

# Módulo 2. Nutrición y ayudas ergogénicas

## 2.1 Introducción

### 2.1.1 Importancia de la nutrición en deportes de equipo

La importancia de la nutrición en el deporte en los últimos años aumentó junto con el interés de la población por este aspecto. Hoy en día, se considera que los alimentos aportan mucho más que energía y, además, a través de ellos se interviene directamente en la salud, rendimiento, descanso, estado anímico, prevención de lesiones, etc.

La nutrición es un aspecto más a trabajar dentro del equipo según de la importancia que le de el grupo, empezando por el entrenador. Si éste lo considera un aspecto clave, lo transmitirá a los jugadores y al resto de profesionales. A su vez, esto se traducirá en acciones y control de la hidratación, peso y composición corporal o educación nutricional de cara a la óptima recuperación.

A la larga, un equipo en el que la nutrición es un aspecto controlado e importante, transmite una disciplina y una rutina beneficiosa que luego la interiorizarán de manera automática los nuevos jugadores que se incorporan.

El concepto de "estar a dieta" y de "restricción" en la actualidad es percibido como útil y positivo en la formación del deportista. La nutrición enfocada al entrenamiento y la competición tiene el objetivo de que el jugador, de manera individual, conozca cómo ha de comer, beber y descansar en cada momento.

La "dieta del deportista" de hace unos años tenía como objetivo clave el aporte extra de energía en forma de carbohidratos, es decir: comer más pasta, arroz, cereales, etc. Aunque hoy en día estos alimentos siguen siendo importantes, la personalización y la periodización son los nuevos objetivos de cara al rendimiento, ya que una mejora del rendimiento sólo se consigue con la adaptación (Heaton, Davis, Rawson, Nuccio, Witard, Stein, 2017).

**Periodizar** supone establecer cambios en la dieta según intensidad de entrenamientos o partidos para conseguir una mayor adaptación (Jeukendrup, 2017).

No sólo es importante qué se come sino cuándo lo hacen por lo que el concepto de **timing** es sumamente importante. Lo que se come y se bebe antes, durante y después del esfuerzo ha de ser diseñado para los objetivos de cada uno de esos momentos.

**La adaptación** es un proceso dinámico de equilibrio entre exigencia física y mental en entrenamientos y partidos. Esta debe compensarse con la capacidad de recuperación basada en las pautas nutricionales y de descanso, la capacidad de manejar el estrés etc.

**La personalización** se basa en el conocimiento de las necesidades individuales de cada jugador a nivel metabólico, de composición corporal e incluso de suplementación basados en los objetivos concretos según sus características, posición dentro del equipo, etc.

En un futuro no muy lejano, la nutrigenética, metabolómica, metagenómica y otras *omics* que se engloban en *sportomics*, que permitirán un conocimiento y diseño a la carta de las necesidades del jugador.

**Figura 1: Esquema sobre la periodización y la personalización**



Fuente: Modificado de (Ref Grafis) (AÑO) [www.ub.edu/grna](http://www.ub.edu/grna)

## 2.1.2 Objetivos de la nutrición en deportes de equipo

Los deportes de equipo comparten entre sí la realización de esfuerzos intermitentes de gran intensidad pero con una gran variabilidad entre las necesidades de los diversos deportes o incluso en el mismo deporte según el momento de la temporada, la posición, el tipo de juego del deportista, etc.

Existen algunos puntos comunes en la nutrición deportiva para los deportes de equipo:

1. Conseguir una adecuada composición corporal.

2. Adecuar la alimentación a los entrenamientos: periodizar según mayor o menor exigencia.
3. Planificar la estrategia nutricional y de hidratación para la competición.
4. Usar las ayudas ergogénica y suplementos más adecuados (Mujika y Burke, 2011).

Las recomendaciones en nutrición para los deportes de equipo ha de tener unos objetivos para el grupo, pero luego se debe adaptar a las características individuales de cada jugador en función de sus peculiaridades, tipo de juego, objetivos de composición corporal, etc.

Objetivos generales:

1. Cubrir la energía adaptada a necesidades y ajustar la cantidad de alimentos ricos en carbohidratos en función de los días de más o menos actividad, partidos, etc.
2. Aportar proteína de alta calidad y fraccionada a lo largo del día para que permita la adaptación y reparación muscular tras el esfuerzo.
3. Escoger alimentos saludables de alto valor nutricional que aporten cantidades importantes de vitaminas y minerales y ayuden a modular la inflamación, mantener inmunidad, etc.
4. Importancia del *timing*: saber qué comer según el momento con objetivos diferentes (antes, durante y posentreno o partido).
5. Hidratación y suplementación: se verá este punto con más profundidad en la unidad siguiente.

### Otros aspectos nutricionales a considerar

- Conocer la manera de comer del jugador: quién prepara comida, aspectos culturales, religión, entorno familiar, tipo de comidas fuera de casa (restaurantes y alimentos preferidos que definen la calidad de la dieta).
- Conocer si algún jugador sigue dietas especiales o suplementos por su cuenta o asesorado por otro profesional.
- Pensar y programar un plan nutricional para los viajes y desplazamientos.
- Educación nutricional en forma de charlas, brindar material informativo, etc.
- Valorar el perfil del jugador y su entorno, para conocer su mayor o menor predisposición y adherencia a los cambios que se le planteen.

Dentro del grupo algunos jugadores pueden estar más o menos interesados en la nutrición y esto se transmite y contagia a las nuevas incorporaciones y también a los equipos inferiores; sobre todo cuando hay algún modelo o referente de jugador bien valorado que cuida su alimentación y va a ser imitado. Se trata de un tema de actitud e interés hacia la nutrición como una herramienta más para conseguir sus objetivos.

Una estrategia clave para cambiar un comportamiento es que el jugador entienda qué quiere conseguir y por qué necesita realizar el cambio, ya que no siempre lo consideran un factor clave en su rendimiento. Las situaciones de pérdida del rendimiento, o incluso la lesión pueden ser el momento más adecuado para inculcarle el interés.

El jugador debería ser propio experto en nutrición y conocer cuál es el peso o % graso óptimo para él, las estrategias de hidratación, comidas pre y pospartido, suplementos que le son más adecuadas para rendir al máximo y encontrarse bien a todos los niveles. Los profesionales de la nutrición así como el médico del equipo, preparador físico, fisioterapeuta y entorno profesional, tienen que darle la información y herramientas para conseguirlo, pero es importante que el propio jugador sea consciente de que es su decisión y que a lo largo de su carrera cada día varias veces ha de elegir qué comer, beber o descansar.

El objetivo de estas unidades es resumir algunos de los aspectos y estrategias nutricionales claves a tener en cuenta en los deportes de equipo e intentar transmitirlos de una manera práctica que llegue a ser útil para el profesional y éste, a su vez, la pueda hacer llegar al jugador.

### **2.1.3 Composición corporal**

La asociación entre adecuada composición corporal, la salud y el rendimiento deportivo está claramente evidenciada. En los deportes de equipo es importante mantener un somatotipo o perfil antropométrico determinado que ayude al óptimo desarrollo de cada uno de los deportes y, para ello, es clave su evaluación y control. Por otro lado es importante que el equipo de profesionales conozca objetivos del grupo e individuales y la transmita a los jugadores de cara a una adecuada educación nutricional para optimizar la salud del deportista y su rendimiento. Nos referimos a porcentajes óptimos y no cifras rígidas.

Para cada deporte de equipo existe un somatotipo y % graso más adecuado según la edad y que varía por la posición dentro del equipo o tipo de jugador (Oliveira, Ferreira, Caetano, Granja, Pinto, Mendes, et al., 2017).

En deportes de equipo es habitual que haya cambios a lo largo de la temporada y se incrementen, por ejemplo, el porcentaje de grasa durante el periodo de descanso. Normalmente estos valores se corrigen a lo largo de la pretemporada en la misma medida que suele aumentar el componente muscular asociado a una o dos sesiones de entrenamiento diario.

Por diferentes motivos puede haber un aumento excesivo de peso y grasa corporal fuera de temporada o cuando el deportista no está en condiciones de competir o está lesionado. Es importante disponer de estrategias de educación nutricional para estos casos que le enseñen elegir lo que come en su casa, restaurantes, viajes, etc.

Es bueno que el propio deportista conozca los cambios e identifique la pretemporada como el momento más idóneo para mejorar ya que al comenzar a competir será más difícil. Durante la competición, un exceso de carga de entrenamiento y la mala adaptación al mismo puede repercutir en disminución de componente muscular asociado a otros signos de sobrecarga y mala recuperación. En sentido contrario, el trabajo de fuerza bien pautado y la toma de proteína en "bolus" de unos 25-30g en el posesfuerzo ayuda a la ganancia de masa muscular y se utiliza en ocasiones para optimizar la composición corporal en momentos de control.

Para monitorear estos cambios, una simple rutina de registrar el peso corporal es un método sencillo y no invasivo de valoración del balance energético del jugador, aunque no discrimina el momento en que se producen los cambios. Esta primera medición puede completarse más adelante con un análisis más detallado.

El propósito de analizar con detalle los cambios de la composición corporal a lo largo del tiempo, es poder valorar el efecto conjunto de las cargas de trabajo, nutrición, descanso, el desarrollo físico del jugador y su correcta adaptación a la exigencia. Es importante tener presente que la composición corporal de un jugador viene determinada por la genética pero no de manera exclusiva. Hay otros factores que pueden influir en ello: como el tipo o intensidad de entrenamiento, la alimentación, el descanso, diferentes aspectos hormonales e incluso la microbiota intestinal.

En las ligas profesionales de diferentes deportes de equipo la composición corporal se suele medir al inicio de la pretemporada y se monitorea durante toda la temporada, normalmente cada uno o dos meses. Los métodos y la frecuencia de la valoración de la composición corporal variarán en función de los recursos que dispone el club y de sus preferencias.

Existen diferentes métodos para valorar la composición corporal. En base a nuestro conocimiento, mencionamos los tres principales para deportistas que realizan deportes de equipo:

- **Antropometría:** la medición de pliegues de grasa es el método más utilizado para valorar la composición corporal. Este método permite mediante *cálipers*, medir el pliegue cutáneo de grasa en lugares específicos del cuerpo. Esta medida se realiza en los 8 puntos descritos por el protocolo de la Sociedad Internacional para el avance de la Kinantrometría (ISAK): bíceps, tríceps, cresta ilíaca, pliegue

supraespinal, pliegue abdominal, muslo delantero y pantorrilla. Tras recoger estas medidas, los resultados son expresados como la suma de los grosores de los pliegues de los lugares medidos o valorar por separado cambios en determinados pliegues.

Los pliegues que mejor correlacionan con densidad corporal y pueden reflejar cambios a corto y medio plazo son: tricípital, abdominal, suprailíaco y anterior del muslo.

El pliegue abdominal se relaciona con cambios a corto plazo en función de la dieta, mientras que los cambios en extremidades pueden relacionarse con la mayor o menor intensidad de esfuerzo y componente muscular. Adicionalmente, si se recogen los perímetros en punto medio de brazo y pierna se puede calcular el perímetro muscular o corregido de los mismos y apreciar cambios en este componente. Esto permite valorar no sólo cambios en % grasa sino muscular a lo largo de la temporada. La limitación de este método es que requiere personal cualificado.

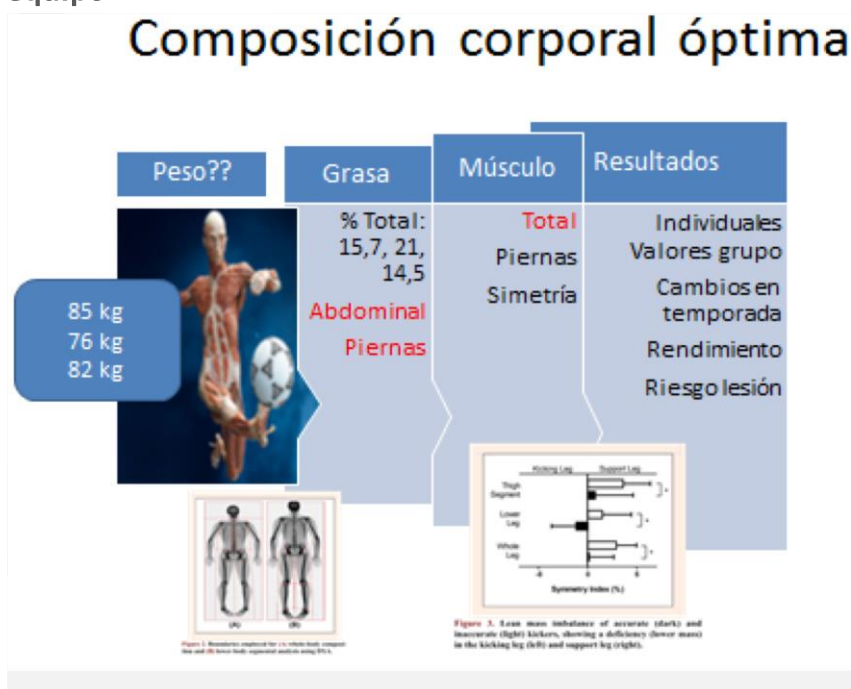
- **Bioimpedancia (BIA):** esta técnica no invasiva determina la composición corporal por un método bioeléctrico que mide la resistencia al paso de corriente. Esta resistencia la determina la cantidad de tejido buen o mal conductor. El agua y tejidos con alto contenido en agua como el músculo, actuarán como buenos conductores mientras que la grasa se comportará de manera contraria. Este método permite conocer el total de agua, grasa y la cantidad de masa magra que en algunos puede reflejarse de forma segmental. El resultado de este método tiene una directa relación con los resultados del DXA (ver siguiente punto). Las ventajas de este método son la posibilidad de que sea autodirigida por la persona que realiza la prueba, la rapidez de la determinación (de uno a dos minutos) y la rapidez para obtener los resultados.
- **Absorciometría de energía dual de rayos X (Dual –energy X ray absorptiometry DXA):** técnica indirecta que mide la diferente atenuación de los fotones emitidos en relación a la composición corporal y grosor de tejido atravesado. El DXA estudia esto a través de un modelo de tres compartimentos: masa grasa, ósea y masa magra. Tras un barrido del cuerpo y aplicación de los coeficientes de atenuación se calcula la composición corporal.

Actualmente esta tecnología se convirtió en un método muy común utilizado por las élites de algunos deportes de equipo y ofrece una estimación relativamente precisa de la proporción de masa magra, de la densidad ósea y de la masa grasa y su análisis a nivel de segmentos como tronco extremidades, etc.

El DXA suele realizarse 3 o 4 veces a lo largo de la temporada para valorar cambios. Por ejemplo, en pretemporada, un mes después y 2 veces más salvo necesidades especiales como control de peso o jugadores lesionados en los que puede hacerse con más frecuencia debido a la pequeña dosis de radiación que supone.

Uno de los problemas es que es un método costoso del que no disponen muchos equipos, y por ello existen pocos valores de referencia para comparar (Kelly, Wilson, Heymsfield, 2009).

**Figura 2: Aspectos de composición corporal que son de interés para deportes de equipo**



Fuente: Lizarraga, 2018.

De manera general, un objetivo común de los deportes de equipo es ajustar, a lo largo de la temporada, los porcentajes de grasa a la vez que se gana masa muscular, buscando el momento más adecuado para ello. La pretemporada, como se ha visto, es un momento favorable. A lo largo de la temporada otros factores influyen para conseguirlo (por ejemplo la titularidad o no de los jugadores y número de minutos jugados a lo largo de la temporada) y favorecen un mejor estado en los individuos que compiten más con respecto de los no convocados.

El control regular del peso corporal puede ser una manera de valorar el equilibrio entre lo que se come y lo que se gasta. Es importante considerarlo junto con un *feedback* de sensaciones de cansancio, apetito, dificultad de conciliar sueño, etc; que pueden indicar una mala adaptación.

El peso no lo es todo. Es un indicador útil del estado del jugador, pero no debe ser algo que genere ansiedad o estrés y pueda desencadenar trastorno de conducta.

En determinadas situaciones con jugadores y, sobretudo, jugadoras que presentan una preocupación excesiva por el peso, puede desaconsejarse el control del mismo. Además se debe prestar especial atención a los castigos o penalizaciones por no bajar de peso, ya que requiere conocer a fondo cada situación.

Es bueno que el *staff* (médico, entrenador, preparador físico, etc.) estén motivados por el buen estado de los jugadores y consideren al peso como un parámetro a controlar, pero de una manera racional, con objetivos claros y un mensaje común. Evitar en todo momento comentarios despectivos y que pueden ser peligrosos. La motivación hacia el peso adecuado y la buena alimentación se consigue como un aspecto favorable, positivo y deseable por el jugador que lo siente así de cara a su futura carrera profesional e incluso al finalizarla.

Se puede pedir al grupo tener un determinado porcentaje de grasa y cada jugador aspirar a ello, pero es importante individualizar objetivos y conocer qué supone esto para cada deportista y en qué medida se trabaja para conseguirlo. Por ejemplo, un valor de 12% de grasa para un equipo puede ser sencillo de conseguir en algunos jugadores sin hacer grandes esfuerzos, pero para otros que parten de valores más altos, llegar a un 13 o 14% puede ser ya un gran logro y hay que felicitarles por ello. El valor óptimo individual es algo a lo que ha de aspirar cada jugador.

Para poder evaluar cambios significativos, el peso de los jugadores se puede anotar de manera regular en un mismo momento del día, que suele ser al llegar a entrenamiento y cuando estén normo-hidratados. Con ello se tiene un control que permite detectar cambios importantes pero con la flexibilidad de considerar las oscilaciones fisiológicas sobre todo en deportistas femeninas.

La estrategia de pesar al jugador antes y después de entrenamiento y valorar líquido ingerido y diuresis puede ser una herramienta útil para pautar la hidratación como se verá posteriormente. Ante un cambio de peso notable (tanto en exceso como pérdida) es importante estimar causas posibles y motivar al jugador a encontrar la explicación.

El jugador que ha de parar unas semanas, o meses en el caso de una lesión de larga duración, requiere motivación respecto a los cambios en composición corporal y hacer ajustes especiales en la alimentación. El objetivo es controlar en la medida de lo posible el incremento de grasa abdominal y modular la pérdida de masa muscular asociada a la inmovilización o no ejercitación. En estos casos es importante educar al jugador de cara a sustituir alimentos energéticos que comía antes por otros más anti-inflamatorios y

protectores pero de menor contenido calórico. Por ejemplo: reducir cereales o cambiar un plato de pasta por una colorida ensalada de vegetales con algo de pasta de guarnición, sin olvidar que la proteína de alta calidad que mantiene músculo ha de estar incluida y fraccionada en todas las comidas.

El reparto de la proteína diaria en forma de *bolus* o raciones de unos 25-30g cada una y 5-6 veces al día, consigue optimizar la respuesta muscular al ejercicio y el efecto anabólico o de aumento de masa muscular es más notable si uno de estos aportes de proteína se lleva a cabo tras trabajo de fuerza.

Los 25-30g mencionados pueden conseguirse fácilmente con una ración de carne o pescado de unos 120-150g o bien en forma de un batido proteico que resulta más accesible en el pos-esfuerzo inmediato.

#### **2.1.4 Gasto energético**

Cuando los deportistas entrenan o compiten, el gasto energético se incrementa de manera significativa en valor absoluto con importantes diferencias entre días de entreno intenso o partido y otros de baja intensidad o descanso. Es interesante conocer un promedio de estimación de estas necesidades y valorar si se cubren o no, sobre todo en situaciones en que aparecen marcadores de cansancio, pérdida de peso, alteraciones inmunitarias y hormonales etc. que nos pueden avisar de una inadecuada **disponibilidad energética**.

La bibliografía indica que cuando la disponibilidad energética es baja, es decir, cuando la ingesta energética diaria es inferior a 30 Kcal/kg de masa magra (libre de grasa) sin contar la actividad física, pueden aparecer problemas como cansancio, fatiga, menor rendimiento deportivo o incluso inmunodepresión.

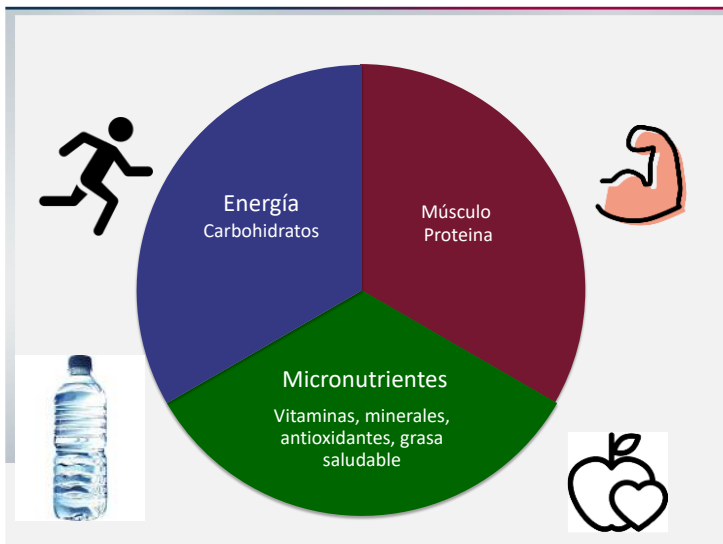
Es importante poder detectar los grupos poblacionales que están en riesgo debido a un aporte energético permanentemente insuficiente. Puede ser el caso de jóvenes deportistas en edad de crecimiento o del deporte femenino, en el que la dificultad para mantener el peso y la composición corporal es más difícil. A veces las jugadoras recurren a dietas estrictas y a restricciones que pueden suponer peligro de trastorno de conducta alimentaria, hormonales e incluso la triada completa en la que se incluye disminución de masa ósea.

#### **2.1.5 Periodización de la dieta. Ajuste de energía y carbohidratos**

Se utiliza un modelo de plato que incluya los tres principales grupos de alimentos para el deportista: los alimentos energéticos, los proteicos o estructurales y los protectores. Se

hacen modificaciones en sus proporciones para diseñar diferentes modelos de plato. Estos diseños pueden incluir un modelo para días de baja intensidad de entreno o para jugadores que controlan su peso, otro que puede ser el correspondiente al plato de día con entreno habitual y otro de carga o intensidad de entreno alta adaptable al día previo al partido es decir: día -1 , día de partido con sus peculiaridades y día de recuperación (día +1).

**Figura 3: Ejemplo de modelo de plato**



Fuente: elaboración propia.

A partir de estos valores, la periodización de la dieta supone adaptarla a días de descanso, días de intensidad moderada o de alta intensidad/partido y hacer diferentes ajustes. En deportes de equipo como fútbol, estos ajustes pueden suponer, por ejemplo, gastos de 2.500 kcal/ día en un día de descanso; 3000 kcal en un día de intensidad baja o recuperación y 3500 kcal un día de partido, estimándose el gasto energético por partido, en el caso de un partido de fútbol, en unas 900-1000 kcal (Jeukendrup, 2017).

**Figura 4: Periodización de la dieta en una semana de 1 sólo partido**

MD+1	MD-5	MD -4	MD-3	MD-2	MD-1	Match day
						
						
						
						

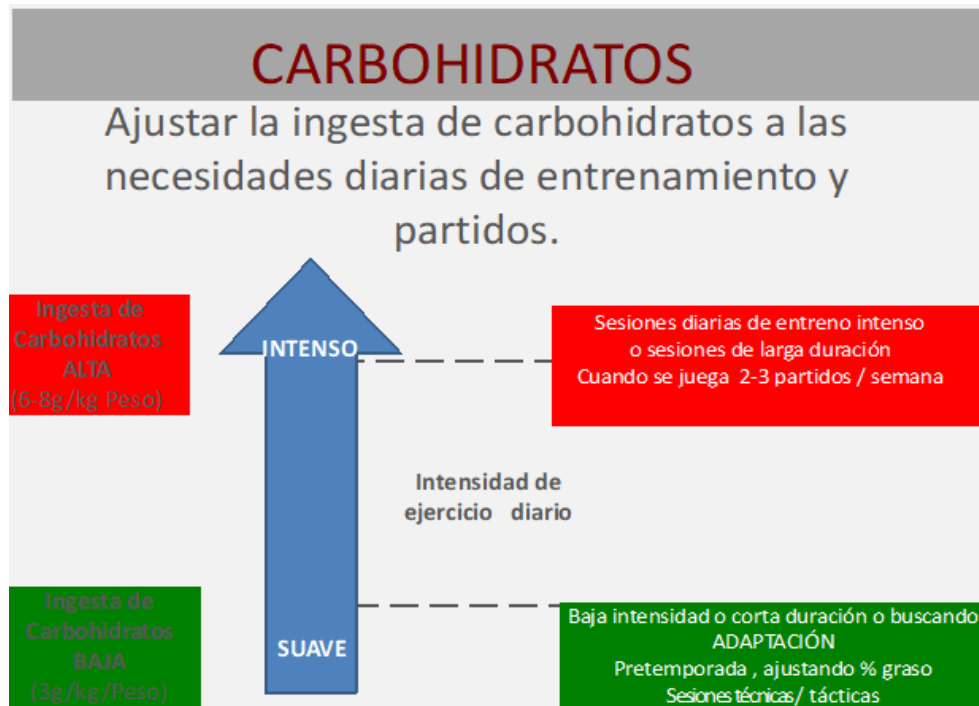
Fuente: elaboración propia.

Tal y como se refleja en la figura con colores diferentes, se puede hacer una periodización de la carga de entreno y nutrición semanal con días de mayor necesidad de energía (color naranja y rojo) y días de menos intensidad (color verde).

Los objetivos en cada caso pueden ser diferentes, en rasgos generales, podemos reflejarlos como:

- **Objetivos de días previos y pospartido:** -2 -1Rellenar depósitos de glucógeno muscular.
- **Objetivo del día del partido:** completar extra energía, hidratar, buenas sensaciones, digestibilidad.
- **24-48hs pospartido:** rehidratar recuperación óptima de energía gastada reparar daño muscular, modular inflamación, etc. (Heaton, Davis, Rawson, Nuccio, Witard, Stein, et al., 2017).

**Figura 5: Periodización de la dieta o ajuste de los carbohidratos para sesiones de más intensidad o días de partido**



Fuente: Rollo y Liizarraga, 2017.

Como hemos mencionado, la energía de un día de descanso puede variar cuantitativamente respecto a un día de partido o entreno intenso en unas 1000 kcal, pero el concepto de calidad nutricional alta, incluso en dietas de control de energía, es necesario transmitirlo al deportista para que se motive y busque una alimentación que sea:

1. Variada, colorida y anti-inflamatoria, rica en vegetales y grasas saludables.
2. Con adecuado contenido de proteína repartida a lo largo del día.
3. Ajustada en el aporte de hidratos de carbono en función de la duración e intensidad del esfuerzo. Estos aportes pueden venir en forma de guarniciones o *snacks* de fruta, cereales, de arroz, etc.

El deportista no entiende de % de calorías de la dieta o de gr / kg de peso de carbohidrato o de proteína, con lo que el mensaje de lo que debe comer le ha de llegar de una manera sencilla, con medidas de tamaño fáciles de identificar como grande mediano o pequeño o incluso utilizando fotos para valorarlo.

El concepto de tamaño del plato y el reparto de su contenido que se modifica según las necesidades, como aumentar o disminuir pasta, arroz o patata y a la inversa ensalada, verduras, etc.; permite diseñar opciones de platos para situaciones diferentes.

Aunque en otros deportes el concepto de periodización está claro y el deportista entrena y come de manera diferente según momento, en el caso de deportes de equipo, es reciente su planteo. La periodización en deportes de equipo es interesante de cara a concientizar al jugador que del mismo modo en que ajusta la carga e intensidad de su entrenamiento para una óptima adaptación, también es necesario ajustar la alimentación y subir o bajar la cantidad de algunos alimentos claves a la hora de mantener y recuperar las reservas energéticas. Así, por ejemplo, la cantidad de hidratos de carbono puede variar en valor absoluto entre unos días y otros, y se puede añadir a una dieta base 2 raciones de pasta o arroz, un bol de frutas troceadas, medio litro de bebida deportiva y un batido recuperador con cereales antes de dormir.

La periodización en los carbohidratos hace que los días de entreno se consuman unos 4g/ g de peso corporal pero los de partido se llega a 7g/ g de peso lo que en un jugador de 80 kg puede ser pasar a consumir unos 250 g al día más de alimentos energéticos como arroz, pasta, fruta, cereales o bebidas deportivas y una diferencia de unas 1000 kcal entre unos y otros días (Anderson, Orme, Naughton, Close, Milsom, Rydings, et al., 2017).

### **2.1.6 Ajuste horario o *timing***

El momento en que se come también es muy importante. El concepto de *timing* o ajuste horario lo ha de conocer el deportista para saber en qué situaciones es necesario que haga incluso un pequeño esfuerzo por comer de cara a optimizar la recuperación.

El correcto *timing* previo de comida busca completar las digestiones antes del esfuerzo y preparar al deportista, hidratarlo y aportarle glucosa para el cerebro justo antes de empezar. Durante el esfuerzo se pueden comer pequeñas cantidades de fruta, geles, barrita, o beber según tolerancia, reglamento, etc. Al acabar el esfuerzo el objetivo es ajustar el alimento y bebida para una óptima recuperación.

Existe un *timing* prepartido que supone respetar los tiempos de digestión previos y adecuar lo alimentos en cantidades y tipo de alimento al tiempo que se tiene para digerir. Existe un *timing* inverso en que el jugador comienza su recuperación con líquidos y pequeñas comidas para completarlo en las horas posteriores.

Figura 6: Esquema acerca de qué y cuándo comer antes del entreno/ partido

**Qué comer y cuando comer antes del entreno y /o partido**

- 4 horas antes**
  - Comida habitual sin fritos, ni picantes, ni alimentos flatulentos, salsas grasas...
- 2-3Horas antes**
  - Comida habitual más ligera
- 2 horas antes**
  - Sandwich, fruta, cereales sin fibra, yogures desnatados, barrita..
- Hora anterior**
  - Líquidos : smoothy , zumo diluidos, bebida deportiva, agua , mini porciones de fruta..

Fuente: elaboración propia en base a Lizarraga, 2018.

El *timing* de la recuperación adecuada se asemeja a un efecto llamado de “ventana abierta” muscular que hace que las dos horas aproximadamente posteriores al esfuerzo se consideren de vital importancia para administrar al deportista la bebida, comida e incluso suplemento que consideremos más adecuado (Ranchordas, Dawson, Russell, 2017).

Figura 7: Esquema acerca de qué comer luego del entreno/partido

**Qué comer al acabar entreno o partido**

- 1Hora después**
  - Líquidos : agua, bebida deportiva, batidos, chocolatina , fruta ,
- 2-Horas post**
  - Comida recuperadora: pasta, bocata pizza casera, sushi, ...
- Antes de dormir**
  - Bebida recuperadora chocolateda

Fuente: elaboración propia en base a Lizarraga, 2018.

Son causas frecuentes de fatiga acumulada: la deshidratación, la mala reposición de depósitos del glucógeno muscular tras el esfuerzo, la acidosis metabólica o la fatiga central por bajadas de glucemia entre otros (Mujika y Burke, 2011).

### 2.1.7 Estrategias nutricionales de recuperación

Es importante saber en qué momentos puede ser importante comer y qué comer. Los alimentos hoy en día son algo más que calorías, y además de energía ayudan a modular por ejemplo la respuesta hormonal e inflamatoria que se da en las horas posesfuerzo. La comida recuperadora de las dos primera horas posteriores tiene como objetivo frenar niveles de cortisol y de mediadores inflamatorios, así como fomentar la rápida recuperación del glucógeno muscular, para lo cual se buscan cantidades adecuadas de nutrientes y bien proporcionados.

Un plato de pasta con carbonara, una pizza baja en grasa, el sushi o un batido recuperador pueden ser buenas opciones para recuperar y conseguir una proporción 4:1 o 3:1 de carbohidrato y proteína.

La óptima recuperación es uno de los objetivos principales cuando se solapan sesiones de entreno o partido. Es difícil conseguirlo cuando hay menos de 3 días entre ellos, a veces asociados a viajes, y la combinación de **nutrición y descanso** son las herramientas clave para ello (Dupont, Nedelec, McCall, McCormack, Berthoin, Wisløff, 2010).

Estrategias de ayudas en forma de batidos de proteína o combinados con carbohidratos en el posesfuerzo y antes de dormir, pueden junto con las horas adecuadas de sueño intentar minimizar los efectos de la fatiga acumulada (Heaton, Davis, Rawson, Nuccio, Witard, Stein, et al., 2017).

## 2.2 Hidratación y rendimiento. Métodos para valorar la deshidratación y estrategias para hidratar antes, durante y después del entreno

Cada día, durante el esfuerzo, los deportistas pierden mucha agua corporal a través del sudor, la orina y la respiración. Sin embargo, pueden incorporarla mediante los alimentos y líquidos ingeridos en la dieta. Una deshidratación de más del 2% de la masa corporal, puede repercutir en un peor rendimiento. Cada deportista tiene una tasa de deshidratación diferente, y por eso es interesante medirla y controlar el balance hídrico.

Para medir la tasa de deshidratación, se debe calcular la diferencia del peso del jugador antes y después del esfuerzo, añadir el líquido ingerido y restar el volumen orinado. El total se divide entre los minutos de esfuerzo y se multiplica por 60, para calcular volumen sudor/hora.

Esta tasa variará según las condiciones ambientales, intensidad de entreno o partido, etc.

### Formula:

$$\frac{(\text{Peso antes ejercicio} - \text{peso después ejercicio}) + (\text{volumen líquido ingerido} - \text{volumen orinado})}{\text{Minutos del esfuerzo físico} \times 60 \text{ minutos}} = \text{volumen sudor/hora}$$

Se debe tener en cuenta que en el sudor también se pierden minerales, como el sodio y el cloruro, y que existen diferencias individuales entre jugadores. De manera que algunos de ellos necesitarán un aporte extra de electrolitos al finalizar la actividad, para evitar rampas, calambres etc.

Frecuentemente se inicia la actividad física en un estado de deshidratación. Esto disminuye el rendimiento deportivo y aumenta la racionabilidad. Por ello, hidratarse antes es tan importante como la hidratación durante la competición o en el post entreno. Los jugadores deberían tener conocimientos sobre cómo mantener su hidratación y modificar la ingesta de líquidos en función de las demandas del ejercicio o de las condiciones ambientales.

La ingesta de líquidos, durante los entrenamientos y partidos, puede ayudar a mantener el volumen plasmático y prevenir los efectos adversos que la deshidratación genera en el rendimiento y la salud. Cuando hay poco tiempo entre partidos, es clave realizar una rápida y buena rehidratación para optimizar la recuperación. Pero también es

importante realizar a diario estrategias para entrenar la hidratación y la tolerancia a las bebidas antes y después del esfuerzo:

- **Antes del ejercicio:** Se recomienda beber al menos 2 horas antes de realizar ejercicio, unos 5-7 ml de líquido por cada kg de masa corporal. La ingesta de líquidos durante las comidas, combinada con pequeñas cantidades de sodio ayudará a estimular la sed y la retención del agua ingerida.
- **Durante el ejercicio:** Para evitar la deshidratación es importante tener una buena pauta de rehidratación durante el entreno o partido. Para esto será importante pesar de manera regular al deportista, antes y después de las sesiones, y diseñar una pauta personalizada que combine, por ejemplo, agua con bebidas deportivas. Esta práctica le ayudará sobre todo si el ejercicio se prolonga más de 30 minutos en ambiente caluroso. Es necesario evitar el consumo incontrolado y excesivo de agua, ya que puede llevar en esfuerzos de larga duración a la hiponatremia (baja concentración de sodio plasmático), debido a unas grandes pérdidas de sudor, repuestas sólo con agua. Hay que entrenar la pauta de hidratación a diario. Evitar consumir grandes cantidades de una sola vez para prevenir efectos negativos de un volumen excesivo, como son las inmediatas ganas de orinar, ya que generaría una deshidratación voluntaria.

Si se escogen bebidas deportivas, es importante ver cuál se ajusta mejor a las necesidades del deportista. Ya que hoy en día se pueden ajustar las cantidades de carbohidratos 2, 5, 12 % y sales minerales según las necesidades. La hidratación con líquidos también da, como vemos, la oportunidad de aportar carbohidratos según necesidades y tolerancia. La bebida debe ser específicamente seleccionada según el deporte de equipo que se realice y, además, se debe haber probado antes del partido para asegurar que el deportista no padezca problemas intestinales. Estas bebidas deportivas suelen llevar sodio, además de agua y carbohidratos, para mejorar la absorción y retención del agua ingerida.

- **Después del esfuerzo** es importante rehidratar lo antes posible e ingerir en las dos primeras horas al menos un 150% de lo perdido para reponer todas las pérdidas hídricas mediante bebidas deportivas, agua y alimentos. En situaciones de gran deshidratación, la combinación de agua con sales y carbohidratos rehidrata más eficazmente que solo el agua.

### **Ayudas ergogénicas en deportes de equipo**

Las ayudas ergogénicas, incluyen todas las sustancias que mejoran el rendimiento deportivo, ya sean ayudas psicológicas, materiales, farmacológicas o nutricionales.

Dentro de las ayudas nutricionales encontramos tanto a los alimentos y alimentos funcionales como los suplementos nutricionales orientados a la mejora del rendimiento u orientados a optimizar la salud del deportista. Estos suplementos son utilizados con frecuencia por jugadores durante la temporada con el objetivo de mejorar el rendimiento y optimizar la recuperación. Un ejemplo de esta amplia utilización es que del 43 al 93% de los jugadores de fútbol, se suplementan tal y como han expuesto diferentes informes. Además, durante la FIFA World Cup del 2002 y del 2006, se registraron valores de suplementación de entre el 40 y 50%. Ante estas cifras, es importante recordar, que raramente será necesario suplementar si la dieta del deportista es saludable, variada y equilibrada. Aun así, existen excepciones dónde los suplementos pueden ayudar al rendimiento o a la recuperación, pero siempre se deben tomar para complementar una dieta saludable y no para sustituirla. En este contexto, un suplemento, está concebido para ser comestible y contiene un componente dietético con el objetivo de aportar un valor nutricional extra. El ingrediente dietético puede ser uno o una combinación de las siguientes sustancias:

- Una vitamina.
- Un mineral.
- Una hierba u otros componentes botánicos.
- Aminoácidos.
- Ingredientes dietéticos utilizados por las personas para incrementar el aporte total mediante concentrados, metabolitos, constituyentes o extractos.

Los productos de nutrición deportiva (como bebida para deportistas, bebidas de proteína o recuperadoras) no están consideradas suplementos. Desafortunadamente, la industria de suplementación deportiva no está bien regulada y esto conlleva una serie de riesgos que deben ser eliminados. La calidad es un elemento esencial y las decisiones sobre qué suplementos utilizar, deberían estar basadas en un escrupuloso análisis de coste/beneficio. Aunque existen miles de suplementos en el mercado, únicamente unos cuantos tienen aval y evidencia científica. Estos suplementos o alimentos funcionales se clasifican según su grado de evidencia científica en los siguientes grupos:

**Grado A de evidencia.** Datos procedentes de múltiples ensayos clínicos aleatorizados o metaanálisis.

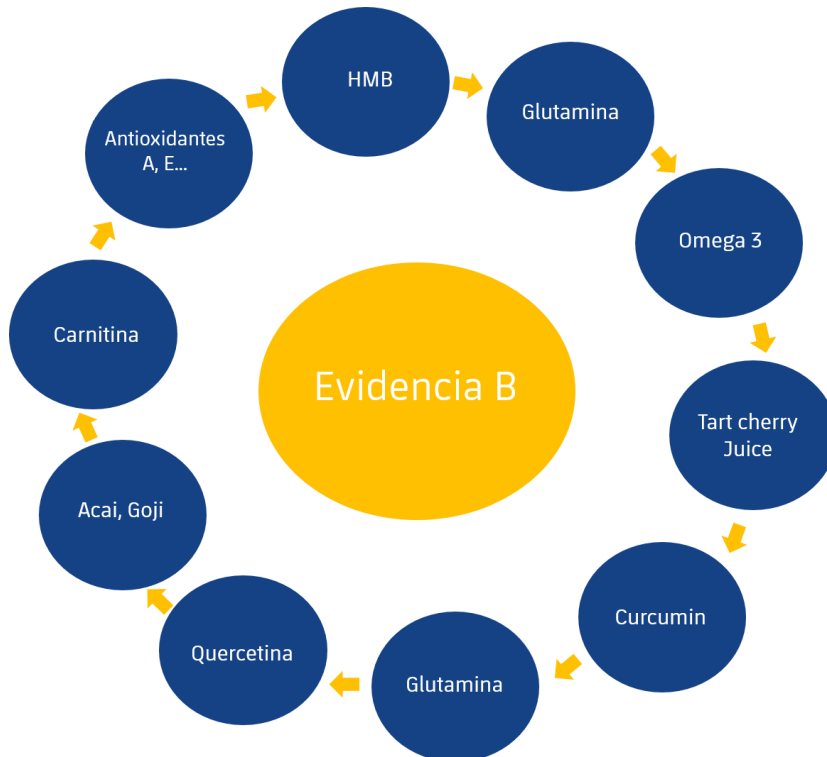
**Figura 1: Suplementación con grado de evidencia A**



Fuente: Elaboración propia.

**Grado B de evidencia.** Datos procedentes de un único ensayo clínico aleatorizado o de grandes estudios no aleatorizados.

**Figura 2: Suplementos con evidencia grado B**



Fuente: Elaboración propia.

**Grado C de evidencia.** Consenso de opinión de expertos y/o pequeños estudios.

Es importante tener en cuenta que, como profesionales, debemos recomendar preferentemente aquellos suplementos que se encuentren en el grupo A o B.

**Grado D de evidencia.** Prohibido o en alto riesgo de contaminación con sustancias que podrían conducir a un positivo en *test* de dopaje y no debería ser usado por atletas.

El grado de evidencia recomendado, siempre será el grado A o B para evitar falsos positivos o ineficacia y potenciar los efectos beneficiosos demostrados por los suplementos de los grupos A y B.

## 2.2.1 Suplementos nutricionales y alimentos funcionales más utilizados

En este capítulo veremos, de manera detallada, los suplementos más relevantes con evidencia científica. A continuación, se clasifican algunos de ellos según su utilización médica (para la mejora del rendimiento o la mejora de la recuperación):

<b>Uso médico según resultados de analíticas</b>	Hierro
	Multivitamínico/Vitamina C
	Vitamina D
<b>Mejora del rendimiento</b>	Cafeína
	Creatina
	B- Alanina
	Nitratos
<b>Recuperación</b>	Zumo de cereza ácida

Este capítulo se centrará en aquellos suplementos más utilizados que tengan por objetivo tanto la mejora del rendimiento como la optimización de la recuperación. Cabe destacar que los suplementos que se expondrán se deberán utilizar en situaciones específicas y acorde a los protocolos validados para su uso. Los suplementos deben emplearse tras ser individualizados, supervisados y monitorizados por profesionales del campo. Aunque existe una evidencia general de estos productos, son necesarios estudios para afinar aún más los protocolos individualizados y los momentos específicos de utilización. Se requieren programas para asegurar la calidad de los productos a todos los niveles. Estos programas ayudarán a tener la certeza de que los suplementos son seguros y que no contienen sustancias prohibidas.

## Seguridad en los suplementos: los programas de garantía de calidad

Existen riesgos significativos asociados a la utilización de suplementos dietéticos no regulados. Estos incluyen:

- La no presencia de los componentes activos mencionados.
- La presencia de sustancias perjudiciales y tóxicas.
- La presencia de fármacos que deben ser prescritos y que son potencialmente peligrosos.

Cuando se ha tomado la decisión de suplementar, es muy importante asegurar que el suplemento en cuestión está dentro de los suplementos permitidos por la Agencia Mundial Anti-Dopaje (WADA). Especialmente se debe asegurar que todos los suplementos están libres de sustancias prohibidas. Existen muchos ejemplos de deportistas que dieron positivo en los *test* antidopaje por la utilización de suplementos nutricionales y que vivieron situaciones adversas por la utilización de éstos. Por tanto, es importante considerar los riesgos y los beneficios antes de tomar una decisión.

Existen programas de garantía de calidad para poder testear los productos en busca de sustancias prohibidas. Estos programas analizan muestras de suplementos existentes en el mercado y los comparan con las guías de sustancias prohibidas de la WADA. No obstante, estos programas no son confiables ya que, por lo general, no se comprueba si los componentes activos están presentes. Los deportistas y los responsables de su suplementación ven estos programas como una garantía de la integridad de los productos que se analizan. Sin embargo, es importante tener en cuenta que únicamente un reducido número de suplementos ha sido analizado y que los análisis tienen limitaciones en cuanto al nivel mínimo detectado. Por tanto, aunque los programas aseguran ser confiables, no ofrecen una garantía absoluta de calidad.

Los suplementos más comunes entre los atletas son los complejos multivitamínicos y los suplementos minerales, seguidos por otros de micronutrientes que incluyen la vitamina C, la vitamina D, el magnesio y el hierro.

Los suplementos expuestos en el presente capítulo son aquellos que tienen una evidencia entre moderada y alta y son relevantes para diferentes deportes.

### Suplementos para la mejora del rendimiento

- **Cafeína:** La cafeína es un compuesto que se encuentra en muchas bebidas y productos alimenticios (por ejemplo, en el té, el café, la coca cola, el chocolate, etc.), quizás sea el componente más ampliamente estudiado como ayuda ergogénica utilizado para mejorar el rendimiento. Ciertamente, se ha podido

demostrar de manera consistente que la cafeína mejora tanto el rendimiento cognitivo como físico en diferentes actividades físicas como correr, ir en bici, nadar o remar (Burke 2008). Además, diferentes estudios concluyen que también mejora los elementos físicos y técnicos del desempeño deportivo que son inherentes a muchas de las competiciones deportivas.

Por ejemplo, la cafeína puede mejorar la capacidad para realizar esprints y para saltar, además de mejorar el rendimiento de deportes intermitentes de alta intensidad (Gant et al., 2010). Los efectos ergogénicos de la cafeína se obtienen con la ingesta de 2-6 mg/kg de índice de masa corporal (Burke 2013). El pico plasmático de cafeína suele acontecer a los 45-60 minutos después de la ingesta. Es recomendable consumirla mediante bebidas con cafeína, cápsulas o geles (en función de las preferencias del deportista) en el calentamiento antes del inicio de la actividad. Aunque los mecanismos precisos del aporte ergogénico tienen algunos puntos por concretar, la mayoría de los investigadores coinciden en la habilidad de la cafeína para modular el Sistema Nervioso Central. Ciertamente la cafeína es transportada fácilmente a través de la barrera hematoencefálica y actuar como un antagonista de la adenosina, evitando la acción de ésta. De este modo la cafeína puede incrementar las concentraciones de determinados neurotransmisores como la dopamina, lo que eleva el grado de motivación y la capacidad física. Además, recientemente se ha evidenciado que puede tener un efecto ergogénico en deportes de alta intensidad e intermitentes mediante un mecanismo relacionado con la capacidad de excitación muscular. De hecho, se ha evidenciado una mejora de la capacidad física con la suplementación de cafeína ya que se reduce la acumulación muscular de potasio durante los ejercicios intensos (Mohr et al., 2011, 1372-1379).

Múltiples estudios recrearon el escenario de competición y observaron el efecto de la suplementación con cafeína. Algunos de ellos reportaron una mejor recuperación y un mayor rendimiento respecto a los jugadores que no se suplementaron con cafeína. En el fútbol, también existen estudios que evidenciaron una mayor capacidad para *esprintar*, saltar y mejorar la sensación de los jugadores ya que la cafeína parece reducir la sensación de fatiga durante el entreno o partido. A diferencia de los días de competición cuándo los deportistas consumen productos con cafeína, en los días de entreno se pueden conseguir efectos ergogénicos beneficiosos si se consume cafeína mediante té o café en el desayuno antes del entreno.

Aunque existe una amplia evidencia sobre la suplementación con cafeína en el deporte, es recomendable que los deportistas inicien esta suplementación durante los entrenos. Esto se debe a que la cafeína puede tener efectos adversos limitan su utilización en algunos deportes o en personas sensibles. Estos son:

insomnio, dolor de cabeza, irritación y sangrado intestinal y estimulación de la diuresis. Además, no todos los individuos obtienen beneficios después de la suplementación con cafeína e incrementar la cantidad de las dosis (sobre todo por encima de 6 mg/kg IMC) puede tener consecuencias negativas como incrementar la frecuencia cardíaca, tener mayor irritabilidad, temblores, confusión, menor concentración, falta de aliento, etc. Y muchos de estos efectos secundarios impactan negativamente en el rendimiento deportivo. Por otro lado, consumir dosis elevadas de cafeína la noche anterior de la competición también puede ser problemático debido a que la calidad del sueño se verá comprometida (Morton, <http://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-130-supplements-for-consideration-in-football>, 2014).

### Recomendaciones prácticas en la suplementación de cafeína

1. Experimentar durante los entrenos para encontrar la dosis adecuada.
  2. Marcar como objetivo llegar a los 3mg/kg (con un rango de entre 2-5mg/kg).
  3. Tomar la cafeína 45-50 minutos antes del partido.
  4. Si utiliza un chicle para el aporte de cafeína, tomarlo justo antes o durante el calentamiento.
  5. El formato para tomar la cafeína dependerá de sus gustos y preferencias.
- **Creatina:** Como la cafeína, la creatina es uno de los suplementos más estudiados y de los que existe más evidencia sobre su utilización. La creatina es un compuesto de guanidina que es sintetizado en el hígado y en los riñones, derivado de los aminoácidos arginina y glicina. Desde una perspectiva dietética, las fuentes más ricas de creatina son el pescado y la carne roja. Por ejemplo, 1kg de un bistec contiene sobre 5g de creatina (Maughan et al., 2011). La mayor reserva de creatina en el cuerpo es el músculo esquelético, dónde aproximadamente entre el 60-70% de la creatina está almacenada en una forma fosforilada conocida como fosfocreatina (PCr). La suplementación de creatina se ha asociado tradicionalmente a la fuerza y potencia de los deportistas (como por ejemplo la que necesitan los levantadores de peso o los deportistas que realizan esprints) debido a el rol de la PCr cuando se hidroliza y se regenera en ATP durante los segundos iniciales de una actividad a alta intensidad. De todos modos, en el contexto de los deportes intermitentes de alta intensidad la suplementación con creatina es especialmente interesante debido a que las reservas de PCr se reducen de manera marcada durante deportes de equipo como el fútbol. En consecuencia, la suplementación con creatina mejora la repetición de esprints tanto de corta como de larga duración y también mejora los ejercicios prolongados que sean intermitentes. Esta mejora podría deberse al incremento de las reservas de fosfocreatina del músculo en reposo y también a la mayor tasa de regeneración de la PCr durante los periodos de recuperación entre

esprints. Existe diferentes fuentes (Casey, 1996) que evidencian la mejora de los *sprints* cuando existe suplementación en creatina, en comparación con deportistas no suplementados. Además de la mejora en los *sprints*, los jugadores también pueden consumir la creatina con el objetivo de incrementar la masa muscular, la fuerza y la potencia.

Harris y colegas, proporcionaron la evidencia inicial de que la suplementación con creatina (utilizando un protocolo de suplementación de 20g al día durante 5 días) incrementaba (en magnitudes del 20%) tanto la cantidad de creatina total como las reservas de PCr en el músculo esquelético (Harris et al., 1992). Como tal, la pauta de ingesta de la creatina se estandarizó para tener un protocolo de utilización (que normalmente implicaba 4 dosis de 5 gramos al día durante 5-7 días) seguido por una etapa de mantenimiento diaria con dosis de entre 3 y 5 gramos (Human et al., 1996). Sin embargo, dado que la adherencia a este protocolo por parte del deportista puede ser limitado, se tiene que tener en cuenta que la ingesta de dosis menores durante un periodo mayor de tiempo puede incrementar finalmente la creatina del músculo hasta obtener valores similares que los observados con los protocolos de suplementación más tradicionales. Tras la finalización de la suplementación, las reservas de PCr tienden a volver a los valores basales iniciales en 5 u 8 semanas. Para maximizar la reserva de creatina, se recomienda que ésta también se ingiera tras la actividad física y en combinación de carbohidratos o proteínas ya que el incremento de insulina se sabe que también incrementa la generación de creatina. A nivel práctico esto quiere decir asegurar el aporte de creatina antes y después de los periodos de entrenamiento juntamente con otros productos de nutrición deportiva que contengan carbohidrato (y/o proteína) o acompañado de una comida principal (desayuno, comida o cena). La suplementación antes del ejercicio puede también mejorar la resíntesis de glucógeno muscular tras el ejercicio. Teniendo en cuenta que es difícil rellenar los depósitos de glucógeno muscular tras el ejercicio físico, incluso con el aporte adecuado de CH, esta estrategia con creatina puede ser relevante durante períodos de muchos entrenamientos o partidos seguidos (Morton, <http://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-130-supplements-for-consideration-in-football>, 2014).

Es importante tener en cuenta que no todos los deportistas tendrán la misma respuesta a la suplementación con creatina, tanto a nivel de incremento de la creatina muscular, como en la mejora en el rendimiento deportivo. De hecho, las magnitudes de incremento de creatina muscular (cuando se da una dosis específica) tienen una elevada tasa de diferencia que depende de la cantidad inicial de creatina muscular antes de la suplementación. Esta última, viene determinada por la ingesta dietética.

Además, las mejoras gracias a la creatina en deportes con una duración intermitente también son mejores en aquellos deportistas que ya contaban con un nivel inicial mayor de creatina o PCr. Una elevada suplementación de creatina puede producir un incremento de peso de entre 1-1,15 kg, este efecto acontece más en hombres que en mujeres (Mihic et al., 2000). Este aumento de peso no es grasa, sino que puede deberse a la concentración mayor de agua intracelular. Es por esto que no cualquier jugador se interesa por este tipo de suplementación, ya que podrán sentirse más pesados y menos veloces. Especialmente, no será productiva en deportistas que necesitan velocidad y agilidad. Además, esta suplementación tiene un efecto negativo sobre el riñón y el hígado, aunque los estudios apuntan que no existe relación entre daño en el hígado o riñón cuando se suplementan con creatina durante largos periodos individuos sanos. En general, la evidencia actual propone que la suplementación con creatina tiene efectos positivos en deportes de corta duración y elevada intensidad, y con periodos intermitentes. La creatina tiene efectos clave en el músculo esquelético, actúa como tampón energético, como portador de energía y como regulador de la ratio ATP/ADP.

Luego de la suplementación se tardan semanas en volver a los niveles iniciales y durante ese tiempo se tienen los beneficios que aporta. Es prudente suplementar en momentos concretos de la temporada (por ejemplo, en la pretemporada, cuando se tienen muchos partidos seguidos, etc.) o para conseguir objetivos en los entrenos (mejorar masa muscular, mejorar fuerza, etc.).

### Recomendaciones prácticas de la suplementación con creatina

1. Desarrollar estrategias individuales.
  2. Monitorizar cambios de talla y peso.
  3. El protocolo de suplementación puede ser de duración corta (5 días x 20g/día) o gradual (3g diarios durante 30 días).
- **$\beta$ -alanina:** En las células del músculo esquelético, al B-Alanina se combina con L-histidina para formar  $\beta$ -alanina-L-histidina, más conocida como carnosina. La carnosina es conocida en los ejercicios de alta intensidad ya que puede actuar como un tampón intracelular para los iones de hidrógeno. En el fútbol, por ejemplo, los esprines repetidos pueden hacer que el pH del músculo descienda a niveles que puedan impedir la formación de ATP mediante el metabolismo glucolítico. Por este motivo, es común entre los futbolistas consumir diariamente suplementos de  $\beta$ -alanina para incrementar las reservas de carnosina y mejorar el rendimiento en deportes de alta intensidad. De hecho, la suplementación diaria de  $\beta$ -alanina, se ha demostrado que eleva la concentración de carnosina en el músculo esquelético en aproximadamente un 50% en los tipos 1 y 2 de fibras

musculares (Harris & Sale 2012). Además, estudios recientes (Hobson et al., 2012) también demuestran que existen efectos ergogénicos tras la suplementación con  $\beta$ -alanina durante deportes con periodos de alta intensidad que duran entre 1-6 minutos como el atletismo, el remo, la natación, etc.

Desafortunadamente, la investigación que evalúa los efectos de la suplementación de  $\beta$ -alanina en deportes de intensidades altas e intermitentes como el fútbol, es imprecisa. Puede ser que en los estudios en los que mejora el rendimiento, sea por una duración mayor de la suplementación y, por tanto, por un posible incremento de las reservas musculares.

Un efecto negativo de la suplementación con  $\beta$ -alanina cuando se administra en dosis únicas de más de 10 mg por quilo de peso es enrojecimiento y tirantez de la piel o las parestesias. Para reducir este efecto negativo, se han desarrollado diferentes formulaciones que permiten ingerir hasta 800 mg de una vez sin estos síntomas (Decombaz et al., 2012). Aunque el protocolo de utilización óptimo todavía se desconoce, se ha constatado una relación entre el total de cantidad de  $\beta$ -alanina ingerida (en rangos de entre 1,6 - 6,4 gramos por día) y el incremento tanto relativo como absoluto de la carnosina muscular (Stellingwerff et al., 2012). Con este objetivo, se ha observado que 4 semanas de suplementación con 3,2 g de  $\beta$ -alanina al día, inducen una mejora 2 veces mayor en reservas de carnosina muscular, comparado con una suplementación de 1,6 gramos diarios. Además, también se ha observado que la suplementación de 3,2 g de  $\beta$ -alanina diarios, induce a más del doble de carnosina muscular que si se compara con la suplementación de 1,6 gramos diarios. Por otro lado, se ha observado que una suplementación diaria de 1,6 gramos puede inducir a mayores incrementos tras las 4 semanas de la suplementación (Stellingwerff et al., 2012). Recientemente se ha observado que tras la suplementación durante 6 semanas con 3,2 g de  $\beta$ -alanina al día se requiere un mantenimiento de 1,2 gramos al día para mantener la carnosina muscular elevada por encima del 30-50% de la cantidad habitual sin suplementación (Stegen et al., 2014). Tras la suplementación, el retorno a los niveles iniciales acontece a las 10-20 semanas (Baguet et al., 2009). En base a lo comentado, se recomienda que cuando es necesario elevar la carnosina de manera rápida, la suplementación con dosis elevadas (por ejemplo 3,6 gramos diarios durante 3 o 4 semanas) puede ser un buen inicio seguido de un mantenimiento diario de más de 1,2g. Para minimizar los síntomas de parestesia se pueden consumir fórmulas con un vaciado más lento y mediante ingestas muy repartidas durante el día. Finalmente, también se ha determinado que la elevación de la carnosina, mediante la suplementación de  $\beta$ -alanina, es más pronunciada en deportistas entrenados que en personas no entrenadas (Morton,

<http://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-130-supplements-for-consideration-in-football,2014>).

## Recomendaciones prácticas de la suplementación con $\beta$ -alanina

1. Utiliza fórmulas de liberación lenta de la  $\beta$ -alanina para evitar efectos secundarios.
  2. Toma entre 3-6g diarios durante 3-4 semanas y posteriormente ingiere cada día a modo de mantenimiento 1,2 g de  $\beta$ -alanina.
- **Nitratos:** La suplementación dietética con nitratos inorgánicos se estudia cada vez más debido a los efectos del óxido nítrico en diferentes funciones fisiológicas. De hecho, se ha documentado que el óxido nítrico desempeña funciones en la regulación del flujo sanguíneo, regeneración de la glucosa muscular y en las propiedades de contracción del músculo esquelético (Jones 2014; Jones 2016). La ruta tradicional de producción de óxido nítrico es la oxidación de la L-arginina producida por el encima óxido nítrico sintasa. De todos modos, también se sabe que la ingesta de nitrato inorgánico también puede ser metabolizado hacia nitritos y posteriormente hacia óxido nítrico complementando la que se produce por la oxidación de la L-arginina (Hord et al., 2011). La identificación de esta ruta bioquímica, han llevado a realizar numerosos estudios sobre la ingesta de nitrato inorgánico y el rendimiento físico. Los nitratos se encuentran principalmente en verduras de hoja verde como espinacas, acelgas, lechuga o en la remolacha, aunque el contenido puede variar mucho en función de la tierra o del momento del año. Como referencia para obtener una cantidad estable de nitrato, muchos investigadores utilizan dosis estándar de zumo de remolacha (teniendo en cuenta que medio litro es el equivalente de aproximadamente 5 mmol de nitrato) para elevar la disponibilidad del nitrato y nitrito. Utilizando tanto de manera regular (entre 3-15 días medio litro de zumo de remolacha al día) o de manera puntual (2,5 h antes del entreno) este zumo de remolacha se ha demostrado que se reduce la presión sanguínea, se reduce el consumo de oxígeno y se mejora la capacidad durante ejercicios de corta duración, pero de alta intensidad como durante el ciclismo o en las cursas (Bailey et al., 2009). Posteriormente también se ha observado que se reducen los tiempos de carrera en distancias de entre 4 y 16,1 km (entre 5 y 30 minutos de ejercicio aproximadamente). Estos efectos positivos no se observan en deportistas de élite de resistencia, esto podría ser debido a un conjunto de diferencias en la fisiología de los deportistas de élite y los de categorías inferiores que hacen que la élite sea menos sensible al incremento de óxido nítrico (Jones 2014, S35-45).

El mecanismo que sustenta la menor necesidad de oxígeno y la mejora del rendimiento se piensa que tiene que ver con la mejora de la eficiencia muscular y con el metabolismo energético (Jones 2014, S35-45).

Las dosis óptimas para facilitar los efectos ergogénicos del nitrato, no se conocen exactamente, especialmente no se conoce si es mejor las dosis únicas y concentradas o regulares, por lo tanto, se requieren protocolos de utilización. De todos modos, en los protocolos de tomas aisladas, se ha observado que la mejora de la tolerancia a la actividad física no varía entre dosis de 8,4 o 16,8 mmol de nitratos ingeridos 2,5 horas antes del ejercicio físico pero las dos cantidades son más eficaces que 4,2 mmol (Wylie et al., 2013). También se observó que la reducción de la utilización del oxígeno fue más acusada a mayor fue la dosis (Wylie et al., 2013). Esta información sugiere que la incapacidad para detectar los efectos fisiológicos del nitrato en escenarios de suplementación puntual se puede superar utilizando dosis mayores antes de la realización de actividad física o protocolos de mayor duración (Morton, <http://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-130-supplements-for-consideration-in-football>, 2014).

Aunque los estudios iniciales se realizaron durante actividades físicas continuas de alta intensidad, estudios recientes investigan los beneficios del zumo de remolacha en deportes intermitentes de alta intensidad. Mediante el uso de protocolos de suplementación más intensos (de aproximadamente 30 mmol en un período de 36 horas) se han visto mejoras en deportes intermitentes con *sprintes* repetidos durante competiciones (Wylie et al., 2013).

Desde un punto práctico, es más probable que a los deportistas les sea más fácil suplementarse durante 36 horas con nitrato a cantidades más elevadas, que con cantidades más moderadas durante 3-6 días.

Es muy importante que los deportistas experimenten con la suplementación de nitratos antes de competir (quizás lo es más con esta suplementación que con las mencionadas anteriormente). Además, para potenciar los efectos beneficiosos de la suplementación con zumo de remolacha, se recomienda a los deportistas no lavarse la boca con enjuague bucal antibacteriano y no comer chicle, ya que estos productos disminuyen la conversión de nitrato a nitrito.

### **Recomendaciones prácticas de la suplementación con zumo de remolacha**

1. Dos días antes del partido, tomar un concentrado de zumo de remolacha por la mañana y otro por la noche.
2. Tomar dos sorbos entre 1 y 4 horas antes del inicio de la actividad física.
3. Evitar enjuague bucal antibacteriano y chicles.

4. Experimentar con esta suplementación durante los entrenos, siempre antes de competir.

## 2.2.2 Suplementos para la mejora del rendimiento

**Zumo de cereza ácida:** Tanto la cereza ácida como la dulce contienen niveles elevados de antioxidantes, incluyendo melatonina, carotenoides, hidroxicinamatos y diferentes flavonoides como antocianinas o la quercetina (McCune et al., 2011). Aunque los mecanismos aún se desconocen, existen informes que evidencian que tanto la cereza dulce como la variedad Montmorency reducen la inflamación (Kelley et al., 2006) el estrés oxidativo, el dolor muscular y mejoran la recuperación del músculo.

En deportes como el fútbol, el estrés muscular es elevado lo que resulta en daño muscular. Este daño es seguido por una segunda fase de inflamación como parte del proceso de reparación. Durante esta fase, el músculo está inflamado y su función se ve reducida. El zumo de cereza, se cree que actúa principalmente sobre esta segunda fase, reduciendo la inflamación, el daño y manteniendo mejor la función muscular. En general, la evidencia actual apunta a que existen beneficios ergogénicos tras el consumo de zumo de cereza, tanto antes como después del deporte.

### Recomendaciones prácticas de la suplementación con zumo de cereza

Durante una temporada muy intensa de partidos con 2-3 partidos a la semana, tomar un concentrado en forma líquida o cápsulas del equivalente de 100 cerezas ácidas al día.

## Referencias

- Baguet, A., Reyngoudt, H., Pottier, A., Everaert, I., Callens, S., Achten, E. y Derave, W.** (2009). Carnosine loading and washout in human skeletal muscles. *Journal of Applied Physiology*, 106(3), 837-842.
- Bailey, S., Winyard, P., Vanhatalo, A., Bkackwell, J., Dimenna, F., Wilkerson, D., Tarr, J., Benkamin, N. y Jones, A.** (2009). Dietary nitrate supplementation reduces de O<sub>2</sub> cost of low-intensity exercise and enhances tolerance to high-intensity exercise in humans. *Journal of Applied Physiology*, 107(4), 1144-1155.
- Burke, L., Desbrow, B. Y Spriet, L.** (2013) Caffeine and Sports Performance.
- Burke, L.M.** (2008). Caffeine and sports performance. *Applied Physiology, Nutrition, and Metabolism*, 33(6), 1319-1334.
- Casey, A., D. Constantin- Teodosiu, S. Howell, E. Hultman & P.L. Greenhaff** (1996). Creatine ingestion favorably affects performance and muscle metabolism during maximal exercise in humans. *American Journal of Physiology*, 271(1), E31-37.
- Decombaz, J., Beaumont, M., Vuichoud, J., Bouisset, F. Y Stellingwerff, T.** (2012). Effect of slow-release beta-alanine tablets on absorption kinetics and paresthesia. *Amino Acids*, 43(1), 67-76.
- Gant, N., Ali, A. y Foskett, A.** (2010). The influence of caffeine and carbohydrate coingestion on simulated soccer performance. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 20(3), 191-197.
- Harris, R. y Sale, C.** (2012). Beta-alanine supplementation in high intensity exercise. *Medicine and Sport Science*, 59, 1-17.
- Harris, R., Soderlund, K. y Hultmman, E.** (1992). Elevation of creatine in resting and exercides muscle of normal subjects by creatine supplementation. *Clinical science*, 83(3), 367-374.
- Hobson, R., Saunders, B., Ball, G., Harris, R. y Sale, C.** (2012). Effects of beta-alanine supplementation on exercise performance: a meta-analysis. *Amino Acids*, 43(1), 25-37.
- Hord, N., Ghannam, J., Garg, H., Berens, P. y Bryan, N.** (2011). Nitrate and nitrite content of human, formula, bovine, and soy milks: implications for dietary nitrite and nitrate recommendations. *Breastfeeding Medicine*, 6(6), 393-399.
- Jones, A.** (2016). Dietary nitric oxide precursors and exercise performance. *Sports Science Exchange*, 2016(156), 1-6.
- Jones, A.** (2014). Dietary nitrate supplementation and exercise performance. *Sports Medicine*, 44 (1), S35-45.
- Kelley, D., Rasooly, R., Jacob, R., Kader, A. y Mackey, B.** (2006). Consumption of Bing sweet cherries lowers circulating concentrations of inflammation markers in healthy men and women. *The Journal of Nutrition*, 136(4), 981-986.
- Maughan, R., Greenhaff, P., y Hespel, P.** (2011). Dietary supplements for athletes: emergint trends and recurring themes. *Journal of Sports Sciences*, 29 (1), S57-66.

- McCune, L., Kubota, C., Stendell- Hollis, N. y Thomson, C.** (2011). Cherries and Health: a review. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 51(1), 1-12.
- Mihic, S., MacDonald, J., McKenzie, S., y Tarnopolsky, M.** (2000). Acute creatine loading increases fat-free mass, but does not affect blood pressure, plasma creatine, or CK activity in men and women. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 32(2), 291-296.
- Mohr, M., Nielsen, J. Bangsbo, y J.** (2011). Caffeine intake improves intense intermittent exercise performance and reduces muscle interstitial potassium accumulation. *Journal of Applied Physiology*, 111(5), 1372-1379.
- Morton, J** (2014) Supplements for consideration in football. <http://www.gssiweb.org/sports-science-exchange/article/sse-130-supplements-for-consideration-in-football>
- Stegen, S., Bex, T., Vervaet, C., Vanhee, L., Achten, E. y Derave, W.** (2014). Beta Alanine Dose for Maintaining Moderately Elevated Muscle Carnosine Levels. *Medicine and Science in Sports and Exercise*, 46(7), 1426-1432.
- Stellingwerff, T., Decombaz, J., Harris, R. y Boesch, C.** (2012). Optimizing human in vivo dosing and delivery of beta-alanine supplements for muscle carnosine synthesis. *Amino Acids*, 43(1), 57-65.
- Wylie, L., Mohr, M., Krustup, P., Jackman, S., Ermotadis, G., Kelly, J., Black, M., Bailey, S., Vanhatalo, A. y Jones, A.** (2013). Dietary nitrate supplementation improves team sport-specific intense intermittent exercise performance. *European Journal of Applied Physiology*, 113(7), 1673-1684.

## Referencias

- Anderson, L. Orme, P. Naughton, R.J. Close, G. Milsom, J. Rydings, D. et al.** (2017) Energy intake and expenditure of professional soccer players of the English Premier league: Evidence of carbohydrate periodization. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*.
- Dupont, G. Nedelec, M. McCall, A. McCormack, D. Berthoin, S. Wisløff, U.** (2010) Effect of 2 soccer matches in a week on physical performance and injury rate. *The American Journal of Sports Medicine*. Vol. 38. N° 9 [pp. 1752–1758]. Recuperado de: <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/20400751>Heaton
- Heaton, L.E. Davis, J.K. Rawson, E. Nuccio, R.P. Witard, O.C. Stein, K.W. et al.** (2017) Selected In-Season Nutritional Strategies to Enhance Recovery for Team Sport Athletes: A Practical Overview. *Sports Medicine*.
- Jeukendrup, A.E.** (2017) Periodized Nutrition for Athletes. *Sports Medicine*.
- Kelly, T.L. Wilson, K.E. Heymsfield, S.B.** (2009) Dual energy X-ray absorptiometry body composition reference values from NHANES. *PLoS One*.
- Mujika, I. Burke, L.M.** (2011) Nutrition in team sports. *Annals of Nutrition and Metabolism*. Vol. 57. Suplemento N°2 [pp. 26–35].
- Oliveira, C. Ferreira, D. Caetano, C. Granja, D. Pinto, R. Mendes, B. et al.** (2017) Nutrition and Supplementation in Soccer. *The American Journal of Sports Medicine*. [Internet] Vol. 5 N° 2 [p. 28]. Recuperado de: <http://www.mdpi.com/2075-4663/5/2/28>
- Ranchordas, M.K. Dawson, J.T. Russell, M.** (2017) Practical nutritional recovery strategies for elite soccer players when limited time separates repeated matches. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*.