns et al. (1968) y Finot et al. (1968) la sintetizaron e identificaron llamándole furosina (ε-N-furoil-metil-L-lisina).



El compuesto de Amadori libre o combinado con proteínas, libera mediante hidrólisis ácida dos nuevos aminoácidos, furosina (20%) y piridosina (10%) y se recupera el 50% de la lisina bloqueada (Finot y Mauron, 1972) (Figura 10). En condiciones similares, la ϵ -lactulosa-lisina genera un 32% de furosina y un 40% de lisina (Bujard y Finot, 1978).

Hay que tener en cuenta que la cantidad de furosina generada puede variar al depender de las condiciones de hidrólisis utilizadas (Erbersdobler et al., 1970; Finot y Mauron, 1972; Guerra y Corzo, 1996; Cárdenas et al., 2003).

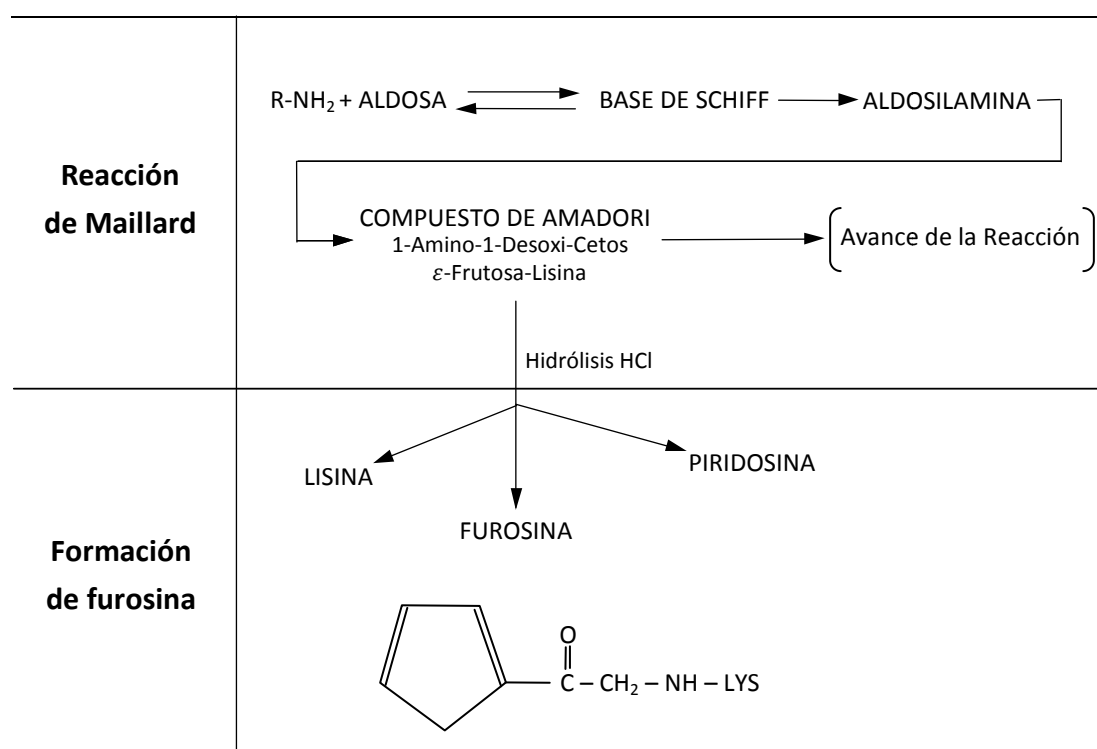


Figura 10. Formación de furosina a partir de la ϵ -fructosilisina. (Finot y Mauron, 1972)

Los primeros métodos de determinación de furosina utilizan cromatografía de intercambio iónico de aminoácidos (Möller et al., 1977a y b; Finot et al., 1981; Erbersdobler et al., 1987; Messina et al., 2001). Estos métodos son caros y producen sobreestimación del daño producido en la lisina (Henle et al., 1991a y b). La cromatografía de gases, previa derivación (Ruttkat y Erbersdobler, 1994) y la electroforesis capilar (Tirelli, 1998; Delgado-Andrade et al., 2005) también han sido usadas, pero es la cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) la técnica más utilizada. Resmini et al. (1990) propusieron la separación de furosina en fase reversa con par iónico (columna C8) y elución con gradiente. Posteriormente Delgado et al. (1992) pusieron a punto un método en el que separaron furosina utilizando fase reversa con par iónico (columna C18) y elución isocrática. Ambos métodos son



sensibles, reproducibles y rápidos. Mediante este método se ha evaluado la modificación de la lisina en numerosos alimentos: leche (López-Fandiño et al., 1993; Corradini et al., 2001; Leclere y Birlouez-Aragón, 2001; Baptista y Carvalho, 2004; Rada-Mendoza et al., 2005; Pereda et al., 2009; Lan et al., 2010), fórmulas infantiles (Evangelisti et al., 1994; Birlouez-Aragon et al., 1999; Sarriá et al., 2001; Guerra-Hernández et al., 2002a y b; Ferrer et al., 2003; Morales et al., 2004; Baptista y Carvalho, 2004; Martysiak-Zurowska y Stolyhwo, 2007; Contreras-Calderón et al., 2009; Cattaneo et al., 2009), quesos (Corzo et al., 2000, Spanneberg et al., 2012), galletas (Harris y Johnson, 1987; Pellegrino et al., 2010; Schwietzke et al., 2011), pasta (Resmini y Pellegrino, 1994; Gallegos-Infante et al., 2010), pan (Ramírez-Jiménez et al., 2001; Cárdenas et al., 2004), pasas de corinto (Sanz et al., 2001), huevos (Hidalgo et al., 1995), cereales infantiles (Guerra-Hernández y Corzo, 1996; Guerra-Hernández et al., 1999; Ramírez-Jiménez et al., 2003), miel (Cárdenas et al., 2003; Villamiel et al., 2001; Morales et al., 2009), fórmulas enterales (Rufián-Henares et al., 2002a y b), sistemas modelo (Rufián-Henares et al., 2004), e ingredientes proteicos (Contreras-Calderón et al., 2008), galletas (Courel et al., 2009), cereales de desayuno (Rufián-Henares y Delgado-Andrade, 2009); salsas (Chao et al., 2009); tostado de granos y sémolas de trigo sarraceno (Zielinski et al., 2009); tratamiento térmico y almacenamiento de tomate (Rajchl et al., 2009); zanahoria (Soria et al., 2009; Wellner et al., 2011); platos preparados (Delgado-Andrade et al., 2010a y b), productos cárnicos (Yamaguchi et al., 2012) y cacahuetes (Wellner et al., 2012) entre otros.



JUSTIFICACIÓN Y OBJETIVOS



Son muchos los estudios realizados para conocer las propiedades ergogénicas de los suplementos nutricionales en la actividad físico-deportiva y también los hay que analizan el consumo de estos en ciertos deportes, sin embargo son pocos muy los que tienen como finalidad conocer la realidad de su consumo en gimnasios, no existiendo ninguno en gimnasios españoles ni que dedique un apartado especial a la suplementación proteica.

Los suplementos proteicos son obtenidos de varias fuentes alimentarias a través de procedimientos, que casi inevitablemente conllevan pérdida nutricional. Algunos estudios se han centrado en las pérdidas nutricionales, si las proteínas se utilizan en la elaboración de formulas infantiles y enterales, pero no existen muchos estudios que se centren en las pérdidas nutricionales cuando las proteínas se usan en la elaboración de suplementos para deportistas.

Por todo ello nos planteamos los siguientes objetivos:

- Conocer qué tipo de suplementos consumen los usuarios de gimnasios, frecuencia de consumo, fin de consumo, motivo de uso, dónde los compran, resultados obtenidos de su uso y perfil tipo del consumidor, dedicando un apartado especial al consumo de suplementos proteicos.
- Cuantificar la calidad de suplementos proteicos de consumo habitual en gimnasios y adquiridos en establecimientos comerciales



2. MATERIAL Y MÉTODO



2.1. Consumo de Suplementos: Análisis Estadístico

2.1.1. Muestra

En este estudio participaron 415 usuarios (260 varones y 155 mujeres) de 4 gimnasios de Sevilla (España).

Los usuarios fueron tallados y pesados mediante los siguientes instrumentos de medida: tallímetro Seca modelo 206 (precisión ± 1 mm) y balanza Tefal modelo Atlantis (precisión ± 100 g).

2.1.2. Material

Se diseñó un cuestionario que se estructuró en cuatro partes (Recogido en anexo):

1. La primera parte recogió los datos personales y antropométricos de la muestra
2. La segunda se centró en la práctica de actividad física y la dieta del encuestado.
3. La suplementación nutricional de la muestra y su práctica formó la tercera parte.
4. La última parte recogió el consumo de suplementos dentro de la legalidad y su perjuicio en la salud.

2.1.3. Método

Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el Paquete de Programas estadísticos SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versión 12.0) (SPSS Inc., Chicago, IL). También se aplicaron para el tratamiento estadístico específico de algunas Tablas 2x2 y Tablas 2xK los programas: Exact/ Asymptotic Unconditional Tests in 2x2 tables: Homogeneity, Association or Equivalence y Asymptotic Tests and CI in 2xK Tables elaborados por el Dr. A. Martin Andres y otros., y disponible en <http://www.ugr.es/local/bioest/software.htm>.

Para una confianza del 95% y admitiendo un margen de error de 5%, el mínimo tamaño de la muestra requerido fue de 385 cuestionarios. La pauta de muestreo fue aleatoria para adaptarnos lo máximo posible a la diversidad de usuarios que acuden a los gimnasios. Los datos fueron recogidos de 8:00h a 14:00h, y de 16:00h a 21:00h de lunes a viernes, y de 9:00h a 13:00h los sábados y los domingos. La intención era cubrir todas las horas para incluir todo los posibles "perfiles de usuarios". La recogida de datos se dio de forma simultánea por tres encuestadores durante una semana en tres centros de fitness diferentes. Los cuestionarios fueron respondidos anónimamente



y con consentimiento previo por parte de cada participante. Una vez cumplimentados los cuestionarios, con los datos obtenidos se creó un Archivo de datos de SPSS que fue revisado en profundidad con el objeto de comprobar si estaban correctamente introducidos y depurar los posibles errores así como detectar posibles valores extremos.

Tras el paso anterior se realizó el tratamiento estadístico de los datos en dos fases:

- En primer lugar el análisis descriptivo de los datos, donde se realizaron tablas de frecuencias y porcentajes para las variables categóricas y se calcularon medidas descriptivas (media, desviación típica, valores mínimo y máximo, etc) para las variables cuantitativas. De igual forma se han construido gráficos ilustrativos de las citadas distribuciones de frecuencias, en especial diagramas de barras, tanto simples como compuestos.
- En segundo lugar se realizó el análisis estadístico inferencial, cuando se desea extraer conclusiones a partir de nuestros datos muestrales para toda la población de usuarios de gimnasios. Según el objetivo a cubrir se aplicaron, para cruzar las variables categóricas con dos o más modalidades de respuesta, con el fin de poder concluir si dichas características son independientes o por el contrario están asociadas, el Test Chi Cuadrado de Pearson para Tablas de Contingencia o bien el Test exacto de Fisher si no se cumplen las condiciones de validez para poder realizar el Test Chi cuadrado, que son: no puede existir ninguna casilla con frecuencia esperada menor que uno y como máximo puede existir el 20% de casillas con frecuencias esperadas menores o iguales que 5. En el caso de tratarse de Tablas 2x2 se calculan las correspondientes medidas de asociación, riesgo relativo y razón del producto cruzado, más conocida en la literatura científica como Odd's ratio.

Para las variables cuantitativas, en primer lugar se contrasta la normalidad de las variables continuas que se estudia aplicando el procedimiento Explorar de SPSS, con la aplicación de los Tests de Kolmogorov-Smirnov y Shapiro-Wilk. Cuando se quieren comparar las medias de dos grupos para muestras independientes y variables normales se han aplicado los Test T de Student o Welch según se puedan considerar las varianzas poblacionales iguales o distintas (contrastado con el Test de Levene) o bien la técnica de ANOVA (Análisis de la Varianza) cuando se desean comparar varias medias de variables cuantitativas normales. En el caso de no cumplirse la hipótesis de normalidad se emplean los Tests no paramétricos de Wilcoxon para dos muestras o el de Kruskal Wallis para el caso de más de dos muestras. Las respuestas abiertas fueron tabuladas usando los sumarios de respuesta múltiple.

Una vez realizado el Análisis Univariante, y con objeto de determinar que variables de las analizadas y que en el Análisis Univariante dieron significativas o al menos cercanas a la significación (Valor P menor o igual a 0,20) influyen en el consumo de SPP se han realizado análisis multivariantes de Regresión Logística (método paso a paso) en el que se analiza que variables son las que más influyen en el consumo de SN y SPP y por



tanto determinan el “perfil” del consumidor, obteniendo el porcentaje de buena clasificación del modelo ajustado y los coeficientes del mismo con sus correspondientes exponenciales (odd´s ratio ajustadas) e intervalos de confianza para las mismas al 95%.



2.2. Calidad de los Suplementos Nutricionales Proteicos

2.2.1. Muestras

Se han analizado 52 muestras cedidas por diferentes empresas especializadas en nutrición deportiva (Tabla 6). Todas ellas se presentan en estado sólido (polvo) y se conservaron a 4°C hasta su análisis. Las muestras provenían de diferentes fuentes proteicas y presentaban diferentes porcentajes de contenido proteico:

Tabla 6. Muestras: fuente proteica, % proteico y % de carbohidratos.

| Muestra | Fuente proteica | % Proteína <i>Analizado</i> | % CH (Azucares) <i>Etiquetado</i> |
|---------|---------------------------------|-----------------------------------|---|
| PPS 1 | WPC (UF) | 75 | 12,5 |
| PPS 2 | WPC | 86 | 9,3 |
| PPS 3 | WPC (MF) | 77,5 | 16,5 |
| PPS 4 | WPC | 86,2 | |
| PPS 5 | WPC (UF y MF) + CC | 68 | 23 |
| PPS 6 | WPC (UF - II) | 84 | 9 |
| PPS 7 | WPC + WPI (II) + HWP | 70,2 | 10,5 (7) |
| PPS 8 | WPC (UF) + SPI + WPI (CFM) | 93,6 | 0 |
| PPS 9 | WPI | 91 | 0,8 |
| PPS 10 | WPC (UF y MF) + HC | 78 | 16,8 |
| PPS 11 | WPC + WPI (II) + WpP | 79,3 | 8,6 |
| PPS 12 | WPC (UF) | 79,1 | 5,6 (5,6) |
| PPS 13 | WPI (II) + HC | 80 | 15 |
| PPS 14 | WPC + WPI + LA | 74,1 | 15,2 |
| PPS 15 | WPC + CC | 51,7 | 40 |
| PPS 16 | WPC | 87 | 9,8 |
| PPS 17 | WPC + HWP | 85 | 4,8 |
| PPS 18 | CC | 85,7 | 7,5 (1) |
| PPS 19 | WPC | 71,4 | 18,8 |
| PPS 20 | Cre + AA | 18 | 68 (67) |
| PPS 21 | WPC + WPI + SPI + HC + WtP + OA | 77,7 | 5,2 |
| PPS 22 | WPI (II y CC) | 84,9 | 3,6 |
| PPS 23 | SPI + PPI + WtPI + RPI | 71 | 11 |



| | | | |
|--------|---|------|------------|
| PPS 24 | WPC + WPI | 80,7 | 5 |
| PPS 25 | C + LA + NC + CC | 90,8 | 0,7 |
| PPS 26 | WPI (UF) | 94,6 | <1 |
| PPS 27 | WPC (II) | 86,8 | |
| PPS 28 | WPC + WPI | 87,8 | 4,2 |
| PPS 29 | WPC (UF y MF) + WPI | 76 | 10 (3,3) |
| PPS 30 | WPC (CFM) | 75 | 9 |
| PPS 31 | WPC (UF) + WPI (UF) + WPp + CC + C + OA | 50 | 31,8 |
| PPS 32 | WPC + WPI + WPp | 77,4 | 12,9 (3,2) |
| PPS 33 | WPC (MF) + WPI (CFM) + OA | 71,9 | 6,25 |
| PPS 34 | WPC + WPI | 75,5 | 12,9 |
| PPS 35 | WPC (CFM) + WPI (CFM) + OA + MPI | 69,4 | 13,9 (5,6) |
| PPS 36 | WPC + WPI + PS | 80 | 10 (3,3) |
| PPS 37 | WPI (CFM y UF) | 89,5 | 2,3 |
| PPS 38 | WPC + WPI (II) + WPp | 77 | 10,8 |
| PPS 39 | WPC (UF) + WPI (UF) + WPI (II) + WPp | 71,7 | 10 (6,7) |
| PPS 40 | WPC (UF) + WPI (CFM) + WtPp | 73,8 | 12 (7,5) |
| PPS 41 | WPC + WPI | 80,6 | 4,7 |
| PPS 42 | WPC + WPI + HWP | 73 | 12,8 |
| PPS 43 | WPC (MF) | 78,2 | 7,4 |
| PPS 44 | C | 75 | 15,7 |
| PPS 45 | HWPC | 81,5 | 4,8 (0) |
| PPS 46 | WPC + WPI + HWP | 70,2 | 15,8 (7) |
| PPS 47 | WPC + WPI + HWP + C | 80 | 6,6 (3,3) |
| PPS 48 | WPC | 75,5 | |
| PPS 49 | WPC | 85,1 | |
| PPS 50 | WPC | 82 | |
| PPS 51 | WPC + WPI + OA + MPI | 69,4 | 13,9 (5,6) |
| PPS 52 | WP + MP + OA | 24,3 | 63 |

2.2.2. Determinación de Furosina

a) Fundamento

Determinación por cromatografía líquida de alta resolución del ϵ -N-furoilmetil-L-lisina (furosina) generada mediante hidrólisis ácida.



b) Muestras

Se analizaron las muestras de los suplementos proteicos anteriormente citados.

c) Instrumental

- Balanza digital: Mettler modelo AE 200.
- Cromatógrafo líquido de alta resolución: Waters 600 con detector UV/VIS Konic 200. Inyector manual y programa informático de cálculo Star Chromatography WorkStation Version 6. Varian
- Columna cromatográfica: C8. Furosine–dedicated (250 x 4,60 mm i.d.). (Alltech).
- Cartuchos de extracción en fase sólida: Sep–pack C18 (Millipore).
- Horno Pasteur: Selecta.
- Filtros: Millipore de 0,2 y 0,45 μm
- Tubos pyrex de 19 cm de altura y 1 cm de diámetro con tapón de rosca y junta de teflón (Sugelabor).
- Baño de agua: Selecta.

d) Reactivos

- Furosina patrón del 74,4% de pureza (Neosystem laboratoires).
- Metanol para HPLC (Panreac).
- Ácido clorhídrico 7,95 M y 3 M (Panreac).
- Ácido acético glacial para HPLC (Panreac).
- Cloruro potásico (Panreac).
- Eluyente A: disolución ácido acético 0.4% (V/V).
- Eluyente B: cloruro potásico 0.3% en eluyente A (P/V).
- Disolución madre de furosina de 0,744 mg/ml.
- Disolución de calibración: a partir de diluciones obtenidas de la disolución madre de furosina se mezclaron con hidrolizado de leche cruda para obtener concentraciones de 0,011, 0,016, 0,024, 0,032, 0,048, 0,063, 0,127, 0,191, 0,275, 0,413 y 0,551 μg en los 50 μl inyectados en el cromatógrafo tras purificación.

e) Preparación de la muestra

Las muestras se dejaron a temperatura ambiente previa a su análisis.

f) Procedimiento

El análisis de furosina se realizó siguiendo la técnica desarrollada por Resmini et al., (1990).

i. Formación de furosina

Se pesan aproximadamente entre 0,052 y 0,104 g de muestra (6,5 mg de proteína/ml de HCl 7,95N) en un tubo pyrex con tapón de rosca y junta de teflón y se adicionan 8 ml de ácido clorhídrico 7,95 M. Se burbujea nitrógeno durante 2 minutos y se lleva a estufa a 110°C durante 24 horas.



ii. *Purificación*

El hidrolizado se filtra y 0,5 ml del mismo se pasan a través de un cartucho Seppack C18 previamente acondicionado con 5 ml de metanol y 10 ml de agua. La muestra se eluye con 3 ml de ácido clorhídrico 3 M.

iii. *Análisis cromatográfico*

- Volumen inyectado: 50 μ l.
- Flujo: 1,2 ml/min.
- Rampa de elución (Tabla 7)
- Sensibilidad 0.002 AUFS.
- Longitud de onda del detector: 280 nm.
- Tiempo de análisis: 32 minutos.
- Temperatura de la columna: 37 °C.

Tabla 7. Rampa de elución de furosina.

| Tiempo (minutos) | % A | % B |
|------------------|-----|-----|
| 0-13 | 100 | 0 |
| 13-20 | 100 | 0 |
| 20-22 | 50 | 50 |
| 22-23 | 50 | 50 |
| 23-32 | 100 | 0 |
| 32 | 100 | 0 |

iv. *Identificación*

Se realizó mediante la adición de patrón de furosina observando el incremento obtenido y concordancia con el tiempo de retención de la furosina patrón.

v. *Determinación*

Se realizó por el método de patrón externo.

Curva de calibrado: para la construcción de la curva se tomó como ordenada el área del pico de furosina y como abscisa la cantidad del mismo en μ g inyectados. Se abarcó un rango desde 0,0054 hasta 0,551 μ g.

$$Y = 4026044,04X + 6172,8 \quad r^2 = 0,9996$$

Todas las muestras fueron analizadas por duplicado de muestra y de inyección.

2.2.3. Determinación de Lisina Total

a) Fundamento

Determinación por cromatografía líquida de alta resolución con detección fluorimétrica del derivado obtenido al hacer reaccionar la lisina obtenida tras hidrólisis ácida de las muestras con o-ftaldialdehído (OPA).



b) Muestras

Se analizaron 45 suplementos proteicos.

c) Material e Instrumental

- Balanza digital: Mettler modelo AE 200.
- Cromatógrafo líquido de alta resolución: modelo PU-2080 plus con detector de fluorescencia modelo FP-2020, ambos Jasco, y programa integrador ChromPass.
- Inyector manual de 50 μ l.
- Columna cromatográfica: Nova-Pack C₁₈ (5 μ m 150 X 4,6 mm) (Waters).
- Rotavapor: Büchi modelo R110.
- Horno Pasteur: Selecta.
- pHmetro Crison Basic 20.
- Tubos pyrex con tapón de rosca y junta de teflón.
- Microjeringa: modelo Hamilton de 50 μ l.
- Filtros: Millipore de 0,2 y 0,45 μ m.

d) Reactivos

- Disolución de tampón borato 0,4M pH 9,5: 3,814g de borato de sodio (Panreac) se disolvieron en aproximadamente 100 ml de agua, posteriormente el pH se ajustó con HCl 6N y se completó hasta 100 ml con agua desionizada.
- Disolución de tampón borato 0,25M pH 9,5: 2,384g de borato de sodio (Panreac) se disolvieron en aproximadamente 100 ml de agua, posteriormente el pH se ajustó con HCl 6N y se completó hasta 100 ml con agua desionizada.
- HCl 12,06M (Panreac).
- Patron de L-lisina 98% (Sigma).
- Disolución de o-phtaldialdehido (OPA) 0,4 mM: se pesan 0,0536g de OPA 99% (Sigma), se disuelven con 1 ml de metanol para HPLC (Panreac), 50 μ l de mercaptoetanol (Merck), y finalmente se afora a 10 ml con tampón borato 0,4M pH 9,5.
- Eluyente A (buffer acetato sódico 0,04M, pH 6,5; 96%-Metanol 4%): se pesan 6,53g de acetato sódico y se disuelven en aproximadamente 1 L de agua desionizada, el pH se ajustó con HCl 6N y se completó hasta el litro con agua desionizada. Seguidamente 960 ml de esta disolución se mezclaron con 40 ml de metanol.
- Eluyente B: metanol para HPLC (Panreac).

e) Preparación de la muestra

Las muestras almacenadas a 4°C fueron dejadas a temperatura ambiente previo al análisis.

f) Procedimiento

Se parte de 1 ml del hidrolizado usado para el análisis de furosina, que se deseca en rotavapor a 60°C usando matraces de corazón de 25 ml, tras lo cual el residuo se disuelve en 1 ml de agua mili Q y se pasa por un filtro de 0,2 μ m y se deseca



nuevamente en rotavapor. Finalmente se disuelve en 1 ml de tampón borato 0,25 M (pH 9,5) y se guarda en refrigeración hasta su análisis.

Para el análisis de lisina se derivatiza previamente la muestra con OPA. Se toman 50 μ l de muestra junto con 250 μ l de OPA en un tubo de 10 ml, se mezclan bien y tras 90 segundos se inyectan 50 μ l en el HPLC.

i. Análisis cromatográfico

El análisis cromatográfico se realizó siguiendo el método de Hartkopf et al. (1994).

- Volumen inyectado: 50 μ l.
- Flujo: 1 ml/min.
- Temperatura: ambiente.
- Longitudes de onda del detector: 340 nm de excitación y 455 nm de emisión.
- Tiempo de análisis: 45 minutos.
- Rampa de elución: (Tabla 8)

Tabla 8. Rampa de elución de lisina

| Tiempo (minutos) | % A | % B |
|------------------|-----|-----|
| 0 | 85 | 15 |
| 5 | 85 | 15 |
| 10 | 84 | 16 |
| 15 | 80 | 20 |
| 20 | 75 | 25 |
| 25 | 65 | 35 |
| 30 | 50 | 50 |
| 35 | 30 | 70 |
| 39 | 30 | 70 |
| 40 | 50 | 50 |
| 43 | 85 | 15 |
| 45 | 85 | 15 |

ii. Identificación

Se realizó mediante la adición de patrón lisina, observando el incremento obtenido y la concordancia con el tiempo de retención, previa derivatización con OPA

iii. Determinación

Se utilizó el método de estándar externo.

Se realizó una curva de calibrado en la que se tomó como ordenada el área del pico de lisina y como abscisa la concentración en ppm. Las concentraciones de lisina utilizadas para la obtención de la curva de calibrado se encuentran entre 20 y 500 ppm. La ecuación de la recta fue la siguiente:



$$Y = 0,442 X - 2,207 \quad r^2 = 0,998$$

Todas las muestras fueron analizadas por duplicado de muestra y de inyección.

2.2.4. Determinación de Proteínas

a) Fundamento

El contenido en proteína es el resultado de multiplicar el contenido en nitrógeno, determinado por el procedimiento Kjeldahl, por 6,40, establecido como factor de transformación del nitrógeno en proteína para leche y productos lácteos.

b) Muestras

Se analizaron todas las muestras de suplementos proteicos

c) Instrumental

- Balanza digital: Mettler modelo AE 200.
- Aparato Kjeldahl: Büchi modelo B-316.
- Placa calefactora: Bloc Digest 12 (Selecta).

d) Reactivos

- Catalizador: 100 g de sulfato potásico (Merck), 6 g de sulfato de cobre (Merck) y 1 g de selenio (Merck) triturados y homogeneizados.
- Ácido sulfúrico concentrado (Panreac).
- Disolución de hidróxido sódico al 33% (p/v) (Panreac).
- Disolución titulante: ácido clorhídrico 0,0995 N (Merck).
- Indicador 0,2 g de rojo de metilo (Merck) y 0,1 g de azul de metileno (diluidos ambos en 100 ml de etanol al 95%).
- Disolución de ácido bórico al 4% (Panreac).

e) Procedimiento

El análisis de las muestras se realizó siguiendo el método nº 920.105 de la Asociación Oficial de Analistas Químicos (AOAC, 1990).

Se depositan alrededor de 0,25 g de proteína en un tubo de digestión. Se adiciona también 0.5 g de catalizador, 25 ml de ácido sulfúrico concentrado y unas perlas de vidrio. Se lleva a la placa calefactora donde se realiza la digestión durante 30 minutos a 200°C, 90 minutos a 400°C y 30 minutos en extracción de vapores. Posteriormente se adicionan 25 ml de agua destilada.

En el aparato de destilación, se ajusta el tubo de digestión y se coloca un matraz erlenmeyer de 250 ml de capacidad que contiene 50 ml de ácido bórico al 4% y unas gotas de indicador. Se adiciona disolución de hidróxido sódico al 33% al tubo Kjeldahl de digestión hasta cambio de color y se procede a su destilación con vapor de agua durante 6 minutos. Se recogen 150 ml de destilado y se valora el borato producido con la disolución titulante de ácido clorhídrico.



$$\% \text{ Nitrógeno} = (V \times 0,0995 \times 1,4) / P$$

V = ml de HCl 0,0995 gastados en la valoración.

P = peso de la muestra en gramos

$$\% \text{ Proteínas} = \%N \times 6,40$$

6,40 = factor de conversión de nitrógeno en proteínas para leche y productos lácteos.

2.2.5. Análisis estadístico

Se hizo un análisis de regresión para calcular los índices de correlación de Pearson (r) entre todos los datos obtenidos estableciéndose como significativos los valores de $p < 0,05$. Se utilizó como programa estadístico el SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versión 20.0) (SPSS Inc., Chicago, IL).



3. RESULTADOS



3.1. Consumo de Suplementos: Análisis Estadístico

A continuación se muestran los resultados del análisis Descriptivo e Inferencial de los datos obtenidos.

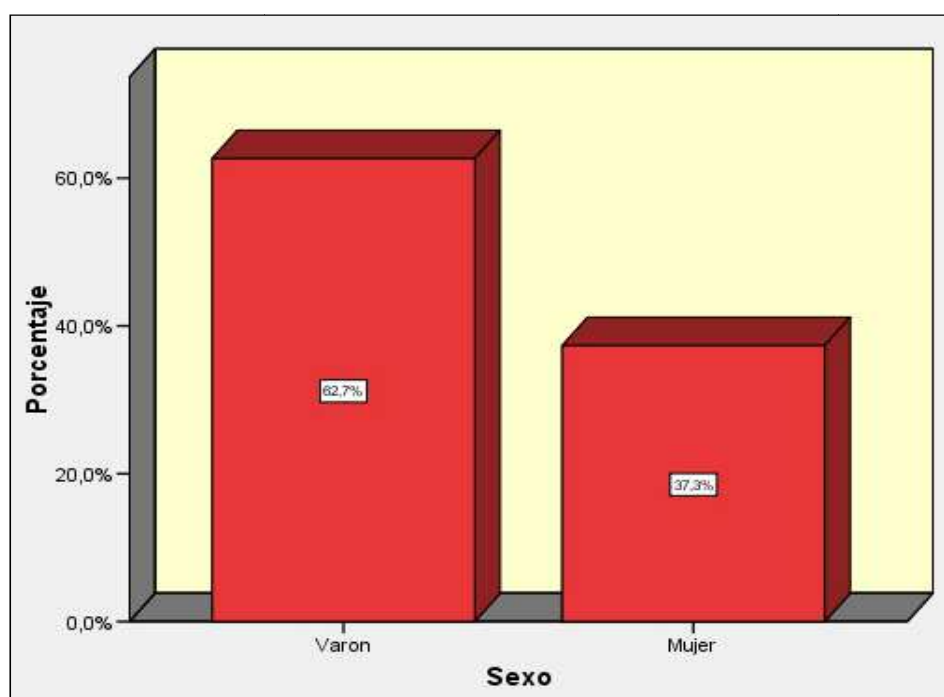
3.1.1. Datos personales y antropométricos

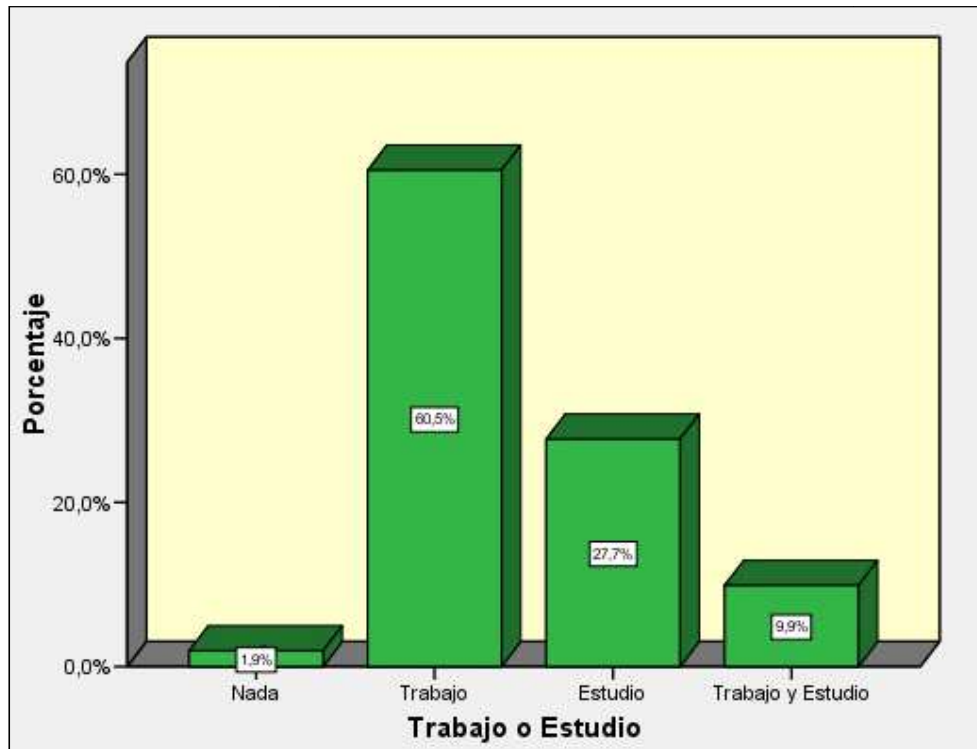
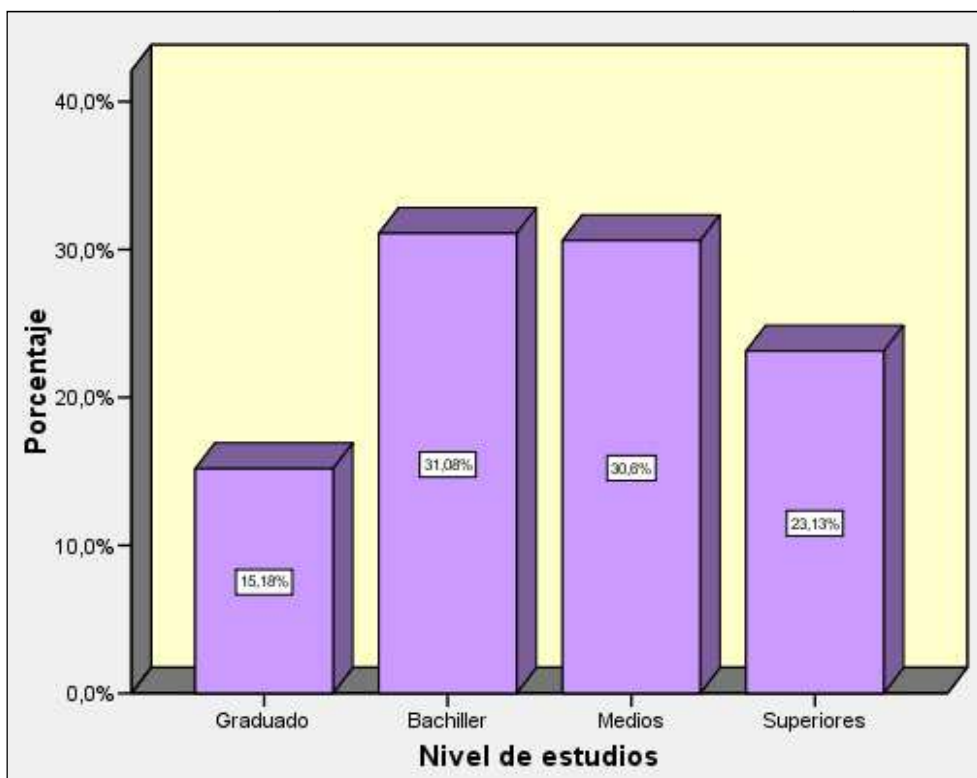
La tabla 9 recoge sexo, ocupación y nivel de estudios de la muestra. Como se puede comprobar en la muestra destaca el sexo masculino (Gráfica 1). En cuanto a la ocupación son los trabajadores los que más destacan (Gráfica 2). En el nivel de estudios de la muestra sobresalen los estudios medios y el bachiller (Gráfica 3).

Tabla 9. Sexo, ocupación y nivel de estudios de la muestra

| | | Frecuencia | % |
|--------------------------|-------------------------|------------|------|
| Sexo | Varón | 260 | 62,7 |
| | Mujer | 155 | 37,3 |
| Ocupación | Estudiando | 27,7 | 115 |
| | Trabajando | 60,5 | 251 |
| | Estudiando y Trabajando | 9,9 | 41 |
| | Ninguna | 1,9 | 8 |
| Nivel de estudios | Graduado | 63 | 15,2 |
| | Bachiller | 129 | 31,1 |
| | Medios | 127 | 30,6 |
| | Superiores | 96 | 23,1 |

Gráfica 1. Porcentaje por sexo de la muestra.



Gráfica 2. Porcentaje de la ocupación de la muestra.**Gráfica 3.** Porcentaje del nivel de estudios de la muestra.

La edad, altura, peso, años que dedica a la actividad física en el gimnasio, días a la semana que acuden y tiempo diario que dedica la muestra a dicha práctica están recogidos en la tabla 10.

Las edades de la muestra van de 17 hasta 68 años, la media está en torno a los 30 y la desviación estándar es de 10 años aproximadamente.

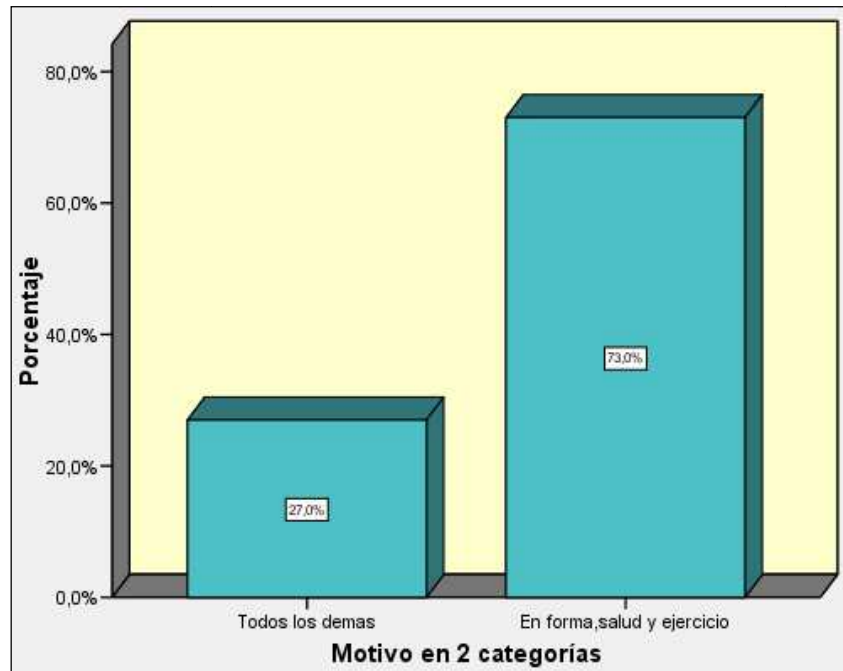
Tabla 10. Edad, altura, peso y frecuencia de práctica deportiva en gimnasios

| | | Total | Varones | Mujeres |
|---|--------|--------|---------|---------|
| Edad (años) | Media | 31,63 | 29,95 | 34,43 |
| | DS | 11,15 | 10,22 | 12,06 |
| | Mínimo | 17 | 18 | 17 |
| | Máximo | 68 | 68 | 65 |
| Altura (m) | Media | 1,72 | 1,77 | 1,64 |
| | DS | 0,08 | 0,06 | 0,06 |
| | Mínimo | 1,50 | 1,58 | 1,50 |
| | Máximo | 1,96 | 1,96 | 1,78 |
| Peso (Kg.) | Media | 73,38 | 79,15 | 63,69 |
| | DS | 11,26 | 7,41 | 9,90 |
| | Mínimo | 46,00 | 60 | 46 |
| | Máximo | 112,00 | 112 | 110 |
| Años de Práctica | Media | 3,01 | 3,13 | 2,82 |
| | DS | 2,89 | 2,82 | 3,01 |
| | Mínimo | 0,08 | 0,1 | 0,8 |
| | Máximo | 16,00 | 16 | 16 |
| Días de práctica semanales | Media | 3,64 | 3,78 | 3,41 |
| | DS | 1,02 | 1,02 | 0,97 |
| | Mínimo | 1 | 1 | 2 |
| | Máximo | 6 | 6 | 6 |
| Tiempo al día de práctica (min.) | Media | 87,41 | 92,17 | 79,42 |
| | DS | 27,14 | 25,02 | 28,71 |
| | Mínimo | 30 | 45 | 17 |
| | Máximo | 240 | 210 | 240 |

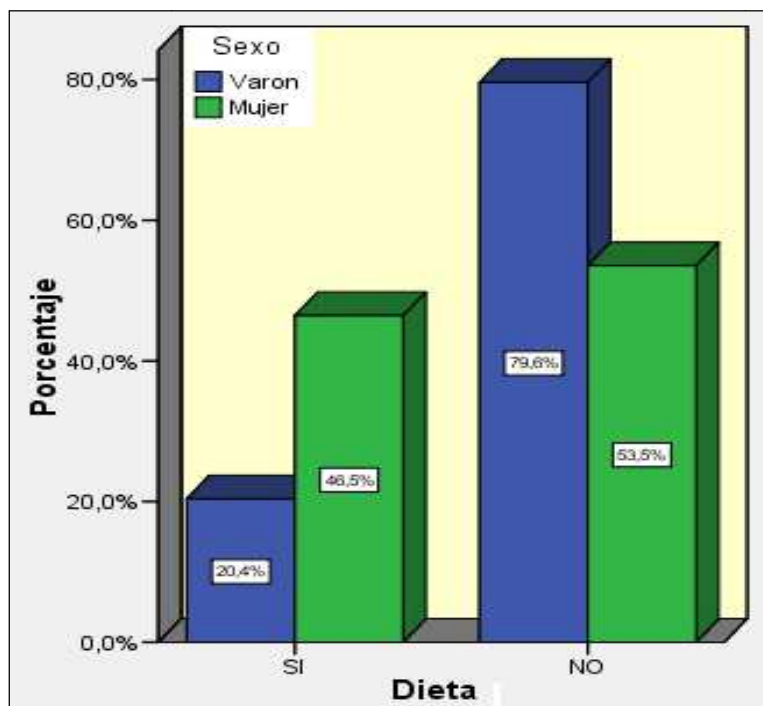
3.1.2. Práctica de Actividad Física y Dieta de la muestra

El 48% de los encuestados acude al gimnasio en primer lugar por estar en forma. Hacer ejercicio es el segundo motivo más elegido por la muestra (19%). La salud con un 11,1% es la tercera opción más elegida. El total de estos tres motivos suma el 73% (Gráfica 4). Si lo observamos según el sexo, los tres motivos más escogidos en orden decreciente son: por estar en forma, por hacer ejercicio y porque se siente mejor en hombres; y por estar en forma, por su salud y por hacer ejercicio en las mujeres de la muestra.



Gráfica 4. Motivos más elegidos por la muestra para ir al gimnasio

El 30,1% (125 individuos) de la muestra seguía algún tipo de dieta, entendiendo por ésta, cualquier control nutricional y alimenticio con una estructura fundamentada, 53 de estos eran varones y 72 mujeres (Gráfica 5). La dieta baja en grasas es la más frecuente con un total de 85 de los encuestados.

Gráfica 5. Individuos de la muestra que siguen algún tipo de dietas por sexo

3.1.3. Suplementación Nutricional General

La tabla 11 muestra los suplementos más consumidos por la muestra de mayor a menor consumo, así como el consumo diferenciado por sexo.

Tabla 11. Consumo de Suplementos Nutricionales de la muestra

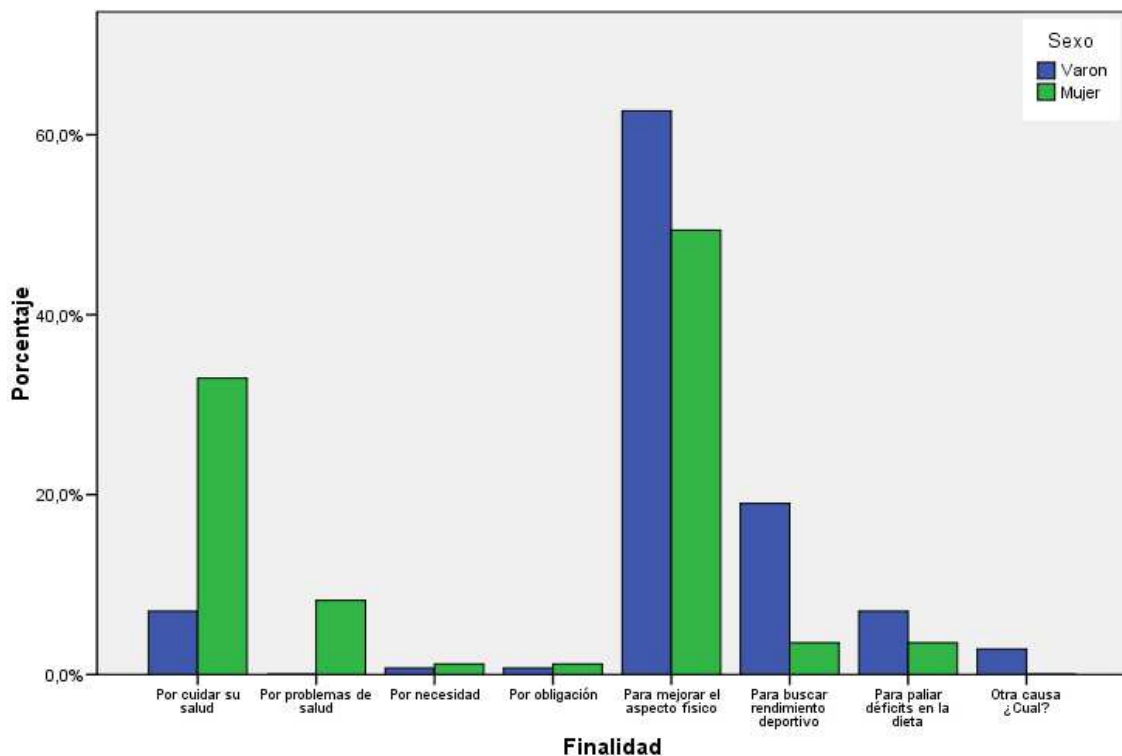
| Suplementos | Total | | Varones | | Mujeres | |
|-----------------------------|-------|------|---------|------|---------|------|
| | Nº | % | nº | % | nº | % |
| Proteínas | 116 | 28,0 | 111 | 42,7 | 5 | 3,2 |
| L-Carnitina | 77 | 18,6 | 58 | 22,3 | 19 | 12,3 |
| Bebida Deportiva | 76 | 18,3 | 59 | 22,7 | 17 | 11 |
| Creatina | 71 | 17,1 | 70 | 26,9 | 1 | 0,6 |
| Complejo vitamínico | 71 | 17,1 | 42 | 16,2 | 29 | 18,7 |
| Diuréticos | 52 | 12,5 | 6 | 2,3 | 46 | 29,7 |
| Barritas energéticas | 50 | 12 | 42 | 16,2 | 8 | 5,2 |
| Hidratos de Carbono | 43 | 10,4 | 42 | 16,2 | 1 | 0,6 |
| Aminoácidos ramificados | 42 | 10,1 | 42 | 16,2 | - | - |
| Chitosan | 33 | 8,0 | 11 | 4,2 | 22 | 14,2 |
| Glutamina | 31 | 7,5 | 28 | 10,8 | 3 | 1,9 |
| Complejo mineral | 28 | 6,7 | 19 | 7,3 | 9 | 5,8 |
| Aminoácidos esenciales | 26 | 6,3 | 24 | 9,2 | 2 | 1,3 |
| Lecitina de Soja | 26 | 6,3 | 6 | 2,3 | 20 | 12,9 |
| Ginseng | 18 | 4,3 | 12 | 4,6 | 6 | 3,9 |
| Cafeína | 14 | 3,4 | 11 | 4,2 | 3 | 1,9 |
| Antioxidantes | 13 | 3,1 | 10 | 3,8 | 3 | 1,9 |
| Arginina | 13 | 3,1 | 13 | 5 | - | - |
| Jalea Real | 13 | 3,1 | 10 | 3,8 | 3 | 1,9 |
| Levadura de Cerveza | 11 | 2,7 | 7 | 2,7 | 4 | 2,6 |
| Picolinato de Cromo | 11 | 2,7 | 11 | 4,2 | - | - |
| Guaraná | 10 | 2,4 | 8 | 3,1 | 2 | 1,3 |
| Potenciador de Testosterona | 10 | 2,4 | 10 | 3,8 | - | - |
| Aceite de Onagra | 9 | 2,2 | - | - | 9 | 5,8 |
| Cartílago de Tiburón | 8 | 1,9 | 6 | 2,3 | 2 | 1,3 |
| Precursor Hormonal | 8 | 1,9 | 8 | 3,1 | - | - |
| Espirulina | 7 | 1,7 | 7 | 2,7 | - | - |
| Ácidos grasos ω -3 | 6 | 1,4 | 4 | 1,5 | 2 | 1,3 |
| Aceite de Hígado de Bacalao | 5 | 1,2 | 5 | 1,9 | - | - |
| Bicarbonatos | 5 | 1,2 | 3 | 1,2 | 2 | 1,3 |
| Ribosa | 3 | 0,7 | 3 | 1,2 | - | - |
| Dimetilglicina | 1 | 0,2 | 1 | 0,4 | - | - |
| Polen | 1 | 0,2 | - | - | 1 | 0,6 |

Del total de la muestra, 233 (56,14%) han consumido en alguna ocasión algún suplemento. Entre estos 131(57,6%), lo hacía buscando mejorar su aspecto físico; 38 (16,7%), lo hacían para cuidar su salud, y 30 (13,2%), buscaban aumentar su



rendimiento deportivo. Paliar algún déficit de la dieta fue el motivo del consumo de suplementos de 13 encuestados, el 5,7%. Observando el fin del consumo de suplementos según el sexo, se puede comprobar que los tres más escogidos por la muestra en orden decreciente son: mejorar el aspecto físico, aumentar el rendimiento deportivo y paliar déficit en la dieta en varones; y mejorar el aspecto físico, prevenir y cuidar el estado de salud y corregir algún déficit o patología actual de salud para las mujeres (Gráfica 6).

Gráfica 6. Fin con el que se consume suplementos por sexo.



De los 233 que habían consumido algún suplemento, 164, el 71% (39,5% del total) lo está consumiendo en la actualidad.

Tras realizar el estudio de regresión logística (Tabla 12) se comprobó que el uso de SN fue más común en hombres jóvenes (a mayor edad menor consumo ($P=0,02$; $\hat{\theta}=0,971$), que hace tiempo que realizan actividad en gimnasios ($P=0,009$; $\hat{\theta}=1,133$), que acuden al gimnasio varias horas a la semana ($P=0,005$; $\hat{\theta}=1,194$) (a mayor número de horas mayor probabilidad de consumo), que realizan algún tipo de dieta ($P=0,0001$; $\hat{\theta}=20,207$), (resultado altamente significativo indicando que la razón de los que consumen a los que no consumen SN es 20,207 veces mayor en nuestra muestra, pudiendo llegar a ser en la población general de usuarios de gimnasios hasta 42,777 veces mayor) (Tabla 10) y que están de acuerdo con el consumo de suplementos dentro de la legalidad ($P=0,001$; $\hat{\theta}=5,736$), entendiendo como legalidad aquellos suplementos que no ponen en riesgo la salud, que hayan pasado el control sanitario según la normativa europea y pueden ser comercializados sin prescripción médica. El



porcentaje de buena clasificación hallado es de 76,9%. En la tabla 12 podemos observar las variables incluidas en el modelo de regresión logística (antes citadas), su significación (Sig.) y las Odd's ratio (\hat{O}) junto a sus correspondientes Intervalos de Confianza al 95% (IC).

Tabla 12. Variables a tener en cuenta para el perfil del consumidor de SN

| Variables de riesgo | Sig. | \hat{O} | I.C. 95,0% para Exp(B) | |
|--------------------------|------|-----------|------------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Sexo ⁽¹⁾ | ,093 | 1,612 | ,923 | 2,814 |
| Edad ⁽²⁾ | ,020 | ,971 | ,958 | ,995 |
| Tiempo | ,009 | 1,133 | 1,031 | 1,243 |
| Dieta ⁽³⁾ | ,000 | 20,207 | 9,545 | 42,777 |
| Legalidad ⁽⁴⁾ | ,001 | 5,736 | 2,142 | 15,357 |
| Horas/Semana | ,005 | 1,194 | 1,056 | 1,350 |

(1) Hombre vs Mujer

(2) >30 años vs <30 años

(3) Dieta vs No dieta

(4) Legal vs No legal

En cuanto a quién le motivó al consumo de SN, los amigos fue la opción más elegida con un total de 143 respuestas del total de las respuestas, el 34,96% de aquellos que consumían SN. Dietistas y monitores con el 11,98% y 6,38% respectivamente son las siguientes opciones más escogidas.

El cuestionario también recogió el lugar donde la muestra compra los SN. El gimnasio es el lugar al que más acuden, siendo 99 (22,81%) los individuos que afirman haber comprado algún SN en el gimnasio. Las tiendas especializadas y las herboristerías son los siguientes comercios a los que más acuden, con 83 (19,12%) y 78 (17,97%) encuestados respectivamente.

A los individuos que consumían SN se les preguntó sobre el resultado de su consumo. De los 233, 192 (82,4%) piensan que obtuvieron resultados, 27 (11,6%) respondieron que no y 14 (6%) no saben, no contestan.

3.1.4. Suplementación Proteica

Como hemos podido comprobar anteriormente los más usados son los suplementos proteicos (SPP), así del total de la muestra 116 (28,0%) consumían o habían consumido suplemento de proteína, 111 varones y 5 mujeres, es decir, que el 42,7% de los hombres encuestados consumía o había consumido suplementos de proteínas frente al 3,2% del total de las mujeres encuestadas (Tabla 13).



Tabla 13. Consumo de Suplementos de Proteínas de la muestra

| Total | | Varones | | Mujeres | |
|-------|------|---------|------|---------|-----|
| Nº | % | nº | % | nº | % |
| 116 | 28,0 | 111 | 42,7 | 5 | 3,2 |

El estudio estadístico recogió a su vez varias preguntas acerca del consumo del SN más usado por la muestra (SPP).

Existen individuos que han consumido hasta 20 marcas comerciales diferentes de SPP. La tabla 14 recoge las marcas de SPP más consumidas por la muestra. Estas marcas comerciales recomiendan una ingesta media de 57,3 g/día de producto según recoge la dosificación del etiquetado.

Tabla 14. Marcas de Suplementos de Proteínas más consumidos por la muestra

| Marca Proteína | Nº Individuos | Marca Proteína | Nº Individuos |
|----------------|---------------|----------------|---------------|
| ASN | 33 | Quamtrax | 14 |
| Weider | 32 | Colossus | 11 |
| Victory | 31 | Genetics | 9 |
| Ultimate stack | 28 | All star | 9 |
| Nature´s Best | 20 | Designer Whey | 7 |
| Maximize | 18 | Beverly | 6 |
| Prolab | 16 | Nutrytec | 5 |
| GSN | 15 | Muscletech | 5 |

A su vez, se estudió el lugar que frecuentaba la muestra para la compra del suplemento de proteína. Los gimnasios, las tiendas especializadas y los centros comerciales son los lugares más frecuentados por la muestra para comprar los SPP. El 38,35% de los consumidores han comprado en alguna ocasión los SPP en gimnasios, el 29,12% lo ha hecho alguna vez en tiendas especializadas y el 8,25% lo ha hecho en algún centro comercial.

En cuanto a quién motivó el consumo de SPP en los encuestados, los amigos fue la opción más elegida con un total de 76 individuos, que corresponde al 66,1% del total de consumidores de SPP. Teniendo en cuenta que los encuestados podían elegir hasta tres opciones, monitores y entrenadores con el 59,7% y el 16,4% respectivamente son las siguientes opciones más escogidas, aunque el 100% de los gimnasios donde acudía la muestra tenía nutricionista.

El momento en el que los individuos consumían SPP fue objeto de estudio. Del total de los individuos que consumían proteínas, 25 lo hacen antes del entrenamiento (21,7%), 24 (20,9%) después de entrenar, 22 (19,1%) antes y después de entrenar. Un total de 22 participantes (19,1%) lo consumen por la mañana y la tarde indiferentemente de la hora de entrenamiento. Por lo tanto, el 52,68 % de la muestra usó SPP una vez al día, y el 47,31 % dos veces al día.



Un total de 89 individuos (el 77,4 %) que usa o usaron SPP obtuvo resultados positivos tras su consumo, 22 individuos (el 19,1 %) no obtuvieron ningún resultado, y 5 individuos (el 3,7 %) se mostraron indecisos o no contestaron.

Al igual que pasó con los consumidores de SN, se hizo un estudio de regresión logística (Tabla 15) donde se comprobó que el uso de SPP fue más común en hombres ($P=0,0001$; $\hat{O}= 151,845$) (resultado altamente significativo indicando que la razón de los que consumen a los que no consumen SPP es 151,845 veces mayor en nuestra muestra), menores de 30 años (edad dividida en dos grupos (hasta 30 años y mayores de 30 años) ($P=0,007$; $\hat{O}= 2,499$)), que hace tiempo que realizan actividad en gimnasios ($P=0,0001$; $\hat{O}= 1,250$), que acuden al gimnasio varias horas a la semana ($P=0,0001$; $\hat{O}= 1,291$) (a mayor número de horas mayor probabilidad de consumo), y que realizan algún tipo de dieta ($P= 0,0001$; $\hat{O}=4,482$). El porcentaje de buena clasificación hallado es de 83,6%. En la tabla 15 podemos observar las variables incluidas en el modelo de regresión logística (antes citadas), su significación (Sig.) y las Odd's ratio (\hat{O}) junto a sus correspondientes intervalos de confianza al 95% (IC).

Tabla 15. Variables a tener en cuenta para el perfil del consumidor de SPP

| Variables de riesgo | Sig. | I.C. 95,0% para Exp(B) | | |
|----------------------|------|------------------------|----------|----------|
| | | \hat{O} | Inferior | Superior |
| Sexo ⁽¹⁾ | ,000 | 151,845 | 38,548 | 598,130 |
| Edad ⁽²⁾ | ,007 | 2,499 | 1,278 | 4,888 |
| Tiempo | ,000 | 1,250 | 1,118 | 1,398 |
| Dieta ⁽³⁾ | ,000 | 4,482 | 2,083 | 9,643 |
| Horas/Semana | ,000 | 1,291 | 1,153 | 1,445 |

(1) Hombre vs Mujer

(2) <30 años vs >30 años

(3) Dieta vs No dieta

3.1.5. Suplementación Nutricional: Salud y Legalidad

El cuestionario también recogió si los encuestados estaban a favor del consumo de SN en la actividad física dentro de la legalidad; siendo 371 del total de la muestra, un 89,4%, los que respondieron afirmativamente, de estos 228 eran varones y 143 mujeres. Sólo 16 (3,9%), todos varones, de los 415 individuos, han consumido o consumirían SN que aumentarían el rendimiento aún siendo perjudiciales para su salud y 22 individuos (5,3%), todos varones, han consumido o consumirían algún tipo de suplementos ilegal o prohibido.



3.2. Calidad de los Suplementos Nutricionales Proteicos

El daño sufrido por el suplemento proteico durante su obtención, medida indirecta de su calidad, fue determinada por el porcentaje de lisina bloqueada, obtenido tras las medidas de furosina y lisina total.

3.2.1. Determinación de furosina

La tabla 16 recoge los valores de proteína y furosina expresados en mg/100g de muestra y mg/100 g de proteína de los suplementos proteicos analizados.

Tabla 16. Datos de proteínas y furosina en suplementos

| Muestras | % Proteína | mg/100g de muestra | mg/100 g de proteína |
|----------|------------|--------------------|----------------------|
| PPS 1 | 75 | 741±30,1 | 988±40,1 |
| PPS 2 | 86 | 268±36,2 | 312±42,1 |
| PPS 3 | 77,5 | 289±28,4 | 373±36,6 |
| PPS 4 | 86,2 | 18,5±4,46 | 21,5±5,18 |
| PPS 5 | 68 | 440±24,3 | 646±35,8 |
| PPS 6 | 84 | 456±4,23 | 543±5,03 |
| PPS 7 | 70,2 | 329±16,2 | 469±23,1 |
| PPS 8 | 93,6 | 244±31,7 | 261±37,2 |
| PPS 9 | 91 | 123±15,9 | 135±17,5 |
| PPS 10 | 78 | 481±23,2 | 617±29,7 |
| PPS 11 | 79,3 | 661±31,5 | 834±40,1 |
| PPS 12 | 79,1 | 382±15,5 | 483±19,6 |
| PPS 13 | 80 | 384±20,0 | 480±25,0 |
| PPS 14 | 74,1 | 1165±19,2 | 1572±25,9 |
| PPS 15 | 51,7 | 157±25,4 | 305±49,2 |
| PPS 16 | 87 | 518±14,2 | 595±16,3 |
| PPS 17 | 85 | 515±0,11 | 606±0,13 |
| PPS 18 | 85,7 | 32,8±0,74 | 38,3±0,87 |
| PPS 19 | 71,4 | 280±14,2 | 392±16,0 |
| PPS 20 | 18 | 169±23,7 | 939±35,1 |
| PPS 21 | 77,7 | 112±12,0 | 144±17,2 |
| PPS 22 | 84,9 | 162±9,38 | 191±10,1 |
| PPS 23 | 71 | LD | LD |
| PPS 24 | 80,7 | 376±16,5 | 466±20,5 |
| PPS 25 | 90,75 | 123±15,4 | 136±17,0 |
| PPS 26 | 94,6 | 215±1,46 | 227±1,5 |
| PPS 27 | 86,8 | 217±30,7 | 250±35,4 |
| PPS 28 | 87,8 | 268±17,3 | 305±19,8 |
| PPS 29 | 76 | 425±35,8 | 559±47,1 |
| PPS 30 | 75 | 326±15,0 | 434±20,0 |



| | | | |
|--------|------|-----------|-----------|
| PPS 31 | 50 | 166±17,8 | 331±35,6 |
| PPS 32 | 77,4 | 150±0,19 | 194±0,24 |
| PPS 33 | 71,9 | 262±1,71 | 364±2,38 |
| PPS 34 | 75,5 | 194±10,3 | 256±13,6 |
| PPS 35 | 69,4 | 322±6,98 | 464±10,1 |
| PPS 36 | 80 | 117±3,38 | 146±4,23 |
| PPS 37 | 89,3 | 23,3±2,82 | 26,4±3,29 |
| PPS 38 | 77 | 214±0,51 | 278±0,67 |
| PPS 39 | 71,7 | 402±8,06 | 561±10,9 |
| PPS 40 | 73,8 | 81,8±5,16 | 111±6,99 |
| PPS 41 | 80,6 | 14,9±0,53 | 18,5±0,67 |
| PPS 42 | 73 | 254±6,51 | 347±8,92 |
| PPS 43 | 78,2 | 99,5±1,30 | 127±1,74 |
| PPS 44 | 75 | 77,7±2,57 | 104±3,42 |
| PPS 45 | 81,5 | 49,7±7,11 | 60,5±8,73 |
| PPS 46 | 70,2 | 366±36,1 | 522±51,5 |
| PPS 47 | 80 | 348±50,5 | 435±63,1 |
| PPS 48 | 75,5 | 251±0,37 | 333±0,49 |
| PPS 49 | 85,1 | 193±29,7 | 226±34,9 |
| PPS 50 | 82 | 34,9±0,67 | 47,6±0,83 |
| PPS 51 | 69,4 | 387±6,49 | 560±9,35 |
| PPS 52 | 24,3 | 190±1,24 | 782±4,86 |

LD = Limite de Detección

n=4

3.2.2. Determinación de lisina

En la tabla 17 se recogen los valores de lisina expresados en mg/g de muestra y g/100 g de proteína de los suplementos proteicos analizados.

Tabla 17. Datos de lisina en suplementos

| Muestras | mg/g de muestra | g/100 g de proteína |
|-----------------|------------------------|----------------------------|
| PPS 1 | 39,8±0,22 | 5,31±0,029 |
| PPS 2 | 29,2±0,04 | 3,39±0,005 |
| PPS 3 | 21,4±1,11 | 2,76±0,143 |
| PPS 4 | 54,9±1,45 | 6,36±0,169 |
| PPS 5 | 38,1±1,72 | 5,60±0,253 |
| PPS 6 | 70,3±3,24 | 8,37±0,385 |
| PPS 7 | 45,0±1,88 | 6,69±0,267 |
| PPS 8 | 56,0±0,72 | 5,98±0,085 |
| PPS 9 | 72,9±0,11 | 8,01±0,012 |
| PPS 10 | 47,4±1,54 | 6,07±0,198 |
| PPS 11 | 65,8±2,14 | 8,30±0,273 |
| PPS 12 | 64,6±4,29 | 8,17±0,543 |



| | | |
|--------|------------|-------------|
| PPS 13 | 58,7±1,32 | 7,34±0,165 |
| PPS 14 | 68,9±0,62 | 9,30±0,084 |
| PPS 15 | 41,8±2,98 | 8,09±0,576 |
| PPS 16 | 75,5±3,96 | 8,68±0,455 |
| PPS 17 | 73,3±3,60 | 8,62±0,424 |
| PPS 18 | 70,2±5,25 | 8,19±0,613 |
| PPS 19 | 57,9±0,28 | 8,11±0,031 |
| PPS 20 | 5,08±0,37 | 2,82±0,055 |
| PPS 21 | 36,7±1,671 | 4,72±0,239 |
| PPS 22 | 98,7±2,33 | 11,63±0,250 |
| PPS 23 | 37,8±1,91 | 5,33±0,273 |
| PPS 24 | 48,7±0,68 | 6,04±0,085 |
| PPS 25 | 59,0±2,09 | 6,50±0,230 |
| PPS 26 | 68,4±1,64 | 7,23±0,173 |
| PPS 27 | 52,7±2,34 | 6,07±0,269 |
| PPS 28 | 32,0±4,39 | 3,64±0,500 |
| PPS 29 | 40,7±1,57 | 5,36±0,206 |
| PPS 30 | 39,5±1,01 | 5,27±0,135 |
| PPS 31 | ND | |
| PPS 32 | 45,4±1,56 | 5,87±0,20 |
| PPS 33 | 43,9±0,96 | 6,11±0,13 |
| PPS 34 | 43,1±2,21 | 5,71±0,29 |
| PPS 35 | ND | |
| PPS 36 | 56,9±0,64 | 7,11±0,08 |
| PPS 37 | 76,5±0,05 | 8,57±0,01 |
| PPS 38 | 77,5±0,95 | 10,1±0,12 |
| PPS 39 | 9,54±0,30 | 1,33±0,04 |
| PPS 40 | 52,3±1,03 | 7,09±0,14 |
| PPS 41 | 53,8±0,02 | 6,67±0,00 |
| PPS 42 | 50,3±0,77 | 6,89±0,11 |
| PPS 43 | 58,9±1,36 | 7,54±0,17 |
| PPS 44 | 44,4±2,30 | 5,92±0,31 |
| PPS 45 | 66,0±1,36 | 8,10±0,17 |
| PPS 46 | ND | |
| PPS 47 | 30,5±1,22 | 3,81±0,15 |
| PPS 48 | ND | |
| PPS 49 | ND | |
| PPS 50 | ND | |
| PPS 51 | ND | |
| PPS 52 | 21,63±0,17 | 8,90±0,07 |

ND = No Determinado

n = 4



4. DISCUSIÓN



4.1. Consumo de Suplementos: Análisis Estadístico

El tamaño de muestra escogido fue de 415 personas que cubrían los 385 necesarios para obtener datos estadísticos fiables.

El cuestionario diseñado, y que está recogido en el anexo fue validado previamente mediante un pilotaje realizado a 25 personas donde se evaluó:

- La validez de contenido del cuestionario: Capacidad que tiene el instrumento de medir aquello para lo que se ha construido. Se hará una revisión sistemática del instrumento, evaluando la estructura, adecuación, exhaustividad, relevancia, claridad, ambigüedad, negación, orden, secuencia y sesgo de conveniencia social.
- La validez del método de aplicación: Se trata de la revisión del método de aplicación del cuestionario y claridad de las instrucciones de cumplimentación, analizando las ventajas y desventajas del método de aplicación del cuestionario y efectuando una revisión de las instrucciones de cumplimentación del instrumento.
- La validez de la estructura del instrumento: Se trata de la revisión de la formulación de las preguntas, la secuencia propuesta y la escala de respuesta.
- El formato de presentación del instrumento: Identificación de las mejores características en apariencia y formato para el instrumento

Después de modificar algunas cuestiones del cuestionario y comprobar su utilidad se procedió a su utilización en la muestra completa.

4.1.1. Comparación con el consumo de suplementos en deportistas

Hemos creído conveniente realizar una comparativa de nuestro estudio con la realidad del consumo de SN en deportistas federados sin dejar de lado el consumo de SN en gimnasios que es el objetivo que nos atañe y que será discutido en el punto 4.1.2.

A) Suplementación Nutricional General

El porcentaje de SN consumidos en este estudio (56%) está dentro de los valores aportados por otros estudios (50%-99%) que evalúan la suplementación en deportistas (Shaw et al., 1998; Crowley y Wall, 2000; Smith-Rockwell et al., 2001; Baylis et al., 2001; Slater et al., 2003; Froiland et al., 2004). Un total de 41 diferentes SN fueron registrados, en conjunto 922 SN fueron consumidos por los



usuarios, con una media de 3,95 por encuestado, similar a la hallada en otros estudios (Kim y Keen, 1999; Rosen et al., 1999; Baylis et al., 2001; Slater et al., 2003; Sundgot-Borgen, 2003; Ziegler et al., 2003; Froiland et al., 2004)

Con respecto al sexo que realiza un mayor consumo de SN en el deporte hay cierta controversia, encontrando estudios donde hay un mayor consumo en mujeres (Rosen et al., 1999; Bjerkan et al., 2000), otros donde el consumo del hombre es mayor (Froiland et al., 2004) y otros donde no destaca ninguno de los sexos (Sundgot-Borgen et al., 2003). En el presente estudio el consumo de SN es mayor en hombres que en mujeres, 62% hombres vs 49% mujeres.

En orden decreciente, Proteínas (28%), L-Carnitina (18,6%), Bebida Deportiva (18,3%), Creatina (17,1%) y Complejo vitamínico (17,1%) fueron los cinco SN más consumidos por los sujetos de este estudio (Tabla 11). En la literatura científica existente los SN más usados por los deportistas son bebidas deportivas, complejos multivitamínicos y minerales (Baylis et al., 2001; Corrigan y Kazlauskas, 2003; Slater et al., 2003; Sundgot-Borgen et al., 2003) por consiguiente, existen resultados similares para la bebida deportiva y los complejos vitamínicos. Las proteínas, aminoácidos o creatina son usados también por los deportistas, pero en menor medida y solo en periodos de entrenamientos de potencia e hipertrofia muscular (Sundgot-Borgen et al., 2003; Erdman et al., 2006). Esto vendría a justificar nuestros resultados teniendo en cuenta que una de las razones más escogidas por los hombres de la muestra a la hora de acudir al gimnasio es estar en forma.

Observando los resultados podemos encontrar diferencias entre los suplementos consumidos por cada género, así pues, los varones se decantaron más por Proteína (42,7%), Creatina (26,9%) y Bebida Deportiva (22,7%); mientras que las mujeres optan más por Diuréticos (29,7%), Complejos Vitamínicos (18,7%) y Chitosan (14,2%). En concordancia con el presente se encuentran otros estudios en los que los hombres se decantan por suplementos proteicos como aminoácidos o creatina (Peters y Goetzsche, 1997; ADA, DC y ACSM, 2000; Bjerkan et al., 2000) y las mujeres por vitaminas y minerales (ADA, DC y ACSM, 2000).

De los 233 individuos que han consumido SN, 33 han consumido o consumían uno o dos SN como máximo, por contrario, 25 individuos han consumido o consumían diez o más SN, existiendo un caso en el que se llega a consumir hasta 25 SN por el mismo individuo. Una situación similar se dio en algunos atletas de las Olimpiadas de Sydney 2000, los cuales estuvieron consumiendo entre 18-20 diferentes SN, habiendo un individuo que consumía un total de 25 (Corrigan y Kazlauskas, 2003).

Las razones más escogidas para justificar el consumo de SN fueron mejorar el aspecto físico, cuidar la salud, aumentar el rendimiento deportivo y paliar algún déficit de la dieta. Resultados similares (no necesariamente en el mismo orden de prioridad) se han hallado en otros estudios, en los que el cuidado de la salud



(Erdman et al., 2006) el aumento del rendimiento deportivo (Kim y Keen, 1999; Krumbach et al., 1999; Baylis et al., 2001; Corrigan y Kazlauskas, 2003; Slater et al., 2003; Sundgot-Borgen et al., 2003; Ziegler et al., 2003; Ambrose, 2004; Froiland et al., 2004; Erdman et al., 2006) y paliar algún déficit de la dieta (Crowley y Wall, 2000; Erdman et al., 2006) se usan como justificaciones en el consumo de SN por deportistas. La bibliografía existente no muestra la mejora del aspecto físico como justificación usada por deportistas, esto puede ser debido a la diferente finalidad de la actividad física realizada en gimnasios (el 48% de los encuestados acuden al gimnasio para estar en forma) y aquella que engloba el deporte de competición, donde prima el rendimiento. El cuarto motivo para el consumo de SN en este estudio fue paliar algún déficit de la dieta, con 13 encuestados, el 5,7% del total.

Consecuente con la literatura científica familia o amigos, entrenadores y compañeros de equipo son aquellos que con más frecuencia recomiendan el uso de SN a los deportistas (Krumbach et al., 1999; Crowley y Wall, 2000; Baylis et al., 2001; Slater et al., 2003; Sundgot-Borgen et al., 2003; Froiland et al., 2004; Erdman et al., 2006). En contraposición a la bibliografía científica revisada, en nuestro estudio aparece la figura del dietista como aconsejador del uso de SN, lo que denota una reciente incorporación y/o una carencia de esta figura en el mundo de la actividad física-deportiva (Smith-Rockwell et al., 2001). Los hallazgos de Sundgot-Borgen et al., (2003) hacen ver que entrenadores, fisioterapeutas, preparadores físicos y demás integrantes de los equipos de atletismo femeninos de élite no tienen conocimientos en nutrición, incluso algunos no tienen ningún tipo de educación en ciencias de la actividad física y deportiva.

El lugar donde más acuden los encuestados a comprar los SN son el gimnasio, las tiendas especializadas y las herboristerías. El único estudio realizado en deportistas que recoge el lugar de compra de SN por estos (Erdman et al., 2006), señala que son los supermercados, las tiendas especializadas y las farmacias los más visitados, por lo que sólo se encuentra una relación para el lugar de donde compran los SN en las tiendas especializadas en ambos estudios.

Es cuanto menos curioso que el 82,4% de los usuarios que consumen SN piensan que obtuvieron resultados a pesar de consumir sustancias que no han sido científicamente demostradas, por lo tanto no sabemos si es simplemente el efecto placebo o si hay que ampliar los estudios científicos de SN para poder corroborar los posibles resultados. Habría que aclarar que hay sustancias consumidas por los usuarios que si mejoran el rendimiento, pero que consumidas de forma combinada con las no demostradas no se podría diferenciar el efecto.

Según la Asociación Dietética Americana (ADA), los Dietistas de Canadá (DC), y el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) cuando los atletas creen que ciertos alimentos, dietas o suplementos mejoran el rendimiento, estas sustancias o tecnologías pueden proporcionar ventajas psicológicas, más allá de los puramente



fisiológicos (2000). Short (1994) y Trissler (1999) han verificado en sus estudios que algunos consumidores compran SN por si pudieran obtener algún beneficio aún sin estar probado (Burke et al., 2006)

Bajo condiciones normales cuando los deportistas consumen una dieta equilibrada a sus necesidades, la mayoría cubren sus necesidades energéticas y nutricionales. La necesidad de SN se hace perentoria en dietas inadecuadas, pero de forma limitada y adecuada. La estandarización y categorización de los SN son esenciales para su control. Los riesgos del uso de SN, el uso efectivo de los mismos, y quizás con más importancia, como maximizar la ingesta de nutrientes proveniente de alimentos para minimizar o suprimir el uso SN pueden ser las áreas de educación más necesitadas (CCES, WADA, 2004).

El uso en exceso de SN hace que la población que lo consume tenga problemas de toxicidad, no sólo por el escaso control de estos productos, sino también por un consumo mayor a la ingesta máxima tolerable de los nutrientes (Eisenberg et al., 1998; Balluz et al., 2000; Blendon et al., 2001; Use of dietary supplements in the US, 2005).

Según la ADA, DC y ACSM, cualquier recomendación para deportistas debería estar basada en datos científicos y necesidades individuales. Los suplementos deberían ser usados cautelosamente y sólo después de la comprobación de éstos pasarían a ser legales. Los ingredientes del etiquetado del producto deberían ser revisados. No deberían recomendarse suplementos sin evaluar la salud del individuo, su dieta, sus necesidades energéticas y nutricionales, así como el uso corriente de medicamentos.

B) Suplementación Proteica

El porcentaje de SPP consumidos en este estudio (28%) está por encima de los valores aportados por otros estudios (7-9%) que evalúan la suplementación en deportistas (Baylis et al., 2001; Corrigan y Kazlauskas, 2003; Slater et al., 2003; Sundgot-Borgen et al., 2003; Erdman et al., 2006).

En la bibliografía revisada cabe resaltar que los SPP fueron usados en mayor medida por atletas profesionales o de competiciones internacionales. Según Erdman et al. (2006) hay que tener en cuenta que el uso de SPP aumenta en el periodo de entrenamiento de hipertrofia, potencia y fuerza, así como en periodos donde se combina entrenamiento y competición. Esto vendría a justificar nuestros resultados teniendo en cuenta que una de las razones más escogidas por los hombres de la muestra a la hora de acudir al gimnasio es estar en forma.

A diferencia del presente estudio donde hay una clara diferenciación por sexos en el consumo de SPP, los estudios revisados no han estudiado el consumo por sexos de SPP en deportistas, sino que lo hacen con suplementos deportivos nutricionales en general.



Hasta 51 marcas diferentes de SPP fueron consumidas por el grupo muestra, habiendo individuos que habían consumidos hasta 20 diferentes. Aunque en la literatura científica revisada no existe una cuantificación sobre las marcas comerciales usadas por los consumidores de SPP ni suplementos deportivos en general, son muchas las alternativas comerciales que se encuentran en el mercado, mercado que sólo en Estados Unidos generó hasta un total de 12 billones anuales en 1999 (Blendon et al., 2001).

La muestra prefiere los gimnasios, las tiendas especializadas en nutrición deportiva y los centros comerciales para comprar los SPP. El único estudio que recoge el lugar de compra de SPP por atletas (Trissler, 1999), señala que son los supermercados, las tiendas especializadas y las farmacias los más visitados, por lo que sólo existe una relación en ambos estudios del lugar de donde compran los SPP (tiendas especializadas de nutrición deportiva).

Los SPP llevan muchos años comercializándose, sobre todo para deportes de fuerza; sin embargo, el contenido proteico de estos suplementos suele derivar de la leche, huevos o soja, y no da ninguna ventajas sobre las fuentes naturales cuando se compara con cantidades equivalentes de proteínas aportadas por estas últimas, siendo además bastantes costosos. El fenómeno se basa en la idea generalizada y errónea de que la ingestión de proteínas siempre lleva un mayor desarrollo muscular o, peor aún, que cuanto mayor sea su consumo tanto mayor será la masa muscular y la fuerza, sin límite alguno (González et al., 2006). En cualquier caso, aunque tales suplementos pueden ser de utilidad para asegurarse fuentes proteicas adicionales, es necesario enfatizar que siempre deben ser complemento de una dieta sana y equilibrada, no su sustituto. Existen evidencias concluyentes de que una dieta media en la cultura occidental satisface adecuadamente las necesidades de proteínas del deportista (Wilmore y Costill, 2007).

4.1.2. Comparación con el consumo de suplementos en usuarios de gimnasios

Una vez comparado el consumo de SN con atletas y deportistas federados hemos cotejado nuestro estudio con la bibliografía existente del consumo de SN en gimnasios y centros fitness, que verdaderamente es lo que nos atañe.

A) Suplementación Nutricional General

El porcentaje de SN consumidos en nuestro estudio (56%) está dentro de los valores aportados por otros estudios (50–66%) que evalúan la suplementación en gimnasios (Reis et al., 2007; Albino et al., 2009; Pimienta y Lopes, 2010).

En cuanto al consumo de SN por sexo, la bibliografía revisada muestra unos resultados parecidos a nuestro estudio (62% hombres vs 49% mujeres), siendo el



hombre aquel que realiza un mayor consumo de SN (entre 68–86%) (Pereira et al., 2003; Junqueira et al., 2007; Albino et al., 2009; Pimienta y Lopes, 2010)

Como podemos ver en la tabla 11, Proteínas, L-Carnitina, Bebida Deportiva, Creatina y Complejo vitamínico fueron los cinco SN más consumidos por los sujetos de nuestro estudio en orden decreciente. Aunque no en este orden, estos resultados coinciden con los estudios encontrados del consumo de SN en gimnasios, donde proteínas, aminoácidos, creatina, vitaminas y minerales y L-carnitina son los más consumidos (Pereira et al., 2003; Carvalho, 2006; Reis et al., 2006; Oliveira y Santos, 2007; Albino et al., 2009; Pereira et al., 2010; Pimienta y Lopes, 2010)

Nuestro estudio también encuentra una concordancia con el consumo de SN por sexo, donde los hombres se decantan por suplementos proteicos como SPP, aminoácidos o creatina y las mujeres por vitaminas y minerales (Oliveira y Santos 2007; Reis et al., 2006; Pereira et al., 2010). Esto se relaciona directamente con las motivaciones del consumo de SN por sexos, donde las mujeres buscaban en su mayoría disminuir grasa corporal, mientras que los hombres buscaban un mayor desarrollo muscular (Inácio et al., 2008; Pereira et al., 2010).

En la bibliografía revisada también se han encontrado correspondencias en cuanto al tipo de asesoría que incentivó el consumo de SN, siendo monitores/entrenadores/instructores, amigos y nutricionistas las fuentes principales (García y Viviani, 2003; Junqueira et al., 2007; Pereira et al., 2010; Pimienta y Lopes, 2010). A diferencia de nuestro estudio, donde el 100% de los gimnasios poseía asesoría nutricional, Lollo y Tavares (2004) informaron que sólo 15% de los gimnasios que habían participado en su estudio poseía una asesoría profesional en nutrición; a su vez, Silva et al. (2005) encontraron que el 42% del asesoramiento de 27 gimnasios encuestados no lo llevaba a cabo un nutricionista. Según un estudio llevado a cabo por Viviani y Júnior (2003) un tercio de los monitores/entrenadores/instructores de los gimnasios encuestados no tenían conocimientos básicos en nutrición. En relación con todo esto, Albino et al. (2009), recogieron en un estudio que el 83% de la asesoría de nutrición que recibía un usuario de gimnasio en el mismo, prevenía de una orientación no profesional. Se hace imperativo, por lo tanto, regular legalmente este aspecto mediante un colegio oficial e informar al consumidor de forma fiable sobre los tipos de suplementos, sus propiedades y riesgos, razonando su uso con respecto a la dieta.

A diferencia de nuestro estudio han sido muchos los artículos revisados en los que la autoindicación o autoprescripción se encuentra entre una de las opciones más escogida a la hora de aconsejar el consumo SN (Araujo y Soares 1999; Pereira et al., 2003; Reis et al., 2007; Albino et al., 2009).

Lollo y Tavares (2004), encontraron que el 5,8% de los encuestados consumían hasta 5 SN a la vez; estos datos guardan una relación directa con los 25 individuos



que habían consumido o consumían 10 o más SN en nuestro estudio y nos hacen recapacitar sobre el excesivo consumo de los SN en gimnasios.

Al evaluar la relación entre los SN de mayor consumo encontrados en este estudio con el objetivo que motivaba su consumo, encontramos una amplia cantidad de individuos que realizaban una inadecuada asociación. Esto se atribuye en gran parte al desconocimiento de los SN por parte de los consumidores de los mismos y a la fuente que incentiva el consumo de SN en los usuarios de gimnasio, que en la mayoría de las veces, no se encuentran debidamente capacitados para ejecutar esta labor (Alves dos Santos y Pereira dos Santos, 2002; Maughan et al., 2004).

El 82,4% de los usuarios que consumen SN piensan que obtuvieron resultados a pesar de consumir sustancias que no han sido científicamente demostradas (CCES, 2004). Los dos estudios encontrados en relación a la obtención o no de resultados del consumo de SN muestran resultados contrapuestos, 68% que no han alcanzado resultados (Pimienta y Lopes 2010) vs 95% que si les ayudó a aumentar el rendimiento (Lollo y Tavares 2004); por lo tanto no sabemos si es simplemente el efecto placebo o si hay que ampliar los estudios científicos de SN para poder corroborar los posibles resultados.

Muchos de los estudios revisados, incluido el nuestro, asocian el uso de SN con el sexo, la edad el tiempo de práctica deportiva. Así, hombres jóvenes y que acuden de forma regular al gimnasio varias veces en semana, conforman el perfil tipo de los consumidores de SN en todos los estudios encontrados, incluido el nuestro (Lollo y Tavares, 2004; Carvalho, 2006; Albino et al., 2009; Inacio et al., 2008; Pereira et al., 2010; Pimienta y Lopes, 2010).

B) *Suplementación Proteica*

Según nuestro estudio y la bibliografía revisada los SPP son los SN más consumidos por los usuarios de gimnasios. El consumo de SPP de nuestro estudio se encuentra dentro del intervalo de los estudios revisados que evalúan el consumo de SN en gimnasios (22–39%) (Pereira et al., 2003; Reis et al., 2006; Albino et al., 2009; Pereira et al., 2010; Pimienta y Lopes, 2010). Estos resultados guardan mucha relación con las opciones más elegidas por las que los consumidores de SPP acuden al gimnasio: estar en forma (Hirschburch et al., 2008; Lavalli y Correia 2010; Sánchez et al., 2011), aumentar la masa muscular (Albino et al., 2009) e hipertrofiar (Pereira et al., 2010), ya que van encaminadas a intentar conseguir resultados relacionados con el consumo de SPP (Burke et al., 2004; Tipton y Wolfe, 2004; González et al., 2006).

El hecho que la mayoría de consumidores de SPP ha hecho ejercicio con regularidad durante más de un año muestra que hay una tendencia de buscar suplementos para mejorar resultados. El tiempo de dedicación al ejercicio en los gimnasios afecta al empleo de suplementos por los usuarios al estar más expuestos a un



entorno de consumo. Además, Inácio et al. (2008) y Pereira et al. (2010) comprobaron que entre el 70–75% de los hombres que acudían a un gimnasio querían aumentar su masa muscular en poco tiempo, por lo tanto, el uso de SN y SPP para intentar conseguirlo toma más peso, a pesar de que los resultados no estén probados científicamente.

Al igual que en nuestro estudio, todos los revisados coinciden que el consumo de SPP es más frecuente en hombres (Rocha y Pereira, 1998; Araujo y Soares, 1999; Pereira et al., 2003; Lollo y Tavares, 2004; Junqueira et al., 2007; Oliveira y Santos, 2007; Hirschburch et al., 2008; Albino et al., 2009; Lavalli y Correia, 2010; Pereira et al., 2010; Pimienta y Lopez, 2010)

Los resultados encontrados en la bibliografía revisada, en cuanto a quien recomienda el consumo de SPP, son similares a nuestro estudio. Los amigos (Hirschbruch et al., 2008 y Lavalli y Correia, 2010), la auto prescripción (Araujo y Soares 1999; Krummbach et al., 1999; Hirschbruch et al., 2008; Lavalli y Correia, 2010) y los entrenadores o monitores del gimnasio (Fleischer y Read, 1982; Rocha y Pereira, 1998; Dunn et al., 2001; Pereira et al., 2003, Hirschbruch et al., 2008; Hoffman et al., 2008; Lavalli y Correia, 2010) son las opciones más elegidas.

El porcentaje de consumidores de SPP que obtuvieron los resultados deseados fue más alto en nuestro estudio (77 %) que en otros estudios revisados (55 %) (Lavalli y Correia, 2010). Estas apreciaciones son muy subjetivas y dependen de muchos factores, por ello sería conveniente estudios científicos que demuestren si verdaderamente existe una relación directa entre los resultados objetivos y los que el consumidor de SPP piensa que ha obtenido, ya que hay evidencias concluyentes que indican que la mayoría de los suplementos no tienen beneficio alguno para la salud o el rendimiento, otorgando en ocasiones beneficios debido a un efecto placebo (Applegate y Grivetti, 1997; Baylis et al., 2001)

Según la literatura científica (Burke et al., 2006; Erdman et al., 2006; González et al., 2006; Tarnopolsky, 2006) la ingesta recomendada para deportistas varía de 1,2–1,4 g/kg en deportes de resistencia, y 1,7–1,8 g/kg en deportes de fuerza, entre 160% y 220% de las ingestas recomendadas para la población en general, 0,8g/kg/día (DRIs 2002). Recientemente, la ACSM (2009) ha unificado las recomendaciones para ambos grupos de deportistas (1.2– 1.7 g/kg/día). Si calculamos el gasto energético total diario de la muestra que consume SPP por métodos indirectos (Fórmula de Suma de Componentes: donde se tiene en cuenta el metabolismo basal, el gasto de la termogénesis inducida por la dieta y el gasto por actividad física) (Sánchez y Guerra, 2006; Johnson, 2001), obtenemos una media de 3250,6 kcal al día en el caso de los hombres (se ha escogido el caso de los hombres al ser más representativo). La recomendación de consumo proteico es del 15% de la energía total diaria (487,5 kcal) que da un total de 121,9 g diarios en hombres. Si a ese consumo le añadimos las tomas (una o dos) de 57,33 g de SPP con una pureza de 78,9% en proteína (45,23 g en una toma o dos) resultaría un



consumo de 167,13–212,36 g de proteína por día en hombres según sea una o dos tomas las que hagan. Sabiendo que el peso medio de los consumidores de SPP es de 76,52 kg, averiguamos que se estaría consumiendo entre 2,18 y 2,77 g/kg/día, aproximadamente el 309% de la ingesta recomendada para personas normales (DRIs 2002), el 190% de las recomendaciones para deportistas de resistencia y el 141% de lo recomendado en deportistas de fuerza, evidentemente muy por encima de los tres grupos. Según los estudios revisados, muy raramente, los individuos que realizan ejercicio de forma regular deberían tomar SPP como añadido a su dieta (Lemon, 1998; Lemon, 2000; Nemet et al., 2005; Burke et al., 2006; Tarnopolsky, 2006; Wilmore y Costil, 2007)

El abuso de suplementos de proteína aumenta el riesgo de deshidratación si no se consume una cantidad adecuada de líquido, ya que son necesarios 50 ml del agua para excretar un gramo de urea (González et al., 2006). Además el consumo excesivo de éstas puede dar lugar a la activación de los procesos de desaminación o transaminación y a la transformación de los restos hidrocarbonados en grasa, ya que no existen reservas corporales de aminoácidos (Burke et al., 2006). La alta ingesta proteica de los encuestados muestra un consumo inadecuado y peligroso. Un exceso de aminoácidos puede ser desviado con fin energético para producción de energía (para la síntesis de un compuesto de intermediario del ciclo de Krebs) o excretado, ya que el ser humano no tiene un compartimento de reserva de proteína.

El contenido de proteína de los SPP proviene de la leche de la vaca, los huevos y la soja principalmente y no tiene ninguna ventaja añadida si los comparamos con las fuentes naturales de las que se extraen. Además, los SPP son más caros que las fuentes naturales de proteína.

4.1.3. Suplementación Nutricional, Salud y Legalidad

El 89,4% de la muestra estaba a favor del consumo de SN dentro de la legalidad, entendiendo como legalidad aquellos suplementos que no ponen en riesgo la salud, que hayan pasado el control sanitario según la normativa europea (Directiva 2002/46/CE) y/o española y pueden ser comercializados sin prescripción médica (Directiva 2001/83/CE).

Sólo el 3,9% los consumiría si fueran perjudiciales para su salud y 5,3% si fuera ilegal o prohibido. Existen numerosos estudios en los que los consumidores de SN no son conscientes de aquello que toman, estando consumiendo a veces suplementos perjudiciales para su salud y/o suplementos con sustancias añadidas ilegales o prohibidas (Fricker, 2000; Ayotte et al., 2001; Baylis et al., 2001; Green et al., 2001; Kamber et al., 2001; Kanayama et al., 2001; Pipe y Ayotte, 2002; Ambrose, 2004; MADG, 2004)



El marco legal se ciñe a los daños en la salud que pueda ocasionar los suplementos que se comercialicen en la Unión Europea, creando para ello la Autoridad Europea de Seguridad Alimentaria. Sin embargo, no establece si el uso del suplemento al que va destinado está demostrado científicamente o no; pudiendo de este modo comercializarse un producto que aunque no sea dañino para la salud anuncie unos posibles efectos no probados con un protocolo científico adecuado.

Las investigaciones muestran desde hace más de una década (Eisenberg et al., 1998; Shaw et al., 1998) hasta la actualidad (Albino et al., 2009; Pimienta y Lopez 2010) que tanto deportistas como usuarios de gimnasios no reciben información profesional a cerca de los suplementos nutricionales.

Los medios de comunicación, internet, prensa especializada, etc. juegan un papel importante en la decisión de usar suplementos (Scofield y Unruh, 2006; Chung et al., 2007). La población está cada vez más expuesta a la información proviniendo de los medios de comunicación y menos a aquella que procede de la comunidad científica (Winterstein y Storrs 2001; Conner et al., 2003). Sería importante establecer criterios que acoten el contenido que allí se muestra, ya que puede ser malicioso, buscando más vender que informar.



4.2. Calidad de los suplementos nutricionales proteicos

4.2.1. Muestras

Se han analizado 52 suplementos proteicos: 14 corresponden a concentrados de proteínas del suero lácteo (27%), 3 son aislados de proteína del suero lácteo (5,8%), 5 son mezcla de los dos anteriores (9,6%), otros 5 además de la mezcla contienen péptidos del suero lácteo (9,6%), 2 muestras eran exclusivamente caseínas (3,8%), otras 5 eran mezcla de proteínas del lactosuero y caseínas (9,6%), 8 muestras eran mezcla de proteínas del lactosuero con proteínas aisladas de otros alimentos: arroz, guisante, huevo, soja y trigo principalmente (15,4%). Ocho muestras contenían una mezcla de proteínas intactas del lactosuero principalmente con hidrolizados del mismo (15,4%), una muestra era completamente hidrolizado de proteínas lácteas (1,9%) y otra muestra mezcla de aminoácidos con creatina (1,9%). En total el 92% de las muestras tenían proteínas, bien intactas o hidrolizadas de proteínas del lactosuero.

Teniendo en cuenta que se adquirieron todo tipo de suplementos proteicos que existían en el comercio, la alta proporción de proteína del lactosuero analizadas indica que estas son las que más se venden y con gran diferencia sobre los demás suplementos proteicos.

El 53% de los lactosueros no indican en su etiqueta o en su prospecto su forma de obtención y si está declarada en el 47%. De estos, el 42% son obtenidos por ultrafiltración, otro 42% por microfiltración y un 16% por mezcla de los dos anteriores. Dentro de los de microfiltración la mitad se obtuvo por flujo cruzado.

4.2.2. Determinación de furosina

a) Ensayos previos

La precisión del procedimiento completo, incluyendo hidrólisis acida, preparación de muestra y análisis cromatográfico se evaluó en la muestra PPS14 (n=8) obteniéndose un coeficiente de variación de 1,65% para una media de furosina de 1572 mg/100 g de proteína.

El límite de detección fue de 0,50 mg /100 g de proteína (calculado como tres veces la señal del ruido) y el límite de cuantificación fue de 1,67 mg/100 g de proteína (calculado como diez veces la señal del ruido).

Estos resultados previos nos permiten analizar con fiabilidad los datos obtenidos para este parámetro en las muestras. Sólo una muestra estuvo por debajo del límite de cuantificación (PPS23) y la siguiente presentó una concentración 13 veces superior al límite de cuantificación (PPS4).



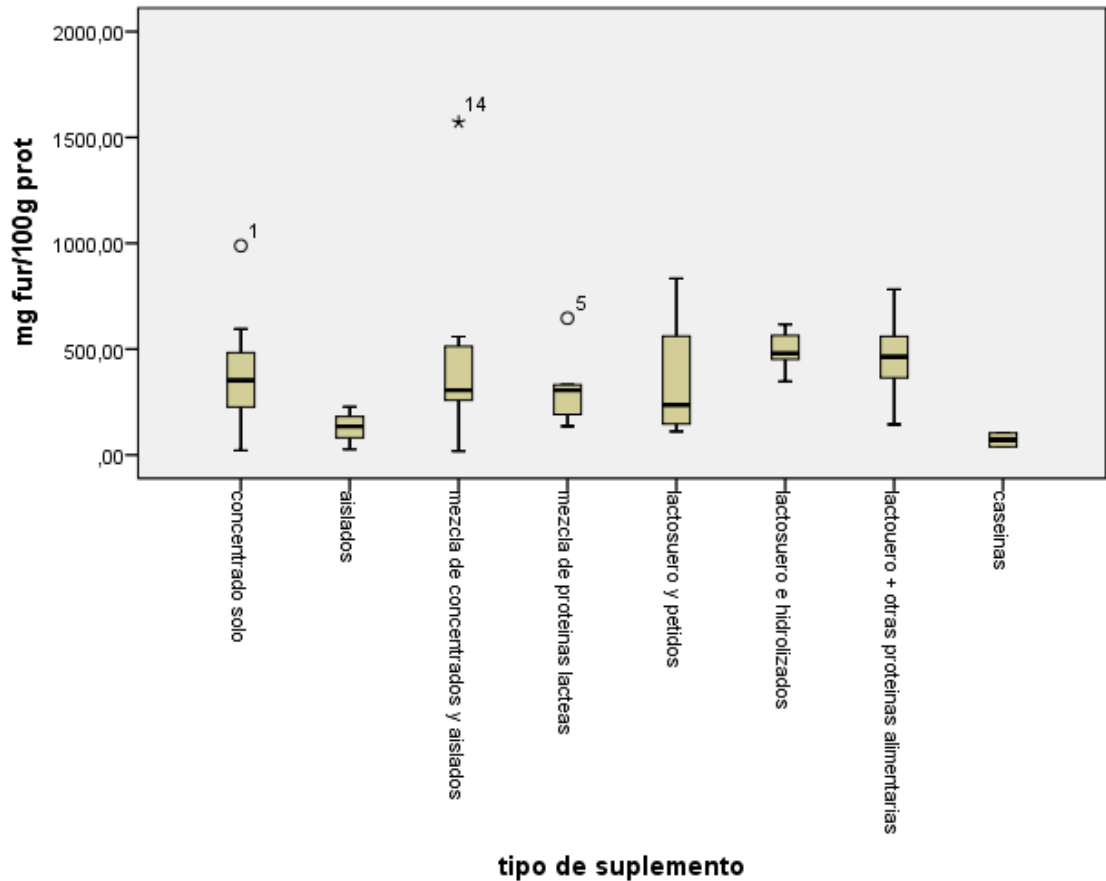
b) Análisis en muestras

Los valores de furosina nos indican de manera indirecta el daño producido en las muestras durante su procesado térmico. Los valores obtenidos oscilaron entre no detectado para la muestra PPS 23 (mezcla de proteínas de soja, guisante, arroz y trigo), por tanto sin proteínas lácteas, seguida por la muestra PPS 4 con un valor de 22 mg/100 g de proteína y 1572 mg/100g de proteína para la muestra PPS14, ambas muestras contenían proteínas del lactosuero (tabla 16). El valor medio obtenido fue de 385 mg/100 g de proteína y una mediana de 333 mg/100g de proteína.

Si lo separamos por tipo, los concentrados de proteínas del lactosuero tuvieron un valor medio y (mediana) de 366 (353 mg/100g de proteína), los aislados de proteínas del lactosuero 129 (135 mg/100g de proteína), la mezcla de los dos anteriores 321 (305 mg/100 g de proteína), la mezcla de los anteriores junto con péptidos 402 (278 mg/100 g de proteína), la mezcla de proteínas lácteas (lactosuero y caseínas) un promedio de 570 mg/100g de proteína y una mediana de 305 mg/100g de proteína, la mezcla de proteínas lácteas, principalmente lactosuero e hidrolizados, presentaron una media de 497 mg/100g de proteína y una mediana de 480 mg/100g de proteína, las caseínas presentaron un promedio de 71 mg/100g de proteína, la mezcla de proteínas de diferente procedencia tuvieron una media de 377 mg/100 g de proteína y una mediana de 348 mg/100g de proteína, por último la muestra que era exclusivamente de hidrolizado presentó un valor de 61 mg/100 g de proteína y la que contenía sólo aminoácidos mas creatina un valor de 939 mg/100 g de proteína.

De todo ello podemos deducir que las muestras que contienen lactosuero, bien en forma de proteínas bien en forma de hidrolizados, son las que presentan los valores más elevados de furosina. Las caseínas presentaron un valor medio 6 veces inferior y no se detectó furosina en la muestra que contenía proteínas mezcla de soja, guisante, arroz y trigo. Comparando proteínas del lactosuero, los aislados presentaron un valor inferior a los concentrados, casi tres veces menor, como era de esperar, este hecho se confirma cuando estos aislados se mezclan con concentrados ya que se obtienen valores más bajos que los obtenidos en concentrados. Cuando los suplementos contienen mezclas de proteínas del lactosuero con caseínas y mezclas de las mismas con hidrolizados el daño sufrido por el producto es mayor, ya que se obtienen valores medios de furosina de 500 mg/100g de proteína, lo que indica que el proceso seguido ha sido menos cuidado. Aunque los valores medios de furosina para algunos suplementos (aislados, caseínas y otras proteínas alimentarias) fueron muy diferentes al resto, el bajo tamaño muestral de estas hace que las diferencias entre grupos no sean significativas estadísticamente ($P=0,364$) (gráfica 7).

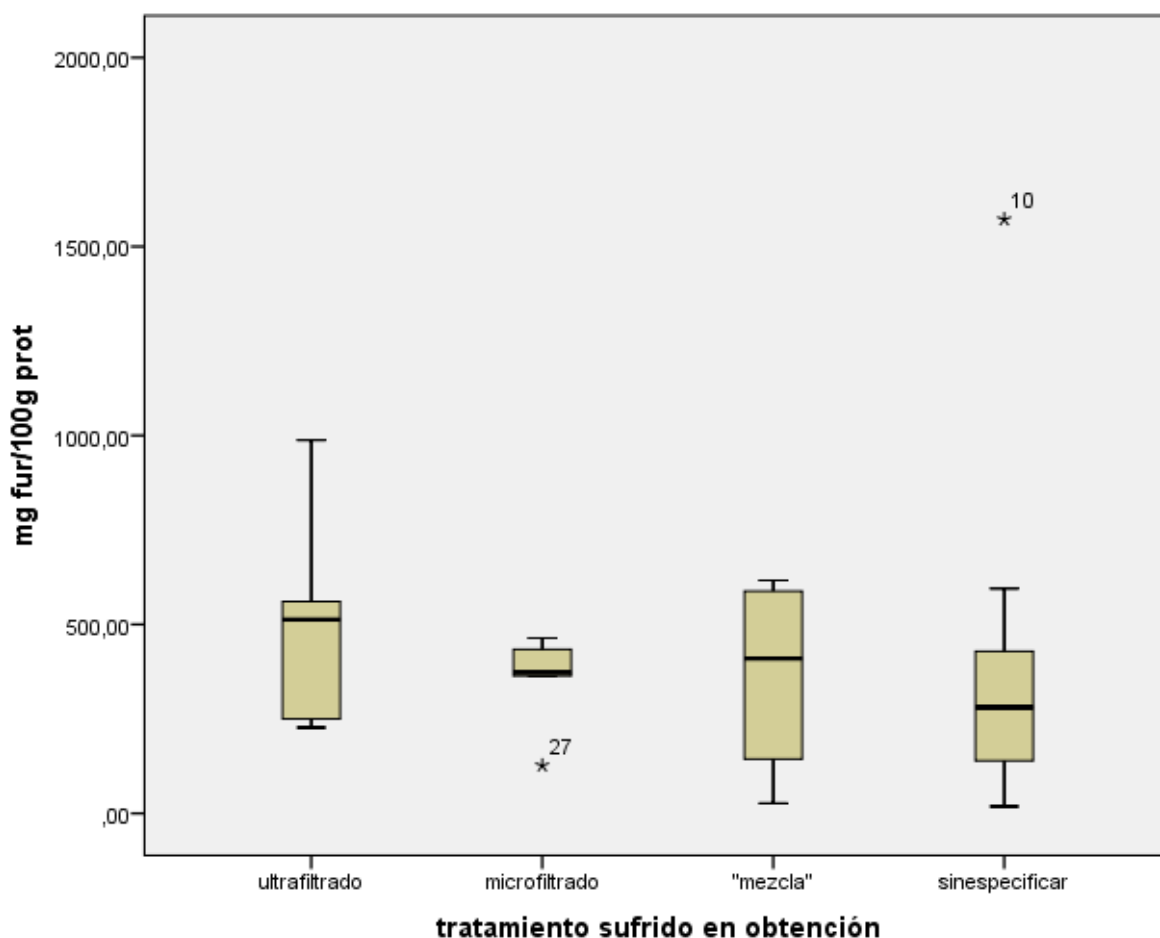


Gráfica 7. Diagrama de cajas y bigotes según tipo de suplemento

El dato de furosina (939 mg/100 g de proteína) obtenido para la muestra 20 (muestra con creatina y aminoácidos) es difícil de interpretar, pues si bien la muestra contiene el aminoácido lisina, su mezcla en seco con los demás componentes no supondría daño en el mismo, por lo que es de suponer que esta se haya realizado en húmedo y posteriormente el producto se haya desecado.

Las proteínas del lactosuero (aisladas, concentradas y mezclas) las podemos clasificar en 4 categorías, según el procedimiento de obtención que viene indicado en la etiqueta: “ultrafiltrado”, “microfiltrado”, “mezcla de ambos procedimientos” y “no especificado”. Aunque el valor medio de furosina en los lactosueros ultrafiltrados fue superior (509 mg/100 g proteína) a los otros grupos que presentaron una media aproximada de 350 mg/100g de proteína, no se obtuvo diferencia estadísticamente significativa entre ellos ($P=0,759$) (gráfica 8)



Gráfica 8. Diagrama de cajas y bigotes según obtención de los lactosueros

La disminución de la calidad de los concentrados y aislados de proteínas del suero lácteo se puede producir, bien por la no eliminación de los carbohidratos del lactosuero o bien por un calentamiento elevado en la deshidratación del mismo en presencia de carbohidratos, en ambos casos se ve favorecida la reacción de Maillard.

Relación entre furosina y carbohidratos

La relación total entre carbohidratos declarados en la etiqueta (tabla 6), sin considerar si son azúcares o no y el contenido de furosina de todos los suplementos analizados (tabla 16) fue de $r^2=0,1636$ y significativa ($P=0,04$), esta relación se eleva hasta $0,2938$ (r^2) ($P= 0,006$) si se eliminan los suplementos que contienen creatina, caseínas, solas o combinadas, péptidos del suero lácteo y trigo e hidrolizados proteicos y sólo se consideran proteínas del lactosuero aisladas, concentradas, bien solas o mezcla entre ellas o con proteínas de otros alimentos. La ecuación de la recta obtenida en este último caso es $\text{furosina (mg/100g proteína)} = 10,9273 \times (\% \text{ CH declarados en la etiqueta}) + 240,8393$.



Si se tienen en cuenta los azúcares, cuando estos vienen expresamente desglosados de los carbohidratos totales en el etiquetado nutricional (tabla 6), la relación obtenida es 0,4526 (r^2) y significativa ($P=0,008$), aunque baja a 0,3344 (r^2), cuando se elimina la muestra que contiene sólo aminoácidos y creatina y se eleva a 0,6770 (r^2) ($P= 0,006$) cuando se eliminan los péptidos del suero y el péptido de trigo. Hay que tener en cuenta que el contenido de azúcares no viene desglosado en todas las muestras y que este valor de relación obtenido tiene en cuenta proteínas del lactosuero aisladas, concentradas, bien solas o mezcla entre ellas e hidrolizados del lactosuero. La ecuación de la recta obtenida en este último caso es furosina (mg/100g proteína)= $66,155 \times (\% \text{ azúcares declarados en la etiqueta}) + 117,306$.

Como se puede observar es posible utilizar el contenido de carbohidratos del etiquetado (o de los azúcares) como medida indirecta del daño térmico que han sufrido las muestras elaboradas, principalmente, a base de proteínas del lactosuero.

Relación entre furosina y proteínas

Haciendo un estudio de relación similar con el contenido de proteínas nos encontramos una correlación de 0,1622 (r^2) y significativa ($P=0,03$) cuando se consideran todos los suplementos analizados, esta relación se eleva hasta 0,2730 (r^2) ($P= 0,004$) si se eliminan los suplementos que contienen creatina, caseínas, solas o combinadas, péptidos del suero lácteo y trigo e hidrolizados proteicos y sólo se consideran proteínas del lactosuero aisladas, concentradas, bien solas o mezcla entre ellas o con proteínas de otros alimentos. La ecuación de la recta obtenida en este último caso es furosina (mg/100g proteína)= $-9,430 \times (\% \text{ proteínas}) + 1090,641$. Si sólo se consideran los aislados proteicos del lactosuero el valor de r^2 obtenido es de 0,9379, aunque no fue significativo ($P=0,160$).

Igual que para el caso anterior, es posible utilizar el contenido de proteínas como una medida indirecta del daño térmico que han sufrido las muestras elaboradas, principalmente, a base de proteínas del lactosuero.

Relación entre las diferentes formas de expresar furosina

La relación entre furosina expresada en mg/100 g de muestra y mg/100 g de proteína fue de 0,8085 (r^2) y muy significativa ($P=0,000$) ($\text{mg fur}/100 \text{ g prot}=1,262 \times \text{mg fur}/100 \text{ g muestra} + 35,641$), además si se eliminan las muestras 20 y 52, que corresponden a mezcla de aminoácidos y proteínas del lactosuero y ovoalbúmina, ambas con contenido de proteínas próximo al 20% la relación se eleva a $r^2=0,9815$ ($P=0,000$) ($\text{mg fur}/100 \text{ g prot}=1,314 \times \text{mg fur}/100 \text{ g muestra} - 2,628$).



Esto nos indica que podemos comparar el daño térmico entre suplementos proteicos sin determinar proteínas lo que simplifica el análisis, utilizando principalmente la segunda ecuación.

Comparación con otros autores

Solo hemos encontrado un estudio que haya analizado la calidad nutricional de suplementos deportivos (Rufián-Henares et al., 2007), aunque si hay un mayor número de investigaciones en ingredientes proteicos utilizados en la elaboración de alimentos dietéticos, principalmente formulas para lactantes.

Rufián-Henares y al, (2007) analizan 13 suplementos proteicos: 2 aislados de proteína de lactosuero, 1 concentrado de proteína de lactosuero, 5 concentrados o aislados de proteínas de lactosuero mas caseínas, 4 mezclas de hidrolizados con proteínas del lactosuero y 1 sin especificar. El valor medio obtenido es de 150 mg/100 g de proteína y la mediana de 40 mg/100g de proteína. Estos valores son difíciles de comparar con los nuestros ya que la mayor parte de las muestras ensayados por nosotros son proteínas aisladas o concentrados de lactosuero sin mezclar con caseínas o hidrolizados. Aunque de forma similar a nosotros el valor más alto se obtiene en un concentrado de proteínas de lactosuero (1126 mg/100g de proteína) y el valor más pequeño en un aislado (2,8 mg/100g de proteína). En este mismo estudio y a diferencia del nuestro, los autores no encontraron relación significativa entre furosina y el contenido de proteína en los 13 suplementos que analizaron. Estos mismos autores (Rufián-Henares y al, 2007) analizan el contenido de furosina en 19 ingredientes proteicos: 4 concentrados, 14 aislados, 3 caseínas, 1 hidrolizado de caseína y un aislado de soja y obtienen unos valores medios, expresados en mg/100 g de proteína, de: 588, 98, 29, 24 y 3,3 respectivamente y establece el valor de 70 mg/100g de proteína como el valor a no superar para considerar el ingrediente de alta calidad, si tenemos en cuenta esta valor solo 7 de los 52 suplementos analizados serían de adecuada calidad por lo que no se debe considerar este valor como real ya que habría que rechazar por mala calidad al 87% de los suplementos analizados y proponemos que cada tipo de suplemento tenga un valor y este podría ser el valor de la mediana obtenido en nuestro estudio.

Contreras-Calderón et al., (2008), analizan 15 ingredientes proteicos utilizados en la elaboración de fórmulas infantiles: 6 concentrados de proteínas de lactosuero, 4 caseinas/caseinatos, 3 muestras de soja (2 aislados y una harina) y dos hidrolizados de proteínas lácteas. A diferencia de los datos obtenidos por nosotros la mitad de los concentrados de lactosuero que analizaron presentaban valores de proteínas $\leq 30\%$ y un valor medio y (mediana) de furosina muy superior al obtenido por nosotros 831 mg/100g de proteínas (743 mg/100g de proteína), sin embargo los valores medios de furosina para los aislados de caseínas y e hidrolizados proteicos lácteos fueron ligeramente inferiores a los obtenidos por nosotros, 45,5 mg/100 g de proteína y 10,8



mg/100 g de proteína respectivamente. Estos autores sólo encuentran azúcares reductores en los concentrados de proteínas de lactosuero pero no en los hidrolizados y caseinatos lo que explicaría la diferencia con nuestros resultados.

Morales y Jiménez-Pérez, (2000) y Rufián-Henares y al. (2004) también habían encontrado valores bajos de furosina en caseinatos, 33 y 50 mg de furosina/100 g de proteína respectivamente, al analizar este tipo de ingrediente para la realización de sistemas modelo. Sin embargo los valores de furosina en proteínas de lactosuero suelen ser muy dispares, así Rufián-Henares y al. (2004a) encuentran valores que oscilan entre 50 y 1300 mg/100 g de proteína según la forma de obtención de los mismos y hay que indicar que el valor de 50mg/100 g de proteína fue obtenido aplicando liofilización para la obtención del lactosuero en polvo.

Cattaneo y al., (2012) también encontraron valores bajos de furosina en caseínas obtenidas por acidificación de leche desnatada pasteurizada sin embargo en algunas muestras de caseínas obtenidas por tratamiento enzimático con renina el valor obtenido fue muy alto (354 mg/100g proteína). Estos mismos autores (Cattaneo y al., 2012) también encuentran valores muy heterogéneos de furosina (entre 5,6 y 382 mg/100g de proteína) en ingredientes sólidos mezcla de proteínas del lactosuero y caseínas elaborados por co-precipitación y posterior ultrafiltración de leche desnatada pasterizada según el tratamiento que se llevase a cabo fuese a pH entre 5,3 y 6 y hubiese etapa de lavado o no para eliminar al máximo posible la lactosa. Cuando solo se utiliza la técnica de ultrafiltración y posterior secado el valor obtenido por los citados autores fue todavía mayor, 427 mg/100 g proteína. Los datos medios obtenidos por nosotros son superiores aunque el orden de daño térmico obtenido concuerda (menos daño para las caseínas, después mezcla de caseína y lactosuero y por último lactosuero ultrafiltrado), aunque en nuestro caso y para las mezclas de caseína con lactosueros no conocemos si se han obtenido por co-precipitación o mezcla de proteínas obtenidas previamente.

Recientemente se ha está estudiando la relación entre la solubilidad de concentrados proteicos lácteos y la extensión de la reacción de Maillard (RM) debido a la formación de enlaces cruzados entre proteínas. Le et al., (2011a) han encontrado una disminución de la solubilidad en concentrados proteicos con un 80% de riqueza en proteínas, concentración similar a la analizada en nuestros suplementos, durante el almacenamiento a 25 y 40°C y condiciones de humedad del 44 y 84%. Encontrando una relación inversa entre RM (medida entre otros con el indicador furosina) y solubilidad. En este estudio el valor máximo de furosina alcanzado está próximo a 1400 mg/100 g de proteína. En un estudio posterior estos mismos autores (Le et al., 2011b) indican que son las caseínas las que más se afectan por la formación de enlaces cruzados y en menor medida los concentrados de lactosuero. Teniendo en cuenta este estudio 6 de los 52 suplementos analizados además de perder calidad nutricional por pérdida de lisina lo pueden hacer por formación de puentes proteicos cruzados.



4.2.3. Determinación de lisina total

a) Ensayos previos

La precisión del procedimiento completo, incluyendo hidrólisis ácida, preparación de muestra y análisis cromatográfico se evaluó en la muestra PPS29 (n=8) obteniéndose un coeficiente de variación de 3,84% para una media de lisina total de 5,36 g/100 g of proteína.

El límite de detección fue de 0,13 g/100 g de proteína (calculado como tres veces la señal del ruido) y el límite de cuantificación fue de 0,44 g/100 g de proteína (calculado como diez veces la señal del ruido).

Los resultados obtenidos nos permiten analizar con fiabilidad este parámetro. La muestra con menor concentración presentó una concentración 3 veces superior al límite de cuantificación (PPS39) y la siguiente más de 6 veces el citado límite (PPS3).

b) Análisis en muestras

Los valores de lisina oscilaron entre 1,33 g/100 g de proteína para la muestra PPS39 y 11,63 g/100g de proteína para la muestra PPS 22 (tabla 17). La primera corresponde a una muestra que contiene junto a proteínas aisladas y concentradas del lactosuero, péptidos del suero y la segunda corresponde a una muestra que contiene una mezcla de proteínas aisladas del suero y caseinato cálcico.

El valor medio obtenido fue de 6,62 g/100 g de proteína y una mediana de 6,67g/100g de proteína. Si aceptamos que el contenido de lisina de las proteínas del lactosuero está próximo al 8%, valor de un lactosuero liofilizado (Rufián-Henarés y al., 2006), solo el 33% de los lactosueros contienen valores iguales o superiores a este y por tanto se trata de proteínas de este tipo, el resto lleva adicionados creatina, mezcla de aminoácidos ramificados, taurina, etc. y por tanto la utilización de un valor fijo de lisina para calcular el total de lisina bloqueada en todas las muestras puede conllevar a un error muy grande. Esto también parece corroborarse al obtenerse una relación de solo $r^2=0,7416$ al comparar el contenido de lisina expresado en g/100g de muestra y lisina expresada en g/100 g de proteínas, teniendo en cuenta que el porcentaje de proteínas de la mayoría de los suplementos es similar.

Relación entre lisina total y furosina

No se obtuvo relación entre el contenido de lisina total y de furosina, en ninguna muestra, ni total, ni quitando poco a poco los componentes, excepto para el caso de los aislados ($r^2= 0,9799$) aunque no fue significativa ($P=0,09$). Esto nos indica que el



daño térmico de las muestras va a depender del proceso de elaboración y del contenido en azúcares de la muestra, y no es limitante el contenido de lisina de las mismas.

Relación entre lisina total y proteínas

La relación entre lisina y el contenido de proteínas fue de 0,0202 (r^2) y solamente fue superior a 0,1 ($r^2=0,988$) cuando se consideran los aislados de proteínas del lactosuero, aunque debido al pequeño tamaño de muestra no fue significativo ($P=0,07$). Esto indica que además del contenido y tipo de proteínas principales declarado en la etiqueta hay otros compuestos nitrogenados y aminoácidos distintos de lisina que se contabilizan en el método de valoración de proteínas.

4.2.4. Lisina Bloqueada

En la valoración de la calidad de los suplementos proteicos, aparte de considerar el daño producido durante los procesos de obtención, hay que considerar la disponibilidad real de los aminoácidos presentes en dichos suplementos. En este caso, la disponibilidad ha sido estimada a través del cálculo del porcentaje de lisina bloqueada utilizando la fórmula de Finot y al., (1981):

$\% \text{ lisina bloqueada} = (3.1 \times \text{g de furosina} \times 100 \times 0.8) / (\text{g de lisina total} + 1.86 \times \text{g de furosina})$

La tabla 18 recoge los valores obtenidos tras la aplicación de la citada fórmula.

Tabla 18. % de lisina bloqueada en las muestras analizadas

| Muestras | % lisina bloqueada | Muestras | % lisina bloqueada |
|----------|--------------------|----------|--------------------|
| PPS 1 | 34,3±1,2 | PPS 27 | 9,49±0,9 |
| PPS 2 | 19,5±2,2 | PPS 28 | 18,0±3,2 |
| PPS 3 | 26,8±1,0 | PPS 29 | 21,7±2,2 |
| PPS 4 | 0,83±0,22 | PPS 30 | 17,7±0,3 |
| PPS 5 | 23,6±0,2 | PPS 31 | No determinado |
| PPS 6 | 14,4±0,5 | PPS 32 | 7,72±0,01 |
| PPS 7 | 15,4±0,1 | PPS 33 | 13,3±0,3 |
| PPS 8 | 10,0±1,3 | PPS 34 | 10,3±0,4 |
| PPS 9 | 4,05±0,52 | PPS 35 | No determinado |
| PPS 10 | 21,2±1,4 | PPS 36 | 4,91±0,47 |
| PPS 11 | 21,0±0,3 | PPS 37 | 0,76±0,09 |
| PPS 12 | 13,2±1,3 | PPS 38 | 6,49±0,01 |
| PPS 13 | 14,5±1,0 | PPS 39 | 58,6±0,6 |



| | | | |
|--------|-----------|--------|----------------|
| PPS 14 | 31,9±0,2 | PPS 40 | 3,77±0,17 |
| PPS 15 | 8,74±1,91 | PPS 41 | 0,68±0,02 |
| PPS 16 | 15,1±1,1 | PPS 42 | 11,4±0,3 |
| PPS 17 | 15,4±0,7 | PPS 43 | 4,05±0,07 |
| PPS 18 | 1,15±0,15 | PPS 44 | 4,22±0,13 |
| PPS 19 | 11,0±0,6 | PPS 45 | 1,83±0,26 |
| PPS 20 | 51,0±2,1 | PPS 46 | No determinado |
| PPS 21 | 7,16±0,43 | PPS 47 | 23,4±1,4 |
| PPS 22 | 3,95±0,32 | PPS 48 | No determinado |
| PPS 23 | 0 | PPS 49 | No determinado |
| PPS 24 | 16,7±0,8 | PPS 50 | No determinado |
| PPS 25 | 4,99±0,4 | PPS 51 | No determinado |
| PPS 26 | 7,36±0,2 | PPS 52 | 18,7±0,1 |

Los valores de lisina bloqueada oscilaron entre no detectado para la muestra PPS 23, que como ya hemos comentado no contenía furosina y se trataba de una mezcla de proteínas no lácteas (soja, guisante, arroz y trigo), seguida por las muestras PPS 37 con un valor de 0,76 % (muestra de aislado del lactosuero) y 58,6% para la muestra PPS 39, muestra que además de mezcla de proteínas del lactosuero contenía péptidos del mismo. El valor medio obtenido fue de 14% y la mediana de 11,4%. El 42% de las muestras presentaron valores inferiores al 10%, 36% estaban comprendidas entre el 10 y el 20% y el 22% de las muestras presentó un porcentaje de lisina bloqueada mayor del 20%.

Si lo separamos por tipo, los concentrados de proteínas del lactosuero tuvieron un valor medio (y mediana) de porcentaje de lisina bloqueada de 15,1 % (14,4%), los aislados de proteínas del lactosuero de 4,06% (4,05%), la mezcla de los dos anteriores de 13,5% (16,7%), a los que además llevaban péptidos de 19,7% (7,7%), la mezcla de proteínas lácteas (lactosuero y caseínas) un promedio de 14,6% y una mediana de 8,7%, la mezcla de proteínas lácteas, principalmente lactosuero junto con hidrolizados, presentaron una media de 16,9% y una mediana de 15,4%, las caseínas presentaron un promedio de 2,7%, la mezcla de proteínas de diferente procedencia tuvieron una media de 8,8% y una mediana de 8,6%, por último la muestra que era exclusivamente de hidrolizado presentó un valor de 1,8% y la que contenía sólo aminoácidos mas creatina un valor de 51% .

Por tanto las muestras proteicas de lactosuero que contenían hidrolizados y péptidos del suero lácteo presentaron mayor daño, alcanzado una media del 18,9%. Las muestras de concentrados de lactosuero, mezcla de concentrados y aislados y mezcla de los dos anteriores junto con la caseína presentaron un porcentaje medio de lisina bloqueada de 14,5%, la mezcla de proteínas de diferente procedencia (adición de otro tipo de proteínas a las del suero lácteo) un porcentaje del 8,8%, los aislados de proteínas del lactosuero un porcentaje de 4,1% y las caseínas de 2,7%. Como



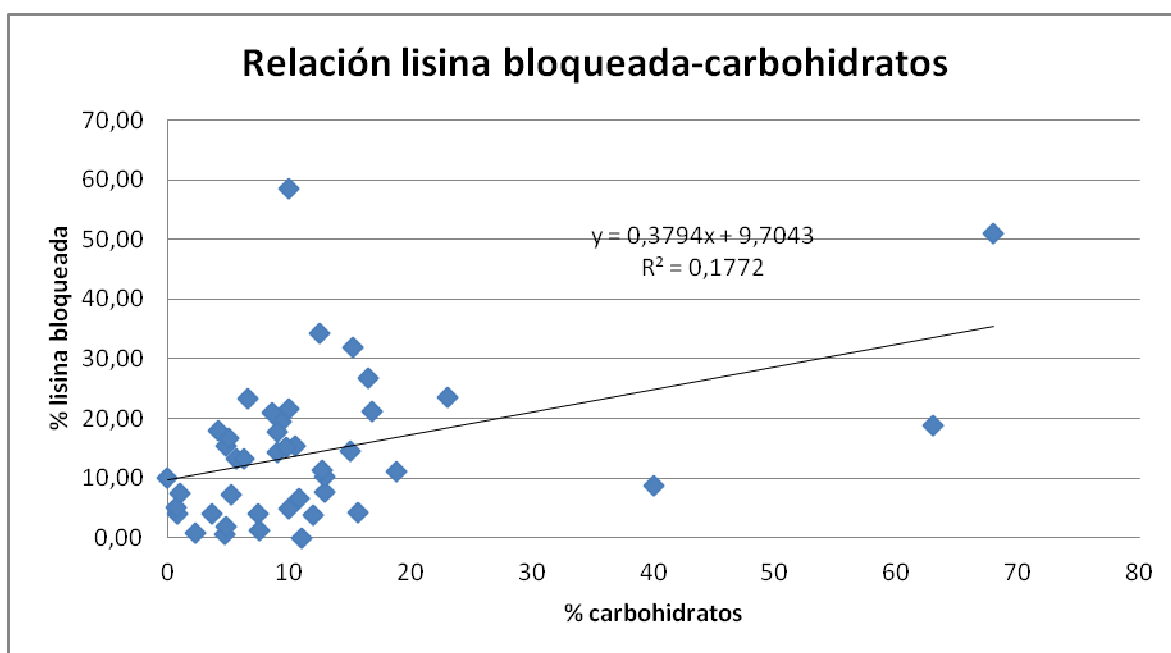
sucedió para furosina el bajo número de muestras de aislados, caseínas y proteínas de diferentes procedencia hizo que no se obtuvieron diferencias significativas entre los diferentes tipos de suplementos analizados ($P=0,547$).

De igual forma tampoco se obtuvieron diferencias significativas según la forma de obtención de las proteínas del lactosuero declarada en la etiqueta (ultrafiltrado, microfiltrado, mezcla de proteínas elaborada de las dos formas y no especificado) aunque de forma similar, la pérdida de lisina fue mayor en los ultrafiltrados con una media de 23% frente al 13% aproximado de las otras tres categorías.

Relación entre lisina bloqueada y carbohidratos

La relación obtenida para todos los suplementos entre carbohidratos, sin considerar si son azúcares o no (tabla 6) y la lisina bloqueada (tabla 18) fue de $r^2=0,1772$ y significativa ($P=0,005$) (gráfica 9).

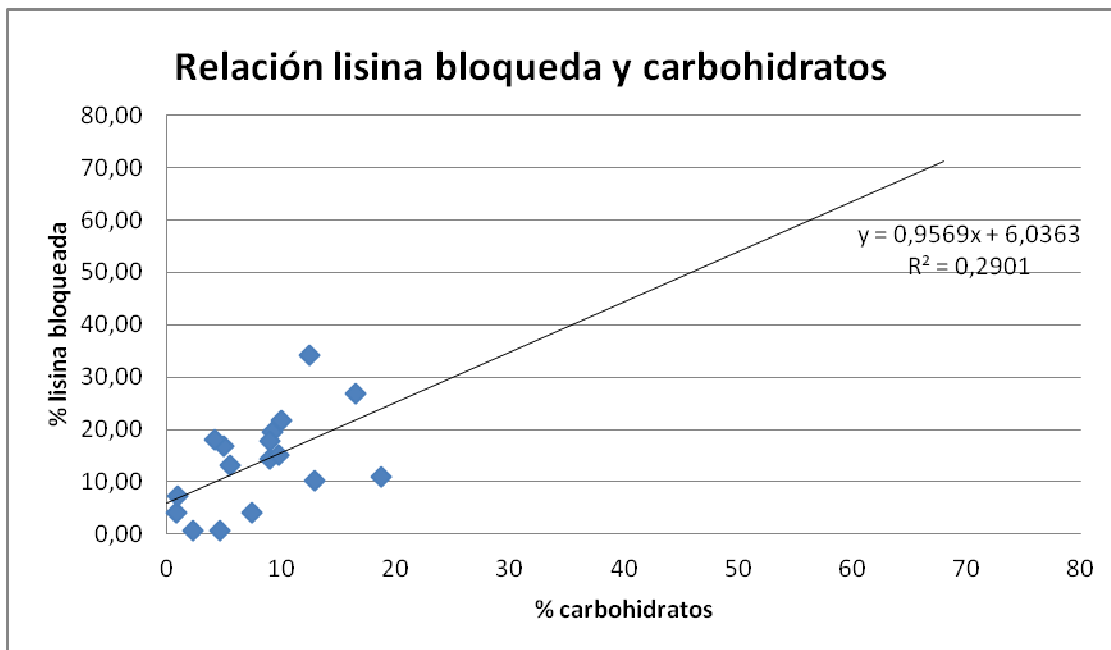
Gráfica 9. Relación entre lisina bloqueada y carbohidratos para todos los suplementos analizados



La relación se eleva a 0,2901 (r^2) y significativa ($P= 0,026$) (gráfica 10) si solo se consideran proteínas del lactosuero intactas (bien concentrados, aislados o mezcla de ambas).

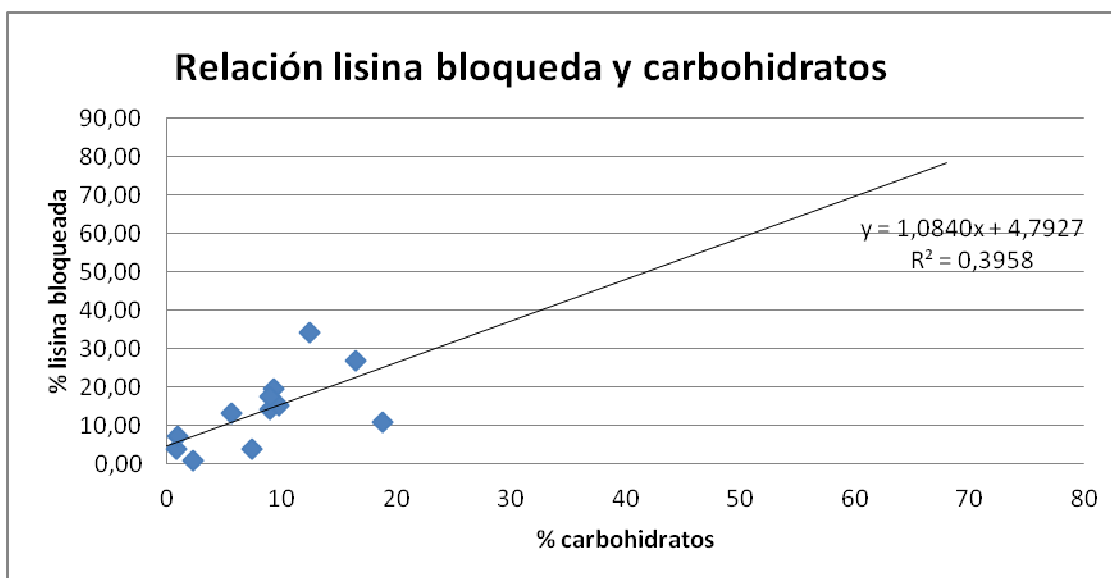


Grafica 10. Relación entre lisina bloqueada y carbohidratos para proteínas del lactosuero intactas solas o mezcladas



Si sólo consideramos los suplementos elaborados con concentrados de proteínas del lactosuero y los aislados, pero no sus mezclas la correlación obtenida fue de 0,3958 (r^2) y significativa ($P= 0,028$) (gráfica 11) y se eleva a 0,6398 (r^2) si solo se consideran los aislados ($P=0,410$).

Grafica 11. Relación entre lisina bloqueada y carbohidratos para proteínas del lactosuero intactas



Si se tienen en cuenta los azúcares, cuando estos vienen expresamente desglosados de



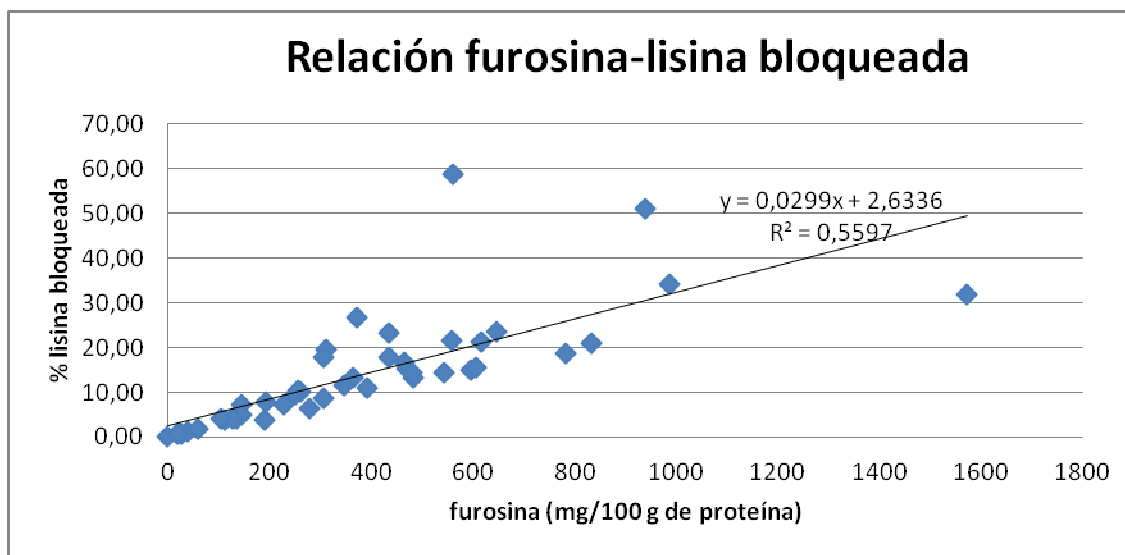
los carbohidratos totales en el etiquetado nutricional (tabla 6), la relación obtenida es 0,3518 (r^2) y casi significativa ($P=0,054$), aunque baja a 0,1896, cuando se elimina la muestra que contiene sólo aminoácidos y creatina y se eleva a 0,4045 ($P= 0,066$) cuando se elimina la muestra que contiene péptidos de trigo. Como ya se ha comentado el contenido de azúcares no viene desglosado en todas las muestras y el valor de relación obtenido tiene en cuenta proteínas del lactosuero aisladas, concentradas, bien sola o mezcla entre ellas e hidrolizados del lactosuero.

Al igual que sucedía con la furosina es posible utilizar el contenido de carbohidratos del etiquetado (o de los azúcares) como medida indirecta del daño térmico que han sufrido los suplementos elaborados principalmente a base de proteínas del lactosuero, aunque en este caso solo fue significativo para los carbohidratos y no para los azúcares.

Relación entre lisina bloqueada y furosina

La gráfica 12 recoge la relación ($r^2=0,5597$) ($P=0,000$) entre los valores de lisina bloqueada y furosina para todas las muestras analizadas.

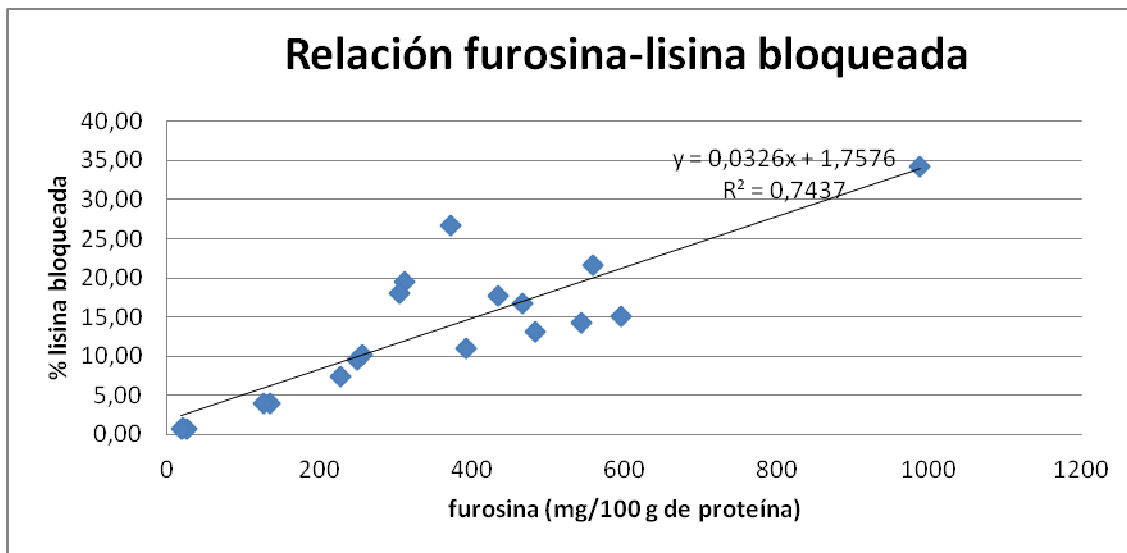
Grafica 12. Relación entre lisina bloqueada y furosina para todos los suplementos analizados



La relación se eleva hasta $r^2=0,7180$ ($P=0,000$) considerando proteínas del lactosuero aisladas, concentradas, bien solas o mezcla entre ellas o con proteínas de otros alimentos. Si eliminamos estas últimas (proteínas de otros alimentos mezcladas con lactosuero) la relación vuelve a elevarse ligeramente ($r^2=0,7437$ y $P=0,000$) como se observa en la grafica 13.

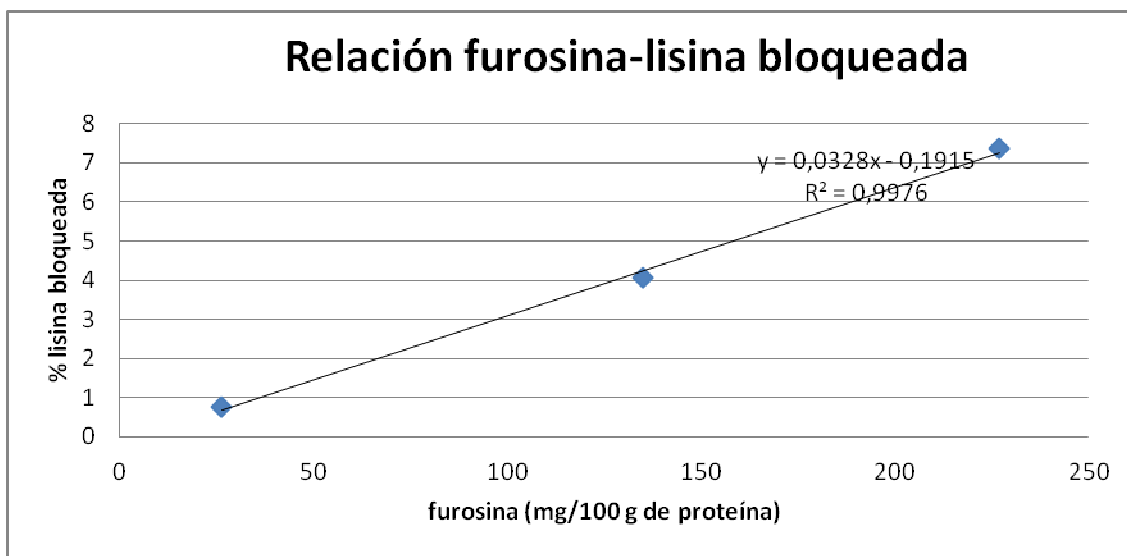


Grafica 13. Relación entre lisina bloqueada y furosina para proteínas del lactosuero intactas solas o mezcladas



La relación se eleva a $r^2=0,9976$ y es significativa también ($P=0,032$) si sólo se consideran los aislados de proteína del lactosuero analizados (gráfica 14).

Grafica 14. Relación entre lisina bloqueada y furosina para aislados de proteínas del lactosuero



Esto significa que la calidad de los suplementos, medida como el porcentaje de lisina bloqueada y por tanto no disponible, debe realizarse teniendo en cuenta los valores de furosina y de lisina total determinados en los mismos, y que solo cuando se trata de



suplementos que contienen proteínas aisladas del lactosuero podría determinarse solamente furosina (% lisina bloqueada = $0,0328 \times \text{mg furosina}/100\text{g proteína} - 0,1915$), y con alguna aproximación en las muestras con proteínas intactas de lactosuero (% lisina bloqueada = $0,0326 \times \text{mg furosina}/100\text{g proteína} + 1,7576$).

Una alternativa para ahorrar tiempo sería utilizar, si es posible, el dato de lisina recogido en el etiquetado nutricional de los suplementos. En la tabla 19 se muestra la comparación de los valores de lisina bloqueada obtenidos utilizando la lisina determinada por HPLC y la aportada en el etiquetado nutricional.

Tabla 19. Diferencia en % entre la lisina bloqueada según método de medida

| Muestras | % lisina bloqueada (determinado) | % lisina bloqueada (etiqueta) | Diferencia en % | Diferencia absoluta |
|----------|----------------------------------|-------------------------------|-----------------|---------------------|
| PPS 2 | 19,5 | 7,24 | 62,9 | 12,3 |
| PPS 10 | 21,2 | 19,8 | 6,70 | 1,42 |
| PPS 11 | 21,0 | 17,3 | 17,6 | 3,69 |
| PPS 12 | 13,2 | 14,7 | -10,9 | -1,44 |
| PPS 16 | 15,1 | 13,2 | 12,7 | 1,91 |
| PPS 19 | 11,0 | 9,89 | 10,1 | 1,11 |
| PPS 22 | 3,95 | 4,96 | -25,6 | -1,01 |
| PPS 25 | 4,99 | 3,85 | 22,9 | 1,14 |
| PPS 32 | 7,72 | 6,89 | 10,8 | 0,83 |
| PPS 39 | 58,6 | 56,5 | 3,55 | 2,08 |
| PPS 47 | 23,4 | 25,5 | -8,97 | -2,1 |

La diferencia media en porcentaje entre ambos métodos de medida para 11 muestras fue del 17,5%. Si no tenemos en cuenta el valor obtenido en la muestra PPS 2 la diferencia es menor (13%). En valor absoluto, la diferencia oscila entre 0,83 para la muestra PPS 32 y 12,3 para la muestra PPS 2, la diferencia media en valor absoluto fue del 2,6 y sin tener en cuenta la muestra PPS 2, este baja a 1,7.

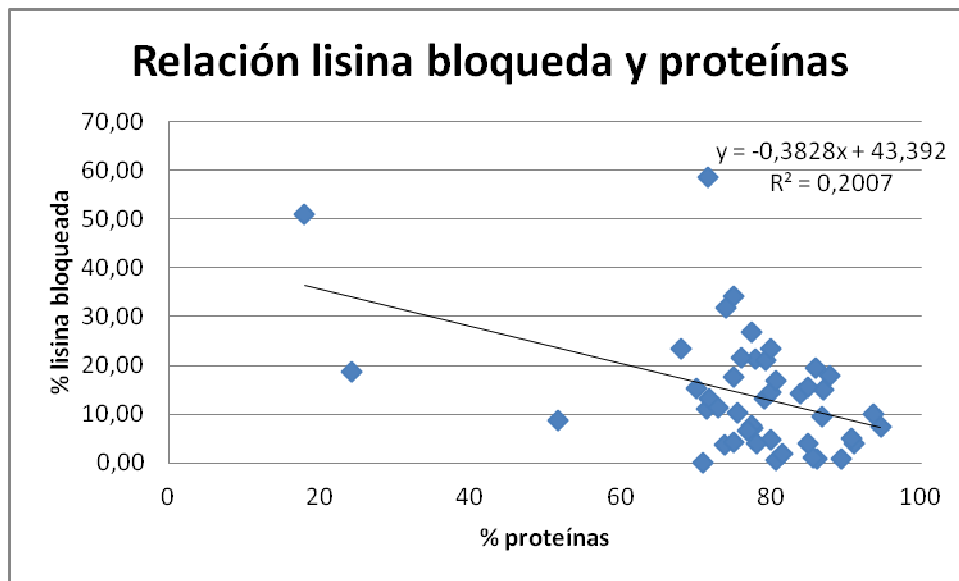
Según los datos obtenidos, si no se dispusiese de método para la determinación de lisina, la estimación del porcentaje de lisina bloqueada teniendo en cuenta el etiquetado nutricional podría ofrecernos una idea aproximada del daño producido durante la obtención de los suplementos proteicos.

Relación entre lisina bloqueada y proteínas

La relación entre lisina bloqueada y contenido de proteínas en los suplementos analizados fue de $r^2=0,2007$ con una significación de $P=0,002$ (gráfica 15).

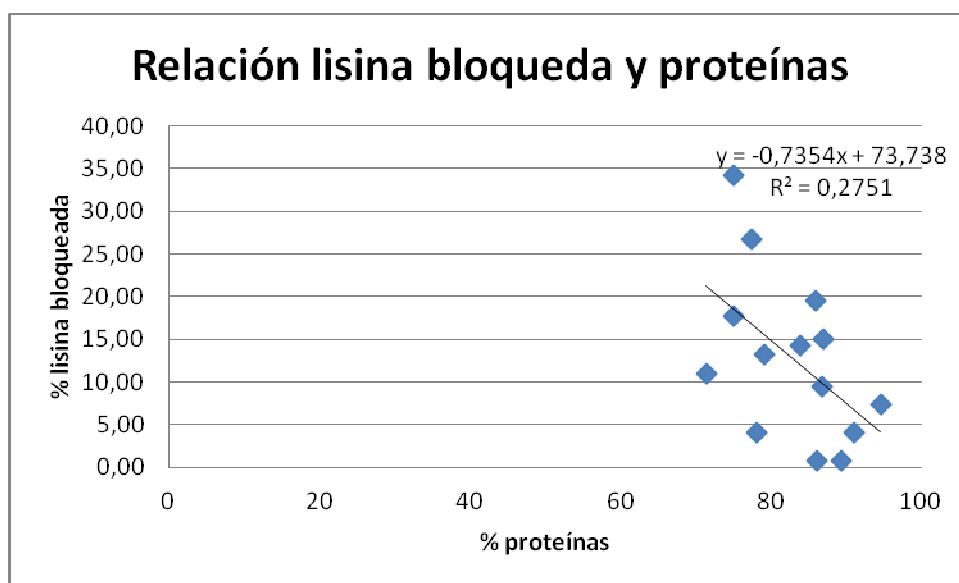


Grafica 15. Relación entre lisina bloqueada y proteínas para todos los suplementos analizados



Este valor sube a $r^2 = 0,2751$ (grafica 16) cuando se tienen en cuenta los concentrados y aislados de proteína de lactosuero solamente, aunque no existe significación ($P=0,068$). Esto quiere decir que el valor de proteína del suplemento no nos indica la pérdida de lisina del mismo, aunque puede darnos una idea aproximada.

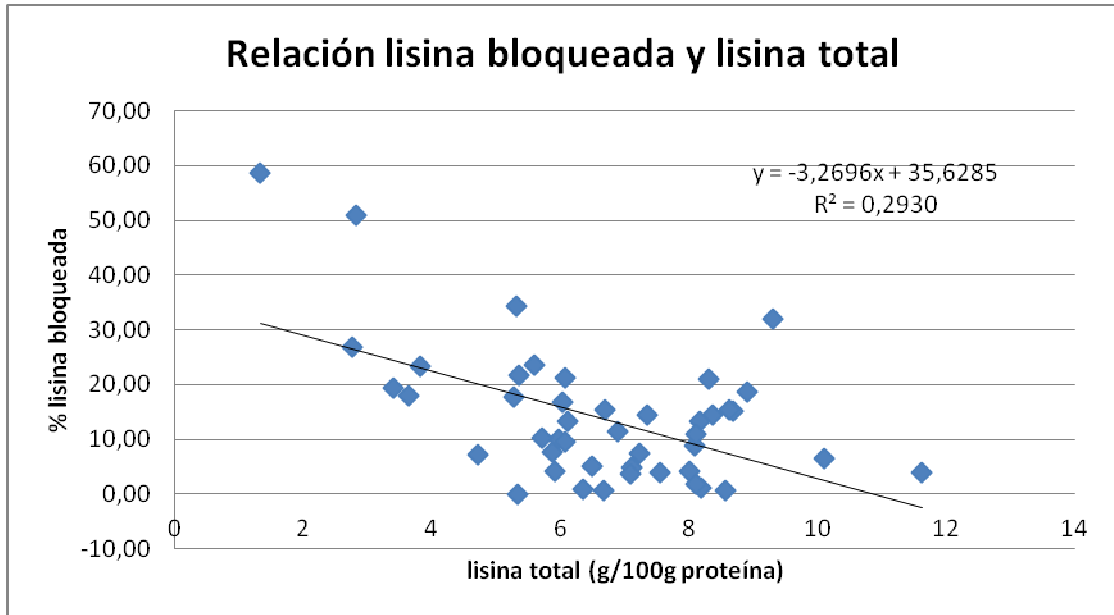
Grafica 16. Relación entre lisina bloqueada y proteínas para proteínas del lactosuero intactas y solas



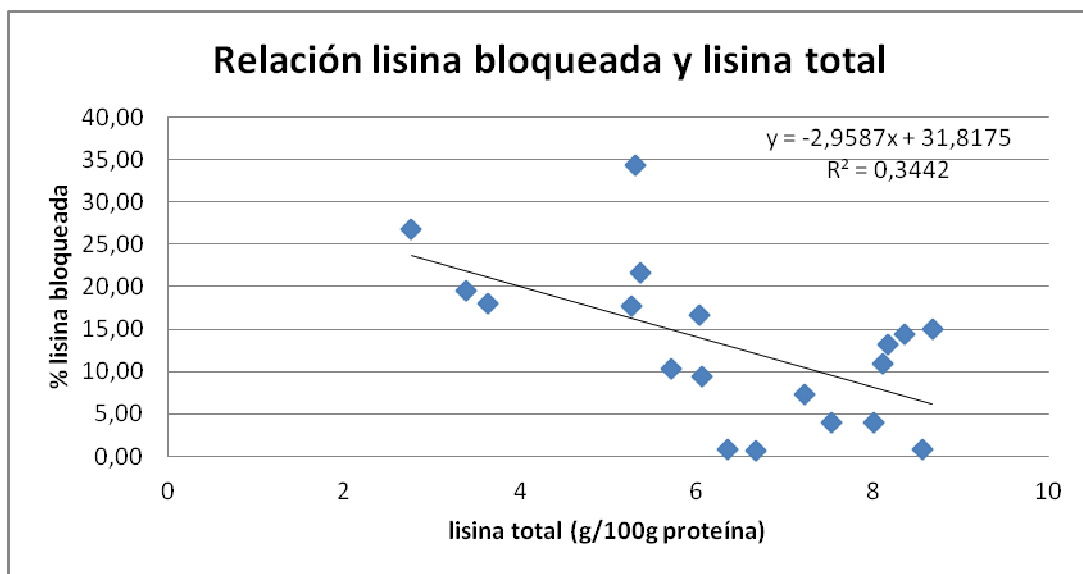
Relación entre lisina bloqueada y lisina total

La relación entre lisina total y bloqueada en el total de los suplementos fue de $r^2=0,2930$ y significativa ($P=0,000$) (gráfica 17)

Grafica 17. Relación entre lisina bloqueada y lisina total en los suplementos analizados



Cuando se consideran las proteínas del lactosuero (aislados, concentrados y sus mezclas) el valor se eleva ligeramente hasta $r^2=0,3442$ ($P=0,008$) (gráfica 18). El valor se aproxima a 1 ($r^2= 0,9913$) cuando solo se consideran los aislados, aunque no es significativo ($P=0,059$). Grafica 18.- Relación entre lisina bloqueada y lisina total en proteínas del lactosuero intactas solos o mezcladas



El contenido de lisina total puede servir como medida indirecta de la lisina bloqueada al haber obtenido relación significativa entre ambas, sin embargo el valor de r^2 no es muy alto y por ello la utilización de la ecuación: % lisina bloqueada = $-2,9587 \times$ lisina total (g/100g proteína) + 31,8175 llevaría a errores muy grandes. Por otra parte la medida de lisina total es tediosa y su valor no suele venir en el etiquetado nutricional.

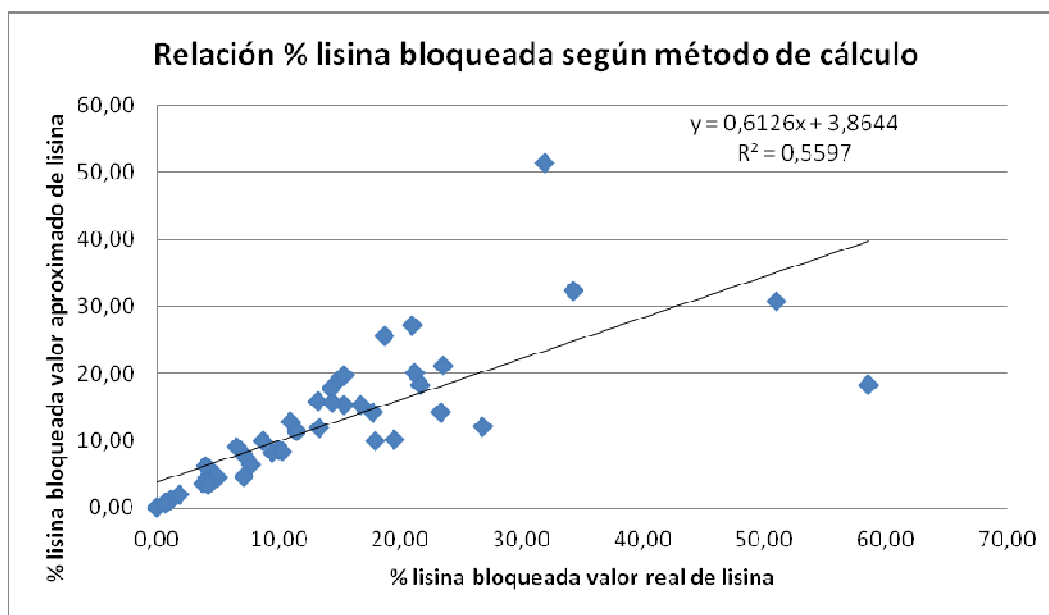
Comparación con otros autores

No hemos encontrado ningún estudio que haya determinado el porcentaje de lisina bloqueada en suplementos nutricionales considerando el contenido del compuesto de Amadori, medido a través de la furosina, y el contenido en lisina total determinado en las mismas muestras.

Rufián-Henares y al., (2007) lo calculan en los 13 suplementos proteicos comentados en el apartado de furosina, tienen en cuenta que en condiciones de hidrólisis ácida, el compuesto de Amadori (fructosillisina), se convierte en un 36% en furosina y aplicando un valor fijo de lisina para todos los suplementos de 8,5g/100g de proteína. Las pérdidas obtenidas por estos autores (Rufián-Henares y al., 2007) van desde 0,1% hasta 37%; en nuestro estudio sólo dos muestras superan el valor del 37% de lisina bloqueada.

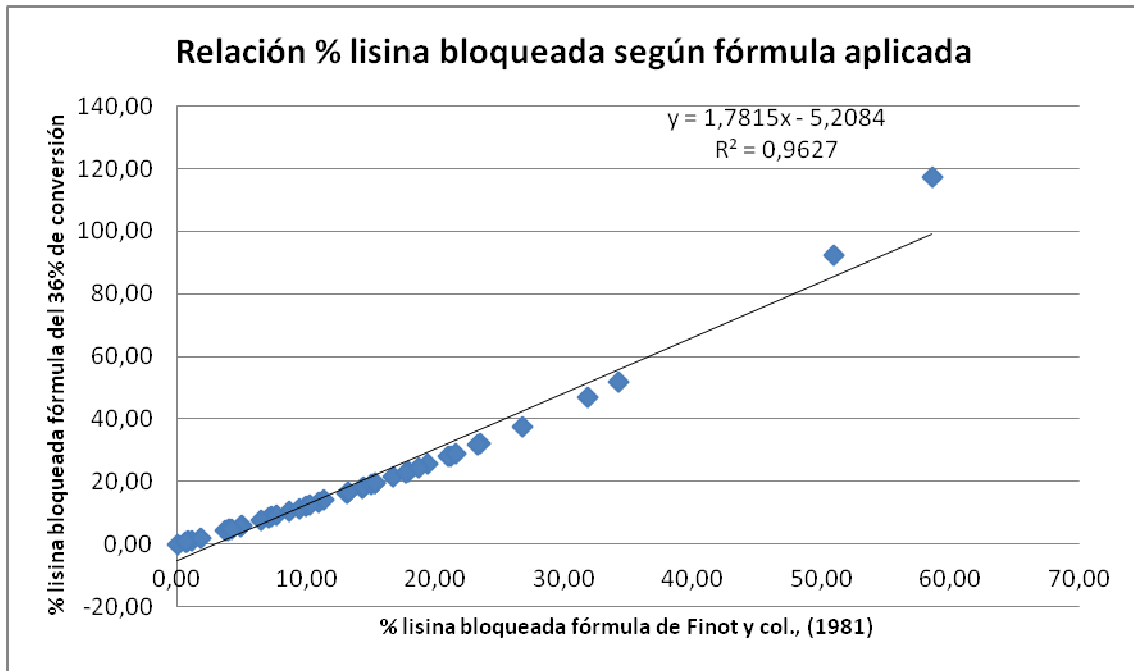
Si con los valores de furosina obtenidos (tabla 16) utilizamos un valor fijo de lisina (8,5%) y el 36% de conversión de compuesto de Amadori en furosina, tal como utilizó Rufián-Henares y al., (2007), los valores de lisina bloqueada presentan una desviación a la baja entre 0,05 y 40,3% y una desviación al alza entre 0,06 y 19,5% con unos valores medios y (medianas) de 4,74 (1,48 %) y 5,54 (2,59%) respectivamente respecto a los obtenidos con la fórmula de Finot y al., (1981). La correlación obtenida entre ambos métodos fue de $r^2 = 0,559$ ($P=0,000$) (gráfica 19).

Grafica 19. Relación entre lisina bloqueada según método de cálculo



Cuando aplicamos a nuestros datos el % de conversión de compuesto de Amadori en furosina y tenemos en cuenta el valor real de lisina obtenido y lo comparamos con los datos de lisina bloqueada obtenidos según la fórmula de Finot y al (1981) (tabla 18) obtenemos una relación de $r^2 = 0,962$ ($P = 0,000$) (gráfica 20).

Gráfica 20. Relación entre lisina bloqueada según fórmula aplicada



Por lo tanto si se quiere determinar el valor real de lisina bloqueada en suplementos proteicos es necesario determinar lisina total, sin embargo si puede utilizarse indistintamente la fórmula de Finot y al, (1981) o la conversión del 36% de compuesto de Amadori en furosina para hacer los cálculos de porcentaje de lisina bloqueada.



5. CONCLUSIONES



1. Más de la mitad de las personas que acuden a un gimnasio consumen suplementos nutricionales y casi 4 suplementos diferentes por cada individuo.
2. Las proteínas en hombres y los diuréticos en mujeres son los suplementos mas consumidos.
3. Mejorar el aspecto físico y cuidar la salud son las razones más escogidas por los usuarios de gimnasios para justificar su consumo.
4. La familia, amigos y monitores son los que con más frecuencia recomiendan el uso de suplementos nutricionales a los usuarios de los gimnasios.
5. El gimnasio, tiendas especializadas y herboristerías son los lugares donde más acuden para comprar los suplementos nutricionales.
6. Un alto porcentaje de los consumidores de suplementos nutricionales en gimnasios piensa que han obtenido resultados positivos y son pocos los que consumirían o consumen suplementos ilegales o perjudiciales para su salud.
7. El número de marcas de suplementos proteicos consumidos en el gimnasio es muy alto.
8. El total de los usuarios de un gimnasio que consumen suplementos proteicos realizan un consumo diario de proteínas mucho mayor que el recomendado para la población normal y/o deportista.
9. El perfil del consumidor de suplementos nutricionales es de un hombre joven que acude al gimnasio de forma regular y desde hace tiempo y que realiza algún tipo de dieta.
10. Más de la mitad de los suplementos analizados presentó una calidad proteica inadecuada al tener valores de lisina bloqueada superiores al 10%.
11. Los suplementos que contienen hidrolizados y péptidos del suero lácteo son los que mayor porcentaje de lisina bloqueada presentan, los aislados del lactosuero y caseínas los que menos.
12. Es posible utilizar el contenido de carbohidratos (o de los azúcares) del etiquetado y el valor de proteínas determinado como medida indirecta del daño térmico que han sufrido los suplementos de lactosuero.
13. Para conocer el valor real de lisina bloqueada en suplementos proteicos es necesario determinar lisina total y furosina y solo en aislados de lactosuero y con alguna aproximación en suplementos con proteínas intactas del lactosuero es posible hacerlo a través de furosina solamente.



6. BIBLIOGRAFÍA



- 1 **ACSM: American College of Sports Medicine;** (1996). Position Stand: exercise and fluid replacement. *Med Sci Sports Exerc*; 28(1): i–vii.
- 2 **ACSM: American College of Sports Medicine;** (1997). Position Stand: Female Athlete Triad. *Med Sci Sports Exerc*; 29: i–ix.
- 3 **ACSM: American College of Sports Medicine;** (2009). Position Stand: Nutrition and athletic performance. *Med Sci Sports Exerc*; 41(3): 709–731.
- 4 **ADA, DC and ACSM: Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine;** (2009). Nutrition and Athletic Performance. *J Am Diet Assoc*; 109(3): 509–27.
- 5 **ADA, DC and ACSM: Position of the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine;** (2000). Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc*; 100(12): 1543–56.
- 6 **Adrian J, Fragne R;** (1973). Le reaction de Maillard VIII. Role des pre-melanoidines sur la digestibilite azotée et la proteolyse in vitro. *Ann. Nutr. Aliment*; 27: 111–123.
- 7 **Albino CS, Campos PE, Martins RL;** (2009). Avaliação do consumo de suplementos nutricionais em academias de Lages. *Lecturas: Educación Física y Deportes, Revista Digital*; 134.
- 8 **Alves dos Santos MA, Pereira dos Santos R;** (2002). Uso de suplementos alimentares como forma de melhorar a performance nos programas de atividade física em academias de ginástica. *Rev Paul Educ Fís*; 16(2):174–85.
- 9 **Ambrose PJ;** (2004). Drugs use in sport: a veritable arena for pharmacists. *J Am Pharm Assoc*; 44(4): 501–16.
- 10 **Anet EFLJ;** (1959). Chemistry of non-enzymic browning. VII. Crystalline di-n-fructose-glycine and some related compounds. *Aust J Chem*; 12:280–7.
- 11 **Anet EFLJ;** (1960). Degradation of carbohydrates. Isolation of 3-deoxyhexo-sones. *Austr J Chem*; 13: 396.
- 12 **AOAC: Association of Official Analytical Chemists;** (1990). Protein (total) in milk. 920.105. En: *Official methods of analysis of the Association of official analytical chemists (15th ed.)*, Arlintong, Virginia. USA.



- 13 **Applegate EA, Grivetti LE;** (1997). Search for the competitive edge: a history of dietary fads and supplements. *J Nutr*; 127S: 869s–73s.
- 14 **Araújo ACM, Soares YNG;** (1999). Perfil de Utilização de Repositores Protéicos nas Academias de Belém, Pará. *Rev Nutr*; 12(1): 81–89.
- 15 **Armsey TD Jr, Green GA;** (1997). Nutrition Supplements: Science vs Hype. *Phys Sportsmed*; 6, 77–92.
- 16 **Australian Institute of Sport;** (2012). Sports Supplement Program. <http://www.ausport.gov.au/ais/nutrition/supplements/overview2>
- 17 **Ayotte C, Levesque JF, Cle RM, Lajeunesse A, Goudreault D, Fakirian A;** (2001). Sport nutritional supplements: quality and doping controls. *Can J Appl Physiol*; 26S: 120s–129s.
- 18 **Balabon J, Palermo M;** (1992). Soybean and soybean processing. En *Encyclopedia of food science and technology*. John Wiley & Sons E. New York, USA.
- 19 **Balluz LS, Kieszak SM, Philen RM, Mulinare JM;** (2000). Vitamin and mineral supplement use in the United States: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Fam Med*; 9: 258–262.
- 20 **Bangsbo J;** (1994). Energy demands in competitive soccer. *J Sports Sci*; 12: 5s–12s.
- 21 **Baptista JAB, Carvalho RCB;** (2004). Indirect determination of amadori compounds in milk-based products by HPLC/ELSD/UV as an index of protein determination. *Food Res Int*; 37: 739–747.
- 22 **Barr SI;** (1999). Effects of dehydration on exercise. *Can J Appl Physiol*; 24: 164–172.
- 23 **Barrett S, Londres WM, Kroger M, Hall H, Baratz RS;** (2012). *Consumer Health: A Guide to Intelligent Decisions*. McGraw–Hill, 9th ed. New York, USA.
- 24 **Baylis A, Cameron-Smith D, Burke LM;** (2001). Inadvertent doping through supplement use by athletes: assessment and management of the risk in Australia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 11: 365–383.
- 25 **Benardot D, Thompson WR;** (1999). Energy from food for physical activity. Enough and on time. *ACSM's Health & Fitness Journal*; 3(4): 14–18.
- 26 **Bergman BC, Brooks GA;** (1999). Respiratory gas-exchange ratios during graded exercise in fed and fasted trained and untrained men. *J Appl Physiol*; 86: 479–487.



- 27 **Bergman BC, Butterfield GE, Wolfe EE, Casazza GA, Lopaschuk GD, Brooks GA;** (1999). Evaluation of exercise and training on muscle lipid metabolism. *J Appl Physiol*; 276: 106e–117e.
- 28 **Birlouez–Aragon F, Sabat P, Lutz B, Leclere J, Nicolas M;** (1999). Addition of lactose and vitamin C to growth milk reduces the nutritional quality of proteins. *Lait*; 79(6): 595–606.
- 29 **Bjerkan K, Helle C, Holm H;** (2000). Nutritional supplement use in Norwegian elite athletes. *Med Sci Sports Exerc*; 5S: 62s.
- 30 **Blendon RJ, Desroches CM, Benson JM, Brodie M, Althman DE;** (2001). Americans' views on the use and regulation of dietary supplements. *Arch Intern Med*; 161: 805–810.
- 31 **Bock AV, Vancaulaert C, eneldo DB, A, folling Hirxthal L;** (1928). Estudios de la actividad muscular. Parte IV: El estado de equilibrio y el cociente respiratorio durante el trabajo. *J Physiol*; 66: 162–168.
- 32 **Brinkley HM, Beckett J, Casa DJ, Kleiner DM, Plummer PE;** (2002); National Athletic Trainers' Association Position Statement: Exertional heat illness. *J Athl Train*; 37(3): 329–343.
- 33 **Brooks GA, Mercier J;** (1994). Balance of carbohydrate and lipid utilization during exercise: the “crossover” concept. *J Appl Physiology*. 76(6): 2253–2261.
- 34 **Brooks GA, Timer J;** (1995). Literature supports the cross over concept (letter to the Editor.) *J Appl Physiol*. 80: 1073–1075.
- 35 **Bujard E, Finot PA;** (1978). Measure de la disponibilite et du blocage de la lysine dans les laits industriels. *Ann. Nutr. Aliment*; 32: 291–305.
- 36 **Burke L, Cort M, Cox G, Crawford R, Desbrow B, Farthing L, Minehan M, Shaw N, Warnes O;** (2006). Supplements and sports foods. En: *Clinical Sports Nutrition*. 3rd ed. Burke L, Deakin V eds. 485–581. McGraw–Hill. Mc Graw–Hill. Sydney, Australia.
- 37 **Burke LM, Collier GR, Davis PG, Fricker PA, Sanigorski AJ, Hargreaves M;** (1996). Muscle glycogen storage after prolonged exercise: effect of the frequency of carbohydrate feedings. *Am J Clin Nutr*. 64: 115–119.



- 38 **Burke LM, Deakin, V;** (2000). *Clinical Sports Nutrition*. 2° ed. Mc Graw–Hill. Sydney, Australia.
- 39 **Burke LM, Kiens B, Ivy JL;** (2004). Carbohydrates and fat for training and recovery. *J Sports Sci*. 2004; 22: 15–30.
- 40 **Burke LM;** (2003); The IOC Consensus on Sport Nutrition 2003: New guidelines for nutrition for athletes. *J Sport Nutr Exerc Metab*; 13: 549–552.
- 41 **Burke LM;** (2007). *Practical Sports Nutrition*. Human Kinetics. Human Kinetics Publisher. Champaign, Australia.
- 42 **Cardenas J, García–Villanova B, Guerra–Hernández E;** (2003). Determination of furosine in honey. *J Liq Chrom Relat Tech*; 26: 317–326.
- 43 **Cardenas J, Guerra–Hernández E, García–Villanova B;** (2004). Furosine is a useful indicator in pre–baked breads. *J Sci Food Agric*; 84: 366–370.
- 44 **Carvalho C;** (2006). Perfil dos consumidores de suplementos alimentares praticantes de musculação em academias de Teresina. *Anais do II encontro de Educação Física e Áreas Afins, Teresina. Brasil*.
- 45 **Casa DJ, Armstrong LE, Hillman SK, Montain SJ, Reiff RV, Rich BSE, Roberts WO, Stone JA;** (2000). National Athletic Trainers' Association Position Statement: Fluid replacement for athletes. *J Athletic Training*. 35(2): 212–224.
- 46 **Cattaneo S, Masoti F, Pellegrino L;** (2009). Effects of overprocessing on heat damage of UHT milk. *Eur Food Res Technol*; 226:1099–1106.
- 47 **Cattaneo S, Masoti F, Pellegrino L;** (2012). Chemical modification of casein occurring during industrial manufacturing of milk protein powders. *Eur Food Res Technol*; 235: 315–323.
- 48 **CCES: Canadian Centre for Ethics in Sport;** (2004). *Prohibited Substances & Prohibited Methods*, World Anti–Doping Agency. Substance Classification Booklet.
- 49 **Chao P–C, Hsu C–C, Yin M–C;** (2009). Analysis of glycative products in sauces and sauce–treated foods. *Food Chem*; 113: 262–266.
- 50 **Cheftel JC, Cheftel H;** (1980). *Introducción a la bioquímica de los alimentos*. Ed. Acribia; 306–308. Zaragoza, España.



- 51 **Christensen EH, Hansen O;** (1939). Arbeitsfähigkeit und ernahrung. *Scan Arch Physiol.* 81: 160–171.
- 52 **Chung EP, Hwang HJ, Kim MK;** (2007). Evaluation of non-English dietary supplement advertisements in an ethnic minority community in America. *Public Health Nutri;* 10: 834–7.
- 53 **Clark AV, Tannenbaum SR;** (1970). Isolation and characterisation of pigments from protein-carbonyl browning systems. Isolation, purification and properties. *J Agric Food Chem;* 18: 891–894.
- 54 **Clark AV, Tannenbaum SR;** (1974). Isolation and characterization of pigments form protein-carbonyl browning systems: Models for two insulin-glucose pigments. *J Agr Food Chem;* 22: 1089–1093.
- 55 **Conner M, Kirk SF, Cade KE, Barret JH;** (2003). Environmental influences: factors influencing a woman´s decision to use dietary supplements. *J Nutr;* 133: 1978s–92s.
- 56 **Contreras-Calderón J, Guerra-Hernández E, García-Villanova B;** (2009). Utility of some indicators related to the Maillard browning reaction during processing of Infant formulas. *Food Chemistry;* 114: 1265–1270.
- 57 **Contreras-Calderón J, Guerra-Hernández E, García-Villanova B;** (2008). Indicators of non-enzymatic browning in the evaluation of heat damage of ingredient proteins used in manufactured infant fórmulas. *Eur Food Res Technol;* 227: 117–124.
- 58 **Cornacchia L;** (1996). *Consumer Health: A Guide to Intelligent Decisions.* McGraw-Hill, 6th ed. New York, USA.
- 59 **Corradini C, Canali G, Nicoletti I, Biondi A, Vinci G;** (2001). Characterization of UHT lactose-hydrolyzed milk by innovative analytical methods. *Industrie Alimentari;* 40(401): 261–266.
- 60 **Corrigan B, Kazlauskas R;** (2003). Medication use in athletes selected for doping control at the Sydney Olympics (2000). *Clin J Sport Med;* 13: 33–40.
- 61 **Corzo N, Villamiel M, Arias M, Jiménez-Pérez S, Morales FJ;** (2000). The Maillard reaction during the ripening of manchego cheese. *Food Chem;* 71(2): 255–258.



- 62 **Costill DL, Saltin B;** (1974). Factors limiting gastric emptying during rest and exercise. *J Appl Physiol*; 37: 679–83.
- 63 **Courel M, Roux S, Ait-Ameur L, Birlouez-Aragon I, Pain JP;** (2009). Kinetics of Maillard reactions in model infant formula during UHT treatment using a static batch ohmic heater. *Dairy Sci Techn*; 89 (3–4): 349–362.
- 64 **Coyle EF, Coggan AR, Hemmert MK, Ivy JL;** (1986). Muscle glycogen utilization during prolonged strenuous exercise when fed carbohydrate. *J Appl Physiol*. 61: 165–172.
- 65 **Coyle EF, Montain, SJ;** (1992a). Carbohydrate and fluid ingestion during exercise: Are there trade-offs?. *Med Sci Sports Exerc*; 24: 671–678.
- 66 **Coyle EF, Montain, SJ;** (1992b). Benefits of fluid replacement with carbohydrate during exercise. *Med Sci Sports Exerc*; 24: 324–330.
- 67 **Coyle EF;** (2004). Fluid and fuel intake during exercise. *J Sports Sci*; 22: 39–55.
- 68 **Crowley JJ, Wall C;** (2000) The use of dietary supplements in a group of potentially elite secondary school athletes. Auckland University of Technology, Auckland, USA.
- 69 **Danehy JP;** (1986). Maillard reactions, nonenzymatic browning in food systems with special reference to the development of flavour. *Adv Food Res*; 30: 77–138.
- 70 **DCA: Department of Consumer Affairs;** (1992). *Magic Muscle Pills!!: Health and Fitness Quackery in Nutrition Supplements*. New York, USA.
- 71 **Delgado T, Corzo N, Santa-María G, Jimeno ML, Olano A;** (1992). Determination of furosine in milk samples by ion-pair reversed phase liquid chromatography. *Chromatographia*; 33: 374–376.
- 72 **Delgado-Andrade C, Conde-Aguilera JA, Haro A, Pastoriza de la Cueva S, Rufián-Henares JA;** (2010b). A combined procedure to evaluate the global antioxidant response of bread. *J Cereal Sci*; 52: 239–246.
- 73 **Delgado-Andrade C, Morales FJ, Seiquer I, Navarro MP;** (2010a). Maillard Reaction Products profile and intake from typical Spanish dishes. *Food Res Int*; 43: 1304–1311.



- 74 **Delgado-Andrade C, Rufian-Henares JA, Morales FJ;** (2005). Fast method to determine furosine in breakfast cereals by capillary zone electrophoresis. *Eur Food Res Technol*; 221(5): 707–711.
- 75 **Dietary Supplement Health and Education Act;** (1994). Public Law 103–417, 103rd Congress. National Institutes of Health, USA.
- 76 **Directiva 2000/13/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 20 de marzo de 2000 relativa a la aproximación de las legislaciones de los Estados miembros en materia de etiquetado, presentación y publicidad de los productos alimenticios.
- 77 **Directiva 2001/83/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de noviembre de 2001 por la que se establece un código comunitario sobre medicamentos para uso humano.
- 78 **Directiva 2002/46/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 10 de junio de 2002 relativa a la aproximación de las legislaciones de los estados miembros en materia de complementos alimenticios.
- 79 **Directiva 2009/39/CE** del Parlamento Europeo y del Consejo de 6 de mayo de 2009 relativa a los productos alimenticios destinados a una alimentación especial.
- 80 **Dreon DM, Fernstrom HA, Williams PT, Krauss RM;** (1999). A very low-fat diet is not associated with improved lipoprotein profiles in men with a predominance of large low-density lipoproteins. *Am J Clin Nutr.* 69: 411–418.
- 81 **DRIs: Dietary reference intakes for energy, carbohydrates, fiber, fat, protein and amino acids (macronutrients);** (2002). The National Academic of Sciences. Washington D.C. USA.
- 82 **DSHEA: Congress passed the Dietary Supplement Health and Education;** (1994). Act. U.S. Government Printing Office: 103–417, Washington, D.C., USA.
- 83 **Eggleton MG;** (1936). Muscular exercise. K. Paul, Trench, Trubner. London, UK.
- 84 **Eisenberg DM, Davis RB, Ettner SL, et al;** (1998). Trends in alternative medicine use in the United States, 1990–1997: results of a national survey. *JAMA*; 280: 1569–1575.



- 85 **El-Khoury AE, Forslund A, Olsson R, Branth S, Sjodin A, Anderson A, Atkinson A, Selvaraj A, Hambraeus L, Young VR;** (1997). Moderate exercise at energy balance does not affect 24-h leucine oxidation or nitrogen retention in healthy men. *Am J Physiol.* 273: E394–E407.
- 86 **Erbersdobler HF, Dehn-Müller B, Nangpal A, Reuter H;** (1987). Determination of furosine in heated milk as a measure of heated intensity during processing. *Dairy Res;* 54: 147–151.
- 87 **Erbersdobler HF, Gunsser I, Weber G;** (1970). Citado por O'Brien J and Morrissey PA, 1989.
- 88 **Erbersdobler HF, Hupe A;** (1991). Determination of lysine damage and calculation of lysine bio-availability in several processed foods. *Zeitschrift für Eiernährungswissenschaft;* 30: 46–49.
- 89 **Erbersdobler HF, Somoza V;** (2007). Forty years of furosine—Forty years of using Maillard reaction products as indicators of the nutritional quality of foods. *Mol Nutr Food Res;* 51: 423–430.
- 90 **Erbersdobler HF, Zucker H;** (1966). Untersuchungen zum gealt and lysin und verfügbarem lysin in trockenmagermilch. *Milchwis;* 21: 564–568.
- 91 **Erdman KA, Fung TS, Reimer RA;** (2006). Influence of Performance Level on Dietary Supplementation in Elite Canadian Athletes. *Med Sci Sports Exerc;* 38(2): 349–356.
- 92 **Evangelisti F, Calcagno C, Zunin P;** (1994). Relationship between blocked lysine and carbohydrate composition of infant fórmulas. *J. Food Sci;* 59: 335–337.
- 93 **FDA and FTC: Food and Drug Administration and the Federal Trade Commission;** (2010). *HerbalGram*, American Botanical Council's quarterly journal. Summer edition.
- 94 **Fellows P;** (1994). *Tecnología del procesado de alimentos*. Ed. Acribia, Zaragoza, España.
- 95 **Fennema OR;** (2010). *Química de los alimentos*. 3ª ed. Ed. Acribia. Zaragoza, España.



- 96 **Ferrer E, Alegria A, Farre R, Abellan P, Romero F, Clemente G;** (2003). Evolution of available lysine and furosine contents in milk-based infant fórmulas throughout the shelf-life storage period. *J Sci Food Agric*; 83: 465–472.
- 97 **Ferretti A, Flanagan VP;** (1971). The lactose-casein (Maillard) browning system, volatile components. *J Agric Food Chem*; 19: 245–249.
- 98 **Ferretti A, Flanagan VP;** (1972). Steam volatile constituents of stale nonfant dry milk. The role of the Maillard reaction in staling. *J Agric Food Chem*; 20: 695–698.
- 99 **Finot PA, Bricout J, Viani R, Mauron J;** (1968). Identification of a new lysine derivative obtained upon acid hydrolysis of heated milk. *Experientia*; 24: 1097–1099.
- 100 **Finot PA, Deutsh R, Bujard E;** (1981). The extent of the Maillard reaction during the processing of milk. *Prog Food Nutr Sci*; 5: 345–355
- 101 **Finot PA; Mauron J;** (1972). Le blocage de la lysine par la reaction de Maillard. II. Propriété chimiques des dérivés N-(désoxy-1-D-frutosyl-I) et N-(désoxy-1-D-lactulosyl-I) de la lysine. *Helv Chim Acta*; 55: 1153–1164.
- 102 **Fleischer B, Read M;** (1982). Food supplement usage by adolescent males. *Adolescence*; 17: 831–45.
- 103 **Freund BJ, Sawka MN;** (1996). Influence of cold stress on human fluid balance. En: Marriott BM, Carlson SJ, eds. *Nutritional Needs in Cold and in High-Altitude Environments*. Committee on Military Nutrition Research. Washington, DC: National Academy Press, USA.
- 104 **Fricker PA;** (2000) Drugs in sport. *Aust Prescr*; 23(4): 76–8.
- 105 **Froiland K, Koszewski W, Hingst J, Kopecky L;** (2004). Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 14:104–120.
- 106 **Gallegos-Infante JA, Rocha-Guzmán NE, González-Laredo RF, OchoaMartínez LA, Corzo N, Bello-Pérez LA, Medina-Torres L, Peralta-Álvarez LE;** (2010). Quality of spaghetti pasta containing Mexican common bean flour (*Phaseolus vulgaris* L.). *Food Chem*; 119: 1544–1549.



- 107 **García JR, Viviani MT;** (2003). Análise dos Conhecimentos Sobre Nutrição Básica e Aplicada de Profissionais de Educação Física e Nutrição. *Nutrição em Pauta*; Nov-Dez.
- 108 **González J, Sánchez P, Mataix J;** (2006). Proteína y ejercicio. En *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénicas y dopaje*. González J, Sánchez P, Mataix J eds, 193–207. Diaz de Santos, España.
- 109 **González J;** (2005). Nutrición y ejercicio físico. En Camarero E, Culebras JM, González J, León M coeds; Tomo III: *Nutrición Humana en el Estado de Salud*. En Gil A, ed; *Tratado de Nutrición*. Editorial Acción Médica. Madrid, España.
- 110 **Green GA, Catlin DH, Starcevic B;** (2001). Analysis of over-the-counter dietary supplements. *Clin J Sport Med*; 11: 254–259.
- 111 **Guerra-Hernández E, Corzo N, García-Villanova B;** (1999). Maillard reaction by furosine determination during infant cereal processing. *J Cereal Sci*; 29: 171–176.
- 112 **Guerra-Hernández E, Corzo N;** (1996). Furosine determination in baby cereal by Ion-Pair Reversed Phase Liquid Chromatography. *Cereal Chem*; 73: 729–731.
- 113 **Guerra-Hernández E, Leon C, García-Villanova B, Corzo N, Romera JM;** (2002a). Effect of storage on non-enzymatic browning of liquid infant milk formulae. *J Sci Food Agric*; 82: 587–592.
- 114 **Guerra-Hernández E, Leon C, García-Villanova B, Corzo N, Romera JM;** (2002b). Chemical changes in powdered infant fórmulas during storage. *Int J Dairy Technol*; 55: 234–239.
- 115 **Harber VJ;** (2000). Menstrual dysfunction in athletes: an energetic challenge. *Exerc Sport Sci Rev*. 28: 19–23.
- 116 **Hargreaves M, Hawley JA, Jeukendrup A;** (2004). Pre-exercise carbohydrate and fat ingestion: effects on metabolism and performance. *J Sports Sci*. 22: 31–38.
- 117 **Harris CH, Johnson JM;** (1987). Monitoring nonenzymatic browning in cakes prepared with high fructose corn syrup by high performance liquid chromatography. *J Food Quality*; 10: 417–424.



- 118 **Hartkopf J, Pahlke C, Liidemann G, Erbersdobler HF;** (1994). Determination of N- ϵ -carboxymethyllysine by a reversed-phase high-performance liquid chromatography method. *J Chromatogr A*; 672: 242–246.
- 119 **Hawley JA, Tipton KD, Millard-Stafford ML;** (2006). Promoting training adaptations through nutritional manipulations. *J Sports Sci*; 24: 1–13.
- 120 **Hayase F, Sato M, Tsuchida H, Kato H;** (1982). Volatile components formed by thermal degradation of non dialyzable melanoidin prepared from a sugar-butylamine reaction system. *Agric Biol Chem*; 46: 2987–2996.
- 121 **Henle T, Walter H, Klostermeyer H;** (1991a). Evaluation of the extent of the early Maillard reaction in milk products by direct measurement of the Amadori product lactuloselysine. *Z Lebensm Unters Forsch*; 193: 119–122.
- 122 **Henle T, Walter H, Krause I, Klostermeyer H;** (1991b). Efficient determination of individual Maillard compounds in heat-treated milk products by amino acid analysis. *Int Dairy J*; 188: 125–135.
- 123 **Heyns K, Henkeshoven J, Brose KH;** (1968). Degradation of fructose amino acids to N-(2-Furomethyl) amino acids. Intermediates in browning reactions. *Ang Chem Internat*; 7: 628–629.
- 124 **Hidalgo A, Rossi M, Pompei C;** (1995). Furosine as a freshness parameter of shell egg. *J Agric Food Chem*; 43: 1673–1677.
- 125 **Hirschbruch MD, Fisberg M, Mochizuki L;** (2008). Consumo de suplementos por jovens frequentadores de academias de ginástica em São Paulo. *Rev Bras Med Esporte*; 14(6): 539–543.
- 126 **Hodge JE;** (1953). Dehydrated foods. Chemistry of browning reactions in model systems. *J Agric Food Chem*; 1: 928–943.
- 127 **Hoffman JR, Faigenbaum AD, Ratamess NA, Ross R, Kang J, Tenenbaum G;** (2008). Nutritional supplementation and anabolic steroid use in adolescents. *Med Sci Sports Exerc*; 40:15–24.
- 128 **Horvath PJ, Eagen CK, Fisher NM, Leddy JJ, Pendergast DR;** (2000b). The effects of varying dietary fat on performance and metabolism in trained male and female runners. *J Am Coll Nutr*. 19(1): 52–60.



- 129 **Horvath PJ, Eagen CK, Ryer-Calvin SD, Pendergast DR;** (2000a). The effects of varying dietary fat on the nutrient intake of male and female runners. *J Am Coll Nutr.* 19(1): 42–51.
- 130 **Inácio FR et al;** (2008). Levantamento do uso de anabolizantes e suplementos nutricionais em academias de musculação. *Movimento & Percepção.* Espírito Santo do Pinhal, SP; 9 (13).
- 131 **IOC: Consensus Conference on Nutrition for Sport;** (2004). *J Sports Sciences;* 22, 1: 1–145.
- 132 **IOC: Proceedings of International Olympic Committee;** (1991). *J Sport Sciences;* 9.
- 133 **IOM: Institute of Medicine;** (2002). Dietary reference intakes. Energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. National Academy Press. Washington DC, USA.
- 134 **Jeukendrup AE, Saris WHM;** (1998). Fat as a fuel during exercise. En: Berning JR, Steen SN, eds. *Nutrition for Sport and Exercise.* Gaithersburg, MD: Aspen Publishers Inc, USA.
- 135 **Johnson R;** (2001). Energía. En Kathlenn Mahan, L. y Escote-Stump, S. (eds.), *Nutrición y dietoterapia de Krause 10ª Ed.* Mexico: McGraw-Hill interamericana, 20–32.
- 136 **Junqueira JM, Maestá N, Sakzenian VM, Burini RC;** (2007). Uso de suplementos nutricionais e conhecimentos dietéticos de freqüentadores de academias de Botucatu/SP, *Nutrição em Pauta,* julho/agosto.
- 137 **Kalinski, M. I.** (2003). State-sponsored research on creatine supplements and blood doping in elite Soviet sport. *Perspect Biol Med;* 46: 445–451.
- 138 **Kamber M, Baume N, Saugy M, Rivier L;** (2001). Nutritional supplements as a source for positive doping cases?. *Int J Sport Nutr Exerc Metab;* 11: 258–263.
- 139 **Kanayama G, Gruber AJ, Pope HG, et al;** (2001). Over the counter drug use in gymnasiums: an underrecognized substance abuse problem? *Psychother Psychosom;* 70: 137–140.
- 140 **Katch VL, Mc Ardle WD, Katch FI;** (2011). *Essentials of exercise physiology.* 4th ed. Lippincott Williams & Wilkins Health. Philadelphia, USA.



- 141 **Kim SH, Keen CL;** (1999). Patterns of vitamin/mineral supplement usage by adolescents attending athletic high schools in Korea. *Int J Sport Nutr*; 9: 391–405.
- 142 **Krumbach CJ, Ellis DR, Driskell JA;** (1999). A report of vitamin and mineral supplement use among university athletes in a division I institution. *Int J Sport Nutr*; 9: 416–425.
- 143 **Lambert EV, Speechly DP, Dennis SC, Noakes TD;** (1994). Enhanced endurance in trained cyclists during moderate intensity exercise following 2 weeks adaptation to a high fat diet. *Eur J Appl Physiol*. 69: 287–293.
- 144 **Lan XY, Wang JQ, Bu DP, Shen JS, Zheng N, Sun P;** (2010). Effects of heating temperatures and addition of reconstituted milk on the heat indicators in milk. *J Food Sci*; 75(8): 653–8.
- 145 **Lavalli J, Correia MI;** (2010). Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors. *Nutrition*; 26: 604–611.
- 146 **Le TT, Bhandari B, Deeth HC;** (2011a). Chemical and Physical Changes in Milk Protein Concentrate (MPC80) Powder during Storage. *J Agric Food Chem*; 59(10): 5465–5473.
- 147 **Le TT, Bhandari B, Holland JW, Deeth HC;** (2011b). Maillard Reaction and Protein Cross-Linking in Relation to the Solubility of Milk Powders. *J Agric Food Chem*; 59(23): 12473–12479
- 148 **Leclere J, Birlouez-Aragon I;** (2001). The fluorescence of Maillard products is a good indicator of lysine damage during the Maillard reaction. *J Agric Food Chem*; 49(10): 4682–4687.
- 149 **Ledl F, Schleicher E;** (1990). New aspects of the Maillard reaction in foods and in the human body. *Angew Chem Int Ed Engl*; 29: 565–594.
- 150 **Lemon PWR;** (1991). Effect of exercise on protein requirements. *J Sports Sci*; 9: 53–70.
- 151 **Lemon PWR;** (1998). Effects of exercise on dietary protein requirements. *Int J Sport Nutr*; 8: 426–447.
- 152 **Lemon PWR;** (2000). Beyond the Zone: Protein needs of active individuals. *J Am Coll Nutr*. 19(5): 513s–521s.



- 153 **Ley 11/2007**, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los Servicios Públicos; B.O.E. 23.05.07.
- 154 **Linden, G. and Lorient, D.** Bioquímica agroindustrial. *Editorial Acribia*, Zaragoza, 2^a ed., 1994: 119–298.
- 155 **Lollo PCB, Tavares MC**; (2004). Perfil dos Consumidores de Suplementos Dietéticos nas Academia de Ginástica de Campinas. EFDeportes.com, Revista Digital Buenos Aires; 76.
- 156 **López-Fandiño R, Corzo N, Villamiel M, Delgado T, Olano A, Ramos M**; (1993). Assessment of quality of comercial UHT milks by chromatographic and electrophoretic methods. *J Food Prot*; 56: 263–269.
- 157 **Loscher J, Kroh L, Westphal G, Vogel J**; (1991). L-ascorbic acid as carbonyl component of nonenzymatic browning reactions. 2. amino-carbonyl reactions of ascorbic acid. *Z. Lebensm. Unters. Forsch*; 192: 323–327.
- 158 **Loucks AB**; (2004). Energy balance and body composition in sports and exercise. *J Sport Sci*; 22: 1–14.
- 159 **MADG: Medical aspects of drug use in the gym**; (2004). *Drug Ther Bull*; 42(1): 1–5.
- 160 **Manore MM, Thompson JI**; (2000). *Sport Nutrition for Health and Performance*. Human Kinetics Publisher. Champaign, Australia.
- 161 **Manore MM**; (1999). Nutritional Needs of the Female Athlete. En: Wheeler KB, Lombardo JA, eds. *Clinics in Sports Medicine: Nutritional Aspects of Exercise*. WB Sanders Company: Philadelphia, USA.
- 162 **Manore MM**; (2002). Dietary recommendations and athletic menstrual dysfunction. *Sports Med*. 32(14): 887–901.
- 163 **Martinez E, Maldonado J**; (2010). Nutrición Humana en el Estado de Salud (Tomo III). En Gil A, ed. *Tratado de Nutrición*, 2^{da} ed. Editorial Médica Panamericana. Madrid, España.
- 164 **Martysiak-Zurowska D, Stolyhwo A**; (2007). Content of furosine in infant formulae and follow-on formulae. *Pol J Food Nutr Sci*; 57: 185–190.
- 165 **Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H**; (2007). The use of dietary supplements by athletes. *J Sport Sci*; 25(suppl): 103s–113s.



- 166 **Maughan RJ, King DS, Lea T;** (2004). Dietary supplements. *J Sports Sci*; 22: 95–113.
- 167 **Maughan RJ, Leiper JB, Shirreffs SM;** (1996). “Restoration of fluid balance after exercise-induced dehydration: Effects of food and fluid intake”. *Eur J Appl Physiol*. 73: 317–325.
- 168 **Maughan RJ, Leiper JB;** (1994). Requerimientos para la sustitución o reemplazo de líquidos en el fútbol. *J Sports Sci*. 12: S29–S34.
- 169 **Mauron J;** (1981). The Maillard reaction in food, a critical review from the nutritional standpoint. *Prog Food Nutr Sci*; 5: 5–35.
- 170 **Mc Connell GK, Burge CM, Skinner SL, Hargreaves M;** (1997). Influence of ingested fluid volume on physiological responses during prolonged exercise. *Acta Physiol. Scan*. 160: 149–156.
- 171 **Mc Queen C, Hume A;** (2006). Introduction to Botanical and Nonbotanical Nature Medicines. En: *Handbook of Nonprescription Drugs*, 15th ed. Berardi R. American Pharmacists Association. Washington, USA.
- 172 **Messia MC, Panfili G, Marconi E, Cubbad R, Acquistucci R;** (2001). Innovative methods for determination of lysine in pasta. *Tecnica Molitori*; 58(2): 844–848.
- 173 **Metzl JD, Small E, Levine SR, Gershel JC;** (2001): Creatine use among young athletes. *Pediatrics*; 108(2): 421–5.
- 174 **Milic BL, Piletic MV;** (1984). The mechanism of pyrrole, pyrazine and pyridine formation in non-enzymic browning reaction. *Food Chem*; 13: 165–180.
- 175 **Möller AB, Andrews AT, Cheesman GC;** (1977a). Chemical changes in ultra-heat-treated milk during storage. II. Lactuloselysine and fructoselysine formation by the Maillard reaction. *J Dairy Res*; 44: 267–275.
- 176 **Möller AB, Andrews AT, Cheesman GC;** (1977b). Chemical changes in ultra-heat-treated milk during storage. III. Method for the estimation of lysine and sugar-lysine derivatives formed by the Maillard reaction. *J Dairy Res*; 44: 277–281.
- 177 **Morales FJ, Arnoldi A;** (1999). Analysis of galactosylisomaltol in milk systems using HPLC. *Food Chem*; 67: 185–191.



- 178 **Morales FJ, Birlouez-Aragón I, Fogliano V, Pain JP;** (2009). Hacia un control mas efectivo de los nuevos contaminantes de procesado (NFC) por la industria alimentaria implicaciones tecnológicas y de salud. *CTC-Alimentación*; 52: 21-31.
- 179 **Morales FJ, Jiménez-Pérez S;** (2000). Effect of malondialdehyde on the determination of furosine in milk-based products. *J Agric Food Chem*; 48: 680-684.
- 180 **Morales FJ, Van Boeckel MAJS;** (1996). Formation of lysylpyrraline in heated sugar-casein solutions. *Netherlands Milk & Dairy Journal*; 50: 347-370.
- 181 **Morales V, Olano A, Corzo N;** (2004). Ratio of maltose to maltulose and furosine as quality parameters for infant formula. *J Agric Food Chem*; 52: 6732-6736.
- 182 **Moye CJ, Krzeminski ZS;** (1963). The formation of 5-hydroxymethylfurfural from hexoses. *Aust J Chem*; 16: 258-269.
- 183 **Muoio BM, Leddy JJ, Horvath PJ, Awad AB, Pendergast DR;** (1994). Effect of dietary fat on metabolic adjustments to maximal VO₂ and endurance in runners. *Med Sci Sports Exerc.* 26: 81-88.
- 184 **Nansen F;** (2008). *Farthest North: The Epic Adventure of a Visionary Explorer.* Skyhorse Publishing, Inc. (Texto original publicado en dos volúmenes en 1897 por Harper and Brothers eds.). New York, USA.
- 185 **Nemet D, Wolach B, Eliakim A;** (2005). Proteins and amino acid supplementation in sports: are they truly necessary?. *Isr Med Assoc J*; 7: 328-332.
- 186 **Noakes TD;** (1993). Fluid replacement during exercise. *Exerc Sport Sci Rev.* 21: 297-330.
- 187 **Nursten HE;** (1981). Recent developments in studies of the Maillard reaction. *Food Chemistry*; 6: 263-277.
- 188 **O'Brien J, Morrissey PA;** (1989). Nutritional and toxicological aspects of the Maillard browning reaction in foods. *Crit Rev Food Sci Nutr*; 28: 211-248.
- 189 **Oliveira AAA, Santos PS;** (2007). O Consumo de Proteína Isolada da Soja por Praticantes de Musculação. *Nutrição Brasil*; 6(4): 217-221.



- 190 **O'Reilly R;** (1982). The nature of the chemical grouping is responsible for the colour of the products of the Maillard reaction, Ph.D. Thesis University of Reading, Reading, USA.
- 191 **Pellegrino I, Cattaneo S, Masotti F, Psathas G;** (2010). Detection of milk powder and caseinates in Halloumi cheese. *J Dairy Sci*; 93: 3453–3460.
- 192 **Pereda J, Ferragut V, Quevedo JM, Guamis B y Trujillo AJ;** (2009). Heat damage evaluation in ultra-high presesure homogenized milk. *Food Chem*; 23: 1974-1979.
- 193 **Pereira A, Santos G, Fragoso AP, Freire L, Sousa FT, Moura NF, Santos AJ, Mendes R;** (2010). Consumo de suplementos alimentares por praticantes de musculação nas academias da cidade de Ouricuri, PE. *EFDeportes.com, Revista Digital. Buenos Aires*; 15 (151).
- 194 **Pereira RF, Lajolo FM, Hirschbruch MD;** (2003). Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. *Rev Nutr*; 16(3): 265–272.
- 195 **Peters EM, Goetzsche JM;** (1997). Dietary practices of South African ultra-distance runners. *Int J Sport Nutr*; 7: 80–103.
- 196 **Phillips SM, Atkinson SA, Tarnopolsky MA, MacDougall JD;** (1993). Gender differences in leucine kinetics and nitrogen balance in endurance athletes. *J Appl Physiol*. 75: 2134–2141.
- 197 **Pimenta MG, Lopes AC;** (2010). Consumo de suplementos nutricionais por praticantes de atividade física de academias de ginástica de Cascavel – PR Faculdade Assis Grgacz.
- 198 **Pipe A, Ayotte C;** (2002). Nutritional supplements and doping. *Clin J Sport Med*; 12: 245–249.
- 199 **Pope HG, Jr Katz DL, Hudson JI;** (1993); Anorexia nervosa and "reverse anorexia" among 108 male bodybuilders. *Comprehen Psychiat*; 34: 406–409.
- 200 **Powers SK, DeRuisseau KC, Quindry J, Hamilton KL;** (2004). Dietary antioxidants and exercise. *J Sports Sci*. 22: 81–94.
- 201 **Powers SK, Howley ET;** (1990). *Exercise Physiology: Theory and Applications*. C.Brown Publishers. Dubuque, I.A., USA.



- 202 **Rada-Mendoza M, Olano A, Villamiel M;** (2005). Chemical indicators of heat treatment in fortified and special milks. *J Agric Food Chem*; 53: 2995–2999.
- 203 **Rajchl A, Čížková H, Voldřich M, Jirušková M, Ševčík R;** (2009). Evaluation of Shelf Life and Heat Treatment of Tomato Products. *Czech J Food Sci*; 27: 130s–133s.
- 204 **Ramírez-Jiménez A, García-Villanova B, Guerra-Hernández E;** (2001). Effect of toasting time on the browning of sliced bread. *J Sci Food Agric*; 81(5): 513–518.
- 205 **Ramírez-Jiménez A, Guerra-Hernández E, García-Villanova B;** (2003). Evolution of non-enzymatic browning during storage of infant rice cereal. *Food Chem*; 83: 219–225.
- 206 **Raven P, Wasserman D, Squires W, Murray T;** (2012). *Exercise Physiology: An Integrated Approach*, 1st ed. Wadsworth. Belmont, USA.
- 207 **Real Decreto 1091/2000**, de 9 de junio, por el que se aprueba la Reglamentación técnico-sanitaria específica de los alimentos dietéticos destinados a usos médicos especiales; B.O.E. 10.06.00.
- 208 **Real Decreto 1671/2009**, de 6 de noviembre, por el que se desarrolla parcialmente la Ley 11/2007, de 22 de junio, de acceso electrónico de los ciudadanos a los servicios públicos; B.O.E. 18.11.09.
- 209 **Real Decreto 867/2008**, de 23 de mayo, por el que se aprueba la reglamentación técnico-sanitaria específica de los preparados para lactantes y de los preparados de continuación; B.O.E. 30.05.08.
- 210 **Reglamento (CE) nº 1170/2009** de la Comisión, de 30 de noviembre de 2009, por la que se modifican la Directiva 2002/46/CE del Parlamento Europeo y del Consejo y el Reglamento (CE) nº 1925/2006 del Parlamento Europeo y del Consejo en lo relativo a las listas de vitaminas y minerales y sus formas que pueden añadirse a los alimentos, incluidos los complementos alimenticios.
- 211 **Reglamento (CE) nº 41/2009** de la comisión de 20 de enero de 2009, sobre la composición y etiquetado de productos alimentarios apropiados para personas con intolerancia al gluten.



- 212 **Reis MGA, Manzoni M, Loureiro HMS;** (2006). Avaliação do Uso de Suplementos Nutricionais por Freqüentadores de Academias de Ginástica em Curitiba. *Nutrição Brasil*; 5(5): 257.
- 213 **Resmini P, Pellegrino L, Battelli G;** (1990). Accurate quantification of furosine in milk and dairy products by a direct HPLC method. *Ital J Food Sci Nutr*; 3: 173–183.
- 214 **Resmini P, Pellegrino L;** (1994). Ocurrance of protein-bound lysylpyrrolaldehyde in dried pasta. *Cereal Chem*; 71: 254–262.
- 215 **Richards EL;** (1956). Citado por O'Brien J y Morrisey PA; 1989.
- 216 **Robertson RJ;** (1991). Introductory notes on validation and applications of ergogenics. En: Lamb DR, Williams MH eds. *Ergogenics: enhancement of performance in exercise and sport*. Brown & benchmark press. Indianapolis, USA.
- 217 **Rocha LP, Pereira MVL;** (1998). Consumo de Suplementos Nutricionais por Praticantes de Exercícios Físicos em Academias. *Rev Nutr*; 11(1): 76–82.
- 218 **Rufián-Henares JA, Delgado-Andrade C, Jiménez-Pérez S, Morales FJ;** (2007). Assessing nutritional quality of milk-based sport supplements as determined by furosina. *Food Chem*; 101: 573–578.
- 219 **Rufián-Henares JA, Delgado-Andrade C;** (2009). Effect of digestive process on Maillard reaction indexes and antioxidant properties of breakfast cereals. *Food Res Int*; 42: 394–400.
- 220 **Rufián-Henares JA, García-Villanova B, Guerra-Hernández E;** (2002a). Furosine conten, loss of o-phthaldialdeyde reactivity, fluorescence and colour in stored enteral formula. *Int J Dairy Technol*; 55(3): 121–126.
- 221 **Rufián-Henares JA, García-Villanova B, Guerra-Hernández E;** (2002b). Maillard reaction in enteral formula processing: furosine, loss of o-phthaldialdehyde reactivity and fluorescence. *Food Res Int*; 35(6): 527–533.
- 222 **Rufián-Henares JA, Guerra-Hernández E, García-Villanova B;** (2004). Generation of furosine and color in infant/enteral formula-resembling systems. *J. Agric. Food Chem*; 52: 5354–5358.



- 223 **Rufián-Henares JA, Guerra-Hernández E, García-Villanova B;** (2006). Available lysine and fluorescence in heated milk proteins/dextrinomaltose or lactose solution. *Food Chemistry*; 98: 685-692.
- 224 **Ruttkat A, Erbersdobler HF;** (1994). Degradation of furosine during heptafluorobutyric anhydride-derivatization for gas-chromatographic determination. *J Chrom A*; 673: 103-110.
- 225 **Sánchez AJ, Guerra-Hernández E;** (2006). Cálculo del gasto energético total en 51 alumnos de la facultad de ciencias de la actividad física y el deporte de Granada. Comparación mediante fórmulas establecidas. *Nutr Clin*; 32(1): 40-48.
- 226 **Sánchez AJ, Miranda MT, Guerra-Hernández E;** (2008). Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. *Arch Latinoam Nutr*; 58(3): 221-27.
- 227 **Sánchez AJ, Miranda MT, Guerra-Hernández E;** (2011). Prevalence of protein supplement use at gyms. *Nutr Hosp*; 26(5): 1168-1174.
- 228 **Sanz HL, Castillo MD, Corzo N, Olano A;** (2001). Formative of Amadori compounds in dehydrated fruits. *J Agric Food Chem*; 49(11): 5228-5231.
- 229 **Sarriá B, Lopez-Fandiño R, Vaquero MP;** (2001). Does processing of a powder or in-bottle-sterilized liquid infant formula affect calcium bioavailability? *Nutrition*; 17(4): 326-331.
- 230 **Sarubin A;** (2000). *The Health Professional's Guide to Popular Dietary Supplements*. Chicago IL: American Dietetic Association.
- 231 **SCF: Scientific Committee on Food;** (2001a). Guidance on submissions for safety evaluation of sources of nutrients or of other ingredients proposed for use in the manufacture of foods. Opinion expressed on 11 July 2001.
- 232 **SCF: Scientific Committee on Food;** (2001b). Guidance on Submissions for Food Additive Evaluations by the Scientific Committee on Food. Opinion expressed on 11 July 2001.



- 233 **SCF: Scientific Committee on Food;** (2001c). Report of the Scientific Committee on Food on composition and specification of food intended to meet the expenditure of intense muscular effort, especially for sportsmen. Adopted by the SCF on 22/6/2000, corrected by the SCF on 28/2/2001. 28 February 2001.
- 234 **Schwietzke U, Malinowski J, Zerge K, Henle T;** (2011). Quantification of Amadori products in cheese. *Eur Food Res Technol*; 233: 243–251.
- 235 **Scofield DE, Unruh S;** (2006). Dietary supplement use among adolescent athletes in central Nebraska and their source of information. *J Strength Cond Res*; 20: 452–5.
- 236 **Shaw D, Leon C, Murray V, Volans G;** (1998). Patients use of complementary medicine (letter). *Lancet*; 352: 408.
- 237 **Shirreffs SM, Armstrong LE, Cheuvront SN;** (2004). Fluid and electrolyte needs for preparation and recovery from training and competition. *J Sports Sci*. 22: 57–63.
- 238 **Short SH;** (1994). Health quackery: role as professionals. *J Am Diet Asso*; 94: 607–11.
- 239 **Silva AM, Giavoni A, Melo GF;** (2005). Análise da Importância Atribuída aos Nutricionistas Desportivos pelos Administradores de Academias de Ginástica do Distrito Federal. *EFDeportes.com, Revista Digital*. Buenos Aires; 90.
- 240 **Slater G, Tan B, Teh KC;** (2003). Dietary supplementation practices of Singaporean athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 13: 320–332.
- 241 **Smith–Rockwell M, Nickols–Richardson SM, Thye FW;** (2001). Nutrition knowledge, opinions, and practices of coaches and athletic trainers at a division I university. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 11: 174–185.
- 242 **Snell P, Gilmour G;** (2007). *From Olympian To Scientist*. Penguin Books. New Zealand.
- 243 **Sobal J, Marquart LF;** (1994). Vitamin/mineral supplement use among athletes: a review of the literature. *Int J Sport Nutr*; 4: 320–334.
- 244 **Soria AC, Martínez–Castro I, Sanz J;** (2009). Study of the precision in the purge-and-trap-gas chromatography–mass spectrometry analysis of volatile compounds in honey. *J Chrom A*; 1216: 3300–3304.



- 245 **Spanneberg R, Salzwedel G, Glomb MA;** (2012). Formation of Early and Advanced Maillard Reaction Products Correlates to the Ripening of Cheese. *J Agric Food Chem*; 60(2): 600–607.
- 246 **Spreer E;** (1991). *Lactología industrial*. Ed. Acribia: 97–114. Zaragoza, España.
- 247 **Spriet LL, Gibala MJ;** (2004). Nutritional strategies to influence adaptations to training. *J Sport Scien*; 22: 127–141.
- 248 **Suárez B, Picinelli A, Moreno J, Mangas JJ;** (1998). Changes in phenolic composition of apple juices by HPLC with direct injection. *J Sci Food Agric*; 78.
- 249 **Sullivan JE;** (1909). *Marathon Road Races*. American Sports Publishing Co. New York, USA.
- 250 **Sundgot-Borgen J, Berglund B, Torstveit MK;** (2003). Nutritional supplements in Norwegian eliteathletes–impact of international ranking and advisors. *Scand J Med Sci Sports*; 13: 138–144.
- 251 **Swinburn B, Ravussin E;** (1993). Energy balance or fat balance?. *Am J Clin Nutr*. 57S: 766s–771s.
- 252 **Tarnopolsky M, Atkinson SA, Mac Dougall JD, Chesley A, Phillips SM, Schwarcz H;** (1992). Evaluation of protein requirements for trained strength athletes; *J Appl Physiol*; 73, 1986–1995.
- 253 **Tarnopolsky M;** (2006). Protein and amino acid needs for training and bulking up. En: *Clinical Sports Nutrition*. 3th ed. Burke L, Deakin V eds. 90–117. McGraw–Hill. Sydney, Australia.
- 254 **Thom W;** (1813). *Pedestrianism; Or, An Account of the Performances of Celebrated Pedestrians During the Last and Present Century: With a Full Narrative of Captain Barclay's Public and Private Matches; and an Essay on Training*. A. Brown, and F. Frost eds. Universidad de Harvard, USA.
- 255 **Thompson JL, Manore MM;** (2000). Body weight regulation and energy needs: weight loss. En: Driskell JA, Wolinsky I, eds. *Energy–Yielding Macronutrients and Energy Metabolism in Sports Nutrition*. CRC Press. Boca Raton, USA.
- 256 **Tipton KD, Wolfe RR;** (2004). Protein and amino acids for athletes; *J Sports Sci Med*; 22: 65–79.



- 257 **Tirelli A;** (1998). Improved method for the determination of furosine in food by capillary electrophoresis. *J Food Prot*; 61: 1400–1404.
- 258 **Trissler RJ;** (1999). Urban food legends: fighting the hype. *J Am Diet Assoc*; 99: 1504.
- 259 **Truswell S;** (1983). Recommended dietary intakes around the world. Report by Committee 1/5 of the International Union of Nutritional Sciences. *Nutr Abstracts Revs*, 53: 939–1119.
- 260 **Use of dietary supplements in the United States;** (2005). Data from the National Health Examination Survey, the National Health and Nutrition Examination Surveys, and the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey 1988–94; 1 (244).
- 261 **Van Poucke C, Detavernier C, Van Cauwenberghe R, Van Peteghem C;** (2007). Determination of anabolic steroids in dietary supplements by liquid chromatography–tandem mass spectrometry. *Analytica Chimica Acta*; 586: 35–42.
- 262 **Villamiel M, DelCastillo M, Corzo N, Olano A;** (2001). Presence of furosine in honeys. *J Sci Food Agric*; 81(8): 790–793.
- 263 **Viviani MT, Júnior JRG;** (2003), Análise dos Conhecimentos Sobre Nutrição Básica e Aplicada de Profissionais de Educação Física e Nutrição. *Nutrição em Pauta*, nov/dez. Brasil.
- 264 **Walsh RM, Noakes TD, Hawley JA, Dennis SC;** (1994). Impaired high–intensity cycling performance time at low levels of dehydration. *Int J Sports Med*. 15: 392–398.
- 265 **Walstra P, Jenness R;** (1984). *Dairy Chemistry and Physics*. New York: Wiley, USA.
- 266 **Wellner A, Huttli C, Henle T;** (2011). Influence of heat treatment on the formation of Amadori compounds in carrots. *Czech J Food Sci*; 27S: 143s–145s.
- 267 **Wellner A, Nusspickel L, Henle T;** (2012). Glycation compounds in peanuts. *European Food Research and Technology*; 234(3): 423–429.
- 268 **Westwood ME, Thornalley PJ;** (1995). Molecular characteristics of methylglyoxal modified bovine and serum albumins. Comparison with glucose–derived advanced glycation end product modified serum albumins. *J Protein Chem*; 14: 359–372.



- 269 **Williams MH**; (1992). Ergogenic and ergolitic substances. *Med Sci Sports Exerc.* 24S: 344–348.
- 270 **Wilmore J, Costill D**; (2007). Nutrición y ergogenia nutricional. En *Fisiología del esfuerzo y el deporte* 6 ed. Wilmore J, Costill D (eds): 348–379. Paidotribo, Barcelona, España.
- 271 **Winterstein AP, Storrs CM**; (2001). Herbal supplements: considerations for the athletic trainer. *J Athl Train*; 36: 425–32.
- 272 **Wootton S**; (1988). *Nutrición y deporte*. Ed. Acribia. S.A. Zaragoza, España.
- 273 **Yamaguchi K, Nomi Y, Homma T, Kasai M, Otsuka Y**; (2012). Determination of Furosine and Fluorescence as Markers of the Maillard Reaction for the Evaluation of Meat Products during Actual Cooking Conditions. *Food Science and Technology Research*; 18(1): 67–76.
- 274 **Zehnder M, Rico-Sanz J, Kuhne G**; (2001). Resynthesis of muscle glycogen after soccer specific performance examined by ¹³C magnetic resonance spectroscopy in elite players. *Eur J Appl Physiol.* 84: 443–447.
- 275 **Ziegler PJ, Nelson JA, Jonnalagadda SS**; (2003). Use of dietary supplements by elite figure skaters. *Int J Sport Nutr Exerc Metab*; 13:266–276.
- 276 **Zielinski H, Michalska A, Amigo-Benavent M, del Castillo MD, Piskula M**; (2009). Changes induced in protein quality and antioxidant properties by thermal processing of buckwheat seeds and groats. *J Agric Food Chem*; 57: 4771–4776.
- 277 **Zuntz N, Loewy A**; (1909). *Lehrbuch der Physiologie des Menschen*. Leipzig, Vogel. Berlin, Alemania.



7. ANEXO





FACULTAD DE MEDICINA

UGR
UNIVERSIDAD
DE GRANADA

FACULTAD DE FARMACIA



ESTUDIO DEL CONSUMO DE SUPLEMENTOS EN LA ACTIVIDAD FÍSICA

DEPARTAMENTO DE NUTRICIÓN Y BROMATOLOGÍA DEPARTAMENTO DE BIOESTADÍSTICA

CUESTIONARIO Nº
(No rellenar)

Estimado/a usuario/a: estamos realizando un estudio sobre el uso de suplementos en la actividad física. Su colaboración nos será de gran ayuda, estándole agradecidos enormemente si de modo altruista decide contestar a estas preguntas. Su identidad permanecerá en el anonimato, y sólo se usarán los datos de manera estadística para conocer la realidad del consumo de suplementos en la actividad física.

Sex V M Edad: Altura (no rellenar): Peso (no

Si Estudia, ¿qué estudia?:

Si Trabaja, ¿cuál es su trabajo?:

Nivel de estudios actual: Graduat Bachiller Medio Superior

1.- ¿Practica regularmente actividad física en un gimnasio? Si No

2.- ¿Cuánto tiempo aproximado lleva realizándola? (años y/o

3.- ¿Cuántos días dedica a la 1 2 3 4 5 6 7

4.- ¿Cuánto tiempo, aproximadamente, dedica cada día? (en horas y/o minutos)

5.- ¿Por qué lo hace? (Ponga 1,2 ó 3 por orden de preferencia en las casillas. Máximo

- | | |
|--------------------------|--------------------|
| <input type="checkbox"/> | Por obligación |
| <input type="checkbox"/> | Por estar en forma |
| <input type="checkbox"/> | Por diversión |
| <input type="checkbox"/> | Por trabajo |
| <input type="checkbox"/> | Por evasión |
| <input type="checkbox"/> | Por su salud |

- | | |
|--------------------------|--------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Por hacer ejercicio |
| <input type="checkbox"/> | Por conocer a gente |
| <input type="checkbox"/> | Por estar con los amigos |
| <input type="checkbox"/> | Porque le gusta competir |
| <input type="checkbox"/> | Porque se siente mejor |
| <input type="checkbox"/> | Otra razón, ¿cuál?: |



6.- ¿Sigue algún tipo de dieta especial? Si No

Si su respuesta es No, pasar a la pregunta 8

7.- De qué tipo:

- | | | | |
|--------------------------|----------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Dieta baja en Grasas | <input type="checkbox"/> | Dieta baja en Grasas e Hiperproteica |
| <input type="checkbox"/> | Dieta Hiperproteica | <input type="checkbox"/> | Ovolactovegetariana |
| <input type="checkbox"/> | Vegetariana Estricta | <input type="checkbox"/> | Dieta Disociada |
| <input type="checkbox"/> | Otras. ¿Cuál?: | | |

8.- ¿Ha consumido de manera habitual alguno de estos suplementos? Señálelos, por

- | | | | |
|--------------------------|-----------------------------|--------------------------|-------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Aceite de Hígado de Bacalao | <input type="checkbox"/> | Espirulina |
| <input type="checkbox"/> | Aceite de Lino | <input type="checkbox"/> | Ganador de Peso |
| <input type="checkbox"/> | Aceite de Onagra | <input type="checkbox"/> | Ginseng |
| <input type="checkbox"/> | Aceite de Prímula | <input type="checkbox"/> | Glucosalina |
| <input type="checkbox"/> | Ácido Linoleico Conjugado | <input type="checkbox"/> | Glutamina |
| <input type="checkbox"/> | Ácidos grasos ω -3 | <input type="checkbox"/> | Guarana |
| <input type="checkbox"/> | Aminoácidos esenciales | <input type="checkbox"/> | Hidratos de Carbono |
| <input type="checkbox"/> | Aminoácidos ramificados | <input type="checkbox"/> | Hidroximetilbutirato cálcico |
| <input type="checkbox"/> | Antioxidantes | <input type="checkbox"/> | Jalea Real |
| <input type="checkbox"/> | Arginina | <input type="checkbox"/> | Lecitina de Soja |
| <input type="checkbox"/> | Barritas Energéticas | <input type="checkbox"/> | Levadura de Cerveza |
| <input type="checkbox"/> | Bicarbonatos | <input type="checkbox"/> | Picolinato de Cromo |
| <input type="checkbox"/> | Cafeína | <input type="checkbox"/> | Polen de abejas |
| <input type="checkbox"/> | Carnitina | <input type="checkbox"/> | Potenciador de Testosterona |
| <input type="checkbox"/> | Cartílago de Tiburón | <input type="checkbox"/> | Precursor Hormonal |
| <input type="checkbox"/> | Chitosan | <input type="checkbox"/> | Proteínas |
| <input type="checkbox"/> | Complejo mineral | <input type="checkbox"/> | Ribosa |
| <input type="checkbox"/> | Complejo vitamínico | <input type="checkbox"/> | Sustitutos de Comidas |
| <input type="checkbox"/> | Creatina | <input type="checkbox"/> | Tonalín |
| <input type="checkbox"/> | Dimetilglicina | <input type="checkbox"/> | Triglicéridos de cadena media |
| <input type="checkbox"/> | Diuréticos | <input type="checkbox"/> | Otras, ¿Cuáles? |

Si no consume ningún tipo de los suplementos, realice la pregunta 10 y 11 y pase luego a la 23.

9.- ¿Con que fin los consumía? (Ponga 1,2 ó 3 por orden de preferencia. Máximo 3.)

- | | | | |
|--------------------------|------------------------|--------------------------|--------------------------------------|
| <input type="checkbox"/> | Para cuidar su salud | <input type="checkbox"/> | Para mejorar su aspecto físico |
| <input type="checkbox"/> | Por problemas de salud | <input type="checkbox"/> | Para buscar rendimiento deportivo |
| <input type="checkbox"/> | Por necesidad | <input type="checkbox"/> | Por paliar algún déficit de la dieta |
| <input type="checkbox"/> | Por obligación | <input type="checkbox"/> | Otra causa, ¿Cuál?: |



10.- ¿Está a favor de su consumo en la actividad física dentro de la legalidad?

Sí No NS/NC

11.- ¿Y si son perjudiciales para la salud a pesar de aumentar el rendimiento?

Sí No NS/NC

12.- ¿Consumes algún de los suplementos anteriormente marcados en la actualidad?

Sí No

13.- ¿Quién/Qué le motivó a tomarlos?

| | | | |
|--------------------------|--------------------------|--------------------------|---------------------|
| <input type="checkbox"/> | Amigo | <input type="checkbox"/> | Revista |
| <input type="checkbox"/> | Entrenador | <input type="checkbox"/> | Televisión |
| <input type="checkbox"/> | Internet | <input type="checkbox"/> | Preparador Físico |
| <input type="checkbox"/> | Monitor | <input type="checkbox"/> | Médico |
| <input type="checkbox"/> | Publicidad | <input type="checkbox"/> | Otra causa, ¿Cuál?: |
| <input type="checkbox"/> | Dietista o Nutricionista | | |

14.- ¿Dónde lo compró usted?

| | | | |
|--------------------------|-------------------------|--------------------------|-----------------------------|
| <input type="checkbox"/> | En una Farmacia | <input type="checkbox"/> | En un Herbolario |
| <input type="checkbox"/> | En un Gimnasio | <input type="checkbox"/> | En un Centro Comercial |
| <input type="checkbox"/> | A un Amigo | <input type="checkbox"/> | En una Parafarmacia |
| <input type="checkbox"/> | A un Monitor | <input type="checkbox"/> | En Internet |
| <input type="checkbox"/> | A un Dietista | <input type="checkbox"/> | En una Tienda especializada |
| <input type="checkbox"/> | En otro sitio, ¿Dónde?: | | |

15.- En general ¿Cree que le dieron resultado?

Sí No NS/NC

16.- ¿Si se diera el caso, consumiría suplementos “prohibidos o ilegales”?

Sí No NS/NC

Escriba las iniciales de su nombre y apellidos:

| | | |
|--|--|--|
| | | |
| | | |

3 Últimas cifras de su DNI:

| | | |
|--|--|--|
| | | |
|--|--|--|

Muchas Gracias por todo.

UGT UNIVERSIDAD
DE GRANADA.



DIFUSIÓN DE LOS RESULTADOS



Artículos

- Sánchez AJ, Miranda MT, Guerra E; (2008). Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. Arch Latinoam Nutr; 58(3): 221–27.
- Guerra E, Sánchez AJ, Contreras JC; (2010). Valoración de la calidad de suplementos proteicos medida como lisina bloqueada. Cultura, Ciencia y Deporte; 6(5): Supl 140.
- Sánchez AJ, Miranda MT, Guerra E; (2011). Prevalence of protein supplement use at gyms. Nutr Hosp; 26(5): 1168–1174.

Comunicaciones

- Guerra E, Sánchez AJ, Contreras JC. Valoración de la calidad de suplementos proteicos medida como lisina bloqueada. II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte de la UCAM. Murcia. Mayo del 2009.
- Sánchez AJ, Miranda MT, Guerra E. Evaluación del consumo de suplementos deportivos en 415 usuarios de gimnasios sevillanos. I Jornadas Andaluzas de la Industria del Fitness: Gestión y Salud en un Mismo Sector. Sevilla. Febrero del 2010

Poster

- Guerra E, Sánchez AJ, Contreras JC. Estudio del daño nutricional de los suplementos proteicos en polvo. I Jornadas Andaluzas de la Industria del Fitness: Gestión y Salud en un Mismo Sector. Sevilla. Febrero del 2010

Capítulo de Libro

- Sánchez AJ, Guerra-Hernández E. Nutrición en centros de fitness. En Nuevas orientaciones para una actividad física saludable en centros de fitness. ISBN: 978–84–9993–219–4. Editorial: Wanceulen, 2011.



Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios

Antonio J. Sánchez Oliver, María Teresa Miranda León, Eduardo Guerra Hernández

Dpto. de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Dpto. de Bioestadística. Facultad de Medicina.
Universidad de Granada. España

RESUMEN. En la actualidad, el abuso de toda clase de sustancias para mejorar el rendimiento deportivo y la forma física se ha extendido a las personas que acuden a gimnasios regularmente. El objetivo del presente estudio es evaluar el consumo de suplementos nutricionales (SN) y dietéticos en un grupo de 415 usuarios (260 varones y 155 mujeres) de 4 gimnasios de Sevilla (España). Los usuarios realizaron un cuestionario previamente diseñado y con un pilotaje donde se evaluó la validez del contenido. Del total de la muestra, el 56,14% han consumido en alguna ocasión algún suplemento. Entre estos el 57,6%, lo hacía buscando mejorar su aspecto físico; el 16,7%, lo hacía para cuidar su salud, y el 13,2%, buscaban aumentar su rendimiento deportivo. El perfil del consumidor es el de un hombre joven, que hace tiempo que realiza actividad en gimnasios, que acude al gimnasio varias horas a la semana y que realiza algún tipo de dieta. El porcentaje de SN consumidos en este estudio (56%) está dentro de los valores aportados por otros estudios. En orden decreciente, Proteínas (28%), L-Carnitina (18,6%), Bebida Deportiva (18,3%), Creatina (17,1%) y Complejo vitamínico (17,1%) fueron los cinco SN más consumido por los sujetos de este estudio. **Palabras clave:** Actividad física, suplemento nutricional, suplemento dietético, cuestionario, gimnasio.

SUMMARY. *Statistical analysis of the consumption of nutritional and dietary supplements in gyms.* The abuse of all types of substance to improve sport performance and physical fitness has spread to regularly gym users. The aim of this study was to evaluate the intake of nutritional and dietary supplements in a group of 415 individuals (260 males and 155 females) from 4 gyms in Seville (Spain). The users completed a previously designed questionnaire whose content validity had been tested in a pilot study. Out of the total sample, 56.14% had consumed a supplement at some time. Among these, the objective was improvement of physical appearance in 57.16%, health care in 16.7%, and sports performance enhancement in 13.2%. The profile of the supplement consumer is a young man who has performed activities in gyms for some time, goes to the gym for several hours a week and is on some type of diet. The percentage of nutritional supplement users (56%) is within values reported in other studies. The five supplements most frequently consumed by these individuals were (in decreasing order): proteins (28%), L-carnitine (18.6%), sport drinks (18.3%), creatine (17.1%) and vitamin complex (17.1%).

Key words: Physical activity, nutritional supplements, dietary supplements, questionnaire, gymnasium.

INTRODUCCION

En la actualidad, el abuso de toda clase de sustancias para mejorar el rendimiento deportivo y la forma física se ha extendido a las personas que acuden a gimnasios regularmente, buscando entre otros, fines físicos o estéticos y sin que en ningún caso se tengan en cuenta los posibles efectos perjudiciales que su uso puede conllevar (1,2)

“Suplementos dietéticos”, “ayudas ergogénicas nutricionales”, “suplementos deportivos” y “suplementos nutricionales terapéuticos” son algunos de los términos usados para referirse a la variedad de productos del colectivo de la industria de suplementos deportivos. Al igual que hay una variedad de nombres para estos productos, hay un gran número de definiciones. Según Burke y col (3) los suplementos y las comidas para deportistas tienen que suministrar un adecuado y práctico instrumento que cubra un requerimiento nutritivo para optimizar el entrenamiento diario o el rendimiento

en la competición (por ejemplo bebidas deportivas, gel de carbohidrato, barras deportivas); deben contener una cantidad cuantiosa para cubrir una déficit nutricional (por ejemplo suplemento de hierro); y tienen que contener nutrientes u otros componentes en cantidades que directamente aumenten el rendimiento deportivo o mantengan y restauren la salud y la función inmune, y que por otro lado tenga base científica (por ejemplo cafeína, creatina).

Solo en Estados Unidos hace más de una década el mercado de los SN generó 3,3 billones de dólares, creciendo hasta un total de 12 billones anuales en 1999 (4,5). En ocasiones estas sustancias suelen obtenerse en el mercado negro, por lo que no puede garantizarse su calidad, detectándose la inclusión de otros componentes no declarados que comportan riesgos para la salud (2,6-16). Su uso en ausencia de una necesidad específica, una deficiencia, o una afección no está recomendado (17). Aunque en su mayoría se promocionan asegurando sus propiedades ergogénicas y estéticas, su beneficio

es cuando menos dudoso. Ningún beneficio ha sido demostrado para muchos de los productos consumidos por algunos deportistas (18).

Existen numerosos estudios que valoran el consumo de suplementos en situaciones generales o patológicas (19-21) y muchos otros sobre el consumo de suplementos por deportistas de diferente nivel (22-33), pero es escasa la bibliografía que hace una valoración del consumo de suplementos en gimnasios. El objetivo del presente estudio es evaluar el consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en un grupo de 415 usuarios de gimnasios sevillanos.

MATERIAL Y METODOS

En este estudio participaron 415 usuarios (260 varones y 155 mujeres) de 4 gimnasios de Sevilla (España). Los usuarios fueron valorados antropométricamente mediante los siguientes instrumentos de medida: antropómetro GPM (precisión ± 1 mm) y balanza Tefal (precisión ± 100 g). Las medidas antropométricas tomadas fueron las siguientes: talla y peso.

Los usuarios realizaron un cuestionario previamente diseñado y con un pilotaje donde se evaluó la validez del contenido, observándose la capacidad que tiene el instrumento de medir aquello para lo que se ha construido; su aplicación, analizando las ventajas y desventajas y efectuando una revisión de las instrucciones de cumplimentación del instrumento; su estructura, haciendo una revisión de la formulación de las preguntas, la secuencia propuesta y la escala de respuesta; y su presentación, en la cual se identificó las mejores características en apariencia y formato para el instrumento.

El cuestionario se estructuró en cuatro partes. La primera parte recogió los datos personales y antropométricos de la muestra; la segunda se centró en la práctica de actividad física y la dieta del encuestado; la suplementación nutricional de la muestra y su práctica formó la tercera parte; y la última parte recogió el consumo de suplementos dentro de la legalidad y su perjuicio en la salud.

Para una confianza del 95% y admitiendo un margen de error de 5%, el mínimo tamaño de la muestra requerido fue de 385 cuestionarios (34). La pauta de muestreo fue aleatoria para adaptarnos lo máximo posible a la diversidad de usuarios que acuden a los gimnasios. Los cuestionarios fueron respondidos anónimamente. Para el tratamiento estadístico de los datos se empleó el Paquete de Programas estadísticos SPSS (Statistical Package for Social Sciences, versión 12.0) (SPSS Inc., Chicago, IL). Tras el estudio descriptivo de los datos, donde se realizaron tablas de frecuencias y porcentajes para las variables categóricas y se calcularon medidas descriptivas para las variables cuantitativas, se realizó el análisis estadístico inferencial y según el objetivo a cubrir se aplicaron los tests χ^2 de Pearson o Fisher, en el caso de variables categóricas y el test t de Student o Welch o bien la técnica de ANOVA (Aná-

lisis de la Varianza) cuando se desean comparar dos o varias medias de variables cuantitativas. Las respuestas abiertas fueron tabuladas usando los sumarios de respuesta múltiple (35).

Con objeto de determinar que variables influyen en el consumo de SN se realizó un estudio multivariante de Regresión Logística en el que se establecieron las variables que más influyen en el consumo de SN y por tanto determinan el “perfil” del consumidor, obteniendo el porcentaje de buena clasificación del modelo hallado y los coeficientes con sus correspondientes exponenciales e intervalos de confianza para las mismas al 95%.

RESULTADOS

La Tabla 1 recoge sexo, ocupación y nivel de estudios de la muestra. La edad, altura, peso, años que dedica a la actividad física en el gimnasio, días a la semana que acuden y tiempo diario que dedica la muestra a dicha práctica están recogidos en la Tabla 2.

TABLA 1
Sexo, ocupación y nivel de estudios de la muestra

| | | Frecuencia | % |
|-------------------|------------|------------|------|
| Sexo | Varón | 260 | 62,7 |
| | Mujer | 155 | 37,3 |
| Ocupación | Estudiando | 236 | 56,9 |
| | Trabajando | 140 | 33,7 |
| | Ninguna | 39 | 9,4 |
| Nivel de estudios | Graduado | 63 | 15,2 |
| | Bachiller | 129 | 31,1 |
| | Medios | 127 | 30,6 |
| | Superiores | 96 | 23,1 |

El 48% de los encuestados acude al gimnasio en primer lugar por estar en forma. Hacer ejercicio es el segundo motivo más elegido por la muestra (19%). La salud con un 11,1% es la tercera opción más elegida. Si lo observamos según el sexo, los tres motivos más escogidos en orden decreciente son: por estar en forma, por hacer ejercicio y porque se siente mejor en hombres; y por estar en forma, por su salud y por hacer ejercicio en las mujeres de la muestra.

El 30,1% (125 individuos) de la muestra seguía algún tipo de dieta, entendiéndose por ésta, cualquier control nutricional y alimenticio con una estructura fundamentada, 53 de estos eran varones y 72 mujeres. La dieta baja en grasas es la más frecuente con un total de 85 de los encuestados.

La Tabla 3 muestra los suplementos más consumidos por la muestra de mayor a menor consumo, así como el consumo diferenciado por sexo.

TABLA 2
Edad, altura, peso y frecuencia de práctica deportiva
en gimnasios de la muestra

| | | Total | Varones | Mujeres |
|--|--------|--------|---------|---------|
| Edad (años) | Media | 31,63 | 29,95 | 34,43 |
| | DS | 11,15 | 10,22 | 12,06 |
| | Mínimo | 17 | 18 | 17 |
| | Máximo | 68 | 68 | 65 |
| Altura (m) | Media | 1,72 | 1,77 | 1,64 |
| | DS | 0,08 | 0,06 | 0,06 |
| | Mínimo | 1,50 | 1,58 | 1,50 |
| | Máximo | 1,96 | 1,96 | 1,78 |
| Peso (kg) | Media | 73,38 | 79,15 | 63,69 |
| | DS | 11,26 | 7,41 | 9,90 |
| | Mínimo | 46,00 | 60 | 46 |
| | Máximo | 112,00 | 112 | 110 |
| Años de práctica | Media | 3,01 | 3,13 | 2,82 |
| | DS | 2,89 | 2,82 | 3,01 |
| | Mínimo | 0,08 | 0,1 | 0,8 |
| | Máximo | 16,00 | 16 | 16 |
| Días de práctica semanales | Media | 3,64 | 3,78 | 3,41 |
| | DS | 1,02 | 1,02 | 0,97 |
| | Mínimo | 1 | 1 | 2 |
| | Máximo | 6 | 6 | 6 |
| Tiempo al día de práctica (min) | Media | 87,41 | 92,17 | 79,42 |
| | DS | 27,14 | 25,02 | 28,71 |
| | Mínimo | 30 | 45 | 17 |
| | Máximo | 240 | 210 | 240 |

Del total de la muestra, 233 (56,14%) han consumido en alguna ocasión algún suplemento. Entre estos 131(57,6%), lo hacía buscando mejorar su aspecto físico; 38 (16,7%), lo hacían para cuidar su salud, y 30 (13,2%), buscaban aumentar su rendimiento deportivo. Paliar algún déficit de la dieta fue el motivo del consumo de suplementos de 13 encuestados, el 5,7%. Observando el fin del consumo de suplementos según el sexo, se puede comprobar que los tres más escogidos por la muestra en orden decreciente son: mejorar el aspecto físico, aumentar el rendimiento deportivo y paliar déficit en la dieta en varones; y mejorar el aspecto físico, prevenir y cuidar el estado de salud y corregir algún déficit o patología actual de salud para las mujeres

De los 233 que habían consumido algún suplemento, 164, el 71% (39,5% del total) lo estaba consumiendo en la actualidad.

TABLA 3
Consumo de Suplementos Nutricionales de la muestra

| Suplementos | Total | | Varones | | Mujeres | |
|-----------------------------|-------|------|---------|------|---------|------|
| | n° | % | n° | % | n° | % |
| Proteínas | 116 | 28,0 | 111 | 42,7 | 5 | 3,2 |
| L-Carnitina | 77 | 18,6 | 58 | 22,3 | 19 | 12,3 |
| Bebida Deportiva | 76 | 18,3 | 59 | 22,7 | 17 | 11 |
| Creatina | 71 | 17,1 | 70 | 26,9 | 1 | 0,6 |
| Complejo vitamínico | 71 | 17,1 | 42 | 16,2 | 29 | 18,7 |
| Diuréticos | 52 | 12,5 | 6 | 2,3 | 46 | 29,7 |
| Barritas energéticas | 50 | 12 | 42 | 16,2 | 8 | 5,2 |
| Hidratos de Carbono | 43 | 10,4 | 42 | 16,2 | 1 | 0,6 |
| Aminoácidos ramificados | 42 | 10,1 | 42 | 16,2 | - | - |
| Chitosan | 33 | 8,0 | 11 | 4,2 | 22 | 14,2 |
| Glutamina | 31 | 7,5 | 28 | 10,8 | 3 | 1,9 |
| Complejo mineral | 28 | 6,7 | 19 | 7,3 | 9 | 5,8 |
| Aminoácidos esenciales | 26 | 6,3 | 24 | 9,2 | 2 | 1,3 |
| Lecitina de Soja | 26 | 6,3 | 6 | 2,3 | 20 | 12,9 |
| Ginseng | 18 | 4,3 | 12 | 4,6 | 6 | 3,9 |
| Protector Hepático | 14 | 3,4 | 14 | 5,4 | - | - |
| Cafeína | 14 | 3,4 | 11 | 4,2 | 3 | 1,9 |
| Antioxidantes | 13 | 3,1 | 10 | 3,8 | 3 | 1,9 |
| Arginina | 13 | 3,1 | 13 | 5 | - | - |
| Jalea Real | 13 | 3,1 | 10 | 3,8 | 3 | 1,9 |
| Levadura de Cerveza | 11 | 2,7 | 7 | 2,7 | 4 | 2,6 |
| Picolinato de Cromo | 11 | 2,7 | 11 | 4,2 | - | - |
| Guaraná | 10 | 2,4 | 8 | 3,1 | 2 | 1,3 |
| Potenciador de Testosterona | 10 | 2,4 | 10 | 3,8 | - | - |
| Aceite de Onagra | 9 | 2,2 | - | - | 9 | 5,8 |
| Cartílago de Tiburón | 8 | 1,9 | 6 | 2,3 | 2 | 1,3 |
| Precursor Hormonal | 8 | 1,9 | 8 | 3,1 | - | - |
| Espirulina | 7 | 1,7 | 7 | 2,7 | - | - |
| Ácidos grasos ω-3 | 6 | 1,4 | 4 | 1,5 | 2 | 1,3 |
| Aceite de Hígado | | | | | | |
| e Bacalao | 5 | 1,2 | 5 | 1,9 | - | - |
| Bicarbonatos | 5 | 1,2 | 3 | 1,2 | 2 | 1,3 |
| Ribosa | 3 | 0,7 | 3 | 1,2 | - | - |
| Dimetilglicina | 1 | 0,2 | 1 | 0,4 | - | - |
| Polen | 1 | 0,2 | - | - | 1 | 0,6 |

Tras realizar el estudio de regresión logística (Tabla 4) se comprobó que el uso de SN fue más común en hombres jóvenes (a mayor edad menor consumo ($P=0,02$; $\hat{O}=0,971$), que hace tiempo que realizan actividad en gimnasios ($P=0,009$; $\hat{O}=1,133$), que acuden al gimnasio varias horas a la semana ($P=0,005$; $\hat{O}=1,194$) (a mayor número de horas mayor probabilidad de consumo), que realizan algún tipo de dieta ($P=0,0001$; $\hat{O}=20,207$), (resultado altamente significativo indicando que la razón de los que consumen a los que no consumen SN es 20,207 veces mayor en nuestra muestra, pudiendo llegar a ser en la población general de usuarios de gimnasios hasta 42,777 veces mayor (Tabla 4) y que están de acuerdo con el consumo de suplementos dentro de la legalidad ($P=0,001$; $\hat{O}=5,736$), entendiendo como legalidad aquellos su-

plementos que no ponen en riesgo la salud, que hayan pasado el control sanitario según la normativa europea y pueden ser comercializados sin prescripción médica. El porcentaje de buena clasificación hallado es de 76,9%. En la tabla 4 podemos observar las variables incluidas en el modelo de regresión logística (antes citadas), su significación (Sig.) y las Odd's ratio (\hat{O}) junto a sus correspondientes Intervalos de Confianza al 95% (IC).

TABLA 4
Variables a tener en cuenta para el perfil del consumidor de SN

| Variables de riesgo | Sig. | \hat{O} | I.C. 95,0% para Exp(B) | |
|---------------------|------|-----------|------------------------|----------|
| | | | Inferior | Superior |
| Sexo(1) | ,093 | 1,612 | ,923 | 2,814 |
| Edad | ,020 | ,971 | ,971 | ,995 |
| Tiempo | ,009 | 1,133 | 1,031 | 1,243 |
| Dieta(1) | ,000 | 20,207 | 9,545 | 42,777 |
| Legalidad(1) | ,001 | 5,736 | 2,142 | 15,357 |
| Horas/Semana | ,005 | 1,194 | 1,056 | 1,350 |

En cuanto a quién le motivó al consumo de SN, los amigos fue la opción más elegida con un total de 143 encuestados, el 61,6% de aquellos que consumían SN. Dietistas y monitores con el 29,4% y 16,7% respectivamente son las siguientes opciones más escogidas.

El cuestionario también recogió el lugar donde la muestra compra los SN. El gimnasio es el lugar al que más acuden, siendo 99 (42,5%) los individuos que afirman haber comprado algún SN en el gimnasio. Las tiendas especializadas y las herboristerías son los siguientes comercios a los que más acuden, con 83 (35,62%) y 78 (33,47%) encuestados respectivamente.

A los individuos que consumían SN se les preguntó sobre el resultado de su consumo. De los 233, 192 (82,4%) piensan que obtuvieron resultados, 27 (11,6%) respondieron que no y 14 (6%) no saben, no contestan.

El cuestionario también recogió si los encuestados estaban a favor del consumo de SN en la actividad física dentro de la legalidad; siendo 371 del total de la muestra, un 89,4%, los que respondieron afirmativamente, de estos 228 eran varones y 143 mujeres. Sólo 16 (3,9%), todos varones, de los 415 individuos, han consumido o consumirían SN que aumentarían el rendimiento aún siendo perjudiciales para su salud y 22 individuos (5,3%), todos varones, han consumido o consumirían algún tipo de suplementos ilegal o prohibido.

DISCUSION

Este estudio aporta una evaluación acerca del uso de SN en gimnasios. Al no existir estudios similares, se consideró a

los usuarios de gimnasios como deportistas para poder realizar comparaciones.

El porcentaje de SN consumidos en este estudio (56%) está dentro de los valores aportados por otros estudios (50%-99%) que evalúan la suplementación en deportistas (21,36,40,41,46-49). Un total de 41 diferentes SN fueron registrados, en conjunto 922 SN fueron consumidos por los usuarios, con una media de 3,95 por encuestado, similar a la hallada en otros estudios (22,24,27,29,31,33).

Con respecto al sexo que realiza un mayor consumo de SN en el deporte hay cierta controversia, encontrando estudios donde hay un mayor consumo en mujeres (29,37), otros donde el consumo del hombre es mayor (2) y otros donde no destaca ninguno de los sexos (32). En el presente estudio el consumo de SN es mayor en hombres que en mujeres, 62% hombres vs 49% mujeres.

En orden decreciente, Proteínas (28%), L-Carnitina (18,6%), Bebida Deportiva (18,3%), Creatina (17,1%) y Complejo vitamínico (17,1%) fueron los cinco SN más consumidos por los sujetos de este estudio (Tabla 3). En la literatura científica existente los SN más usados por los deportistas son bebidas deportivas, complejos multivitamínicos y minerales (22,23,31,32); por consiguiente, existen resultados similares para la bebida deportiva y los complejos vitamínicos. Las proteínas, aminoácidos o creatina son usados también por los deportistas, pero en menor medida y solo en periodos de entrenamientos de potencia e hipertrofia muscular (32,38). Esto vendría a justificar nuestros resultados teniendo en cuenta que una de las razones más escogidas por los hombres de la muestra a la hora de acudir al gimnasio es estar en forma.

Observando los resultados podemos encontrar diferencias entre los suplementos consumidos por cada género, así pues, los varones se decantaron más por Proteína (42,7%), Creatina (26,9%) y Bebida Deportiva (22,7%); mientras que las mujeres optan más por Diuréticos (29,7%), Complejos Vitamínicos (18,7%) y Chitosan (14,2%). En concordancia con el presente se encuentran otros estudios en los que los hombres se decantan por suplementos proteicos como aminoácidos o creatina (17,37,39) y las mujeres por vitaminas y minerales (17).

De los 233 individuos que han consumido SN, 33 han consumido o consumían uno o dos SN como máximo, por contrario, 25 individuos han consumido o consumían diez o más SN, existiendo un caso en el que se llega a consumir hasta 25 SN por el mismo individuo. Una situación similar se dio en algunos atletas de las Olimpiadas de Sydney 2000, los cuales estuvieron consumiendo entre 18-20 diferentes SN, habiendo un individuo que consumía un total de 25 (23).

Las razones más escogidas para justificar el consumo de SN fueron mejorar el aspecto físico, cuidar la salud, aumentar el rendimiento deportivo y paliar algún déficit de la dieta. Resultados similares (no necesariamente en el mismo orden de prioridad) se han hallado en otros estudios, en los que el

cuidado de la salud (38) el aumento del rendimiento deportivo (6,22-24,27,28,31-33,38) y paliar algún déficit de la dieta (38,40) se usan como justificaciones en el consumo de SN por deportistas. La bibliografía existente no muestra la mejora del aspecto físico como justificación usada por deportistas, esto puede ser debido a la diferente finalidad de la actividad física realizada en gimnasios (el 48% de los encuestados acuden al gimnasio para estar en forma) y aquella que engloba el deporte de competición, donde prima el rendimiento. El cuarto motivo para el consumo de SN en este estudio fue paliar algún déficit de la dieta, con 13 encuestados, el 5,7% del total.

Consecuente con la literatura científica familia o amigos, entrenadores y compañeros de equipo son aquellos que con más frecuencia recomiendan el uso de SN a los deportistas (22,24,28,31,32,38,40). Considerando a los monitores como entrenadores, debido a que son los responsables de la actividad física realizada por los usuarios de un gimnasio; el presente estudio ha obtenido resultados similares en aquellos que recomiendan el uso de SN a la muestra, ya que amigos y monitores son unas de las opciones más marcadas por los encuestados. En contraposición a la bibliografía científica revisada, en el presente estudio aparece la figura del dietista como aconsejador en el uso de SN (41). Los hallazgos de Sundgot-Borgen (32) hacen ver que entrenadores, fisioterapeutas, preparadores físicos y demás integrantes de los equipos de atletismo femeninos de élite no tienen conocimientos en nutrición, incluso algunos no tienen ningún tipo de educación en ciencias de la actividad física y deportiva.

El lugar donde más acuden los encuestados a comprar los SN son el gimnasio, las tiendas especializadas y las herboristerías. El único estudio realizado en deportistas que recoge el lugar de compra de SN por estos (38), señala que son los supermercados, las tiendas especializadas y las farmacias los más visitados, por lo que sólo se encuentra una relación para el lugar de donde compran los SN en las tiendas especializadas en ambos estudios.

Es cuanto menos curioso que el 82,4% de los usuarios que consumen SN piensan que obtuvieron resultados a pesar de consumir sustancias que no han sido científicamente demostradas, por lo tanto no sabemos si es simplemente el efecto placebo o si hay que ampliar los estudios científicos de SN para poder corroborar los posibles resultados. Abría que aclarar que hay sustancias consumidas por los usuarios que si mejoran el rendimiento, pero que consumidas de forma combinada con las no demostradas no se podría diferenciar el efecto.

El 89,4% de la muestra estaba a favor del consumo de SN dentro de la legalidad, siendo sólo el 3,9% los consumiría si fueran perjudiciales para su salud y 5,3% si fuera ilegal o prohibido. Existen numerosos estudios en los que los consumidores de SN no son conscientes de aquello que toman, estan-

do consumiendo a veces suplementos perjudiciales para su salud y/o suplementos con sustancias añadidas ilegales o prohibidas (2,6-16). Las investigaciones muestran que muchas personas no reciben información profesional acerca de los suplementos nutricionales (1,42). Se debe informar sobre los tipos de suplementos, sus propiedades y riesgos, razonando su uso con respecto a la dieta.

Bajo condiciones normales cuando los deportistas consumen una dieta equilibrada a sus necesidades, la mayoría cubren sus necesidades energéticas y nutricionales. La necesidad de SN se hace perentoria en dietas inadecuadas, pero de forma limitada y adecuada. La estandarización y categorización de los SN son esenciales para su control. Los riesgos del uso de SN, el uso efectivo de los mismos, y quizás con más importancia, como maximizar la ingesta de nutrientes proveniente de alimentos para minimizar o suprimir el uso de SN (43) pueden ser las áreas de educación más necesitadas.

El consumo de SN en exceso hace que la población que lo consume tenga problemas de toxicidad, no sólo por el escaso control de estos productos, sino también por un consumo mayor a la ingesta máxima tolerable de los nutrientes (1,4,19,21).

CONCLUSIONES

Más de la mitad de las personas que acuden a un gimnasio consumen SN, llegando a casi un total de 4 suplementos diferentes por cada individuo que los consume, existiendo individuos que superan los 10 SN consumidos. Los hombres que acuden a gimnasios hacen un mayor consumo de los SN que las mujeres, a su vez los hombres que realizan dietas tienen un mayor consumo de SN con respecto a los que no realizan dietas.

Proteínas, L-Carnitina, Bebida Deportiva, Creatina y Complejo vitamínico son los SN más consumidos por los individuos que acuden a un gimnasio. Los hombres se decantan más por SN de origen proteínico y las mujeres por diuréticos, vitaminas y minerales.

Mejorar el aspecto físico, cuidar la salud, aumentar el rendimiento deportivo y paliar algún déficit de la dieta son las razones más escogidas para justificar el consumo de SN en los usuarios de gimnasios.

Familia, amigos, monitores son aquellos que con más frecuencia recomiendan el uso de SN a aquellos que acuden a los gimnasios. Gimnasio, tiendas especializadas y herboristerías son los lugares donde más acuden para comprar los SN.

Un alto porcentaje de los consumidores de SN en gimnasios piensa que han obtenido resultados positivos en el consumo de estos, y son pocos los que consumirían o consumen suplementos ilegales o perjudiciales para su salud.

REFERENCIAS

1. Eisenberg DM, Davis RB, Ettner SL, et al. Trends in alternative medicine use in the United States, 1990-1997: results of a national survey. *JAMA* 1998;280:1569-1575.
2. Medical aspects of drug use in the gym. *Drug Ther Bull* 2004; 42(1): 1-5.
3. Burke et cols. Supplements and Sports foods. En *Clinical Sports Nutrition 3ra Ed.* Burke (ed), 485-580. McGraw-Hill interamericana, Mexico, 2006.
4. Blendon RJ, Desroches CM, Benson JM, Brodie M, Althman DE. Americans' views on the use and regulation of dietary supplements. *Arch Intern Med* 2001;161:805-810.
5. Herbal treatments: the promises and pitfalls. *Consumer Reports* 1999;64:44-48.
6. Ambrose PJ. Drugs use in sport: a veritable arena for pharmacists. *J Am Pharm Assoc* 2004; 44(4): 501-16.
7. Ayotte C, Levesque JF, Cle RM, Lajeunesse A, Goudreault D, Fakirian A. Sport nutritional supplements: quality and doping controls. *Can. J. Appl. Physiol* 2001;26 Suppl:s120-s129.
8. Cui J, Garle M, Eneroth P, et al. What do commercial ginsengs contain? *Lancet* 1994;344:134.
9. Fricker PA. Drugs in sport. *Aust Prescr* 2000; 23(4): 76-8.
10. Green GA, Catlin DH, Starcevic B. Analysis of over-the-counter dietary supplements. *Clin. J. Sport Med* 2001;11:254-259.
11. Huang WF, Wen K-C, Hsiao M-L. Adulteration by synthetic therapeutic substances of traditional Chinese medicines in Taiwan. *J Clin Pharmacol* 1997;37:344-350.
12. Kamber M, Baume N, Saugy M, Rivier L. Nutritional supplements as a source for positive doping cases? *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab* 2001;11:258-263.
13. Kanayama G, Gruber AJ, Pope HG, et al. Over the counter drug use in gymnasiums: an underrecognized substance abuse problem? *Psychother Psychosom* 2001;70:137-140.
14. KO RJ. Adulterants in Asian patent medicines. *N Engl J Med* 1998;339:847.
15. Pipe A, Ayotte C. Nutritional supplements and doping. *Clin. J. Sport Med* 2002;12:245-249.
16. Ros JJ, Pelders MG, De Smet P. A case of positive doping associated with a botanical food supplement. *Pharm World Sci* 1999; 21:44-46.
17. Position of the Dietitians of Canada, the American Dietetic Association and the American College of Sports Medicine: Nutrition and Athletic Performance. *Can J Diet Pract Res* 2000;61:176-192.
18. Armsey TD, Green GA. Nutrition Supplements. *Science vs. Hype Phys Sportsmed* 1997;6:77-92.
19. Balluz LS, Kieszak SM, Philen RM, Mulinare JM. Vitamin and mineral supplement use in the United States: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Archives of Family Medicine* 2000;9, 258-262.
20. Millen AE, Dodd KW, Subar AF. Use of vitamin, mineral, nonvitamin, and nonmineral supplements in the United States: the 1987, 1992, and 2000 National Health Interview Survey results. *J Am Diet Asso* 2003;104, 942-950.
21. Use of dietary supplements in the United States, 1988-94: Data from the National Health Examination Survey, the National Health and Nutrition Examination Surveys, and the Hispanic Health and Nutrition Examination Survey. 2005; Series 1, No. 244.
22. Baylis A, Cameron-Smith D, Burke LM. Inadvertent doping through supplement use by athletes: assessment and management of the risk in Australia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11:365-383.
23. Corrigan B, Kazlauskas R. Medication use in athletes selected for doping control at the Sydney Olympics (2000). *Clin. J. Sport Med* 2003;13:33-40.
24. Froiland K, Koszewski W, Hingst J, Kopecky L. Nutritional supplement use among college athletes and their sources of information. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2004;14:104-120.
25. Greenwood M, Farris J, Kreider R, Greenwood L, Byars A. Creatine supplementation patterns and perceived effects in select division I collegiate athletes. *Clin J Sport Med* 2000;10:191-194.
26. Jacobson BH, Sobonya C, Ransone J. Nutrition practices and knowledge of college varsity athletes: a follow-up. *J Strength Cond Res* 2001;15:63-68.
27. Kim SH, Keen CL. Patterns of vitamin/mineral supplement usage by adolescents attending athletic high schools in Korea. *Int J Sport Nutr* 1999;9:391-405.
28. Krumbach CJ, Ellis DR, Driskell JA. A report of vitamin and mineral supplement use among university athletes in a division I institution. *Int J Sport Nutr* 1999;9:416-425.
29. Ronsen O, Sundgot-Borgen J, Maehlum S. Supplement use and nutritional habits in Norwegian elite athletes. *Scand J Med Sci Sports* 1999;9:28-35.
30. Sallis RE, Jones K. Dietary supplement use among college football players. *Med Sci Sports Exerc* 1999;31 (Suppl): s118.
31. Slater G, Tan B, Teh KC. Dietary supplementation practices of Singaporean athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003;13:320-332.
32. Sundgot-Borgen J, Berglund B, Torstveit MK. Nutritional supplements in Norwegian eliteathletes-impact of international ranking and advisors. *Scand J Med Sci Sports* 2003;13:138-144.
33. Ziegler PJ, Nelson JA, Jonnalagadda SS. Use of dietary supplements by elite figure skaters. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003;13:266-276.
34. Cochran WG. *Sampling Techniques*, 3rd ed., New York: Wiley & Sons, 1997.
35. Zar JH. *Biostatistical Analysis*, 4th ed., New Jersey: Prentice Hall, 1999.
36. Serra L, Aranceta J. Objetivos Nutricionales para la población española. Consenso de la Sociedad Española de Nutrición Comunitaria. En: *Guías Alimentarias para la Población Española*. Madrid, SENC. 2001; 345-351.
37. Bjerkan K, Helle C, Holm H. Nutritional supplemente use in Norwegian elite athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2000;5 (Suppl): s62.
38. Erdman KA, Fung TS, Reimer RA. Influence of Performance Level on Dietary Supplementation in Elite Canadian Athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2006;38,2: 349-356.
39. Peters EM, Goetzsche JM. Dietary practices of South African ultra-distance runners. *Int J Sport Nutr* 1997;7:80-103.

40. Crowley JJ, Wall C. The use of dietary supplements in a group of potentially elite secondary school athletes. 2000. Auckland University of Technology, Auckland. Massey University, Albany, Auckland.
41. Smith-Rockwell M, Nickols-Richardson SM, Thye FW. Nutrition knowledge, opinions, and practices of coaches and athletic trainers at a division 1 university. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001;11:174-185.
42. Shaw D, Leon C, Murray V, Volans G. Patients use of complementary medicine (letter). *Lancet*. 1998;352:408.
43. Canadian Centre for Ethics in Sport Prohibited Substances & Prohibited Methods, World Anti-Doping Agency. *Substance Classification Booklet*. 2004.

Recibido: 25-02-2008

Aceptado: 01-07-2008

VALORACIÓN DE LA CALIDAD DE SUPLEMENTOS PROTEICOS MEDIDA COMO LISINA BLOQUEADA

Guerra Hernández, E., Sánchez Oliver, A., Contreras Calderón, J.C.

Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Granada
ejguerra@ugr.es

INTRODUCCIÓN

Las proteínas más extensamente utilizadas como suplementos deportivos son las caseínas y las proteínas del lactosuero y, en menor extensión, los hidrolizados de lactosuero y las proteínas de soja.

La obtención de estas proteínas lleva tratamientos térmicos más o menos drásticos, como pasteurización, evaporación y secado. Una de las modificaciones más importantes causadas por el calor y el almacenamiento es la Reacción de Maillard (MR), la cual implica la combinación de aminoácidos proteicos, principalmente lisina, con carbohidratos reductores, en este caso lactosa. Produciendo un descenso en el valor nutricional del ingrediente obtenido, entre otros aspectos por reducir la digestibilidad de las mismas al formar enlaces cruzados e isopeptidos.

Los suplementos proteicos tienen una fuerte posición en el mercado de la nutrición deportiva, usados como suplementos de deportistas profesionales y por usuarios de gimnasios.

El propósito de este estudio es conocer el daño nutricional de suplementos comerciales proteicos en polvo determinando lisina bloqueada.

MÉTODO

Furosina

Determinación por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC) del N-ε-furoilmetil-L-lisina (furosina) generada mediante hidrólisis ácida^[1].

Lisina total

Determinación por HPLC y detección fluorimétrica del derivado obtenido al hacer reaccionar la lisina del hidrolizado de proteínas obtenido con ácido clorhídrico 7,9 M derivatizada con o-ftaldialdehído (OPA)^[2].

Muestras

Se han analizado 30 muestras de suplementos nutricionales deportivos de origen proteico.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Para la determinación de lisina bloqueada se ha seguido la fórmula de Finot y col 1981^[3]. % Lisina bloq. = $(3,1 \times \text{furosina} \times 100 / \text{lisina total} + 1,86 \times \text{furosina}) \times 0,8$.

En la tabla 1 se resumen los resultados obtenidos.

La fuente proteica principal de los ingredientes analizados han sido los concentrados y aislados de proteínas del lactosuero, bien solos o en combinación con caseinatos. También se han analizado caseinatos, hidrolizados de proteínas séricas y caseínas, albúmina de huevo, proteínas vegetales y aminoácidos.

El porcentaje de lisina bloqueada estuvo comprendido entre 0 y 50,8%, siendo el valor medio de 15%. El 37% de las muestras presentaron valores inferiores al 10%, y otro 37% estaba comprendido entre el 11 y 20%. Las muestras que sólo contenían caseinatos y proteínas vegetales presentaron los valores más bajos, lo que puede deberse al diferente procedimiento de extracción. La muestra 20, que presentaba el valor más alto, era una mezcla de creatina y aminoácidos, mezcla altamente reactiva. Si sólo tenemos en cuenta los valores medios obtenidos con las muestras elaboradas exclusivamente con lactosuero, este valor se eleva un 2%. Se obtuvo un alta correlación y directa entre el porcentaje de furosina y lisina bloqueada ($r^2=0,3675$) y alta e inversa entre el porcentaje de proteínas de las muestras y el de lisina bloqueada ($r^2=0,1435$), esta correlación se hace todavía más alta cuando sólo se tienen en cuenta las muestras que contienen lactosuero, $r^2=0,7578$ para furosina y lisina bloqueada y $r^2=0,4199$ para proteínas y lisina bloqueada.

CONCLUSIONES

La determinación de furosina conjuntamente con lisina es un método adecuado para valorar la calidad de las proteínas usadas como suplementos deportivos.

El porcentaje de lisina bloqueada es mayor en las muestras que contienen lactosueros.

Para los suplementos que sólo contienen lactosuero un alto contenido final de proteínas significa un menor contenido de lisina bloqueada y por tanto un mayor valor nutricional

REFERENCIAS

- Resmini, P., Pellegrino, L. and Battelli, G. (1990). Accurate quantification of furosina in milk and dairy products by a direct HPLC method, *J Food Sci*, 2, 173-183.
- Moreno-Arribas, V., Pueyo, E., Polo, M. C., Martín-Álvarez, P.J. (1998). Changes in the amino acid composition of the different nitrogenous fractions during the aging of wine with yeasts. *J Agric Food Chem*, 46, 4042-4051.
- Finot, P.A., Deutsh, R. and Bujard, E. (1981). The extent of the Maillard reaction during the processing of milk. *Prog Food Nutr Sci*, 5, 345-355.

Tabla 1. Número de muestra (A); Porcentaje de proteínas (B); porcentaje de lisina bloqueada (C).

| A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C | A | B | C |
|---|------|----------|----|------|----------|----|------|----------|----|------|----------|----|------|----------|----|------|----------|
| 1 | 75 | 34,3±1,2 | 6 | 84 | 14,4±0,5 | 11 | 78,5 | 21,0±0,3 | 16 | 87 | 15,1±1,1 | 21 | 70 | 7,1±0,4 | 26 | 95 | 7,4±0,2 |
| 2 | 86 | 19,5±2,2 | 7 | 70,2 | 15,4±0,1 | 12 | 79,1 | 13,2±1,3 | 17 | 85 | 15,4±0,7 | 22 | 93 | 3,9±0,3 | 27 | 86,8 | 9,5±0,9 |
| 3 | 77,5 | 26,8±1,0 | 8 | 85 | 10,0±1,3 | 13 | 80 | 14,5±1,0 | 18 | 85,7 | 1,2±0,1 | 23 | 70 | -0,2±0,1 | 28 | 87,8 | 18,1±3,2 |
| 4 | 86,2 | 0,8±0,2 | 9 | 91 | 4,1±0,5 | 14 | 74,1 | 31,9±0,2 | 19 | 88,5 | 11,0±0,6 | 24 | 80,7 | 16,7±0,8 | 29 | 76 | 21,7±2,2 |
| 5 | 68 | 23,6±0,2 | 10 | 78 | 21,2±1,4 | 15 | 51,7 | 8,8±1,9 | 20 | 67,5 | 50,8±2,1 | 25 | 90,8 | 5,0±0,4 | 30 | 75 | 17,7±0,3 |

Original

Prevalence of protein supplement use at gyms

A. Sánchez Oliver¹, M.^a T. Miranda León² and E. Guerra-Hernández¹

¹Departamento de Nutrición y Bromatología. Facultad de Farmacia. Universidad de Granada. Granada. ²Departamento de Bioestadística. Facultad de Medicina. Universidad de Granada. Granada. Spain.

Abstract

At the present time, the abuse of all class of sport nutritional supplements (NS) has extended the people who go regularly to gymnasiums. Between these substances there are the Protein Powder Supplements (PPS). The purpose of this study is to examine the consumption of PPS in 415 individuals from Seville fitness centers.

All individuals were evaluated with anthropometric measurements and completed a questionnaire previously reviewed, evaluating the validity of the content, application, structure and presentation.

28% of the individuals were using or used PPS. Of the total, 42.7% of male individuals compared to 3.2% of the females. The use of PPS was higher than what has been reported in previous studies about supplement use in fitness center, 28% vs 10-14% aprox.

The SPP use is associated with sex, age, and time of sport practiced.

More than a 25% of the total individuals that attend a gym use PPS. The total individuals that attend a gym and use PPS far exceed the RDA of protein for general population and/or athletes, being able to cause problems of health.

(Nutr Hosp. 2011;26:1168-1174)

DOI:10.3305/nh.2011.26.5.1110

Key words: Exercise. Physical activity. Powder protein supplement. Fitness center. Questionnaire.

Abbreviations

SN: Suplementos nutricionales.
NS: Nutritional supplements.
SPP: Suplementos Proteicos en Polvo.

Correspondence: Eduardo Guerra Hernández.
Departamento de Nutrición y Bromatología.
Facultad de Farmacia. Universidad de Granada.
Campus Universitario de Cartuja.
18012 Granada. Spain.
E-mail: ejguerra@ugr.es

Recibido: 15-XI-2010.
Aceptado: 20-III-2010.

ESTUDIO ESTADÍSTICO DEL CONSUMO DE SUPLEMENTOS PROTEÍCOS EN GIMNASIOS

Resumen

En la actualidad, el abuso de toda clase de suplementos nutricionales (SN) deportivos se ha extendido a las personas que acuden a gimnasios regularmente. Entre estas sustancias están los Suplementos Proteicos en Polvo (SPP). El objetivo del presente estudio es evaluar el consumo de suplementos proteicos en un grupo de 415 usuarios de gimnasios sevillanos. Los usuarios fueron valorados antropométricamente y realizaron un cuestionario que previamente fue evaluado para conocer la validez del contenido, aplicación, estructura y presentación.

El 28% de la muestra consumían o habían consumido SPP, resultando, el 42,7% del total de los hombres frente al 3,2% del total de las mujeres encuestadas. El porcentaje de consumo de SPP está por encima de los valores aportados por otros estudios que evalúan la suplementación en gimnasios, 28% vs 10-14% aprox.

El consumo de SPP está asociado con el sexo, la edad y el tiempo de práctica deportiva.

Más de una cuarta parte de las personas que acuden regularmente a un gimnasio consumen SPP. El total de los usuarios de un gimnasio que consumen SPP realizan un consumo diario de proteínas mucho mayor que el recomendado para la población normal y/o deportista, pudiendo ocasionar problemas de salud.

(Nutr Hosp. 2011;26:1168-1174)

DOI:10.3305/nh.2011.26.5.1110

Palabras clave: Ejercicio. Actividad física. Suplemento proteico en polvo. Gimnasio. Cuestionario.

PPS: Protein Powder Supplements.
CDR: Cantidad diaria recomendada.
RDA: Recommended daily allowance.
IRB: Institutional review board approval.

Introduction

The fitness center is a place where people who don't have a professional relationship with sports train. The environment created in these centers contributes to spread stereotypes and aesthetic procedures.¹

In all areas of sport and physical activity there are many products that look for better endurance, quicker recovery, fat loss and muscle building. These products

also pretend to enhance sports performance and physical appearance.²

Nowadays, the abuse of Sports Nutritional Supplements by exercising individuals that regularly attend a gym has increased. These individuals look for physical or appearance benefits without considering negative health consequences.³⁻⁵

The American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine⁶ state that only those persons who restrict their energy intake, use severe weight-loss practices, eliminate one or more food groups from their diets, or consume high-carbohydrate diets and low micronutrient density may require some dietary supplementation.⁷

Sports Nutritional Supplements include Powder Protein Supplements (PPS) which are products with a strong market position and one of the most consumed supplements among exercising individuals attending a gym.⁵ According to Applegate and Grivetti⁸ and Ciocca,⁹ protein may be the most nutritional ergogenic resource used.

Milo of Croton was a 6th century B.C. famous wrestler, and winner of five gold medals in the Olympic Games in the Ancient Greece. He trained doing laps in the stadium and carrying a calf on his shoulders that he used to eat after training being his meat consumption about 20 lbs.^{2,8} per day. Protein sources started to become significantly associated with improved strength and/or muscle mass.^{10,11} Since then, the association between protein intake and body mass has been a requirement¹² that has not been scientifically proven.^{13,14} Although amino acids and proteins are essential for the synthesis of several body structures and are involved in many metabolic mechanisms, their intake without a well-conducted exercise regimen is not enough to increase body mass and strength. It has been suggested that athletes need extra protein in their diet as food or as supplements,^{9,15-17} but individuals who regularly exercise in gyms do not need this extra protein. Therefore, protein requirements may range from the normal $1.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ up to $2.0 \text{ g} \cdot \text{kg}^{-1} \cdot \text{d}^{-1}$ in special situations.^{6,12,13,15,18}

Protein and amino acids abuse, as food or supplements, seems to be associated with side effects such as ketosis, increased body fat, gout, kidney overload, dehydration, urinary excretion of calcium, and loss of bone mass.^{12,17,19,20}

Numerous studies have focused on the use of protein supplements in normal or pathological situations²¹⁻²³ and by athletes of different performance levels.^{10,14,15,18,24,25}

There are a few studies on NS use by individuals that regularly attend a gym.²⁶⁻³² The purpose of this study is to examine the use of protein supplements in a group of 415 individuals that regularly attend gyms in Seville, Spain and contribute to the existing literature about this population.

Material and methods

415 individuals (260 men and 155 women) that regularly attend 4 gyms in Seville were evaluated with

anthropometric measurements (size and weight) using a GPM anthropometer ($\pm 1 \text{ mm}$ precision) and a Tefal brand scale ($\pm 100 \text{ g}$ precision).

Individuals completed a questionnaire previously reviewed and tested in a pilot study conducted in a little group (35 users) and a final version was developed. It was reviewed content (to observe the ability of the questionnaire to measure the use of protein supplements), application (to analyze advantages and disadvantages and to review questionnaire instructions), format (to review the formulation of questions, proposed sequence and response scale); and presentation (to identify the best format and appearance for the questionnaire).

The questionnaire had four parts: 1) personal and anthropometric data, 2) diet and physical activity, 3) use of protein supplements, 4) legal consumption of supplements and negative health consequences.

For a 95% confidence (with a margin of error of 5%), a minimum of 385 questionnaires were required.³³ We selected a random sample, by giving a questionnaire to every third person who came in the door, to represent exercising individuals' diversity. Participants completed anonymous questionnaires in the gym entry. Data were collected from 8 am to 2 pm, and from 4 pm to 9 pm Monday through Friday, and from 9 am to 1 pm Saturdays and Sundays. Data collection was simultaneously conducted in just one phase and by three pollsters during a week in three different fitness centres. It was our intention to cover all the business hours in order to include all the "user profiles".

Informed consent was obtained from each participant. The study was exempt from institutional review board approval (IRB) due to prior IRB approval for doctoral thesis. Data analysis was carried out using SPSS 12 (SPSS Inc. Chicago, IL, USA). First, descriptive statistics were performed utilizing frequency tables and percentages for categorical variables, and descriptive measures were calculated for quantitative variables. Then, inferential statistics were performed using *Pearson Chi-square* statistic test and/or *Fisher exact test* for categorical variables. Previous Shapiro-Wilk or Kolmogorov-Smirnov Normality tests, *T-tests* and ANOVA were used to compare two or more means of quantitative normal variables. Open-ended questions were tabulated using multiple choice options.³⁴

A multivariate logistic regression analysis was used to determine the variables that influence PPS consumption and consumer's profile. The percentage of right classification, coefficients of corresponding exponentials and a 95% confidence interval were obtained.

Results

Subjects' characteristics, anthropometrics' characteristics and gym practice are shown in table I and II.

Forty-eight percent of the participants indicated that the main reason to attend the gym is to be in good

| | | Frequency | % |
|------------------------|--------------------|-----------|------|
| Sex | Male | 260 | 62.7 |
| | Female | 155 | 37.3 |
| Profession | Student | 115 | 27.7 |
| | Worker | 251 | 60.5 |
| | Student and worker | 41 | 9.9 |
| | N/A | 8 | 1.9 |
| Number of School years | Primary school | 63 | 15.2 |
| | High school | 129 | 31.1 |
| | College | 127 | 30.6 |
| | University | 96 | 23.1 |

shape. The second reason is to exercise (19%), and the third reason is for health benefits (11.1%) (participants could also choose more than one option). Regarding gender, male participants indicated that reasons in decreasing order of importance are: to be in good shape, exercising and to feel better. Female participants indicated these reasons for attending the gym: to be in good shape, health benefits, and exercising.

30.1% of the participants in the sample (125 individuals, 53 males and 72 women) were on a diet that involved food and nutritional control. A total of 85 respondents were on a low fat diet, the most common diet among participants.

28.0% of the total, 42.7% men and 3.2% women were using or used protein supplements. There are individuals that have consumed up to 20 different PPS commercial brands. Table III shows the most widely consumed commercial brands of protein supplements by the participants. The survey included the average proportion of protein in the PPS consumed by the participants, 78.90%. These commercial brands recommend a daily average protein intake of 57.33 g.

We studied participant's preferred places to buy protein supplements. They frequently chose gyms, sports and nutrition supplements stores and shopping malls to buy PPS. A total of 68.1% of the consumers

occasionally bought PPS in a gym, 51.7% occasionally bought PPS in sports and nutrition supplements stores and 14.6% in a shopping mall. Seventy-six individuals (66.1% of the total) were motivated by friends to buy PPS, 59.7% of the total was motivated by gym's instructors and 16.4% by trainers, although 100% of the gyms reported having a nutritionist.

We studied the time of day in which participants used PPS. A total of 25 participants (21.7%) consumed proteins before training, 24 participants (20.9%) consumed them after training and 22 participants (19.1%) consumed proteins before and after training. A total of 22 participants (19.1%) consumed proteins in the morning and in the evening regardless the time of training. Therefore, a 52.68% of the sample used PPS once a day, and 47.31% twice a day. A total of 89 individuals (77.4%) using PPS reported positive results, 22 individuals (19.1%) reported negative results, and 5 individuals (3.7%) were undecided or did not answer.

Three-hundred-seventy-one participants (89.4%; 228 men and 143 women) were in favor of legal use of nutritional supplements. Only 16 male individuals (3.9%) from 415 total participants used or would use nutritional supplements to improve performance even if they cause health damages. Twenty-two male individuals (5.3%) used or would use illegal or prohibited supplements.

Logistic regression analysis (table IV) showed that PPS use is more common among men ($P = 0.0001$; $\hat{O} = 151.845$) (the odds ratio of PPS users vs. non users is 151.845 higher in our sample as shown in table IV). Men who used PPS in our sample:

- were below 30 years of age (the participants of the study were divided into two groups: 30 years and below and above 30 years of age) ($P = 0.007$; $\hat{O} = 2.499$)
- were training in a gym for a long period of time ($P = 0.0001$; $\hat{O} = 1.250$)
- attended the gym a few hours a week ($P = 0.0001$; $\hat{O} = 1.291$) (men who spent more time in the gym were more likely to use PPS)
- were on any kind of diet ($P = 0.0001$; $\hat{O} = 4.482$)

| | Total | Male | Female |
|---|-------------------------|-------------------------|-------------------------|
| Age (years) ^a | 31.63 ± 11.15 (17;68) | 29.95 ± 10.22 (18;68) | 34.43 ± 12.06 (17;65) |
| Height (m) ^a | 1.72 ± 0.08 (1.50;1.96) | 1.77 ± 0.06 (1.58;1.96) | 1.64 ± 0.06 (1.50;1.78) |
| Weight (kg) ^a | 73.38 ± 11.26 (46;112) | 79.15 ± 7.41 (60;112) | 63.69 ± 9.90 (46;110) |
| Years attending the gym ^a | 3.01 ± 2.89 (0.08;16) | 3.13 ± 2.82 (0.1;16) | 2.82 ± 3.01 (0.8;16) |
| Days of the week attending the gym ^a | 3.64 ± 1.02 (1;6) | 3.78 ± 1.02 (1;16) | 3.41 ± 0.97 (2;6) |
| Time attending the gym per day (min) ^b | 87.41 ± 27.14 (30;240) | 92.17 ± 25.02 (45;210) | 79.42 ± 28.71 (17;240) |

Average ± SD (min;max).
^aHighly significant ($P < 0.001$).
^bNot significant.
 Student's t test for independent samples was used to compare means

Table III
Commercial brands of the most frequently consumed protein supplements by the participants

| Brand | N.° of participants | Protein ^a | Protein Source ^b |
|-------|---------------------|----------------------|---|
| 1 | 33 | 75 | WPC |
| 2 | 32 | 86 | WPC |
| 3 | 31 | 77.5 | WPC |
| 4 | 28 | 86.2 | WPC |
| 5 | 20 | 68 | WPC + Calcium Caseinate |
| 6 | 18 | 84 | WPC |
| 7 | 16 | 70.2 | WPC + WPI + Partially hydrolyzed Whey Protein |
| 8 | 15 | 85 | WPC + WPI + Isolated Soy Protein |
| 9 | 14 | 91 | WPI |
| 10 | 11 | 78 | WPC |
| 11 | 9 | 78.5 | WPI + WPC + Whey Peptides |
| 12 | 9 | 79.1 | WPC + immunoglobulins |
| 13 | 7 | 80 | WPI |
| 14 | 6 | 74.1 | WPC + WPI + lactalbumin |
| 15 | 5 | 51.7 | WPC + Calcium Caseinate |
| 16 | 5 | 87 | WPC |

^aData are expressed as g/100 g product.

^bProtein Source: WPC, whey protein concentrate; WPI, whey protein isolate.

The percentage of right classification was 83.6%. Table IV shows the variables (mentioned above) used for the logistic regression analysis, significance (Sig.), odds ratios (\hat{O}) and the 95% confidence interval (CI).

Discussion

There are several articles in current bibliography that evaluate SN consumption in fitness centers. Among them, there are several about PPS consumption, the object of our study. The percentage of PPS used in our study (28%) is higher than what has been

reported in previous studies (10% and 13,98%) that evaluated SN consume by fitness center's user.^{26,27} Consistent with previous reports, PPS consumption was more prevalent among men.²⁶⁻³⁰

As in our study, to be in form, to do exercise or to be healthy are some of the options most chosen to come to the gymnasium.^{26,27}

The results found in the bibliographical review regarding who informs and promotes SPP consumption are similar to our study results.²⁷ Mainly, the users reported taking supplements by suggestion from a friend,^{26,27} self-prescription^{26,27,30,35} and trainer or gym's instructor indications,^{26-29,36-38} and their supplements use

Table IV
Consumer profile variables to be considered in nutritional supplements users

| Risk variables | B | Wald | Sig. (P) | OR | 95% CI | |
|---------------------------|-------|--------|----------|---------|----------|----------|
| | | | | | Inferior | Superior |
| Sex ⁽¹⁾ | 5.023 | 51.565 | 0.000 | 151.845 | 38.548 | 598.130 |
| Age ⁽²⁾ | 0.223 | 15.299 | 0.007 | 2.499 | 1.278 | 4.888 |
| Time ⁽³⁾ | 0.255 | 19.760 | 0.000 | 1.250 | 1.118 | 1.398 |
| Diet ⁽⁴⁾ | 1.500 | 14.721 | 0.000 | 4.482 | 2.083 | 9.643 |
| Hours/week ⁽⁵⁾ | 0.916 | 7.162 | 0.000 | 1.291 | 1.153 | 1.445 |

⁽¹⁾Male vs Female.

⁽²⁾< 30 years vs > 30 years.

⁽³⁾Those who have attended the gym for a longer time consume more.

⁽⁴⁾Diet vs No Diet.

⁽⁵⁾Those who exercise more hours consume more.

Logistic Regression Analysis Results

is without seeking any professional guidance, although a lot of the gyms reported having a nutritionist.²⁶

The percentage of SPP consumers that obtained the desired results was higher in our study (77%) than in other reviewed studies (55%)²⁶. There is no conclusive evidence that the majority of supplements have any health or performance benefits, and any improvement related to performance is typically mediated by placebo effects.^{8,39} According to the American Dietetic Association, Dietitians of Canada, and the American College of Sports Medicine when athletes believe that certain foods, diets or supplements improve performance, these substances or technologies can provide psychological benefits, more than physiological ones.⁶ Short (1994) and Trissler (1999) have verified in their studies that some consumers buy SN just in case they are useful.^{12,40}

Many checked studies, included ours, associated supplement use with a sex, age, and time of sport practiced. Thus, young men, who go to fitness center regularly (3 times at the week) since 1 year ago at least, is the profile of the consumer of SN.^{26,27,31,32} The fact that the majority of SPP consumers have been exercising regularly for more than a year shows that there is a tendency to look for supplements in order to improve results. Time devoted to exercise and attending the fitness center affects supplement use as individuals are more exposed to a consumption environment.

The participants preferred gyms, sports and nutrition supplements stores, and shopping malls to buy PPS. There is only another study that reports athletes' preferences to buy PPS:⁴¹ supermarkets, sports and nutrition supplements stores, and pharmacies. We observe that sports and nutrition supplements stores are the only places in common preferred by users in both studies.

According to scientific literature,^{42,43} the recommended daily intake of protein varies from 1.2 to 1.4 g/kg for resistance athletes, and from 1.7 to 1.8 g/kg for strength athletes—it is 160% and 220% of the recommended intake for general population (0.8 g/kg/day).⁴⁴

The indirect assessment of total energy expenditure of PPS users (considering basal metabolic rate, diet-induced thermogenesis and the energy cost of physical activity^{45,46} report a mean energy expenditure of 3251 kcal/day for men (we have chosen male participants because they are more representative). The recommended protein intake is 15% of total energy intake (488 kcal), it is 122 g/kg/day for men. Participants in our study add one or two intakes of 57.33 g of PPS with a protein purity of 78.9% (45.23g in one or two intakes). This results in the consumption of 167 g to 212 g/kg/day of protein by male participants in one or two intakes. Considering that the average weight of male PPS users is 76.52 kg, we have found that they consume from 2.2 g to 2.8 g/kg/day of protein, approximately 309% of the daily recommended allowance for general population,⁴⁴ 190% for resistance athletes and 141% of the recommended protein allowance for

strength athletes. Obviously, this high intake of protein far exceeds the daily recommended allowance for the three groups. Very rarely, those individuals who exercise regularly should take dietary supplements.^{7,47-51}

The abuse of protein supplements increases the risk of dehydration if the right amount of liquid is not consumed because 50 ml of water are needed to excrete a gram of urea.⁴³ The exceed consumption of proteins can catalyze deamination and transamination processes and the transformation of hydrocarbonated residues in fat, as there are not amino acids reserves in the body.² Furthermore, the high intake rate of protein by the participants might indicate inappropriate and dangerous consumption. The amino acid carbon skeleton may be deviated by energy production (Krebs cycle intermediary compound synthesis) or excreted, because the human being does not have a protein reserve compartment.

89.4% of the participants in the sample were in favor of legal use of nutritional supplements. Only 3.9% of the participants would use supplements even if they cause health damages, and 5.3% would use illegal or prohibited supplements. Numerous studies have shown that supplement users are not conscious of the products they consume and sometimes they use supplements that are harmful and/or contain illegal or prohibited substances.^{4,11,52-59} The majority of these studies have found that many users do not receive professional information about nutritional supplements. The media play an important role in the decision to use supplements.^{60,61} The population is increasingly exposed to more information from the media than from the scientific community.⁶²⁻⁶⁴

PPS have been bought for many years by strength athletes above all. PPS protein content is derived from cow's milk, eggs and soy and does not add any advantage to natural sources when equivalent amount of proteins are compared. Furthermore, PPS are more expensive than natural sources of protein. This is based on the mistaken idea that protein supplements have special muscle-building power or, which is even worse, that unlimited muscle mass and strength are associated with a higher consumption of proteins.⁴³ It must be highlighted that even if these supplements are useful to provide additional protein sources, they must be a complement to a well-balanced healthy diet not a substitute. Conclusive results show that the average Western diet provides enough protein for athletes.⁶⁵ More education is needed about NS and PPS risks and effective use and, more importantly, how to maximize nutrient intake from food to minimize or avoid the use of nutritional supplements.⁶⁶

According to the American Dietetic Association⁶ any recommendation for athletes and sportsmen/women should be given based on current scientific data and individual needs.

Supplements should be used cautiously and only after checking that they are legal. The existing literature about the ingredients on the product label should be reviewed. Supplements should not be recommended

without evaluating the individual's health, diet, nutritional and energetic needs, and current use of supplements and drugs.

Conclusions

In conclusion, a considerable number of people who regularly exercise at gyms consume PPS, mostly without specialized guidance and possibly without real need of them. Men who attend a gym consume more PPS than women. Men who are below 30 years of age and on any kind of diet consume more PPS.

The total number of individuals attending a gym that use PPS exceed the recommended intake of proteins for general population and/or athletes. Overuse of PPS to be associated with health risk.^{12,17,19,20}

One can conclude that the use of supplements was associated with people who perhaps needed them less.

Supplements use in fitness centres is sufficiently relevant and important to receive attention in future detailed studies.

References

- Saba FKF. Determinantes da prática de exercício físico em academias de ginástica [Tese]. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1999.
- Burke L, Cort M, Cox G, et al. Supplements and Sports foods. In Burke L, Deakin V, eds. *Clinical sports nutrition*. 3th ed, McGraw-Hill, Roseville, 2006: 485-580.
- Eisenberg DM, Davis RB, Eitter SL et al. Trends in alternative medicine use in the United States, 1990-1997: results of a follow-up national survey. *JAMA* 1998; 280: 1569-1575.
- MADG. Medical aspects of drug use in the gym. *Drug Ther Bull* 2004; 42: 1-5.
- Sánchez AJ, Miranda MT, Guerra-Hernández E. Estudio estadístico del consumo de suplementos nutricionales y dietéticos en gimnasios. *Arch Latinoamer Nutr* 2008; 3: 221-227.
- American Dietetic Association. Dietitians of Canada, American College of Sports Medicine. Nutrition and athletic performance. *J Am Diet Assoc* 2000; 100: 1543-56.
- Huang SS, Johnson K, Pipe AL. The use of dietary supplements and medications by Canadian athletes at the Atlanta and Sydney Olympic Games. *Clin J Sport Med* 2006; 16: 27-33.
- Applegate EA, Grivetti LE. Search for the competitive edge: a history of dietary fads and supplements. *J Nutr* 1997; 127 (Suppl.): 869S-73S.
- Ciocca M. Medication and supplement use by athletes. *Clin Sports Med* 2005; 24: 719-38.
- Maughan RJ, King DS, Trevor L. Dietary supplements. *J Sports Sci* 2004; 22: 95-113.
- Kristiansen M, Levy-Milne R, Barr S, Flint A. Dietary supplement use by varsity athletes at a Canadian university. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2005; 15: 195-210.
- Tarnopolsky M. Protein and amino acid needs for training and bulking up. In Burke L, Deakin V, eds. *Clinical sports nutrition*. 3th ed, McGraw-Hill, Roseville, 2006: 90-117.
- Kreider RB, Almada AL, Craig Broeder JA, Earnest C, Greenwood M, Incledon T et al. International Society of Sports Nutrition exercise and sport nutrition review: research and recommendations. *J Int Soc Sports Nutr* 2004; 1: 1-44.
- Duellman MC, Kukaszuk JM, Prawitz AD, Brandenburg JP. Protein supplement users among high school athletes have misconception about effectiveness. *J Strength Cond Res* 2008; 22: 1124-9.
- Campbell B, Kreider RB, Ziegenfuss T, La Bounty P, Roberts M, Burke D, et al. International Society of Sports Nutrition position stand: protein and exercise. *J Int Soc Sports Nutr* 2007; 4: 1-7.
- Williams MH. Dietary supplements and sports performance: amino acids. *J Int Soc Sports Nutr* 2005; 2: 63-7.
- Nemet D, Wolach B, Eliakim A. Proteins and amino acid supplementation in sports: are they truly necessary? *Isr Med Assoc J* 2005; 7: 328-32.
- Tarnopolsky M. Protein requirements for endurance athletes. *Nutrition* 2004; 20: 662-8.
- Beltz SD, Doering PL. Efficacy of nutritional supplements used by athletes. *Clin Pharm* 1993; 12: 900-8.
- Araujo LR, Andreolo J, Silva MS. Utilização de suplemento alimentar e anabolizantes por praticantes de musculação nas academias de Goiânia-GO. *Rev Bras Ciênc Mov* 2002; 10 (13): 13-8.
- Ervin RB, Wright JD, Kennedy-Stephenson J. Use of dietary supplements in the United States, 1988-94. *Vital Health Stat* 1999; 11 (244): 1-14.
- Balluz LS, Kieszak SM, Philen, RM et al. Vitamin and mineral supplement use in the United States: Results from the Third National Health and Nutrition Examination Survey. *Arch Fam Med* 2000; 9: 258-262.
- Millen AE, Dodd KW, Subar AF. Use of vitamin, mineral, nonvitamin, and nonmineral supplements in the United States: the 1987, 1992, and 2000 National Health Interview Survey results. *J Am Diet Assoc* 2003; 104: 942-950.
- Braun H, Koehler K, Geyer H, Kleinert J, Mester J, Schanzer W. Dietary supplement use among elite young German athletes. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2009; 19: 97-109.
- Huang SS, Johnson K, Pipe AL. The use of dietary supplements and medications by Canadian athletes at the Atlanta and Sydney Olympic Games. *Clin J Sport Med* 2006; 16: 27-33.
- Lavalli Goston J, Correia ML. Intake of nutritional supplements among people exercising in gyms and influencing factors. *Nutrition* 2010; 26: 604-611.
- Hirschbruch MD, Fisberg M, Mochizuki L. Consumo de suplementos por jovens frequentadores de academias de ginástica em São Paulo. *Rev Bras Med Esporte* 2008; 14 (6): 539-543.
- Pereira RF, Lajolo FM, Hirschbruch MD. Consumo de suplementos por alunos de academias de ginástica em São Paulo. *Rev Nutr* 2003; 16: 265-72.
- Rocha LP, Pereira MVL. Consumo de suplementos nutricionais por praticantes de exercícios físicos em academias. *Rev Nutr Campinas* 1998; 11: 76-82.
- Araújo ACM, Soares YNG. Perfil de utilização de repositores protéicos nas academias de Belém, Pará. *Rev Nutr Campinas* 1999; 12: 81-9.
- Carvalho JR, Hirschbruch MD. Consumo de suplementos nutricionais por frequentadores de uma academia de ginástica de São Paulo. In: I Prêmio Maria Lúcia Cavalcanti. 2000. Anais. São Paulo: Conselho Regional de Nutricionistas, 3a. região,
- Hirschbruch MD, Carvalho JR. Nutrição esportiva: uma visão prática. A nutrição em academias – aspectos práticos. 2002. São Paulo: Manole.
- Cochran, WG, Sampling Techniques. 1997; (3). Nueva York: Wiley & Sons.
- Zar JH. Biostatistical Analysis. 1999; (4), 4th ed., New Jersey: Prentice Hall.
- Krumbach CJ, Ellis DR, Driskell JA. A report of vitamin and mineral supp use among university athletes in a division institute. *Int J Sport Nutr* 1999; 9: 416-25.
- Fleischer B, Read M. Food supplement usage by adolescent males. *Adolescence* 1982; 17: 831-45.
- Hoffman JR, Faigenbaum AD, Ratamess NA, Ross R, Kang J, Tenenbaum G. Nutritional supplementation and anabolic steroid use in adolescents. *Med Sci Sports Exerc* 2008; 40: 15-24.
- Dunn MS, Eddy JM, Wang MQ, Nagy S, Perko MA, Bartee RT. The influence of significant others on attitudes, subjective norms and intentions regarding dietary supplement use among adolescent athletes. *Adolescence* 2001; 36: 583-91.

39. Baylis A, Cameron-Smith D, Burke LM. Inadvertent doping through supplement use by athletes: assessment and management of the risk in Australia. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2001; 11: 365-83.
40. Short SH. Health quackery: role as professionals. *J Am Diet Assoc* 1994; 94: 607-11.
41. Trissler RJ. Urban food legends: fighting the hype. *J Am Diet Assoc* 1999; 99: 1504.
42. Erdman KA, Fung TS, Reimer RA. Influence of Performance Level on Dietary Supplementation in Elite Canadian Athletes. *Med Sci Sports Exerc* 2006; 38: 349-356.
43. González J, Sánchez P, Mataix J. Proteína y ejercicio. In González J, Sánchez P, Mataix J, eds. *Nutrición en el deporte. Ayudas ergogénica y dopaje*. 2006. Madrid, Diaz de Santos, Madrid, 2006: 193-207.
44. DRIs Dietary reference intakes for energy, carbohydrates, fiber, fat, protein and amino acids (macronutrients). 2005. Washington D.C.: The National Academic of Sciences.
45. Sánchez AJ, Guerra E. Cálculo del gasto energético total en 51 alumnos de la facultad de ciencias de la actividad física y el deporte de Granada. Comparación mediante fórmulas establecidas. *Nutrición Clínica* 2006; 32: 40-48.
46. Johnson R. Energía. In: Mahan LK, Escote-Stump S. *Nutrición y dietoterapia de Krause* 2009; (12). Madrid: Elsevier-Masson.
47. Williams MH. Introducción a la nutrición para la salud, condición física y deporte. In: Williams MH, ed. *Nutrición para la salud, condición física y deporte*. 7th ed, McGraw Hil, Barcelona, 2005: 13-24.
48. Diretriz da Sociedade Brasileira de Medicina do Esporte. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogénica e potenciais riscos para a saúde. *Rev Bras Med Esporte* 2003; 9 (2): 43-56.
49. Lukaski HC. Vitamin and mineral status: effects on physical performance. *Nutrition* 2004; 20: 632-44.
50. Burke L. Preparation for competition. In Burke L, Deakin V, eds. *Clinical sports nutrition*. 3th ed, McGraw-Hill, Roseville, 2006: 355-84.
51. Volpe SL. Micronutrient requirements for athletes. *Clin Sports Med* 2007; 26: 119-30.
52. Ambrose PJ. Drugs use in sport: a veritable arena for pharmacists. *J Am Pharm Assoc* 2004; 44: 501-16.
53. Maughan RJ. Contamination of dietary supplements and positive drug tests in sport. *J Sports Sci* 2005; 23: 883-9.
54. Di Luigi L. Supplements and the endocrine system in athletes. *Clin Sports Med* 2008; 27: 131-151.
55. Ziegler PJ, Nelson JA, Jonnalagadda SS. Use of dietary by elite figure skaters. *Int J Sport Nutr Exerc Metab* 2003; 13: 266-76.
56. Dwyer JT, Allison DB, Coates PM. Dietary supplements in weight reduction. *J Am Diet Assoc* 2005; 105 (Suppl. 1): S80-6.
57. Williams MH. Dietary supplements and sports performance: herbals. *J Int Soc Sports Nutr* 2006; 3: 1-6.
58. Maughan RJ, Depiesse F, Geyer H. The use of dietary supplements by athletes. *J Sports Sci* 2007; 25 (Suppl.): S103-13.
59. Van Poucke C, Detavernier C, Van Cauwenberghe R, Van Peteghem C. Determination of anabolic steroids in dietary supplements by liquid chromatography-tandem mass spectrometry. *Anal Chim Acta* 2007; 586: 35-42.
60. Scofield DE, Unruh S. Dietary supplement use among adolescent athletes in central Nebraska and their sources of information. *J Strength Cond Res* 2006; 20: 452-5.
61. Chung EP, Hwang HJ, Kim MK. Evaluation of non-English dietary supplement advertisements in an ethnic minority community in America. *Public Health Nutr* 2007; 10: 834-7.
62. Conner M, Kirk SF, Cade KE, Barret JH. Environmental influences: factors influencing a woman's decision to use dietary supplements. *J Nutr* 2003; 133: 1978S-82S.
63. Pipe A, Ayotte C. Nutritional supplements and doping. *Clin J Sport Med* 2002; 12: 245-9.
64. Winterstein AP, Storrs CM. Herbal supplements: considerations for the athletic trainer. *J Athl Train* 2001; 36: 425-32.
65. Wilmore J, Costill D. Nutrición y ergogenia nutricional. In Wilmore J, Costill D, eds. *Fisiología del esfuerzo y el deporte*. 6th ed, Paidotribo, Barcelona, 2007: 348-379.
66. CCES. Canadian Centre for Ethics in Sport Prohibited Substances & Prohibited Methods, World Anti-Doping Agency. Substance Classification Booklet. 2004. (www.cces.ca).



UNIVERSIDAD CATÓLICA
SAN ANTONIO
UCAM

UNIVERSIDAD CATÓLICA SAN ANTONIO

CONCEDE ESTE DIPLOMA A

Guerra Hernández, Eduardo; Sánchez Oliver, Antonio;
Contreras Calderón, José del Carmen

por la presentación del trabajo titulado

VALORACION DE LA CALIDAD DE SUPLEMENTOS
PROTEICOS MEDIDA COMO LISINA BLOQUEADA

II Congreso Internacional de Ciencias del Deporte

UCAM

“El deporte a la luz de los sistemas complejos”

Organizado por el Departamento de Ciencias de la
Actividad Física y del Deporte de la Universidad Católica
San Antonio; celebrado en Murcia los días 27, 28 y 29 de
Mayo de 2009

Dr. D. Antonio Sánchez Pato
Presidente del congreso

Dr. D. Germán Ruiz Tendero
Secretario

General

PATROCINADORES



JORNADAS ANDALUZAS DE LA INDUSTRIA DEL FITNESS

GESTIÓN Y SALUD EN UN MISMO SECTOR

CERTIFICADO A:

ANTONIO JESÚS SÁNCHEZ OLIVER

Por la comunicación "EVALUACIÓN DEL CONSUMO DE SUPLEMENTOS DEPORTIVOS EN 415 USUARIOS DE GIMNASIOS SEVILLANOS" en las I Jornadas Andaluzas de la Industria del Fitness: Gestión y Salud en un mismo sector, celebrado en Sevilla los días 4, 5 y 6 de marzo de 2010, con una duración de 20 h.

Presidente del Comité Organizador
D. Jerónimo García Fernández

Director del Dpto. Educación Física y Deporte
Dr. D. José Pascual Sanchís Ramírez

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

SEVILLA, 4 - 6 MARZO de 2010



JORNADAS ANDALUZAS DE LA INDUSTRIA DEL FITNESS

GESTIÓN Y SALUD EN UN MISMO SECTOR

CERTIFICADO A:

ANTONIO JESÚS SÁNCHEZ OLIVER

Por el póster "ESTUDIO DEL DAÑO NUTRICIONAL DE LOS SUPLEMENTOS PROTEICOS EN POLVO" en las I Jornadas Andaluzas de la Industria del Fitness: Gestión y Salud en un mismo sector, celebrado en Sevilla los días 4, 5 y 6 de marzo de 2010, con una duración de 20 h.

Presidente del Comité Organizador
D. Jerónimo García Fernández

Director del Dpto. Educación Física y Deporte
Dr. D. José Pascual Sanchís Ramírez

UNIVERSIDAD DE SEVILLA

DEPARTAMENTO DE EDUCACIÓN FÍSICA Y DEPORTE

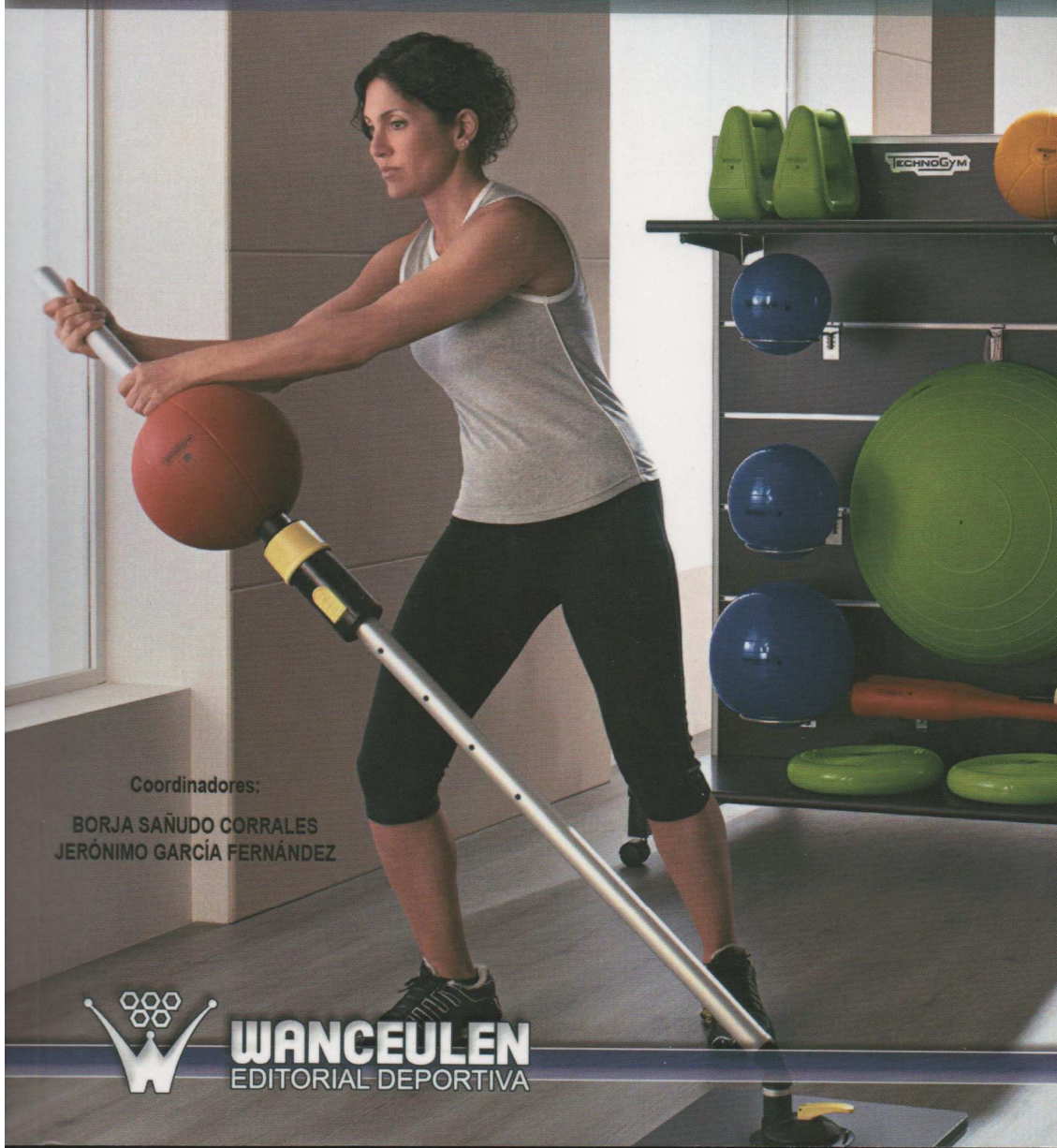
SEVILLA, 4 - 6 MARZO de 2010



NUEVAS ORIENTACIONES

para una actividad física saludable

EN CENTROS DE FITNESS



Coordinadores:

BORJA SAÑUDO CORRALES
JERÓNIMO GARCÍA FERNÁNDEZ



WANCEULEN
EDITORIAL DEPORTIVA

Capítulo 10

NUTRICIÓN EN CENTROS DE FITNESS

Antonio J. Sánchez Oliver

Eduardo J. Guerra Hernández

INTRODUCCIÓN

A medida que nos adentramos en el siglo XXI nuestros intereses respecto a la nutrición y la actividad física continúan creciendo, y sea por rendimiento deportivo, por estar sanos u otro tipo de objetivo, las personas activas en general muestran un alto interés a cerca de la alimentación, y cómo ésta afecta a su salud y a su forma física. Maughan y Burke (2002) enmarcan los hábitos dietéticos dentro del entrenamiento "invisible", y lo considera uno de los factores determinantes del rendimiento físico. No hay duda alguna que el tipo, cantidad, composición y el momento de la ingesta de alimentos afecta al rendimiento y la recuperación en el ejercicio físico, a la composición y peso corporal, y obviamente a la salud del individuo.

Tal y como ha indicado la Asociación de Dietistas Americanos (ADA) y el Colegio Americano de Medicina Deportiva (ACSM) en el 2000 y 2009, cualquier persona que quiere optimizar su rendimiento sin perjudicar su salud tiene que seguir una buena alimentación e hidratación, consumir con cuidado cualquier suplemento ó ayuda ergogénica, reducir al mínimo las prácticas drásticas de pérdida de peso y comer de forma variada las cantidades adecuadas.

Normalmente los usuarios de un centro fitness no tiene una relación profesional con deporte, por ello, este capítulo intentará explicar la nutrición/alimentación en el entorno de los centros fitness.

NUEVAS ORIENTACIONES

para una actividad física saludable

EN CENTROS DE FITNESS

BORJA SAÑUDO CORRALES Y JERÓNIMO GARCÍA FERNÁNDEZ
(COORDINADORES)

Autores:

| | | |
|------------------------------------|--------------------------------------|--------------------------------|
| Virginia Aparicio García-Molina | Roque Gómez Espinosa De Los Monteros | Susana Moral González |
| Carlos Barbado Villalba | Ana González Galo | José María Muyor Rodríguez |
| Ana Carbonell Baeza | Eduardo J. Guerra Hernández | Guillermo Peña García-Orea |
| Luis Carrasco Páez | Juan Ramón Heredia Elvar | Francisco Pires Vega |
| Carolina Castañeda Vázquez | Moisés de Hoyo Lora | Antonio J. Sánchez Oliver |
| Manuel Delgado Fernández | Pedro Ángel López-Miñarro | Borja Sañudo Corrales |
| Jorge del Rosario Fernández Santos | Esmeralda Mata Gómez de Ávila | Marzo Edir da Silva Grigoletto |

La salud es, probablemente, una de las temáticas que más preocupan a la sociedad actual. Esta preocupación se debe al aumento de enfermedades crónicas metabólicas, cardiovasculares y del aparato locomotor, derivadas de un estilo de vida cada vez más sedentario. Esta situación requiere una actuación inmediata para fomentar la práctica de actividad física y promover un estilo de vida no solamente activo, sino también saludable. En este sentido, estamos observando como determinados sectores están incrementando su actividad y es posible apreciar como el sector del fitness está cobrando interés al entenderse como una alternativa efectiva para satisfacer las demandas de práctica de actividad física del conjunto de la población. La progresiva adaptación de este sector a las distintas necesidades de los diferentes grupos o estratos sociales ha permitido un gran desarrollo de esta industria.

Este libro tiene por objetivo ofrecer un estado de la cuestión actual sobre la práctica de actividad físico deportiva en centros de fitness, especialmente en su orientación hacia el mantenimiento de la salud. En primer lugar, y tras un breve repaso a esta evolución en la práctica cada vez más diversificada, nos centraremos en los centros de fitness y en cómo valorar y prescribir el ejercicio físico a sus usuarios. No cabe duda de que tan solo si el ejercicio es practicado de manera regular y con la intensidad adecuada contribuirá a mejorar la capacidad funcional global del organismo. En este sentido, se presentan las bases para la prescripción de un ejercicio físico saludable abarcando ejercicios cardiorrespiratorios (ciclo-indoor), el análisis de la técnica en los ejercicios de fortalecimiento muscular o las nuevas tendencias en el entrenamiento de la flexibilidad en sala.

Finalmente, se abordarán aspectos relacionados con la innovación en centros de fitness. Sin duda estamos ante un sector en constante evolución que presenta avances continuos, nuevas disciplinas en clases colectivas, entrenamiento vibratorio o el propio entrenamiento funcional serán evaluados. Por último, no debemos olvidar que los principales servicios requeridos, y por tanto ofertados, por los centros de fitness están orientados a la estética y a la salud.

Los lectores de este libro tendrán información detallada sobre el entrenamiento personal y sobre la nutrición/alimentación en el entorno de los centros fitness.

En definitiva, con este libro queremos adelantarnos a la evolución que está sufriendo este sector, con objeto de ofrecer una información detallada que nos permita ser más críticos y, por tanto, acercarnos al sector del fitness desde una perspectiva más saludable.

TECHNOGYM

The Wellness Company™



WANCEULEN
EDITORIAL DEPORTIVA

ISBN: 978-84-9993-219-4

