

## Protección antioxidante de zarzamora para disminuir daño muscular en atletas de elite

Myriam García-Dávila\*, Guadalupe Gutiérrez-Soto\*\*, Sylvia Adriana Estrada-Díaz\*, Blanca Edelia González-Martínez\*\*\*, Elisabet Rodríguez-Bies\*\*\*\*, Blanca Roció Rangel-Colmenero\*

### BLACKBERRY ANTIOXIDANT PROTECTION TO PREVENT MUSCLE DAMAGE IN ELITE ATHLETES

KEYWORDS: handball, creatine kinase, flavonoids, total phenols, urea.

ABSTRACT: High intensity physical activity can provoke muscle damage and consequently affect athletes' performance. The aim of this study was to determine if antioxidants contained in blackberry can stimulate athletes' processes of recovery from muscle damage, using Creatine Kinase (CK) quantification and urea values after a week of competition as indicators. Participants were divided into an experimental (EG) and a placebo group (CG). In both groups, CK and urea in plasma were measured before, during and after competition. Significant differences were observed in EG at pre and post phases, compared to the basal ( $p < 0.05$ ). Further, significant differences were found in the pre-post analysis of EG ( $p < 0.05$ ), as well as after 48h and 72h compared with post-test ( $p < 0.05$ ). Significant differences were also found for CG ( $p < 0.05$ ) at 48h and 72h compared to post-test. As regard to urea concentration, differences were shown at post-test, after 24h, and after 48h compared to pre-test ( $p < 0.05$ ). CG showed no significant differences at any stage of the research. These results suggest that consumption of blackberries may contribute to muscle damage recovery.

Actualmente para los atletas es esencial el conocimiento y control de distintos factores como los son, físicos, técnicos, psicológicos y nutricionales (Baro, Garrido y Hernández-Mendo, 2016; Sá, Gomes, Saavedra y Fernandez, 2015; Sánchez, Romero y Ortís, 2013). Las necesidades nutricionales optimizan el desarrollo deportivo del atleta, mejoran su recuperación y así pueden mantener un control sobre su entrenamiento sin afectar su participación a nivel competitivo (Lafay et al., 2009; Souglis, Bogdanis, Giannopoulou, Papadopoulos y Apostolidis, 2015). Existen estudios en los cuales se suplementan o enriquece la dieta de los atletas con antioxidantes como polifenoles derivados de la dieta (frutos), vitamina E, espirulina, con la finalidad de reducir daño muscular, trastornos en el sistema inmune, estrés oxidativo y la fatiga, mejorando el rendimiento deportivo (Braakhuis y Hopkins, 2015; Goldfarb, Garten, Cho, Chee y Chambers, 2011), algunos de estos estudios han sido realizados en deportes individuales como corredores, durante un entrenamientos controlados (McLeay et al., 2012; Nieman et al., 2013). De la variedad existente de antioxidantes podemos encontrar a las vitaminas C y E, carotenoides, selenio, glutatión, coenzima Q 10 y polifenoles (Atashak et al., 2013; Nieman, Stear, Castell y Burke, 2010).

Dentro de los polifenoles encontramos a los flavonoides (Bhagwat, Haytowitz y Holden, 2011; Joseph, Edirisinghe y Burton-freeman, 2014; Myburgh, 2014), con propiedades nutraceuticas como la antiinflamatoria, que contribuyen a

disminuir el riesgo de enfermedades (Joseph et al., 2014; Manach, Scalbert, Morand, Rémésy y Jiménez, 2004).

Las bayas como la zarzamora (*Rubus sp*) son frutas con una excelente fuente de polifenoles, por lo que su ingesta en la dieta humana proporciona beneficios para la salud (Diaconeasa, Florica, Ruginã, Lucian y Socaciu, 2014; Guerrero et al., 2010), como la disminución del dolor muscular posterior al ejercicio intenso, reducción del estrés oxidativo, así como también el proceso antiinflamatorio (Kuehl, Perrier, Elliot y Chesnutt, 2010; McLeay et al., 2012; Nieman et al., 2015).

Los indicadores de daño muscular son analizados mediante la cuantificación de proteínas musculares liberadas en sangre como la creatinina (CK), la cual es un indicador de la intensidad del ejercicio realizado (Gill, Beaven y Cook, 2006; Smart, Gill, Beaven, Cook y Blazevich, 2008; Lazarim et al., 2009). Niveles altos de CK en atletas aparentemente sanos se correlacionan con altas intensidades de entrenamiento. Si estos niveles elevados persisten en la recuperación, pueden indicar daño muscular (Branaccio, Maffulli, Buonauro y Limongelli, 2008). Otro indicador utilizado es la urea, la cual se libera al torrente sanguíneo como resultado del catabolismo de aminoácidos en el proceso de generación de energía durante la realización de la actividad física, indicando el volumen de actividad y del tiempo de recuperación durante el descanso, con base a las cargas del día anterior por su relación con el proceso de recuperación del glucógeno muscular (Banfi, Lombardi,

Correspondencia: Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, Francisco I. Madero S/N, Hacienda el Canadá, 66050, General Escobedo N.L., México.  
E-mail: juanita.gutierrezst@uanl.edu.mx.

\* Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Organización Deportiva, San Nicolás de los Garza, N. L., México.

\*\* Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Agronomía, General Escobedo N.L., México.

\*\*\* Universidad Autónoma de Nuevo León, Facultad de Salud Pública y Nutrición, Monterrey N. L., México.

\*\*\*\* Universidad Pablo de Olavide, Sevilla, España.

Agradecimientos: Este trabajo contó con el apoyo de PRODEP DSA/103.15/15/6797, así como de CONACYT, Redes Temáticas, No. 269614.

\*Artículo remitido e invitado con revisión\*



Colombini y Lippi, 2010). Con base en lo anterior, el objetivo del presente estudio fue determinar si los antioxidantes presentes en la zarzamora congelada favorecen el proceso de recuperación sobre el daño muscular en atletas a través de la cuantificación de CK y urea tras una semana de competencia.

## Método

Participaron catorce atletas de balonmano (Tabla 1), con experiencia en torneos nacionales e internacionales. Firmaron una carta de consentimiento, además se les solicitó evitar el consumo de suplementos y/o medicamentos que afectaran los resultados del estudio. Se contó con la aprobación del comité de Bioética de la Universidad local.

Datos	Media ± DE
Edad (años)	22.30±1.83
Estatura (cm)	180.74±6.59
Peso (kg)	83.86±14.80
Porcentaje de grasa (%)	18.51±8.22

Tabla 1. Características de los atletas

(DXA) al inicio del estudio. Posteriormente, se registró la ingesta de alimentos y bebidas consumidas a través del recordatorio de 24 h durante un periodo de tres días (fin de semana y dos entre semana), el cual aporta información sobre calorías, macronutrientes y micronutrientes; posteriormente los datos se analizaron en el software Nutrimind (México). La ingesta de la bebida para ambos grupos fue por 16 días, iniciando una semana previa a una competencia nacional, durante la competencia con duración de seis días y tres días después para analizar la recuperación. Se recolectó sangre venosa en tubos con EDTA, la primera (basal) fue previo a la ingesta del jugo, al inicio de la competencia (pre), al final de la competencia (final), a las 24 (24h), 48 (48h) y 72 horas finalizado el último partido (72h). Las muestras sanguíneas fueron colocadas cuidadosamente en hielo para su traslado al laboratorio. Posteriormente fueron almacenadas a -80 °C. Se realizó la separación del plasma mediante la centrifugación a 3000 rpm durante 5 minutos para el análisis de CK y urea.

## Material biológico

Para determinar si la forma de almacenamiento de la zarzamora (*Rubus sp*) afecta el contenido de antioxidantes se analizó en presentación fresca y congelada la concentración de fenoles totales y capacidad antioxidante, con la finalidad de proporcionar la mejor opción de consumo para los atletas.

## Determinación de fenoles totales

Los reactivos utilizados para la cuantificación de la capacidad antioxidante y fenoles totales fueron de grado reactivo de la casa comercial Sigma-Aldrich (St.Louis, MO). Las soluciones fueron preparadas con agua bidestilada. Los reactivos y estándares para la detección de los polifenoles fueron el ácido cafeico, ácido clorogénico, miricetina, kaempferol y quercetina grado HPLC (Sigma-Aldrich). Al igual que el agua, ácido acético (FERMONT) y acetonitrilo (TEDIA) utilizados en la separación cromatográfica.

La cuantificación de fenoles totales se realizó con la metodología de Yaltirak et al. (2009). Se pesaron 20 g de fruto y

## Tratamiento de los grupos

Se establecieron dos tratamientos denominados grupo experimental (GE) y grupo placebo (GP). Ambos con siete atletas, seleccionados de forma aleatoria. Al GE se les administraron 200 g de fruta congelada homogeneizada en 200 ml de agua que contenía 11.1 g de fenoles totales y 13.8 mM de actividad antioxidante por cada 100 mg de fruta determinada por el método del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo). El GP recibió 200 ml de placebo (agua con colorante vegetal rojo). La bebida fue suministrada en ambos tratamientos antes del almuerzo.

## Diseño de la investigación

Se determinó la composición corporal de los participantes de ambos grupos, por medio de absorciometría dual de rayos X

se maceraron con 20 mL de acetona al 70%. La extracción se realizó a 4 °C durante 1h, posteriormente se obtuvieron los extractos por centrifugación a 1000 rpm por 10 min. Se colocaron 100 µL de la muestra diluida (1:10) en tubos Eppendorf, añadiendo 0.5 mL de bicarbonato de sodio (Na<sub>2</sub>CO<sub>2</sub>) al 2%. Se incubó por 5 min en condiciones de oscuridad a temperatura ambiente (25±1 °C). Se adicionaron 50 µL de reactivo de Folin-Ciocalteu, incubando la reacción por 2 h en condiciones de oscuridad a temperatura ambiente (25±1 °C). Las mezclas de reacción se leyeron a 760 nm en un espectrofotómetro mini UV-Vis 1240 Shimadzu (Japón).

Para la curva de calibración se utilizaron estándares de ácido gálico (de 0.05 a 0.25 mg/mL). Los resultados se expresaron como mg equivalentes de ácido gálico (EAG) por gramo de muestra.

## Análisis de la actividad antioxidante

Para determinación de la capacidad antioxidante se maceraron 20 g de fruto con 20 mL de metanol absoluto. La extracción se realizó a 4° C por una hora, para ser centrifugada a 1000 rpm por 10 min y obtener los sobrenadantes. Para la cuantificación se tomaron 50 µL de muestra diluida (1:10) o estándar en un tubo Eppendorff. Se agregó 1mL del reactivo DPPH (0.02mg/ mL), la reacción se incubó 20 min a temperatura ambiente (25±1 °C), en condiciones de oscuridad. Las reacciones se leyeron a 517 nm en un espectrofotómetro mini UV-Vis 1240 Shimadzu (Japón). Como estándar se utilizó cisteína (de 0.05 a 0.25 mg/mL). Los resultados se expresaron en porcentaje de actividad antioxidante (%AA), en base a la metodología empleada por Good-Kitzberger et al. (2007):

$$I\% = \frac{(A_{\text{blanco}} - A_{\text{muestra}})}{A_{\text{blanco}}} \times 100$$

Donde A<sub>blanco</sub> es la absorbancia de la reacción de control y A<sub>muestra</sub> es la absorbancia de las muestras.

## Detección y cuantificación de polifenoles por cromatografía líquida de alta resolución (HPLC)

Para el análisis de polifenoles en HPLC, se homogenizaron 10 g de fruta con 200 mL de una solución metanol/ácido



clorhídrico/agua destilada (80%/1%/19%). La muestra se incubó a temperatura ambiente ( $25 \pm 1$  °C) en un agitador orbital (ShellLab., modelo 1575) por 2 h en oscuridad. Para separar la pulpa del extracto con los polifenoles, se filtraron las muestras con un papel filtro Whatman #2. El extracto se concentró utilizando un rotavapor Hannshinscientific, modelo HS-2000NS Hahnvapor. El concentrado recuperado se hidrolizó en un baño digital en seco (Accublock digital drybath, labnetinternational), durante 1 h a 100°C. La muestra se acondicionó con 10 mL de éter dietílico en tres ocasiones, con la finalidad de separar las agliconas de los compuestos fenólicos. Por último, se mantuvo la muestra en baño digital en seco a temperatura de 40°C hasta su completa evaporación y se resuspendieron en metanol al 70% grado HPLC para su posterior análisis en el cromatógrafo de líquidos de alta resolución (HPLC).

Se utilizó un equipo de cromatografía de líquidos de alta resolución (HPLC) de la marca Thermo Scientific Spectra System provisto con detector UV/visible fijado en 354 nm y una columna Purospher Star RP- C18 (250 mm x 4.6 mm x 5 µm) Merck, con un flujo de 1 mL/min. La separación se realizó utilizando la fase móvil: A) agua-ácido acético (98:2) (FERMONT); B) acetonitrilo (TEDIA), con un gradiente: 90 a 55% de A y de 10 a 45% de B en 3 min y 55 a 90% de A y de 45 a 10% de B en 17 min.

Las soluciones estándar y los extractos fueron filtrados con una membrana millipore de 0.45 µm, y se inyectaron al equipo 10 µL de cada una de las soluciones (estándares y muestras). Para el cálculo de los compuestos presentes en los extractos de zarzamora se establecieron curvas de calibración para los estándares de miricetina, quercetina, kaempferol y ácidos clorogénico y cafeico utilizando concentraciones desde 0.001 hasta 0.2 mg/mL.

#### Análisis de creatinina (CK) y urea

Para la cuantificación de CK y urea se tomaron 30 µL de plasma de cada muestra y se colocaron en una tira reactiva (Marca Roche, REF 11126695, LOT 20465905 para CK y REF

11200666, LOT 12338401 para urea), posteriormente las tiras fueron colocadas en el Reflotron plus (Roche). Los resultados se expresaron en U/l para CK y mg/dL para la urea.

#### Análisis estadísticos

Se utilizó estadística descriptiva (M±DE), posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANOVA) a los datos obtenidos en la cuantificación parcial de polifenoles por medio de cromatografía líquida de alta resolución (HPLC), la capacidad antioxidante y fenoles totales. Los datos de CK y urea se analizaron mediante la prueba de normalidad de Kolmogorov-Smirnov. Se utilizó la prueba Mann-Whitney para observar significancia entre grupos, además del análisis de Friedman y test de Wilcoxon, llevadas a cabo en el software SPSS versión 21.

#### Resultados

Las características de los atletas se presentan en la tabla 1, los cuales entrenaban de 15 a 18 horas por semana. Las Kilocalorías (Kcal) obtenidas por el recordatorio de 24 horas presentaron una media de  $3144 \pm 498$  Kcal/día, con 49% de carbohidratos, 15% de proteínas, 36% de lípidos.

#### Capacidad antioxidante y fenoles totales en zarzamoras

La actividad antioxidante de la zarzamora congelada fue de 28.52 % por cada gramo y para la zarzamora fresca fue de 33.62 %, sin encontrar diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). En la concentración de fenoles totales tampoco se observó diferencia significativa ( $p > 0.05$ ) entre ambas presentaciones. Por gramo de zarzamora congelada se encontró una concentración de 11.1 mg EAG, en la zarzamora fresca 10.6 mg EAG (Tabla 2), ambas presentaciones no mostraron diferencia significativa ( $p > 0.05$ ). Como parte de la caracterización de los compuestos antioxidantes presentes en las zarzamoras, se cuantificaron miricetina, kaempferol, quercetina y los ácidos cafeico y clorogénico (Tabla 3).

	Zarzamora Congelada	Zarzamora Fresca	Valor <i>p</i>
CA(mM)	23.7±.420	24.4±1.622	<i>p</i> > 0.05
AA (%)	28.52	33.62	<i>p</i> > 0.05
FT (mg/EAG)	11.1±.050	10.6±.078	<i>p</i> > 0.05

Nota: CA = capacidad antioxidante, AA = actividad antioxidante, FT = fenoles totales. Media ± desviación estándar.

Tabla 2. Actividad Antioxidante obtenida de zarzamora fresca y congelada.

Flavonoides	Zarzamora	mg/mL
Miricetina	Fresca	0.006 ± 0.007
	Congelada	0.023 ± 0.010
Quercetina	Fresca	0.038 ± 0.016
	Congelada	0.156 ± 0.043
Kaempferol	Fresca	0.044 ± 0.013
	Congelada	0.013 ± 0.009
Ácido Clorogénico	Fresca	0.000 ± 0.000
	Congelada	0.190 ± 0.005
Ácido Cafeico	Fresca	0.000 ± 0.000
	Congelada	0.000 ± 0.000

Nota: Media ± desviación estándar.

Tabla 3. Cuantificación de fenoles específicos.

En el análisis entre grupos a través del test de Mann-Whitney en relación al daño muscular evaluado mediante la CK no se encontraron diferencias significativas en ninguna de las tomas, sin embargo intragrupos se encontraron, diferencias significativas en el grupo experimental en las etapas de pre y la final con respecto a la basal ( $p < 0.05$ ), en la toma final con respecto a la pre ( $p < 0.05$ ) y en la toma 48h y 72h con relación

a la final ( $p < 0.05$ ). En el grupo placebo únicamente se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las tomas 48h y 72h con relación a la final (Figura 1). En la concentración de urea se presentó diferencia en las tomas final, 24 y 48 h con relación a la basal ( $p < 0.05$ ), en el grupo placebo no hubo diferencias significativas en ninguna de las tomas (Figura 2).

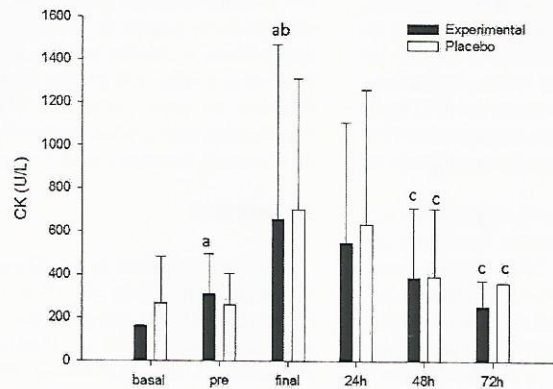


Figura 1. Comportamiento de la CK en los dos tratamientos. basal = en descanso; pre = previo competencia; final = al término de la competencia; 24h = 24 horas posterior a la competencia; 48h = 48 horas posterior a la competencia y 72h = 72 horas posterior a la competencia. a = diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con relación a la basal, b = diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con relación a la pre, c = diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con relación a la final

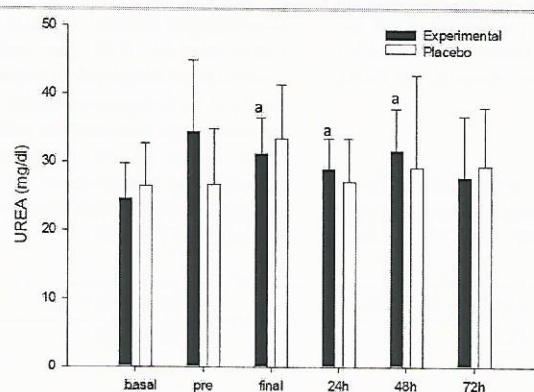


Figura 2. Comportamiento de la urea en los dos tratamientos. basal = en descanso; pre = previo competencia; final = al término de la competencia; 24h = 24 horas posterior a la competencia; 48h = 48 horas posterior a la competencia y 72h = 72 horas posterior a la competencia. a = diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) con relación a la basal.

## Discusión

Fue importante determinar la capacidad antioxidante y el contenido de fenoles totales en zarzamoras frescas y congeladas obtenidas comercialmente, para descartar que el proceso posterior a la cosecha provocara cambios en la composición fenólica, para proporcionar a los atletas la presentación de fruta más adecuada. Los frutos rojos se caracterizan por su contenido de polifenoles y por su capacidad antioxidante, su composición química es diferente tanto en contenido de macro-nutrientes, de vitaminas y el contenido de compuestos fenólicos. De acuerdo a los datos obtenidos de Fenol-explorer, la mayor base de datos sobre el contenido de compuestos fenólicos en alimentos, la zarzamora contiene 569 mg/100g de polifenoles totales (método de Folin) en contraste con la frambuesa roja,

fresa, mora azul y arándano que contienen 154, 298, 223 y 315 mg/100g respectivamente (Fenol-explorer 2017).

Existen diferentes clases de flavonoides en prácticamente todas las plantas comestibles, como las frutas y los vegetales, los más comunes son: antocianidinas, flavonas, flavonoles, flavanonas, flavan-3-oles e isoflavonas, sin embargo, no todos tienen la misma capacidad antioxidantes, esta depende de características específicas de la estructura química, como la presencia de OH en el anillo fenilo B, derivados *O*-metoxilados y *O*-glicosilados, la presencia de dobles enlaces en la posición 4-oxo, el grado de polimerización entre otros (Heim et al. 2002; Perez-Jimenez et al., 2010). Se ha reportado que los flavonoles en especial de quercetina y kaempferol son los flavonoides con mayor capacidad antioxidante por tener algunas de las características químicas ya descritas. Martínez-Flórez et al.



(2002) indican que la quercetina tiene 5 veces más capacidad antioxidante que las Vitaminas C y E. Este fue uno de los criterios para la selección de la zarzamora, el contenido de flavonoles en esta fruta es de 4.6 mg/100g en comparación con frambuesa roja y la fresa que contienen 1.2 y 1.6, mg/100g respectivamente mientras que la el arándano contiene 21.5 mg/100g, valor aún más elevado (USDA Database, 2017).

Nuestros resultados muestran que los flavonoles más abundantes en las muestras analizadas son la quercetina y el kaempferol lo que concuerda con los reportes previamente publicados (USDA Database, 2017; Fenol-explorer 2017). Es importante señalar la gran variabilidad en el contenido de los diferentes flavonoides, ya que son formados como parte del metabolitos secundario de las plantas, estos compuestos son indispensables para las funciones fisiológicas vegetales, también participan en funciones de defensa ante situaciones de estrés y estímulos diversos (hídrico, luminoso, infeccioso, etc.) (Scalbert y Williamson, 2000; Kumar, 2013).

Al no encontrar diferencia significativa entre la concentración de la capacidad antioxidante entre ambas presentaciones se decidió utilizar la presentación congelada. Similar a lo reportado por Veberic et al. (2014), quienes evaluaron el efecto de dos procesos de congelación en los frutos de seis variedades de zarzamora y su contenido de compuestos fenólicos. Los frutos se congelaron por siete meses y se analizó el contenido de flavonoides. En ninguna de las variedades se observó efecto negativo en las bayas congeladas a -20 °C, ni en el tratamiento de congelación rápida (nitrógeno/-20°C).

Actualmente ha crecido interés por el uso de complementos alimenticios que disminuyan el daño muscular, recurriendo al consumo de antioxidantes naturales para prevenir el daño y/o para la pronta recuperación (Kuehl et al., 2010). En nuestros resultados, aún y cuando no se encontró significancia, el grupo experimental mostró una tendencia de recuperación más rápida de los niveles de CK a las 24 horas. Resultados similares se observaron en el estudio de Laskowski et al., (2011) quienes cuantificaron altos niveles de CK al término de la práctica y se mantuvieron así por 12 h después de la actividad. Sin embargo, en nuestro estudio se mantienen valores similares de CK hasta las 72 horas en el grupo placebo a diferencia del grupo experimental que continúa descendiendo a los valores de referencia, que para varones según la técnica utilizada a 37°C es de 24 a 195U/l (Heil y Ehrhardt, 2008).

Así también McLeay et al., (2012) complementaron la dieta con arándano en atletas mujeres, las cuales fueron sometidas a un ejercicio extenuante capaz de inducir daño muscular observando que las que consumían el fruto fueron menos afectadas en cuanto al daño muscular, además su recuperación fue más rápida a diferencia de aquellas que no consumieron la dieta con arándanos, similar a nuestro estudio en el cual se observó el mismo

comportamiento, el consumo de zarzamora ayudó a una rápida recuperación a diferencia de aquellos atletas que no lo consumieron, favoreciendo a una protección contra el daño muscular. En otro estudio realizado en ciclistas sometidos a 3 pruebas simultaneas divididos de manera aleatoria en dos grupos, uno de ellos consumió 30 mL de cereza y el otro un placebo y se encontró que los resultados sobre daño muscular (CK) no fueron diferentes entre los grupos. Sin embargo el comportamiento de aquellos atletas que consumieron cereza al término de la prueba disminuyeron los niveles de CK a diferencia de aquellos que consumieron el placebo (Bell, Walshe, Davison, Stevenson y Howatson, 2014). En nuestra investigación el comportamiento fue similar, ya que en la toma de 72 h el grupo con consumo de zarzamora regresó a los valores iniciales más rápido en relación con aquellos que no consumieron el fruto. Lafay et al. (2009), suplementaron a 20 atletas de diferentes disciplinas deportivas (balonmano, básquetbol, voleibol y carrera) con una bebida de extracto de uva rica en flavonoides durante periodo de competición observando una disminución en la CK en el grupo experimental a diferencia del control, similar a nuestros resultados que muestran como en el grupo experimental favorece a la disminución de los niveles de daño muscular a diferencia del grupo que no consumió zarzamora. En este estudio se ha demostrado que los componentes antioxidantes contenidos en la zarzamora congelada, administrados durante un periodo de 16 días, atenúa la respuesta de daño muscular acelerando su recuperación en deportistas de alto rendimiento en periodo competitivo.

En cuanto a la urea en el estudio realizado por Lafayet al. (2009) en un equipo de balonmano en los grupos experimental y control mostraron un comportamiento similar, por el contrario en nuestro estudio el comportamiento en las 6 diferentes tomas fue cambiante entre grupos y tomas. Así también el estudio realizado por Nieman et al. (2013) en el cual menciona no haber encontrado una diferencia significativa en la concentración de urea de 31 corredores a los cuales de manera aleatoria a 16 de ellos se les dio a consumir una bebida de arándano, té verde y proteína; estos resultados coinciden con los encontrados en nuestro estudio al comparar el grupo experimental y placebo, sin embargo en el grupo experimental entre las tomas se observaron diferencias significativas.

En conclusión, el proceso de congelación no afecta la actividad antioxidante presente en las zarzamosas. Aún y cuando los resultados estadísticos no resultaron favorables, es necesario realizar pruebas controladas en laboratorio, para demostrar que la ingesta de zarzamora rica en antioxidantes antes y después del ejercicio excéntrico ayuda en la rápida recuperación de daño muscular en jugadores de balonmano, esto debido a que las pruebas en campo realizadas en este estudio presentan un comportamiento con esta tendencia.



*PROTECCIÓN ANTIOXIDANTE DE ZARZAMORA PARA DISMINUIR DAÑO MUSCULAR EN ATLETAS DE ELITE*

PALABRAS CLAVE: Balonmano, creatincinasa, flavonoides, fenoles totales, urea.

RESUMEN: La actividad física de alta intensidad o competencia puede generar daño muscular pudiendo afectar el rendimiento de los atletas. El objetivo del presente estudio fue determinar si los antioxidantes presentes en la zarzamora favorecen el proceso de recuperación sobre el daño muscular en atletas a través de la cuantificación de creatincinasa (CK) y urea tras una semana de competencia. Se evaluó la CK y urea en plasma del grupo experimental (GE) y un grupo placebo (GP), en las siguientes etapas: (basal) previo a la ingesta del jugo, (pre) al inicio de la competencia, (final) al final de la competencia, (24h), (48h) y (72h) finalizado el último partido. En relación a la CK, se observaron diferencias significativas en el GE en las etapas de pre y la final con respecto a la basal ( $p < 0.05$ ), en la toma final con respecto a la pre ( $p < 0.05$ ) y en la toma 48h y 72h con relación a la final ( $p < 0.05$ ). En el GP únicamente se encontraron diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre las tomas 48h y 72h con relación a la final. En la concentración de urea se presentó diferencia en las tomas final, 24h y 48 h con relación a la pre ( $p < 0.05$ ), en el GP no hubo diferencias significativas en ninguna de las tomas. Estos resultados sugieren que el consumo de zarzamora contribuye a la recuperación del daño muscular.

*PROTEÇÃO ANTIOXIDANTE DA AMORA-PRETA PARA REDUZIR DANOS MUSCULARES EM ATLETAS DE ELITE*

PALAVRAS CHAVE: andebol, creatina quinase, flavonóides, fenólicos totais, uréia.

RESUMO: A atividade física de alta intensidade ou a competição pode levar a lesão muscular e pode afetar o desempenho dos atletas. O objectivo deste estudo foi determinar se antioxidantes presentes na amora-preta favorecem o processo de recuperação de danos musculares em atletas através da quantificação da creatina quinase (CK) e ureia após uma semana de competição. CK e ureia foi avaliada no plasma do grupo experimental (GE) e um grupo de placebo (GP), nos seguintes passos: (linha de base) antes da ingestão de sumo, (pré) no início da competição (final) para final da competição, (24h), (48h) e (72h) no término o último jogo. No que diz respeito a CK, tiveram diferenças significativas no GE no pré e último em relação ao basal ( $p < .05$ ), na ingestão final sobre a pré ( $p < .05$ ) e na ingestão 48h e 72h em relação à final ( $p < .05$ ). No GP unicamente foram encontradas diferenças significativas ( $p < .05$ ) entre as ingestões 48h e 72h em relação à final. Na concentração de ureia apareceu uma diferença nas ingestões finais, 24h e 48 h em relação ao pré ( $p < .05$ ) no GP não houve diferenças significativas em nenhuma das ingestões. Estes resultados sugerem que o consumo de amora-preta contribui para a recuperação de lesões musculares.

## Referencias

- Atashak, S., Sharafi, H., Azarbayjani, M. A., Stannard, E. R., Goli, M. A., y Haghghi, M. M. (2013). Effect of Omega-3 Supplementation on the Blood Levels of Oxidative Stress, Muscle Damage and Inflammation Markers After Acute Resistance exercise in young athletes. *Kinesiology*, 45(1), 22–29.
- Banfi, G., Lombardi, G., Colombini, A., y Lippi, G. (2010). Bone metabolism markers in sports medicine. *Sports Medicine*, 40(8), 697–714. doi: 10.2165/11533090-000000000-00000
- Baro, J., Garrido, R., y Hernández-Mendo, A. (2016). Relaciones entre el perfil psicologico deportivo y la ansiedad competitiva en jugadores de balonmano playa. *Revista de Psicologia del Deporte*, 25(1), 121-128.
- Bell, P. G., Walshe, I. H., Davison, G. W., Stevenson, E., y Howatson, G. (2014). Montmorency Cherries Reduce the Oxidative Stress and Inflammatory Responses to Repeated Days High-Intensity Stochastic Cycling. *Nutrients*, 6(2), 829-43. doi:10.3390/nu6020829
- Bhagwat, S., Haytowitz, D. B., y Holden, J. M. (2011). USDA database for the flavonoid content of selected foods, Release 3.1. *Beltsville: US Department of Agriculture*, 03-1.
- Braakhuis, A., y Hopkins, W. (2015). Impact of Dietary Antioxidants on Sport Performance: A Review. *Sports Medicine*, 45(7), (939-955). doi:10.1007/s40279-015-0323
- Brancaccio, P., Maffulli, N., Buonauro, R., y Limongelli, F. M. (2008). Serum Enzyme Monitoring in Sports Medicine. *Clinics in Sports Medicine*, 27(1), 1–18. doi:10.1016/j.csm.2007.09.005
- Diaconea, Z., Florica, R., Rugina, D., Lucian, C., y Socaciu, C. (2014). HPLC/PDA–ESI/MS Identification of Phenolic Acids, Flavonol Glycosides and Antioxidant Potential in Blueberry, Blackberry, Raspberries and Cranberries. *Journal of Food and Nutrition Research*, 2(11), 781–785. doi:10.12691/jfnr-2-11-4
- Fenol-explorer. (2017). *Database of polyphenol content in foods*. Disponible en: <http://phenol-explorer.eu/foods>
- Gill, N. D., Beaven, C. M., y Cook, C. (2006). Effectiveness of post-match recovery strategies in rugby players. *British Journal of Sports Medicine*, 40(3), 260–263. doi: 10.1136/bjsm.2005.022483
- Good kitzberger, C. S., Jr, S. A., Pedrosa, R. C., y Ferreira, S. R. (2007). Antioxidant and antimicrobial activities of shiitake (*Lentinula edodes*) extracts obtained by organic solvents and supercritical fluids. *Journal of Food Engineering*, 80(2), 631-638. doi:10.1016/j.jfoodeng.2006.06.013
- Golfarb, A., Garten, A. S., Cho, C., Chee, P. D., y Chambers, L. (2011). Effects of Fruit/Berry/Vegetable Supplement on Muscle Function and Oxidative Stress. *Medicine and science in sports and exercise*, 43(3), 501-508. doi: 10.1249/MSS.0b013e3181f1ef48
- Guerrero, C. J., Ciampi P. L., Castilla C. A., Medel S. F., Schalchli S. H., Hormazabal U. E., ... Bensch T. E. (2010). Antioxidant capacity, anthocyanins, and total phenols of wild and cultivated berries in Chile. *Chitean Journal of Agricultural Research*, 70(4), 537–544.
- Heil, W., Ehrhardt, V. (2008). *Reference ranges for adults and children. pre-analytical considerations*. 6th ed. Mannheim, Germany: Roche Diagnostics.
- Heim, K. E., Tagliaferro, R., y Bobliya D. J. (2002). Flavonoid antioxidants: chemistry, metabolism structure-activity relationships. *Journal of Nutritional Biochemistry* 13, 572-584. doi:10.1016/S0955-2863(02)00208-5
- Joseph, S. V., Edirisinghe, I., y Burton-freeman, B. M. (2014). Berries: Anti-inflammatory Effects in Humans. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(18), 3886-3903.
- Kuehl, K. S., Perrier, E. T., Elliot, D. L., y Chesnutt, J. C. (2010). Efficacy of tart cherry juice in reducing muscle pain during running: a randomized controlled trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 7, 17.
- Kumar, S., y Pandey, A. (2013). Chemistry and biological activities of flavonoids: An overview. *The Scientific World Journal*, 1-16. doi: 10.1155/2013/162750
- Lafay, S., Jan, C., Nardon, K., Lemaire, B., Ibarra, A., Roller, M., ... Cara, L. (2009). Grape extract improves antioxidant status and physical performance

- in elite male athletes. *Journal of Sports science and medicine*, 8(3), 468–480.
- Laskowski, R., Ziemann, E., Olek, R. A., y Zembron-Lacny, A. (2011). The Effect of Three Days of Judo Training Sessions on the Inflammatory Response and Oxidative Stress Markers. *Journal of Human Kinetics*, 30(1), 65–73.
- Lazarim, F. L., Antunes-Neto, J. F., da Silva, F. C., Nunes, L. S., Bassini-Cameron, A., Cameron, L.-C., ... de Macedo, D. V. (2009). The upper values of plasma creatine kinase of professional soccer players during the Brazilian National Championship. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 12(1), 85–90. doi: 10.1016/j.jsams.2007.10.004
- Manach, C., Scalbert, A., Morand, C., Rémésy, C., y Jiménez, L. (2004). Polyphenols: Food sources and bioavailability. *American Journal of Clinical Nutrition* 79(5), 727–747.
- Martínez-Flórez, S., González-Gallego, J., Culebras, J. M., y Tuñón, M. J. (2002). Los flavonoides: propiedades y acciones antioxidantes. *Nutrición Hospitalaria*, 7, 271–278.
- McLeay, Y., Barnes, M., Mundel, T., Hurst, S., Hurst, R., y Stannard, S. (2012). Effect of New Zealand blueberry consumption on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage. *Journal of the International Society of Sport Nutrition*, 9(1), 19.
- Myburgh, K. H. (2014). Polyphenol supplementation: benefits for exercise performance or oxidative stress?. *Sports Medicine*, 44(Suppl 1), S57–S70. doi: 10.1007/s40279-014-0151-4
- Nieman, D. C., Gillitt, N. D., Knab A. M., Shanely, R. A., Pappan, K. L., Jin, F., y Lila, M. (2013). Influence of a Polyphenol-Enriched Protein Power on Exercise-Induced Inflammation and Oxidative Stress in Athletes: A Randomized Trial Using a Metabolomics Approach. *Plos one*, 8(8). doi: 10.1371/journal.pone.0072215
- Nieman, D. C., Gillitt, N. D., Sha, W., Meaney, M. P., John, C., Pappan, K., y Kinchen, J., M. (2015). Metabolomics-Based Analysis of Banana and Pear Ingestion on Exercise Performance and Recovery. *Journal of proteome research*, 14(12), 5367–5377.
- Nieman, D. C., Stear, S. J., Castell, L. M., y Burke, L. M. (2010). A-Z of nutritional supplements: dietary supplements, sports nutrition foods and ergogenic aids for health and performance: part 15. *British Journal of Sports Medicine*, 44(16), 1202–5. doi:10.1136/bjism.2010.078618
- Perez-Jimenez, J., Neveu V., Vos F., y Scalbert, A. (2010). Identification of the 100 richest dietary sources of polyphenols: an application of the Phenol-Explorer database. *European Journal of Clinical Nutrition* 64, S112–S120
- Sá, P., Gomes, M., Saavedra, M., y Fernandez, J. (2015). Percepción de los porteros expertos en balonmano de los factores determinantes para el éxito deportivo. *Revista de Psicología del Deporte*, 24(1), 21–27.
- Sánchez, J., Romero, E., y Ortíz, L. (2013). Variabilidad de la frecuencia cardíaca y perfiles psicologicos en deportes de equipo de alto rendimiento. *Revista de Psicología del Deporte*, 22(2), 345–352.
- Scalbert, A., y Williamson, G. (2000). Dietary intake and bioavailability of polyphenols. *Journal of Nutrition*, 130(8S Suppl), 2073S–2085S.
- Smart, D. J., Gill, N. D., Beaven, C. M., Cook, C. J., y Blazevich, A. J. (2008). The relationship between changes in interstitial creatine kinase and game-related impacts in rugby union. *British Journal of Sports Medicine*, 42(3), 198–201.
- Souglis, A., Bogdanis, G. C., Giannopoulou, I., Papadopoulos, Ch., y Apostolidis, N. (2015). Comparison of inflammatory responses and muscle damage indices following a soccer, basketball, volleyball and handball game at an elite competitive level. *Research in Sports Medicine*, 23(1), 59–72. doi: 10.1080/15438627.2014.975814
- USDA Database. (2017). United States Department of Agriculture. Agricultural Research Service. *USDA Food Composition Databases*. Disponible en: <https://ndb.nal.usda.gov/ndb/>
- Veberic, R., Stampar, F., Schmitzer, V., Cunja, V., Zupan, A., Koron, D., y Mikulic-Petkovsek, M. (2014). Changes in the contents of anthocyanins and other compounds in blackberry fruits due to freezing and long-term frozen storage. *Journal of agricultural and food chemistry*, 62(29), 6926–6935.