



INGREDIENTES FUNCIONALES PARA APOYAR A LA MUJER ACTIVA

Abbie E. Smith-Ryan, PhD, CSCS*D,^{1,2} Hannah E. Cabre, MS, RD,^{1,2} Sam R. Moore, MS, CSCS^{1,2}

¹Laboratorio de Fisiología Aplicada, Departamento de Ciencias del Ejercicio y el Deporte, Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill, NC, 27599

²Programa de Ciencias del Movimiento Humano, Departamento de Aliados de Ciencias de la Salud, Universidad de Carolina del Norte, Chapel Hill, NC 27599

PUNTOS CLAVE

- Existen importantes diferencias entre hombres y mujeres basadas en el sexo que pueden influir en las recomendaciones sobre nutrición y suplementos nutricionales.
- Las fluctuaciones hormonales a lo largo del ciclo menstrual, y con los anticonceptivos orales, resultan en alteraciones metabólicas que deben tenerse en cuenta al hacer consideraciones de suplementos para las mujeres activas.
- La composición corporal y el metabolismo de las proteínas cambian a lo largo de la vida de una mujer y pueden estar respaldados por recomendaciones nutricionales específicas para cada sexo.

INTRODUCCIÓN

Las mujeres son las mayores consumidoras de suplementos nutricionales, con un 77% que utilizan al menos un ingrediente o suplemento (CRN, 2020). A pesar del gran uso de suplementos nutricionales entre las mujeres, su representación en la investigación que valida el uso de estos suplementos es muy deficiente (Cowley et al., 2021). La investigación básica ha resaltado las diferencias fisiológicas entre hombres y mujeres que pueden afectar el ejercicio y las consideraciones nutricionales para las mujeres activas. Aunque la investigación de la nutrición deportiva específica del sexo está muy por debajo de lo necesario, la base de la fisiología femenina combinada con la evidencia disponible de suplementos nutricionales permite una discusión de los ingredientes potenciales que pueden apoyar a las mujeres activas y sus metas. Este artículo de Sports Science Exchange (SSE) tiene como objetivo proporcionar una visión general de las consideraciones fisiológicas para las mujeres activas, que a su vez pueden influir en las opciones de suplementos nutricionales para apoyar las necesidades de las mujeres activas durante toda la vida.

Existen importantes diferencias por sexo en el metabolismo (Tarnopolsky, 2008), fatigabilidad (Hunter, 2014), vasodilatación (Parker et al., 2008) y composición corporal (Bredella, 2017). Muchas, pero no todas, de estas diferencias son impulsadas por el variado panorama hormonal a través de un ciclo menstrual y la vida de una mujer. El estrógeno es considerado como un regulador maestro de los sistemas bioenergéticos en el cuerpo femenino, y los niveles de estrógeno permanecen constantes desde la pubertad hasta la edad adulta. Las fluctuaciones de las hormonas endógenas a través del ciclo menstrual facilitan modulaciones variables en el gasto de energía y el metabolismo de los macronutrientes para las mujeres que menstrúan regularmente (Moore et al., 2022). En los años previos a la menopausia, conocida como peri-menopausia (edad promedio 45 años), los niveles de estrógeno comienzan a disminuir dramáticamente y los ciclos menstruales se vuelven irregulares hasta el periodo menstrual final, conocido como menopausia (edad promedio 51 años) (Greendale et al., 1999). La disminución y eventual pérdida de estrógeno tiene implicaciones importantes para la composición corporal y el metabolismo a medida que las mujeres

activas envejecen (Gould et al., 2022; Greendale et al., 2019).

A medida que las mujeres pasan de la perimenopausia a la postmenopausia, la pérdida de estrógeno puede disminuir el gasto de energía. En un estudio longitudinal de un año, el gasto de energía de 24 horas disminuyó significativamente con la edad, y la oxidación de grasa disminuyó en un 32% en las mujeres que se volvieron postmenopáusicas en comparación con las premenopáusicas (Lovejoy et al., 2008). También hay evidencia consistente de la investigación básica y preclínica de que la interrupción de la señalización de estrógeno acelera la acumulación de grasa, y la pérdida de estrógeno en la menopausia es probable que tenga efectos pronunciados en la composición corporal (Van Pelt et al., 2015). Estas alteraciones desfavorables en la composición corporal, que empeoran abruptamente al inicio de la transición menopáusica, indican que la perimenopausia puede ser un período clave para las intervenciones de ejercicio y nutrición (Gould et al., 2022). Esto es especialmente cierto con respecto al mantenimiento de la masa magra (MM), la reducción de la ganancia de masa grasa, y las alteraciones en el gasto de energía.

CICLO MENSTRUAL

Entre las edades de 12 y 51 años, las mujeres experimentan un ritmo de alrededor de un mes llamado ciclo menstrual, caracterizado por fluctuaciones predecibles en las hormonas ováricas, estrógeno y progesterona. Un ciclo menstrual regular puede variar de 23-38 días (Figura 1) y consta de tres fases principales: la fase folicular (FF), la ovulación y la fase lútea (FL) (Draper et al., 2018). La FF se caracteriza por bajos niveles de estrógeno y progesterona a medida que la FF termina, y con la ovulación el estrógeno sube y baja con un pico en las hormonas foliculo-estimulante y luteinizante. La segunda mitad o FL del ciclo se caracteriza por un fuerte aumento de la progesterona y niveles más altos de estrógeno para preparar al cuerpo para el embarazo y termina con la menstruación si no se produce el embarazo. Estas fluctuaciones hormonales son consideraciones importantes para las mujeres eumenorreicas que hacen ejercicio, ya que pueden influir en la utilización del sustrato, el rendimiento y la recuperación a lo largo del ciclo.

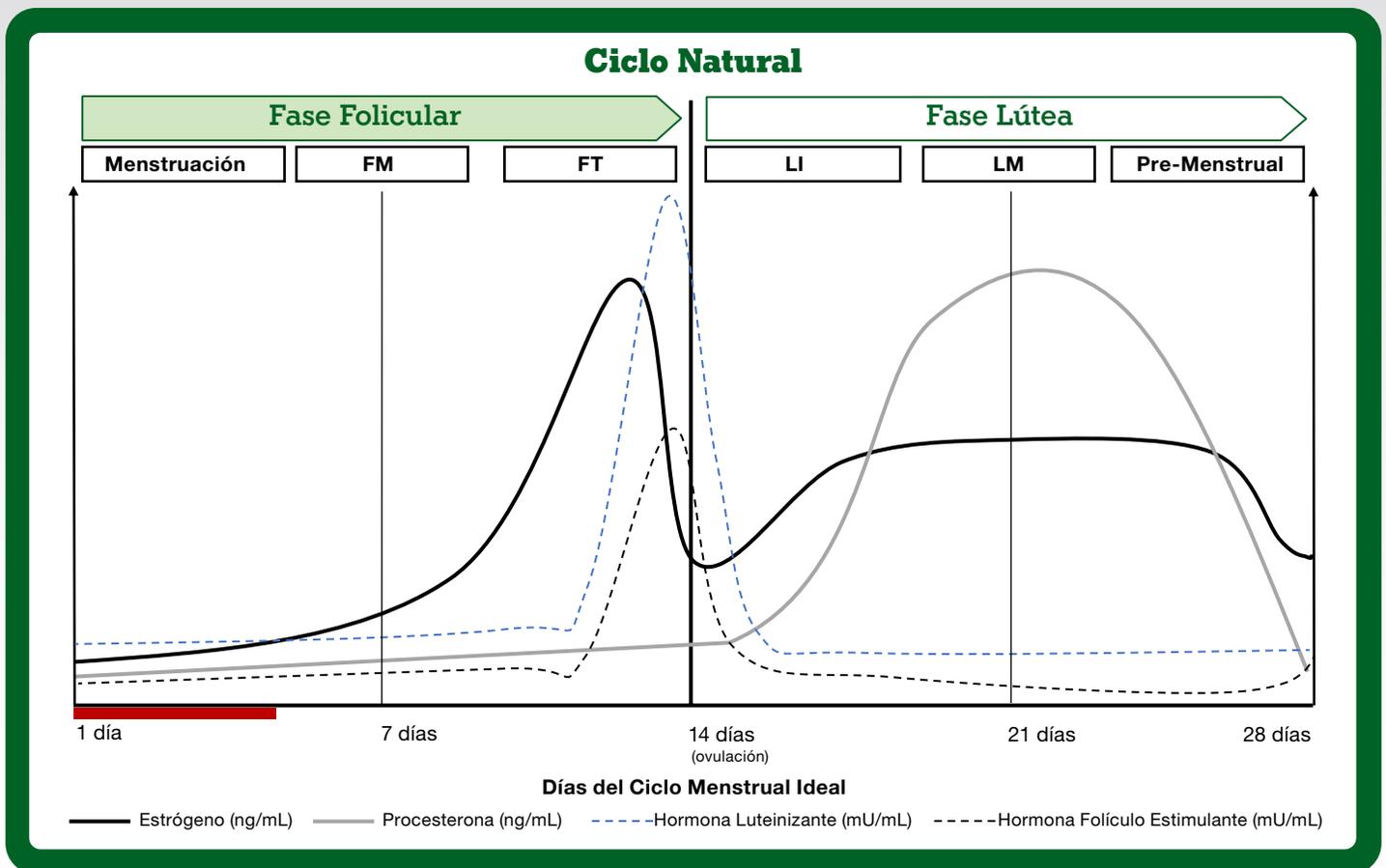


Figura 1: Panorama hormonal de un ciclo menstrual natural. FM, folicular media; FT, folicular tardía; LI, lútea inicial; LM, lútea media.

ANTICONCEPTIVOS ORALES

Hasta la fecha, la mayoría de las investigaciones disponibles sobre las mujeres han evaluado los ciclos menstruales naturales, excluyendo a las mujeres que utilizan métodos anticonceptivos hormonales. Sin embargo, más del 60% de las mujeres adultas en los Estados Unidos, y el 57% de las atletas universitarias estadounidenses, utilizan alguna forma de anticoncepción hormonal (Kavanaugh & Jerman, 2018). Las píldoras anticonceptivas orales combinadas (AO), monofásicas y trifásicas, son los tipos más comunes de anticoncepción hormonal prescrita, y el segundo perfil hormonal más común en las mujeres. El AO monofásico es el tipo de dosificación predominante, caracterizado por las cantidades constantes del estradiol del etinil y de la progestina a través del mes. Los AO trifásicos se distinguen por una dosis consistente de etinil estradiol, mientras que la progestina sintética se administra en cantidades bajas, moderadas y altas durante tres semanas, tratando de imitar el inicio gradual de la progesterona visto en un ciclo menstrual eumenorréico. A pesar de la prevalencia del uso de AO en las poblaciones deportivas y generales, no se conocen bien los efectos de los AO sobre el rendimiento en el ejercicio y el metabolismo. Además, las diferencias en los perfiles endócrinos entre las mujeres (es decir, las usuarias de anticonceptivos hormonales y las no usuarias) resaltan la necesidad de tener en cuenta el perfil hormonal en el futuro en la investigación científica sobre el deporte y el ejercicio. Comprender las implicaciones de los AO puede aclarar la oportunidad de usar suplementos nutricionales entre las mujeres, ya que las modulaciones en el metabolismo pueden verse afectadas por las dosis de hormonas, así como por el tipo de progestina. Según los datos fisiológicos existentes, los suplementos nutricionales pueden ayudar a modular la respuesta inflamatoria, reducir el daño muscular

y posiblemente reducir el estrés oxidativo en las mujeres que utilizan AO (Cauci et al., 2016). Con datos limitados en este aspecto, será importante sopesar la relación beneficio-riesgo de los suplementos nutricionales para estos resultados entre las mujeres que usan AO.

COMPOSICIÓN CORPORAL

Las diferencias dependientes del sexo en la composición corporal comienzan en la pubertad, principalmente debido al papel del estrógeno en la regulación de la composición corporal en las mujeres. Los receptores de estrógeno están ampliamente distribuidos en tejidos como el tejido adiposo y los músculos esqueléticos (Gruber et al., 2002). Los cambios en el gasto de energía a través del tiempo de vida de la mujer tienen importantes implicaciones para la composición corporal. Los receptores de estrógeno se encuentran en las mitocondrias, lo que sugiere que la señalización de estrógeno puede mediar la regulación de la composición corporal y el equilibrio energético (es decir, el gasto de energía y la ingesta). Para la mujer activa, estimular la síntesis de proteína muscular (SPM) es un factor clave para las respuestas adaptativas al ejercicio con implicaciones para las mejoras en la composición corporal, particularmente MM. Algunos estudios sugieren que hay pequeños cambios en la cinética de las proteínas durante la FL, con mayor utilización de proteínas en reposo y en ejercicio (Draper et al., 2018; Kriengsinyos et al., 2004). En la transición de pre- a peri-menopausia, los datos preliminares indican una disminución pronunciada en el equilibrio de la proteína muscular esquelética (Gould et al., observaciones no publicadas). Los cambios hormonales relacionados con la menopausia y las pérdidas en la masa muscular pueden ser un resultado directo de

la desregulación del músculo esquelético, debido al desarrollo de resistencia anabólica a la ingesta de nutrientes, en particular a los aminoácidos esenciales precursores (AAE) (Gould et al., observaciones no publicadas; Katsanos et al., 2005).

Debido al aumento adicional del recambio de proteína asociado con el ejercicio, las pautas actuales de nutrición deportiva para el consumo diario de proteína son de 1.2-2.0 g/kg/día para optimizar las adaptaciones del entrenamiento físico (Phillips et al., 2007). En las mujeres deportistas específicamente, se ha llevado a cabo una investigación muy limitada sobre los requerimientos de proteína, pero los datos existentes sugieren que las mujeres activas deben consumir un mínimo de 1.6 g/kg/día de proteína (Houltham & Rowlands, 2014). Como resultado de la potencial respuesta de SPM mitigada a medida que las mujeres envejecen, las fuentes de proteína deben consistir principalmente en opciones biodisponibles más altas para maximizar la SPM (por ejemplo, alta digestibilidad, absorción y contenido de aminoácidos esenciales) (Tabla 1). Esta sensibilidad contundente parece superarse cuando se ingieren mayores cantidades de AAE, incluyendo leucina, lo que sugiere que un suplemento de AAE puede ser una intervención importante para mitigar la pérdida de MM en mujeres activas y envejecidas (Katsanos et al., 2005). La suplementación de proteína a través de una proteína de alta calidad como las fuentes de proteína de suero de leche (whey) o AAE, puede complementar la proteína de alta calidad consumida a través de la dieta. Al considerar la distribución de macronutrientes, la proporción de carbohidratos:proteína ha demostrado ser importante para apoyar la composición corporal óptima y la pérdida de grasa en las mujeres. Se ha demostrado que el consumo de una proporción de 2:1 carbohidratos por proteína ocasiona pérdidas significativas en porcentaje de grasa corporal, mientras que apoya un aumento en MM (Layman et al., 2003; Lockwood et al., 2008).

Suplemento/Fuente alimentaria	PDCAA (VB)
Aislado de proteína de suero de leche	1.00 (100)
Leche entera	1.00 (91)
Huevo entero	1.00 (100)
Soya/Tofu	0.99 (74)
Aves/Res	0.92-1.00 (80)
Frijoles	0.74 (49)
Guisantes (chícharo)	0.60 (55)
Arroz	0.62 (74)
Maní (cacahuates)	0.51 (43)
Colágeno	0.00 (0)

Puntuación de aminoácidos corregida por la digestibilidad de la proteína (PDCAA, por sus siglas en inglés) y valor biológico (VB) de fuentes comunes de proteína.

Tabla 1: Calidad de la proteína para suplementos y alimentos enteros selectos.

SUPLEMENTOS NUTRICIONALES PARA MUJERES ACTIVAS

La razón más común por la que las mujeres citan el uso de suplementos nutricionales es el aumento de la energía (CRN, 2020). Teniendo en cuenta el estilo de vida de las mujeres activas, que a menudo incluye niveles reportados de multi-tareas, trabajo invisible, crianza de los hijos y una carrera profesional, se justifica la optimización de la formulación y el uso de suplementos nutricionales. Al evaluar un suplemento nutricional, las pruebas de terceros son imprescindibles para verificar el contenido del producto y descartar contaminantes. Los programas de certificación más comunes y recomendados para buscar cuando se trata de identificar suplementos basados en evidencia incluyen: National Sanitation Foundation (NSF), NSF for Sport, Informed Choice, Consumer Labs y el Grupo de Control de Sustancias Prohibidas (BSCG, por sus siglas en inglés). La Farmacopea de los Estados Unidos (USP) también proporciona verificación de terceros para las vitaminas. Con base en la evidencia disponible en las mujeres, así como una base fisiológica, hay suplementos nutricionales e ingredientes que pueden ser beneficiosos (Wohlgemuth et al., 2021). Deben considerarse los ingredientes destinados a la energía/fatiga, la cognición/enfoque y la salud general/deficiencias (Cuadro 2). Los autores también alientan la investigación específica en mujeres en este espacio, y para que los profesionales, investigadores y mujeres activas apliquen la información que tenemos en la mano, mientras continúan experimentando e innovando para comprender y satisfacer mejor las necesidades de las mujeres activas.

Ingredientes que pueden apoyar una mejoría en la energía o retrasar la fatiga para las mujeres

Beta-Alanina. La beta-alanina es un aminoácido no esencial que se ha demostrado retrasa la fatiga, particularmente en actividades que duran 2-4 minutos (Trexler et al., 2015) (Tabla 2). La beta-alanina es el sustrato limitante para la síntesis de carnosina, que actúa como un amortiguador innato de iones de hidrógeno en el músculo durante el ejercicio de alta intensidad (Trexler et al., 2015). Hay soporte científico de que el consumo de beta-alanina es la manera más eficaz de aumentar la concentración de carnosina muscular, que representa el 15% de la amortiguación muscular durante el ejercicio intenso (Harris et al., 2006). Las mujeres activas que están comenzando una nueva rutina de ejercicio o que tienen dificultades para recuperarse del ejercicio intenso pueden beneficiarse de la suplementación con beta-alanina. Su dosificación exacta es imprescindible, y hasta la fecha, la dosificación no parece diferir entre hombres y mujeres, aunque es probable que las mujeres tengan niveles de carnosina muscular basales más bajos en comparación con los hombres (Everaert et al., 2011). El aumento de carnosina muscular ayuda a amortiguar los iones de hidrógeno y mantener el pH durante el ejercicio, retrasando así la fatiga, así como aumentando la intensidad del ejercicio (Trexler et al., 2015). Hay datos adicionales que sugieren que la beta-alanina puede tener algunas propiedades antioxidantes (Smith-Ryan et al., 2014), que pueden ser relevantes para las mujeres durante la FF del ciclo menstrual cuando el estrés oxidativo puede ser elevado, para apoyar una mayor recuperación. Con una vida media de 14 semanas, la beta-alanina no es algo que necesita tomarse todo el tiempo, sino que se consume y se descansa según sea necesario.

Cafeína. La cafeína es uno de los ingredientes más estudiados y utilizados, actuando como un estimulante del sistema nervioso central (Tabla 2). Hay consideraciones fisiológicas para las recomendaciones de cafeína específicas para mujeres. La eliminación de cafeína parece fluctuar a lo largo del ciclo menstrual con una eliminación más lenta y efectos más pronunciados durante La FL, así como con el uso de AO (Lane et al., 1992). La acumulación de cafeína durante esta fase alta de estrógeno puede magnificar los síntomas premenstruales, así como intensificar los efectos simpáticos de la cafeína, lo que resulta en un aumento de la frecuencia cardíaca, ansiedad y alteración del sueño. La cafeína es efectiva para mejorar el rendimiento de sprint repetido/ejercicio intermitente y el rendimiento de resistencia, debido a su capacidad para reducir la percepción del dolor y puede aumentar la oxidación de grasa durante el ejercicio aeróbico, lo que ahorra glucógeno muscular (Guest et al., 2021). Una dosis típica recomendada de 3-6 mg/kg consumida 60 min antes del ejercicio puede retrasar la fatiga/aumentar la energía. Además, si una mujer consume cafeína habitualmente, una dosis más alta (6 mg/kg) o la eliminación de la cafeína durante cierto tiempo puede ser necesario para ver mejoras significativas en el rendimiento anaeróbico (Filip-Stachnik et al., 2021).

Creatina. Está creciendo la evidencia de los beneficios de los suplementos de creatina para las mujeres (Tabla 2). Los cambios en las concentraciones de hormonas endógenas pueden respaldar las diferentes características de creatina entre hombres y mujeres (Smith-Ryan et al., 2021), con las mujeres mostrando tasas 70-80% más bajas de síntesis de creatina y un consumo de cantidades considerablemente más bajas en la dieta en comparación con los hombres (Brosnan & Brosnan, 2007). Se han reportado fluctuaciones en los niveles de creatina quinasa al ser influenciadas por las hormonas endógenas, con las concentraciones más bajas observadas durante los años donde no hay menstruación, y posteriores disminuciones en la actividad de la creatina quinasa con la edad y el embarazo. La suplementación con creatina puede ser particularmente eficaz después del parto como resultado del agotamiento de la energía celular alrededor del parto (De Guingand et al., 2019). Se han demostrado beneficios ergogénicos significativos de la suplementación con creatina a corto y largo plazo en la fuerza, hipertrofia y rendimiento físico en poblaciones de mujeres entrenadas y desentrenadas, al comparar con los controles que tomaron placebo (Smith-Ryan et al., 2021). Los mecanismos que respaldan los aumentos en fuerza, hipertrofia y rendimiento, probablemente están relacionados con el aumento de reservas de fosfocreatina intramuscular que permiten un mayor estímulo de entrenamiento a través de una mayor disponibilidad de energía debido al aumento de la rotación de adenosin trifosfato (ATP) durante el ejercicio. Los datos también sugieren relaciones positivas entre el estado de ánimo y la gravedad de los episodios depresivos con niveles de creatina y fosfocreatina en el cerebro (Dager et al., 2004). También se ha demostrado que la suplementación con creatina reduce eficazmente la fatiga mental y mejora el rendimiento cognitivo, específicamente durante periodos de alto estrés o cuando se impacta la cantidad o calidad de sueño (Volz et al., 1998). Una idea equivocada en torno a la suplementación con creatina se refiere al aumento de peso no

deseado en las mujeres, sin embargo, en la investigación se muestra que las ganancias iniciales incurridas con las dosis de carga son probablemente un resultado del aumento de la hidratación celular (es decir, "peso de agua"), lo cual puede mostrar resultados favorables para la hidratación (Sobolewski et al., 2011). Este cambio en el líquido no aumenta el peso en la mujer sino que aumenta el líquido extracelular. Actualmente, la dosis de suplementación parece ser la misma para hombres y mujeres (Smith-Ryan et al., 2021).

Teacrina. La teacrina es un compuesto más nuevo, encontrado en el té y el café, que actúa en forma similar a la cafeína como un antagonista del receptor de adenosina. Además de aumentar las sensaciones de energía y un retraso en la fatiga, también se han reportado mejorías en el estado de ánimo y la cognición con la suplementación con teacrina en una muestra mixta de hombres y mujeres (Bello et al., 2019). La teacrina ha dado lugar a estos efectos sin aumentos en la frecuencia cardíaca o la habituación. Los efectos combinados de la cafeína y la teacrina pueden ser un enfoque de combinación único para aumentar la energía y retrasar la fatiga en las mujeres, sin embargo, se requiere más investigación específica en mujeres con teacrina, ya que la investigación actual se ha llevado a cabo principalmente en hombres (Cesareo et al., 2019; Kuhman et al., 2015).

Estimuladores de óxido nítrico. Las diferencias por sexo en los procesos fisiológicos y biológicos pueden influir en la producción de óxido nítrico (ON) (Wickham & Spriet, 2019) (Tabla 2). Se piensa que los productos de nitrato aumentan la producción de ON a través de la vía dependiente de la sintasa de óxido nítrico (SON), que incluye una serie de reacciones que oxidan la L-arginina a la L-citrulina y el ON. Específicamente, el ON es una molécula de señalización potente que provoca cambios en los procesos biológicos y fisiológicos como la vasodilatación, la eficiencia mitocondrial y el manejo del calcio, todos los cuales tienen implicaciones importantes para la capacidad de ejercicio (Jones et al., 2012). En comparación con los hombres, las mujeres han demostrado un aumento del flujo sanguíneo durante el ejercicio intermitente. Sin embargo, las mujeres tienen vasos más pequeños lo que indica que es más probable que se beneficien de la ingesta de nitrato, particularmente en lo que se refiere a la vasodilatación. Las mujeres también tienen una mayor capacidad para reducir los nitratos al ON en comparación con los hombres, lo que sugiere que la suplementación con nitrato puede ser más efectiva en las mujeres en comparación con los hombres (Wickham & Spriet, 2019). La suplementación con nitratos puede ser particularmente importante para las actividades aeróbicas y para retrasar la fatiga durante el ejercicio. Más recientemente, la suplementación aguda y crónica con jugo de remolacha (280 mL/día) en mujeres jóvenes que utilizan AO, no mejoró el rendimiento aeróbico, pero sí la producción de torque (Wickham et al., 2019). Además, 140 mL de jugo de remolacha consumido 2.5 h antes del ejercicio en mujeres entrenadas no produjo ningún efecto en el consumo de oxígeno, pero redujo el esfuerzo percibido (Forbes & Spriet, 2022). El impacto de la suplementación con nitrato de la dieta en la recuperación o a través del ciclo menstrual aún no se ha explorado en las mujeres.

Suplemento	Objetivo	Dosis	Nivel de investigación en mujeres	Aplicación
Beta-Alanina	Energía y Fatiga	4-6 g/día Dosis de 1-2 g, 3-4 veces al día por 4 semanas	 Bajo	Reduce la fatiga del ejercicio intenso amortiguando los iones de hidrógeno
Cafeína	Energía y Fatiga	3-6 mg/kg 60 min antes del ejercicio	 Alto	Mejor rendimiento aeróbico y sprint, reducción del dolor y la fatiga durante el ejercicio, adaptaciones metabólicas positivas para el metabolismo de las grasas
Estimuladores de Oxido Nítrico	Energía y Fatiga	<u>Jugo de betabel</u> 500 mL; 2.5 h pre-ejercicio, diario <u>Extracto de granada</u> 500-1,000 mg; 30 min pre-ejercicio, diario <u>L-Citrulina/Malato de Citrulina</u> Dosis de carga de 8 g. luego 3-10 g; 60 min pre-ejercicio, diario	 Bajo	Mejoría en el rendimiento aeróbico. aumento de la vasodilatación y eficiencia mitocondrial
Carbohidratos/ Almidón Modificado	Energía y Fatiga	Varía según la marca	 Moderado	Puede optimizar la disponibilidad de carbohidratos durante el ejercicio, aumento de almacenamiento de glucógeno durante la fase folicular; efectos de rendimiento no reportados
Monohidrato de Creatina	Salud Mental	Dosis de carga de -20 g por día por 5 días (4 dosis de 5 g tomadas cada 4 h), seguidas por 3-5 g por día	 Moderado	Mejor rendimiento anaeróbico y beneficio cognitivo; depresión posparto; mayores niveles a lo largo del ciclo menstrual
Omega 3	Salud Mental	1-3 g diario	 Alto	Mejora de la función celular y el metabolismo de las grasas, reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares, reducción de la inflamación a lo largo del ciclo menstrual, reducción de la depresión ansiedad
Nootrónicos	Salud Mental	<u>Bhodiola rosea</u> 200-600 mg diario <u>1-teanina</u> 100-200 mg diario <u>Citicolina</u> 250-500 mg diario	 Moderado	Apoya para una mejor cognición y memoria, mejora el tiempo del ejercicio hasta el agotamiento, reduce la "niebla" cerebral
Vitamina D	Salud General	13-70 años: 600 IU por día >70 años: 800 IU por día consumidos con una porción de grasa	 Alto	Papel fundamental en la absorción de calcio, regulación del sistema inmunológico, función del músculo esquelético, absorción ósea y posible prevención de enfermedades
Magnesio	Salud General	310-320 mg por día	 Bajo	Ayuda en la síntesis de proteínas, puede mejorar el metabolismo energético y reducir el riesgo de enfermedades cardíacas; importante para las mujeres que usan AO, embarazadas y durante la transición de la menopausia
Probióticos	Salud General	Los probióticos deben elegirse en función de la cepa y el resultado deseado Suplemento probiótico de varias cepas puede ser la mejor opción	 Moderado	Mejorar la función intestinal y reducir la inflamación, que puede ser importante durante la fase folicular

Tabla 2: Consideraciones de suplementos para la mujer activa.

*El nivel de evaluación de la investigación incluyó las contribuciones de los datos disponibles en las mujeres, el tamaño de la muestra de la investigación en las mujeres, la consistencia de los hallazgos en los estudios y la fuerza del impacto en los resultados enumerados.

Carbohidratos y almidón modificado. La importancia de la disponibilidad de carbohidratos para el ejercicio está bien establecida (Jeukendrup, 2004) (Tabla 2). Como resultado de las diferencias por sexo que existen en la oxidación de carbohidratos y grasas durante el ejercicio (Boisseau & Isacco, 2021), así como diferentes sensibilidades del tracto gastrointestinal (GI) entre mujeres activas (Godoy Reys & Gimenez-Sanchez, 2019), la suplementación con carbohidratos durante el ejercicio es ergogénica (Jeukendrup, 2004). Junto con la alimentación con carbohidratos durante el ejercicio, se ha informado que los síntomas de estrés gastrointestinal son más prevalentes en las atletas de resistencia y entre las mujeres que consumen bebidas hipotónicas (ten Haaf et al., 2014). Puede ser importante considerar otras formas de suplementación con carbohidratos para las mujeres activas, particularmente para las mujeres que realizan ejercicios de resistencia. Los almidones modificados pueden afectar la tasa de vaciamiento gástrico mejorando el almacenamiento de glucógeno (Ormsbee et al., 2014) que puede ser beneficioso durante la fase folicular (FF), o ahorrar glucógeno al mejorar la oxidación de grasa, que también puede ser beneficioso conforme cambian los niveles de estrógeno y progesterona. Hasta la fecha, no se ha demostrado en la investigación un efecto positivo de un almidón de alto peso molecular de rápida digestión en ciclistas mujeres (Mock et al., 2021) o un almidón modificado de digestión lenta (Ormsbee et al., 2014). Hay algunos datos positivos potenciales con almidón modificado en el rendimiento, pero solo en hombres. Esta área necesita estudio adicional, pero abordar y modificar la fuente de carbohidratos puede ser útil para la mujer activa que realiza ejercicios que dependen del glucógeno muscular, así como para mitigar el estrés GI.

Ingredientes que pueden apuntar a la cognición y a la atención

Omega 3. Los ácidos grasos esenciales, omega 6 y omega 3, son moduladores clave de la función celular, absorción de vitaminas liposolubles y metabolismo de grasas (Tabla 2). Los dos eicosanoides más activos derivados de omega 3 son EPA (ácido eicosapentaenoico) y DHA (ácido docosahexaenoico), que desempeñan un papel vital en la mejora de la función inmune, la reducción de la inflamación y la ayuda en el crecimiento y el desarrollo (Calder, 2006; Simopoulos, 2002). La reducción de la inflamación sistémica puede ser particularmente beneficiosa durante la FF del ciclo menstrual cuando la inflamación sistémica es elevada. También se ha demostrado que los ácidos grasos esenciales tienen efectos beneficiosos sobre el estado de ánimo (Freeman et al., 2006) y la función cognitiva (Robinson et al., 2010). Además, se ha demostrado que el aumento de los niveles de omega 3 reduce los síntomas de depresión y ansiedad (Zhang et al., 2020), que se reportan en tasas más altas en mujeres que en hombres.

Nootrópicos. Hay una categoría creciente de suplementos nutricionales, los “nootrópicos”, que apuntan a la cognición y la memoria, y algunos también soportan la mejora en los resultados del ejercicio (Tabla 2). Los nootrópicos han ganado aún más tracción entre las mujeres activas durante la pandemia COVID-19. Los datos reportan mayores niveles de estrés y trastornos mentales y del sueño entre las mujeres, con otros informes que describen una “niebla”

cognitiva entre las mujeres (Garrigues et al., 2020). Los nootrópicos pueden apoyar una mejor cognición y memoria, particularmente entre las mujeres. Hay algunos que han sido fundamentados, incluyendo rhodiola, L-teanina, ashwagandha (Bonilla et al., 2021; Choudhary et al., 2017), cordyceps (Yuan et al., 2018), colina/citicolina (McGlade et al., 2012), y bacopa monnieri (Stough et al., 2001). Si bien esto no pretende ser una revisión exhaustiva de las publicaciones científicas, los ingredientes anteriores pueden apoyar la cognición en la mujer activa.

Ingredientes para la salud y bienestar general

Vitamina D. La vitamina D es conocida tradicionalmente por su papel fundamental en la absorción de calcio (Tabla 2). Sin embargo, también es imprescindible para la regulación innata y adquirida del sistema inmunológico, la función del músculo esquelético, la absorción ósea y la posible prevención de enfermedades (Bohon & Goolsby, 2013). Para las mujeres activas, los niveles de vitamina D podrían afectar directamente la fuerza muscular y el rendimiento, la recuperación del ejercicio y la salud ósea. Además, se ha demostrado que la deficiencia de vitamina D aumenta el riesgo de anemia, que es muy frecuente entre las mujeres activas (Sim et al., 2010). La suplementación con vitamina D se recomienda para las mujeres a lo largo de toda la vida y en todos los niveles de actividad. Además, un enfoque en la vitamina D de la dieta a través de alimentos como pescado, queso y algunos cereales fortificados es una consideración importante para las mujeres. La vitamina D es liposoluble, lo que significa que debe consumirse con al menos una porción de grasa (IOM, 2005).

Magnesio. El magnesio activa las enzimas involucradas en la síntesis de proteína y varias reacciones metabólicas y puede mejorar el metabolismo energético (Volpe, 2013) (Tabla 2). Los cambios agudos en las concentraciones de magnesio son notables durante un episodio continuo de ejercicio de intensidad moderada a alta (Kerksick et al., 2018). Cada vez hay más pruebas que apoyan el papel esencial del magnesio en diversos resultados fisiológicos para las mujeres a medida que envejecen (Porri et al., 2021). Específicamente, hay varias condiciones fisiopatológicas a lo largo de la vida femenina, como el uso de AO, el embarazo y la menopausia, que pueden aumentar los requerimientos de magnesio (Porri et al., 2021). La suplementación con magnesio en mujeres pre-menopáusicas puede mejorar los síntomas del síndrome premenstrual (SPM) al disminuir los marcadores inflamatorios (Yonkers et al., 2008). En las mujeres perimenopáusicas, la suplementación con magnesio puede proteger la salud ósea mediante la optimización de los niveles de vitamina D (Kisters et al., 2020). Los alimentos ricos en magnesio incluyen nueces, almendras, plátanos, frijoles negros, arroz integral, anacardos (nueces de la india), espinacas, semillas y granos enteros.

Probióticos. El tracto gastrointestinal de una mujer comienza a diferir de un hombre al inicio de la pubertad y continúa cambiando con las fluctuaciones hormonales (Kim et al., 2020) (Tabla 2). La evidencia preliminar sugiere que las mujeres tienen menor permeabilidad intestinal y mayor diversidad microbiana, pero son más sensibles a las perturbaciones (Edogawa et al., 2018). Las mujeres también han reportado síntomas mayores de síndrome de intestino irritable e intestino permeable, particularmente con ejercicio (Yang et al.,

2021). Se ha demostrado que los probióticos son un estímulo eficaz para promover la diversidad bacteriana y abordar muchos aspectos de la salud. También se ha demostrado que la suplementación con probióticos mejora la función intestinal y reduce la inflamación, lo que puede ser eficaz para modular los cambios en la inflamación durante la FF (Cristofori et al., 2021).

Otras vitaminas y minerales

Hierro y calcio. Las deficiencias de hierro entre las mujeres activas son comunes, particularmente entre las que están menstruando. Las mujeres activas deben consumir 18 mg/día de hierro, con especial atención a las mujeres veganas/vegetarianas, debido a la menor biodisponibilidad de fuentes de hierro a base de plantas (Hunt, 2003). Las atletas también han reportado una menor ingesta de calcio y el calcio es esencial para la contracción muscular y el desarrollo óseo. La ingesta diaria recomendada de calcio para mujeres adultas es de 1000 mg/día (Bendich, 2001).

APLICACIONES PRÁCTICAS

- Los cambios hormonales relacionados con la menstruación y la menopausia son consideraciones importantes para las mujeres que hacen ejercicio, ya que pueden influir en las fuentes de energía primaria, el rendimiento y la recuperación.
- El apoyo nutricional y las modificaciones pueden ayudar a optimizar la masa corporal magra y mejorar la composición corporal para las mujeres activas, que pueden diferir entre sexos (Figura 2a).

- La evidencia disponible combinada con la justificación fisiológica apoya ingredientes específicos para optimizar la composición corporal, retrasar la fatiga y mejorar la salud mental y física entre las mujeres activas (Figura 2a y 2b).
- Si bien hay una necesidad de más investigación de suplementos nutricionales específicos para la mujer, basados en la ciencia disponible, hay ingredientes que pueden proporcionar ventajas para las mujeres activas con el deseo de retrasar la fatiga y aumentar la energía alrededor del ejercicio y en la vida diaria (Figura 2a y 2b).

RESUMEN

Las mujeres tienen necesidades nutricionales y fisiológicas únicas. Sobre la base de los datos disponibles y la comprensión fisiológica del ciclo menstrual y el uso de AO, es esencial la educación para los suplementos nutricionales entre las mujeres. Si bien hay una necesidad de más investigación para evaluar el uso de ingredientes en la salud y el rendimiento de las mujeres, hay suficiente evidencia cuando se combina con una base fisiológica para apoyar ingredientes específicos para optimizar la composición corporal, retrasar la fatiga y mejorar la salud mental y física de las mujeres. La futura investigación y desarrollo de productos debe incluir a las mujeres a lo largo de toda la vida y comenzar a ampliar sus necesidades para mejorar la salud, la calidad de vida y el rendimiento.

Las opiniones expresadas pertenecen a los autores y no reflejan necesariamente la posición o política de PepsiCo, Inc.

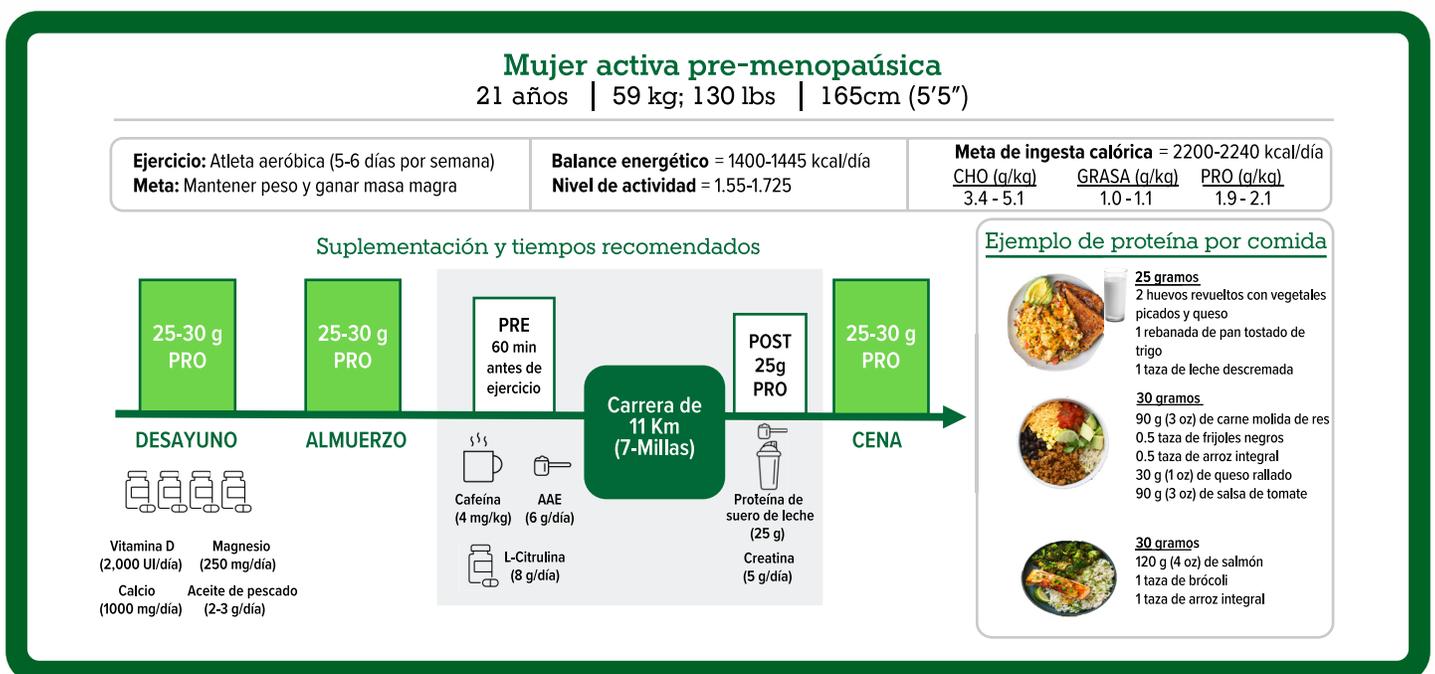


Figura 2a: Ejemplo de tiempos de consumo de nutrientes y suplementación para una atleta aeróbica de 21 años que intenta aumentar la masa magra pero mantener el peso. El consumo de proteína (1.9-2.1 g/kg) se distribuye uniformemente a lo largo del día, incluyendo los aminoácidos esenciales (AAE). Los suplementos nutricionales clave se consumen con una comida (desayuno) y antes y después del ejercicio, respectivamente. CHO, carbohidrato; PRO, proteína.

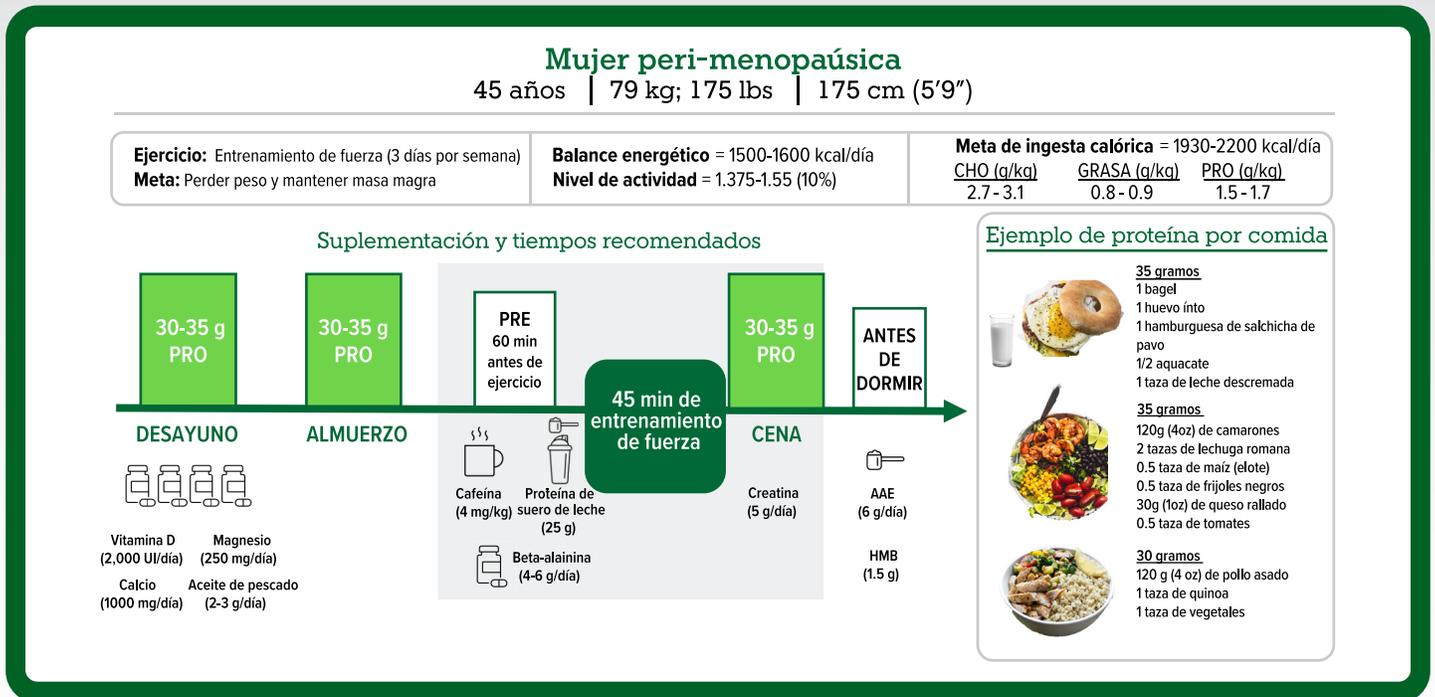


Figura 2b: Ejemplo de ingesta de nutrientes y suplementos nutricionales para apoyar a una mujer perimenopáusica con un objetivo de pérdida de grasa. Se mantiene un ligero déficit calórico con un enfoque en la ingesta de proteína (1.5-1.7 g/kg) distribuido uniformemente durante todo el día y ajustado alrededor del ejercicio y antes de acostarse. Los suplementos nutricionales clave se consumen con una comida (desayuno), antes del ejercicio, después del ejercicio y antes de dormir. CHO, carbohidrato, PRO, proteína; EAA, aminoácidos esenciales.

REFERENCIAS

- Bello, M.L., A.J. Walker, B.A. McFadden, D.J. Sanders, and S.M. Arent (2019). The effects of TeaCrine(R) and caffeine on endurance and cognitive performance during a simulated match in high-level soccer players. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 16:20.
- Bendich, A. (2001). Calcium supplementation and iron status of females. *Nutrition* 17:46-51.
- Bohon, T.M., and M.A. Goolsby (2013). The role of vitamin d supplements in women's health. *Clin. Med. Insights Womens Health*, 6:67-70.
- Boisseau, N., and L. Isacco (2021). Substrate metabolism during exercise: sexual dimorphism and women's specificities. *Eur. J. Sport Sci.* 22:672-683.
- Bonilla, D.A., Y. Moreno, C. Gho, J.L. Petro, A. Odriozola-Martinez, and R.B. Kreider (2021). Effects of Ashwagandha (*Withania somnifera*) on physical performance: systematic review and bayesian meta-analysis. *J. Funct. Morphol. Kinesiol.* 6:20.
- Bredella, M.A. (2017). Sex differences in body composition. *Adv. Exp. Med. Biol.* 1043:9-27.
- Brosnan, J.T., and M.E. Brosnan (2007). Creatine: endogenous metabolite, dietary, and therapeutic supplement. *Annu. Rev. Nutr.* 27:241-261.
- Calder, P.C. (2006). n-3 polyunsaturated fatty acids, inflammation, and inflammatory diseases. *Am. J. Clin. Nutr.* 83(6 Suppl):1505S-1519S.
- Cauci, S., C. Buligan, M. Marangone, and M.P. Francescato (2016). Oxidative stress in female athletes using combined oral contraceptives. *Sports Med. Open* 2:40.
- Cesareo, K.R., J.R. Mason, P.G. Saracino, M.C. Morrissey, and M.J. Ormsbee (2019). The effects of a caffeine-like supplement, TeaCrine(R), on muscular strength, endurance and power performance in resistance-trained men. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 16:47.
- Choudhary, D., S. Bhattacharyya, and S. Bose (2017). Efficacy and safety of Ashwagandha (*Withania somnifera* (L.) Dunal) root extract in improving memory and cognitive functions. *J. Diet. Suppl.* 14:599-612.
- Cowley, E., A. Olenick, K. McNulty, and E. Ross (2021). "Invisible sportswomen": The sex data gap in sport and exercise science research. *Women Sport Physical.* 29:146-151.
- Cristofori, F., V.N. Dargenio, C. Dargenio, V.L. Miniello, M. Barone, and R. Francavilla (2021). Anti-inflammatory and immunomodulatory effects of probiotics in gut inflammation: A door to the body. *Front. Immunol.* 12:578386.
- CRN (Council for Responsible Nutrition) (2020). Consumer survey on dietary supplements.
- Dager, S.R., S.D. Friedman, A. Parow, C. Demopulos, A.L. Stoll, I.K. Lyoo, D.L. Dunner, and P.F. Renshaw (2004). Brain metabolic alterations in medication-free patients with bipolar disorder. *Arch. Gen. Psychiatry* 61:450-458.
- De Guingand, D.L., S.J. Ellery, M.L. Davies-Tuck, and H. Dickinson (2019). Creatine and pregnancy outcomes, a prospective cohort study in low-risk pregnant women: study protocol. *BMJ Open*, 9: e026756.
- Draper, C.F., K. Duisters, B. Weger, A. Chakrabarti, A.C. Harms, L. Brennan, T. Hankemeier, L. Goulet, T. Konz, F.P. Martin, S. Moco and J. van der Greef, J. (2018). Menstrual cycle rhythmicity: metabolic patterns in healthy women. *Sci. Rep.* 8:14568.
- Edogawa, S., S.A. Peters, G.D. Jenkins, S.V. Gurunathan, W.J. Sundt, S. Johnson, R.J. Lennon R.B. Dyer, M. Camilleri, P.C. Kashyap, G. Farrugia, J. Chen, R., J. Singh, and M. Grover (2018). Sex differences in NSAID-induced perturbation of human intestinal barrier function and microbiota. *FASEB J*, fj201800560R.
- Everaert, I., A. Mooyaart, A. Baguet, A. Zutinic, H. Baelde, E. Achten, Y. Taes, E. De Heer, and W. Derave (2011). Vegetarianism, female gender and increasing age, but not CNDP1 genotype, are associated with reduced muscle carnosine levels in humans. *Amino Acids* 40:1221-1229.
- Filip-Stachnik, A., M. Wilk, M. Krzysztofik, E. Lulinska, J.J. Tufano, A. Zajac, P. Stastny and J. Del Coso (2021). The effects of different doses of caffeine on maximal strength and strength-endurance in women habituated to caffeine. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 18:25.
- Forbes, S.P.A., and L.L. Spriet (2022). Potential effect of beetroot juice supplementation on exercise economy in well-trained females. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 47:106-109.
- Freeman, M.P., J.R. Hibbeln, K.L. Wisner, J.M. Davis, D. Mischoulon, M. Peet, P.E. Keck Jr., L.B. Marangell, A.J. Richardson, J. Lake, and A.L. Stoll (2006). Omega-3 fatty acids: evidence basis for treatment and future research in psychiatry. *J. Clin. Psychiatry*, 67:1954-1967.
- Garrigues, E., P. Janvier, Y. Kherabi, A. Le Bot, A. Hamon, H. Gouze, L. Doucet, S. Berkani, E. Olios, E. Mallart, F. Corre, V. Zarrouk, J.D. Moyer, A. Galy, V. Honsel, B. Fantin and Y. Nguyen (2020). Post-discharge persistent symptoms and health-related quality of life after hospitalization for COVID-19. *J. Infect.* 81:e4-e6.
- Godoy Reys, P.E., and J. Gimenez-Sanchez (2019). Gastrointestinal illness in endurance

- sports women: a review. *Arch. Med. Deporte* 36:238-247.
- Gould, L.M., H.E. Cabre, A.N. Gordon, A.T. Hoyle, K.R. Hirsch, A.A. Ferrando, and A.E. Smith-Ryan. Characterizing the effects of the menopause transition on muscle size and quality. Paper presented at the International Society of Sports Nutrition - unpublished observations.
- Gould, L.M., A.N. Gordon, H.E. Cabre, A.T. Hoyle, E.D. Ryan, A.C. Hackney, and A.E. Smith-Ryan (2022). Metabolic effects of menopause: a cross-sectional characterization of body composition and exercise metabolism. *Menopause* 29:377-389.
- Greendale, G.A., N.P. Lee, and E.R. Arriola (1999). The menopause. *Lancet*, 353:571-580.
- Greendale, G.A., B. Sternfeld, M. Huang, W. Han, C. Karvonen-Gutierrez, K. Ruppert, J.A. Cauley, J.S. Finkelstein, S.F. Jiang and A.S. Karlamangla (2019). Changes in body composition and weight during the menopause transition. *JCI Insight* 4:e124865.
- Gruber, C.J., W. Tschugguel, C. Schneeberger, and J.C. Huber (2002). Production and actions of estrogens. *N. Engl. J. Med.* 346:340-352.
- Guest, N.S., T.A. VanDusseldorp, M.T. Nelson, J. Grgic, B.J. Schoenfeld, N.D.M. Jenkins, S.M. Arent, J. Antonio, J.R. Stout, E.T. Trexler, A.E. Smith-Ryan, E.R. Goldstein, D.S. Kalman, and B.I. Campbell (2021). International society of sports nutrition position stand: caffeine and exercise performance. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 18:1.
- Harris, R.C., M.J. Tallon, M. Dunnett, L. Boobis, J. Coakley, H.J. Kim, J.L. Fallowfield, C.A. Hill, C. Sale, and J.A. Wise (2006). The absorption of orally supplied beta-alanine and its effect on muscle carnosine synthesis in human vastus lateralis. *Amino Acids* 30:279-289.
- Houltham, S.D., and D.S. Rowlands (2014). A snapshot of nitrogen balance in endurance-trained women. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39:219-225.
- Hunt, J.R. (2003). Bioavailability of iron, zinc, and other trace minerals from vegetarian diets. *Am. J. Clin. Nutr.* 78(3 Suppl):633S-639S.
- Hunter, S.K. (2014). Sex differences in human fatigability: mechanisms and insight to physiological responses. *Acta Physiol.* 210:768-789.
- IOM (Institute of Medicine) (2005). Dietary reference intakes for energy, carbohydrate, fiber, fat, fatty acids, cholesterol, protein, and amino acids. Washington DC: The National Academies Press.
- Jeukendrup, A.E. (2004). Carbohydrate intake during exercise and performance. *Nutrition* 20:669-677.
- Jones, A.M., S.J. Bailey, and A. Vanhatalo (2012). Dietary nitrate and O₂ consumption during exercise. *Med. Sport Sci.* 59:29-35.
- Katsanos, C.S., H. Kobayashi, M. Sheffield-Moore, A. Aarsland, and R.R. Wolfe (2005). Aging is associated with diminished accretion of muscle proteins after the ingestion of a small bolus of essential amino acids. *Am. J. Clin. Nutr.* 82:1065-1073.
- Kavanaugh, M.L., and J. Jerman (2018). Contraceptive method use in the United States: trends and characteristics between 2008, 2012 and 2014. *Contraception* 97:14-21.
- Kerksick, C.M., C.D. Wilborn, M.D. Roberts, A. Smith-Ryan, S.M. Kleiner, R. Jager, R. Collins, M. Cooke, J.N. Davis, E. Galvan, M. Greenwood, L.M. Lowery, R. Wildman, J. Antonio, and R.B. Kreider (2018). ISSN exercise & sports nutrition review update: research & recommendations. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 15:38.
- Kim, Y.S., T. Unno, B.Y. Kim, and M.S. Park (2020). Sex differences in gut microbiota. *World J. Mens Health* 38:48-60.
- Kisters, K., L. Kisters, T. Werner, A. Deutsch, T. Westhoff, and U. Grober (2020). Increased serum vitamin D concentration under oral magnesium therapy in elderly hypertensives. *Magnes. Res.* 33:131-132.
- Kriengsinoy, W., L.J. Wykes, L.A. Goonewardene, R.O. Ball, and P.B. Pencharz (2004). Phase of menstrual cycle affects lysine requirement in healthy women. *Am. J. Physiol.* 287:E489-E496.
- Kuhman, D.J., K.J. Joyner, and R.J. Bloomer (2015). Cognitive performance and mood following ingestion of a theacrine-containing dietary supplement, caffeine, or placebo by young men and women. *Nutrients* 7:9618-9632.
- Lane, J.D., J.F. Steege, S.L. Rupp, and C.M. Kuhn (1992). Menstrual cycle effects on caffeine elimination in the human female. *Eur. J. Clin. Pharmacol.* 43:543-546.
- Layman, D.K., R.A. Boileau, D.J. Erickson, J.E. Painter, H. Shiue, C. Sather, and D.D. Christou (2003). A reduced ratio of dietary carbohydrate to protein improves body composition and blood lipid profiles during weight loss in adult women. *J. Nutr.* 133:411-417.
- Lockwood, C.M., J.R. Moon, S.E. Tobkin, A.A. Walter, A.E. Smith, V.J. Dalbo, J.T. Cramer, and J.R. Stout (2008). Minimal nutrition intervention with high-protein/low-carbohydrate and low-fat, nutrient-dense food supplement improves body composition and exercise benefits in overweight adults: A randomized controlled trial. *Nutr. Metab.* 5:11.
- Lovejoy, J.C., C.M. Champagne, L. de Jonge, H. Xie, and S.R. Smith (2008). Increased visceral fat and decreased energy expenditure during the menopausal transition. *Int. J. Obes.* 32:949-958.
- McGlade, E., A. Locatelli, J. Hardy, T. Kamiya, M. Morita, K. Morishita, Y. Sugimora, and D. Yurgelun-Todd (2012). Improved attentional performance following citicoline administration in healthy adult women. *Food Nutr. Sci.* 3:769-773.
- Mock, M.G., K.R. Hirsch, M.N.M. Blue, E.T. Trexler, E.J. Roelofs, and A.E. Smith-Ryan (2021). Post-exercise ingestion of low or high molecular weight glucose polymer solution does not improve cycle performance in female athletes. *J. Strength Cond. Res.* 35:124-131.
- Moore, D.R., J. Sygo, and J.P. Morton (2022). Fuelling the female athlete: Carbohydrate and protein recommendations. *Eur. J. Sport Sci.* 22:684-696.
- Ormsbee, M.J., C.W. Bach, and D.A. Baur (2014). Pre-exercise nutrition: the role of macronutrients, modified starches and supplements on metabolism and endurance performance. *Nutrients* 6:1782-1808.
- Parker, B.A., S.L. Smithmyer, J.A. Pelberg, A.D. Mishkin, and D.N. Proctor (2008). Sex-specific influence of aging on exercising leg blood flow. *J. Appl. Physiol.* 104:655-664.
- Phillips, S.M., D.R. Moore, and J.E. Tang (2007). A critical examination of dietary protein requirements, benefits, and excesses in athletes. *Int. J. Sport Nutr. Exerc. Metab.* 17 (Suppl):S58-S76.
- Porri, D., H.K. Biesalski, A. Limitone, L. Bertuzzo, and H. Cena (2021). Effect of magnesium supplement on women's health and well-being. *NFS J.* 23:30-36.
- Robinson, J.G., N. Iijoma, and W. Harris (2010). Omega-3 fatty acids and cognitive function in women. *Womens Health* 6:119-134.
- Sim, J.J., P.T. Lac, I.L. Liu, S.O. Meguerditchian, V.A. Kumar, D.A. Kujubu, and S.A. Rasgon (2010). Vitamin D deficiency and anemia: a cross-sectional study. *Ann. Hematol.* 89:447-452.
- Simopoulos, A.P. (2002). Omega-3 fatty acids in inflammation and autoimmune diseases. *J. Am. Coll. Nutr.* 21:495-505.
- Smith-Ryan, A.E., D.H. Fukuda, J.R. Stout, and K.L. Kendall (2014). The influence of beta-alanine supplementation on markers of exercise-induced oxidative stress. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 39:38-46.
- Smith-Ryan, A.E., H.E. Cabre, J.M. Eckerson, and D.G. Candow (2021). Creatine supplementation in women's health: A lifespan perspective. *Nutrients* 13:877.
- Sobolewski, E., B. Thompson, A. Smith, and E.D. Ryan (2011). The physiological effects of creatine supplementation on hydration: a review. *Am. J. Lifestyle Med.* 5:320-327.
- Stough, C., J. Lloyd, J. Clarke, L.A. Downey, C.W. Hutchison, T. Rodgers, and P.J. Nathan (2001). The chronic effects of an extract of *Bacopa monniera* (Brahmi) on cognitive function in healthy human subjects. *Psychopharmacol.* 156:481-484.
- Tarnopolsky, M.A. (2008). Sex differences in exercise metabolism and the role of 17-beta estradiol. *Med. Sci. Sports Exerc.* 40:648-654.
- ten Haaf, D.S., M.P. van der Worp, H.M. Groenewoud, S. Leij-Halfwerk, M.W. Nijhuis-van der Sanden, A.L. Verbeek, and J.B. Staal (2014). Nutritional indicators for gastrointestinal symptoms in female runners: the 'Marikenloop study'. *BMJ Open* 4:e005780.
- Trexler, E.T., A.E. Smith-Ryan, J.R. Stout, J. R. Hoffman, C.D. Wilborn, C. Sale, R.B. Kreider, R. Jäger, C.P. Earnest, L. Bannock, B. Campbell, D. Kalman, T.N. Ziegenfuss, and J. Antonio (2015). International society of sports nutrition position stand: Beta-Alanine. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 12:30.
- Van Pelt, R.E., K.M. Gavin, and W.M. Kohrt (2015). Regulation of body composition and bioenergetics by estrogens. *Endocrinol. Metab. Clin. North Am.* 44:663-676.
- Volpe, S.L. (2013). Magnesium in disease prevention and overall health. *Adv. Nutr.* 4:378S-383S.
- Volz, H.P., G. Hubner, R. Rzanny, G. Rossger, B. Preussler, M. Eichhorn, I. Kreitschmann-Andermahr, W.A. Kaiser and H. Sauer (1998). High-energy phosphates in the frontal lobe correlate with Wisconsin Card Sort Test performance in controls, not in

- schizophrenics: a ³¹phosphorus magnetic resonance spectroscopic and neuropsychological investigation. *Schizophr. Res.* 31:37-47.
- Wickham, K.A., and L.L. Spriet (2019). No longer beeting around the bush: a review of potential sex differences with dietary nitrate supplementation. *Appl. Physiol. Nutr. Metab.* 44:915-924.
- Wickham, K.A., D.G. McCarthy, J.M. Pereira, D.T. Cervone, L.B. Verdijk, L.J.C. van Loon, G.A. Power, and L.L. Spriet (2019). No effect of beetroot juice supplementation on exercise economy and performance in recreationally active females despite increased torque production. *Physiol. Rep.* 7:e13982.
- Wohlgemuth, K.J., L.R. Arieta, G.J. Brewer, A.L. Hoselton, L.M. Gould, and A.E. Smith-Ryan (2021). Sex differences and considerations for female specific nutritional strategies: a narrative review. *J. Int. Soc. Sports Nutr.* 18:27.
- Yang, P.L., M.M. Heitkemper, and K.J. Kamp (2021). Irritable bowel syndrome in midlife women: a narrative review. *Womens Midlife Health* 7:4.
- Yonkers, K.A., P.M. O'Brien, and E. Eriksson (2008). Premenstrual syndrome. *Lancet* 371:1200-1210.
- Yuan, G., L. An, Y. Sun, G. Xu, and P. Du (2018). Improvement of learning and memory induced by cordyceps polypeptide treatment and the underlying mechanism. *Evid. Based Complement Alternat. Med.* 9419264.
- Zhang, M.M., Y. Zou, S.M. Li, L. Wang, Y.H. Sun, L. Shi, L. Lu, Y.P. Bao, and S.X. Li (2020). The efficacy and safety of omega-3 fatty acids on depressive symptoms in perinatal women: a meta-analysis of randomized placebo-controlled trials. *Transl. Psychiatry* 10:193.

TRADUCCIÓN

Este artículo ha sido traducido y adaptado de: Smith-Ryan, A., Cabre, H.E., and Moore, S.R. (2022). Functional ingredients to support active women. *Sports Science Exchange* Vol. 35, No. 228, 1-10, por Lourdes Mayol Soto, M.Sc.