



UNIVERSIDAD ESTATAL DE MILAGRO

VICERRECTORADO DE INVESTIGACIÓN Y POSGRADO

FACULTAD DE POSGRADOS

PROYECTO DE INVESTIGACIÓN APLICADA Y / O DE DESARROLLO

PREVIO A LA OBTENCIÓN DEL TÍTULO DE:

TEMA:

Efecto de la suplementación personalizada con creatina monohidrato sobre la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte.

AUTORES:

SALAZAR CARREÑO PAOLA

VELIZ ROSADO MILUSKA

TUTOR:

MGS. JUAN MORAN ZULOAGA

MILAGRO, 2026

Derechos de Autor

Sr. Dr.

Fabricio Guevara Viejó

Rector de la Universidad Estatal de Milagro
Presente.

Yo, **Miluska Scarlet Veliz Rosado y Paola Alexandra Salazar Carreño**, en calidad de autor y titular de los derechos morales y patrimoniales de este informe de investigación, mediante el presente documento, libre y voluntariamente cedo los derechos de Autor de este proyecto de desarrollo, que fue realizada como requisito previo para la obtención de mi Grado, de **Magíster Nutrición Deportiva**, como aporte a la Línea de Investigación de conformidad con el Art. 114 del Código Orgánico de la Economía Social de los Conocimientos, Creatividad e Innovación, concedo a favor de la Universidad Estatal de Milagro una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos. Conservo a mi favor todos los derechos de autor sobre la obra, establecidos en la normativa citada.

Así mismo, autorizo a la Universidad Estatal de Milagro para que realice la digitalización y publicación de este Proyecto de Investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

El autor declara que la obra objeto de la presente autorización es original en su forma de expresión y no infringe el derecho de autor de terceros, asumiendo la responsabilidad por cualquier reclamación que pudiera presentarse por esta causa y liberando a la Universidad de toda responsabilidad.

Rocafuerte, **30 de mayo del 2026**

Miluska Scarlet Veliz Rosado

Paola Alexandra Salazar Carreño

C.I.:1313285478

C.I.: 0921897344

Aprobación del Tutor del Trabajo de Titulación

Yo, **Juan Luis Moran Zuloaga**, en mi calidad de tutor del trabajo de titulación, elaborado por **MILUSKA SCARLET VELIZ ROSADO y PAOLA ALEXANDRA SALAZAR CARREÑO**, cuyo tema es **Efecto de la suplementación con creatina monohidrato sobre la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte**, que aporta a la Línea de Investigación **SALUD PÚBLICA Y BIENESTAR HUMANO INTEGRAL MAESTRÍA NUTRICIÓN Y DIETETICA**, previo a la obtención del Grado **Magíster en NUTRICIÓN DEPORTIVA**. Trabajo de titulación que consiste en una propuesta innovadora que contiene, como mínimo, una investigación exploratoria y diagnóstica, base conceptual, conclusiones y fuentes de consulta, considero que el mismo reúne los requisitos y méritos necesarios para ser sometido a la evaluación por parte del tribunal calificador que se designe, por lo que lo **APRUEBO**, a fin de que el trabajo sea habilitado para continuar con el proceso de titulación de la alternativa de Informe de Investigación de la Universidad Estatal de Milagro.

Milagro, 31 de Mayo del 2026

Juan Luis Moran Zuloaga

C.I.: 0931612303

ACTA DE CALIFICACIÓN



FACULTAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN DEPORTIVA

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los trece días del mes de julio del dos mil veintiseis, siendo las 09:59 horas, de forma VIRTUAL comparece el/la maestrante, LIC. VELIZ ROSADO MILUSKA SCARLET, a defender el Trabajo de Titulación denominado " EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PERSONALIZADA CON CREATINA MONOHIDRATO SOBRE LA POTENCIA MEDIA RELATIVA Y EL RENDIMIENTO FUNCIONAL EN ATLETAS FEMENINAS DE CROSSFIT DE RÓCAFUERTE.", ante el Tribunal de Calificación integrado por: Mgs. BURGOS GARCIA EMILY GABRIELA, Presidente(a), LOAYZA MONTALVAN JINSOP DAVID en calidad de Vocal; y, Mgtrnyd SÓLORZANO IBARRA NATHALIA FERNANDA que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	60.00
DEFENSA ORAL	40.00
PROMEDIO	100.00
EQUIVALENTE	EXCELENTE

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 11:00 horas.



MGS. BURGOS GARCIA
EMILY GABRIELA

MGS. BURGOS GARCIA EMILY GABRIELA
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



JINSOP DAVID
LOAYZA MONTALVAN

LOAYZA MONTALVAN JINSOP DAVID
VOCAL



NATHALIA FERNANDA
SÓLORZANO IBARRA

MGTRNYD SÓLORZANO IBARRA NATHALIA FERNANDA
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



MILUSKA SCARLET
VELIZ ROSADO

VELIZ ROSADO MILUSKA SCARLET
MAESTRANTE

FACULTAD DE POSGRADO

ACTA DE SUSTENTACIÓN

MAESTRÍA EN NUTRICIÓN DEPORTIVA

En la Facultad de Posgrado de la Universidad Estatal de Milagro, a los trece días del mes de julio del dos mil veintiseis, siendo las 09:59 horas, de forma PRESENCIAL comparece el/la maestrante, MD SALAZAR CARREÑO PAOLA ALEXANDRA, a defender el Trabajo de Titulación denominado " EFECTO DE LA SUPLEMENTACIÓN PERSONALIZADA CON CREATINA MONOHIDRATO SOBRE LA POTENCIA MEDIA RELATIVA Y EL RENDIMIENTO FUNCIONAL EN ATLETAS FEMENINAS DE CROSSFIT DE ROCAFUERTE.", ante el Tribunal de Calificación integrado por: Mgs. BURGOS GARCIA EMILY GABRIELA, Presidente(a), LOAYZA MONTALVAN JINSOP DAVID en calidad de Vocal; y, Mgtrnyd SOLORZANO IBARRA NATHALIA FERNANDA que actúa como Secretario/a.

Una vez defendido el trabajo de titulación; examinado por los integrantes del Tribunal de Calificación, escuchada la defensa y las preguntas formuladas sobre el contenido del mismo al maestrante compareciente, durante el tiempo reglamentario, obtuvo las siguientes calificaciones:

TRABAJO DE TITULACION	60.00
DEFENSA ORAL	40.00
PROMEDIO	100.00
EQUIVALENTE	EXCELENTE

Para constancia de lo actuado firman en unidad de acto el Tribunal de Calificación, siendo las 11:00 horas.



EMILY GABRIELA
BURGOS GARCIA

MGS. BURGOS GARCIA EMILY GABRIELA
PRESIDENTE/A DEL TRIBUNAL



JINSOP DAVID
LOAYZA MONTALVAN

LOAYZA MONTALVAN JINSOP DAVID
VOCAL



NATHALIA FERNANDA
SOLORZANO IBARRA

MGTRNYD SOLORZANO IBARRA NATHALIA FERNANDA
SECRETARIO/A DEL TRIBUNAL



PAOLA ALEXANDRA
SALAZAR CARREÑO

SALAZAR CARREÑO PAOLA ALEXANDRA
MAESTRANTE

Dedicatoria

A Dios, por darme una nueva oportunidad de vida, por acompañarme en cada paso de este camino y permitirme alcanzar una meta más llena de aprendizaje, esfuerzo y crecimiento personal.

A mis queridos padres, Rubi y Lenin, por haberme brindado una excelente crianza, inculcarme valores, apoyarme incondicionalmente y ser los responsables de mis primeros estudios y de las bases que hoy me permiten alcanzar este logro.

A mis suegras, Marisa y Dalila, por acompañarme con cariño y paciencia en cada viaje y en cada clase presencial, brindándome su apoyo cuando más lo necesité.

A mi esposo, por su amor, comprensión, ayuda constante e impulso para seguir adelante aun en los momentos más difíciles. Gracias por creer en mí y motivarme a cumplir este sueño.

A mis maestros, por su dedicación, enseñanza y compromiso con nuestra formación profesional, compartiendo sus conocimientos y experiencias a lo largo de esta etapa académica.

Con gratitud y cariño, dedico este logro a todas las personas que formaron parte de este camino y contribuyeron a hacerlo realidad.

Dedico este trabajo de tesis, con todo mi amor, a mis hijas *Paola Valentina y Sophie Valentina*, quienes han sido la luz que ha guiado cada uno de mis pasos y la fuerza que me impulsó a seguir adelante en los momentos más difíciles.

Ustedes son mi mayor inspiración, mi motivo para crecer, superarme y luchar cada día por alcanzar mis metas. Su amor incondicional, sus sonrisas y su comprensión durante este proceso académico fueron el motor que me permitió perseverar y no rendirme ante los desafíos que se presentaron en el camino.

Cada sacrificio, cada esfuerzo y cada logro alcanzado llevan impreso el amor que siento por ustedes. Este triunfo no es solo mío, sino también suyo, porque fueron la razón que me motivó a continuar cuando las fuerzas parecían agotarse.

Hoy culmino una importante etapa de mi vida profesional, y deseo que este logro sea un ejemplo de que con dedicación, constancia y amor es posible alcanzar los sueños más grandes.

Con profunda gratitud, orgullo y un amor infinito, les dedico este trabajo, esperando que siempre recuerden que son el regalo más hermoso que la vida me ha dado.

Agradecimientos

Expresamos nuestro agradecimiento a nuestras familias, por el apoyo constante, la paciencia y el acompañamiento brindado durante el proceso de formación académica y elaboración de este trabajo de titulación. Su respaldo permitió sostener cada etapa del proyecto con responsabilidad y compromiso.

De igual manera, a las personas que colaboraron de manera directa o indirecta durante el desarrollo de la investigación, así como a las participantes que brindaron su tiempo, disposición y confianza para la recolección de la información necesaria. Este trabajo representa un esfuerzo académico compartido y una contribución al fortalecimiento de la nutrición deportiva aplicada en mujeres físicamente activas.

Resumen

La creatina monohidrato es una ayuda ergogénica ampliamente utilizada en deportes de alta intensidad; sin embargo, la evidencia específica en mujeres que practican CrossFit continúa siendo limitada. El presente estudio tuvo como objetivo determinar los cambios posteriores a una suplementación personalizada con creatina monohidrato sobre la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte. En esta investigación, la personalización se definió de forma operacional como el ajuste de la dosis diaria al peso corporal de cada participante, mediante 0,05 g/kg/día durante seis semanas.

Se desarrolló un estudio cuantitativo, aplicado, longitudinal, pretest-postest, sin grupo control. La muestra estuvo conformada por 50 atletas femeninas de 18 a 36 años, con práctica regular de CrossFit o entrenamiento funcional tipo CrossFit. La potencia se evaluó mediante sprint de 30 segundos en bicicleta de aire y se expresó como potencia media relativa en W/kg. El rendimiento funcional se evaluó mediante 3RM en sentadilla trasera y 3RM relativo al peso corporal. También se registraron variables de composición corporal, adherencia, tolerancia y condiciones premedición.

Los resultados mostraron cambios favorables posteriores a la intervención. La potencia media relativa aumentó de $6,08 \pm 0,46$ W/kg a $6,38 \pm 0,53$ W/kg; el 3RM en sentadilla trasera aumentó de $157,00 \pm 39,28$ kg a $162,20 \pm 39,15$ kg; y la adherencia promedio fue de $95,95 \pm 4,05$ %. El 80,00 % de las participantes no reportó efectos adversos. Aunque estos hallazgos sugieren una mejora funcional posterior al protocolo, no pueden atribuirse exclusivamente a la creatina monohidrato debido a la ausencia de grupo control. Parte de los cambios pudo relacionarse con el entrenamiento habitual, la familiarización con las pruebas y el control de las condiciones de evaluación. Se concluye que el protocolo fue factible, bien tolerado y asociado con cambios funcionales favorables, pero se requieren estudios controlados para confirmar el efecto específico de la creatina en esta población.

Palabras clave: Creatina; Suplementos Dietéticos; Rendimiento Atlético; Entrenamiento de Alta Intensidad; Mujeres.

Abstract

Creatine monohydrate is a widely used ergogenic aid in high-intensity sports; however, evidence specifically focused on women practicing CrossFit remains limited. This study aimed to determine changes following personalized creatine monohydrate supplementation on relative mean power and functional performance in female CrossFit athletes from Rocafuerte. In this research, personalization was operationally defined as adjusting the daily dose according to each participant's body mass, using 0.05 g/kg/day for six weeks.

A quantitative, applied, longitudinal, pretest-posttest study without a control group was conducted. The sample consisted of 50 female athletes aged 18 to 36 years who regularly practiced CrossFit or CrossFit-type functional training. Power was assessed through a 30-second air bike sprint and expressed as relative mean power in W/kg. Functional performance was assessed using the back squat 3RM and body mass-relative 3RM. Body composition, adherence, tolerance, and pre-assessment conditions were also recorded.

The results showed favorable changes after the intervention. Relative mean power increased from 6.08 ± 0.46 W/kg to 6.38 ± 0.53 W/kg; back squat 3RM increased from 157.00 ± 39.28 kg to 162.20 ± 39.15 kg; and average adherence was $95.95 \pm 4.05\%$. Moreover, 80.00% of participants reported no adverse effects. Although these findings suggest functional improvement after the protocol, they cannot be attributed exclusively to creatine monohydrate because no control group was included. Part of the observed changes may be related to habitual training, test familiarization, and standardized assessment conditions. It is concluded that the protocol was feasible, well tolerated, and associated with favorable functional changes, but controlled studies are needed to confirm the specific effect of creatine in this population.

Keywords: Creatine; Dietary Supplements; Athletic Performance; High-Intensity Interval Training; Women.

Índice / Sumario

INTRODUCCIÓN	1
1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN.....	4
1.1. Planteamiento del problema.....	4
1.2. Delimitación del problema.....	5
1.3. Formulación del problema.....	6
1.4. Preguntas de investigación	6
1.5. Objetivos.....	6
1.5.1. Objetivo general.....	6
1.5.2. Objetivos específicos	7
1.6. Hipótesis	7
1.7. Justificación	7
1.8. Declaración de las variables (Operacionalización)	8
2. CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial.....	10
2.1. Antecedentes Referenciales.....	10
2.2. Marco Conceptual.....	16
2.3. Marco Teórico	18
2.3.1. Bases fisiológicas de la creatina y el sistema ATP-fosfocreatina	18
2.3.2. Creatina monohidrato como ayuda ergogénica: evidencia, seguridad y mecanismos de acción.....	20
2.3.3. Protocolos de suplementación: carga, mantenimiento, dosis bajas y dosis relativas al peso corporal	22
2.3.4. Creatina y rendimiento en mujeres: particularidades fisiológicas, evidencia disponible y brechas	23
2.3.5. Creatina en CrossFit, functional fitness y entrenamiento de alta intensidad 25	
2.3.6. Creatina, potencia anaeróbica y capacidad de sprint repetido	27
2.3.7. Creatina, fuerza del tren inferior y rendimiento funcional.....	28
2.3.8. Creatina, composición corporal y masa libre de grasa en mujeres deportistas	30
2.3.9. Control metodológico en estudios con mujeres: ciclo menstrual y estandarización de las mediciones	32
3. CAPÍTULO III: Diseño Metodológico	34
3.1. Tipo y diseño de investigación	34

3.2.	Población y muestra	34
3.3.	Intervención	35
3.4.	Variables e instrumentos	35
3.5.	Variables controladas y limitaciones de control	36
3.6.	Procesamiento estadístico de la información.....	36
4.	CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados	37
4.1.	Organización del análisis de resultados.....	37
4.2.	Resultados del objetivo específico 1: caracterización basal de las atletas	37
4.3.	Resultados del objetivo específico 2: potencia media relativa antes y después del protocolo	39
4.4.	Resultados del objetivo específico 3: rendimiento funcional antes y después del protocolo	39
4.5.	Resultados del objetivo específico 4: cambios observados bajo condiciones estandarizadas de evaluación	40
5.	CAPÍTULO V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones	42
5.1.	Discusión	42
5.2.	Conclusiones	44
5.3.	Recomendaciones	45
	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47
	ANEXOS	56

INTRODUCCIÓN

La nutrición deportiva contemporánea ha incorporado estrategias ergogénicas orientadas a mejorar la adaptación al entrenamiento, la recuperación y el rendimiento en modalidades de alta intensidad. Dentro de estas estrategias, la creatina monohidrato es uno de los suplementos con mayor respaldo científico, debido a su relación con el sistema ATP-fosfocreatina y con esfuerzos breves, intensos e intermitentes. Su uso se ha asociado principalmente con variables de fuerza, potencia y rendimiento anaeróbico; no obstante, la respuesta puede variar según el sexo, la dosis administrada, la duración del protocolo, el nivel de entrenamiento, la composición corporal y la prueba utilizada para evaluar el rendimiento (Wax et al., 2021; Forbes et al., 2023).

Aunque la creatina ha sido ampliamente investigada, una parte importante de la evidencia disponible procede de muestras masculinas o mixtas. Por ello, su análisis en mujeres físicamente activas requiere una interpretación específica. Las mujeres pueden presentar diferencias en masa muscular absoluta, disponibilidad energética, ingesta dietética habitual de creatina, composición corporal y fluctuaciones hormonales asociadas al ciclo menstrual, factores que pueden influir en la fuerza, la potencia, la fatiga y la recuperación. En este sentido, Tam et al. (2025) identificaron 10.563 registros iniciales sobre creatina en mujeres activas, pero solo 27 estudios cumplieron criterios de inclusión, lo que evidencia que la investigación en población femenina continúa siendo limitada y heterogénea.

El CrossFit constituye un escenario deportivo pertinente para estudiar la suplementación con creatina, debido a que combina levantamientos, ejercicios gimnásticos, saltos, sprints, desplazamientos y tareas de fuerza-resistencia ejecutadas a alta intensidad. En esta modalidad, el rendimiento no depende de una sola capacidad física, sino de la interacción entre fuerza, potencia, resistencia muscular, eficiencia técnica, tolerancia a la fatiga y recuperación entre esfuerzos. Por ello, variables como la potencia media relativa y el rendimiento funcional del tren inferior permiten valorar cambios aplicables al contexto real de entrenamiento.

La pertinencia del tema también se relaciona con el uso frecuente de suplementos en esta disciplina. Brisebois et al. (2022), en 2.576 practicantes de CrossFit, reportaron

que el 82,2 % utilizaba algún suplemento y que el 22,9 % consumía creatina. Este dato muestra que la creatina forma parte de las prácticas habituales en este entorno deportivo; sin embargo, el uso frecuente no implica necesariamente una prescripción ajustada ni un seguimiento objetivo del rendimiento. Por tanto, estudiar su aplicación en mujeres que practican CrossFit permite aportar información útil para orientar decisiones de nutrición deportiva con mayor criterio técnico.

En esta investigación, la expresión suplementación personalizada se utiliza con un alcance operacional concreto: la dosis diaria de creatina monohidrato fue ajustada según el peso corporal de cada participante. No se plantea como una personalización integral basada en dieta, masa magra, ingesta previa de creatina o carga externa de entrenamiento, sino como una estrategia proporcional por peso corporal, administrada a razón de 0,05 g/kg/día durante seis semanas. Esta precisión permite mantener coherencia entre el título, la variable independiente y la metodología del estudio.

La elección de 0,05 g/kg/día respondió a un criterio conservador y proporcional. Los protocolos habituales de creatina incluyen fases de carga de aproximadamente 0,3 g/kg/día o 20 g/día durante 5 a 7 días, seguidas de dosis de mantenimiento de 3 a 5 g/día; también se describen dosis cercanas a 0,1 g/kg/día (Kreider et al., 2017; Antonio et al., 2021). En este estudio no se utilizó fase de carga, con el propósito de favorecer la tolerancia gastrointestinal, reducir la percepción de retención hídrica o aumento brusco de peso corporal y facilitar la adherencia en mujeres de nivel recreativo. Longobardi et al. (2025) señalan que la creatina es generalmente segura cuando se utiliza apropiadamente, aunque algunas personas pueden presentar molestias gastrointestinales, especialmente con dosis más altas.

Desde esta perspectiva, la investigación se orienta a determinar los cambios posteriores a una suplementación personalizada con creatina monohidrato sobre la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de

Rocafuerte. El estudio se desarrolla bajo un diseño longitudinal pretest-posttest sin grupo control, por lo que sus resultados permiten describir cambios posteriores al protocolo, sin atribuirlos de manera exclusiva a la creatina. Con ello, se busca aportar evidencia aplicada en una población femenina poco representada y generar una base útil para futuras investigaciones controladas en nutrición deportiva y entrenamiento funcional de alta intensidad.

1. CAPÍTULO I: EL PROBLEMA DE LA INVESTIGACIÓN

1.1. Planteamiento del problema

En el cantón Rocafuerte se identificó una población de mujeres que practican CrossFit o entrenamiento funcional tipo CrossFit de manera regular; sin embargo, no se evidenció un registro sistemático de suplementación, dosificación, adherencia, tolerancia ni cambios funcionales asociados al consumo de creatina monohidrato. Esta situación limita la posibilidad de conocer si las estrategias utilizadas por las deportistas responden a criterios técnicos o si se basan principalmente en recomendaciones generales recibidas en el entorno de entrenamiento.

Durante el levantamiento de información realizado en el centro participante, se captaron 50 atletas femeninas elegibles, con edades entre 18 y 36 años, que entrenaban entre tres y cinco días por semana. Este grupo permitió reconocer una población deportiva local suficiente para evaluar una intervención aplicada en nutrición deportiva. No obstante, en el contexto revisado no se identificaron protocolos documentados para calcular la dosis de creatina según peso corporal, controlar la adherencia, registrar efectos adversos o relacionar el consumo del suplemento con indicadores de potencia y fuerza funcional.

El problema local no se centra únicamente en el uso de creatina, sino en la falta de seguimiento objetivo de variables relevantes para interpretar su posible utilidad. En el centro participante no se documentaban de forma regular indicadores como peso corporal, índice de masa corporal, masa muscular estimada, porcentaje de grasa corporal, grasa visceral, potencia media relativa, 3RM en sentadilla trasera, fase del ciclo menstrual, adherencia al suplemento o molestias asociadas al consumo. Esta ausencia de registros dificulta diferenciar si los cambios observados en el rendimiento pueden relacionarse con la suplementación, con el entrenamiento habitual, con la familiarización con las pruebas, con variaciones de hidratación o con características individuales.

Además, en la práctica deportiva recreativa suele utilizarse una dosis fija de creatina, sin considerar las diferencias de peso corporal entre atletas. Esta forma de consumo puede generar cantidades proporcionalmente distintas entre mujeres de menor o mayor masa corporal. Frente a ello, la dosis de 0,05 g/kg/día durante seis semanas

representa una estrategia proporcional y conservadora, orientada a favorecer la adherencia y la tolerancia; sin embargo, su comportamiento en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte no se encontraba documentado.

Por tanto, el problema de investigación se centró en la ausencia de evidencia local sobre los cambios posteriores a una suplementación personalizada con creatina monohidrato, entendida como dosis ajustada al peso corporal, sobre la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte. Debido a que el estudio no incluyó grupo control, los resultados permiten analizar cambios pretest-posttest, pero no atribuir de manera exclusiva dichos cambios a la creatina monohidrato.

1.2. Delimitación del problema

La presente investigación se delimitó, en el plano temático, al estudio de una suplementación personalizada con creatina monohidrato administrada a razón de 0,05 g/kg/día durante seis semanas. En este trabajo, la personalización se entendió de manera operacional como el ajuste de la dosis diaria según el peso corporal de cada participante. Esta delimitación permitió mantener una relación directa entre el título, la intervención aplicada y las variables evaluadas.

En el plano poblacional, el estudio se circunscribió a 50 atletas femeninas adultas que practicaban CrossFit o entrenamiento funcional tipo CrossFit de manera regular en Rocafuerte. Las participantes tenían edades entre 18 y 36 años y mantenían una frecuencia de entrenamiento entre tres y cinco días por semana. El nivel deportivo fue clasificado de forma operativa como recreativo, considerando la frecuencia semanal, el tiempo de práctica registrado y el contexto de entrenamiento no profesional.

En el plano espacial, la investigación se realizó en el box o centro de entrenamiento funcional participante del cantón Rocafuerte, provincia de Manabí. Esta delimitación otorgó al estudio un carácter aplicado y contextualizado, aunque limita la generalización directa de los resultados hacia otros cantones, centros deportivos, niveles competitivos o disciplinas distintas al CrossFit.

En el plano temporal, la intervención tuvo una duración de seis semanas, con mediciones pretest y posttest. Para reducir la variabilidad metodológica, las evaluaciones

se realizaron bajo condiciones estandarizadas: fase folicular media, horario similar, hidratación adecuada, vejiga vacía, ausencia de cafeína antes de la medición, ausencia de alcohol en las 24 horas previas y suspensión de entrenamiento intenso previo a la evaluación.

Finalmente, la investigación se delimitó metodológicamente como un estudio cuantitativo, aplicado, longitudinal, pretest-posttest, sin grupo control. En consecuencia, los resultados se interpretan como cambios observados después del protocolo de suplementación, sin establecer atribución causal exclusiva a la creatina monohidrato.

1.3. Formulación del problema

¿Cuáles son los cambios posteriores a una suplementación personalizada con creatina monohidrato sobre la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte?

1.4. Preguntas de investigación

¿Cuáles son las condiciones basales de composición corporal y rendimiento de las atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte antes de iniciar el protocolo de suplementación?

¿Cuál es el comportamiento de la potencia media relativa de las participantes antes y después de la suplementación personalizada con creatina monohidrato?

¿Cuál es el comportamiento del rendimiento funcional de las participantes antes y después de la suplementación personalizada con creatina monohidrato?

¿Qué cambios se observan en la potencia media relativa y en el rendimiento funcional tras la suplementación, bajo condiciones estandarizadas de evaluación?

1.5. Objetivos

1.5.1. Objetivo general

Determinar los cambios posteriores a una suplementación personalizada con creatina monohidrato sobre la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte, con el fin de aportar evidencia aplicada

para una prescripción ergogénica más precisa en nutrición deportiva.

1.5.2. Objetivos específicos

Caracterizar las condiciones basales de las atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte mediante la evaluación de composición corporal y variables generales de estudio.

Medir la potencia media relativa de las participantes antes y después del protocolo de suplementación personalizada con creatina monohidrato.

Evaluar el rendimiento funcional de las atletas antes y después del protocolo de suplementación personalizada con creatina monohidrato.

Analizar los cambios observados en la potencia media relativa y en el rendimiento funcional tras la suplementación, bajo condiciones estandarizadas de evaluación.

1.6. Hipótesis

La suplementación personalizada con creatina monohidrato a razón de 0,05 g/kg/día durante seis semanas se asocia con cambios favorables en la potencia media relativa y el rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit del cantón Rocafuerte.

1.7. Justificación

La presente investigación se justifica porque aborda una problemática vigente en nutrición deportiva aplicada: la necesidad de trasladar el conocimiento científico sobre creatina hacia estrategias más específicas para mujeres que practican deportes de alta intensidad. Aunque la creatina monohidrato cuenta con amplio respaldo en fuerza, potencia y esfuerzos intermitentes, la evidencia específica en mujeres activas y atletas continúa siendo comparativamente menor y metodológicamente heterogénea (Tam et al., 2025).

Desde la perspectiva teórica, el estudio permite relacionar el sistema ATP-fosfocreatina con una modalidad deportiva como CrossFit, donde predominan acciones explosivas, levantamientos, esfuerzos repetidos y alta demanda funcional. La creatina puede favorecer la disponibilidad de fosfocreatina intramuscular y la resíntesis rápida de

ATP, lo que justifica su análisis en pruebas como sprint de 30 segundos y 3RM en sentadilla trasera (Wax et al., 2021; Forbes et al., 2023).

Desde la perspectiva metodológica, la investigación aporta valor porque utiliza una dosis ajustada al peso corporal, definida como 0,05 g/kg/día durante seis semanas. Esta forma de personalización se limitó al cálculo por peso corporal y no debe interpretarse como una individualización completa basada en dieta, masa magra o carga de entrenamiento. La decisión de emplear una dosis conservadora se apoyó en la literatura que describe esquemas de mantenimiento de 3 a 5 g/día o aproximadamente 0,1 g/kg/día, y en la necesidad de favorecer adherencia, tolerancia gastrointestinal y menor percepción de retención hídrica (Kreider et al., 2017; Antonio et al., 2021; Longobardi et al., 2025).

Desde el punto de vista práctico, el estudio resulta pertinente porque aporta información útil para orientar decisiones profesionales sobre suplementación en mujeres que practican CrossFit en un contexto real. La investigación no pretende demostrar causalidad absoluta, debido a que no incluyó grupo control, pero sí permite observar cambios funcionales posteriores a un protocolo estructurado, con control de condiciones premedición y registro de adherencia.

Desde la perspectiva científica, el trabajo fortalece la investigación aplicada en nutrición deportiva femenina. Su aporte no radica en estudiar una sustancia desconocida, sino en examinar una estrategia de suplementación proporcional al peso corporal en una población poco representada: atletas femeninas de CrossFit de nivel recreativo. Esta información puede servir como base para futuros estudios controlados, con mayor tamaño muestral y seguimiento dietético más estricto.

1.8. Declaración de las variables (Operacionalización)

Tabla 1 Operacionalización de variables

Variable	Tipo de variable	Definición conceptual	Definición operacional	Dimensiones	Indicadores
Suplementación personalizada con creatina monohidrato	Independiente	Estrategia ergogénica basada en el consumo planificado de creatina monohidrato	Administración diaria de creatina monohidrato a razón de 0,05 g/kg/día durante seis semanas.	Dosis por peso corporal; duración; adherencia; tolerancia.	0,05 g/kg/día; seis semanas; días cumplidos; adherencia (%); efectos adversos.

		para favorecer la disponibilidad de creatina total y fosfocreatina muscular.	En este estudio, la personalización se limitó al ajuste de la dosis según el peso corporal.		
Potencia media relativa	Dependiente principal	Capacidad de producir potencia mecánica promedio en relación con el peso corporal durante una prueba anaeróbica de esfuerzo intenso.	Medición pretest-posttest mediante sprint de 30 segundos en bicicleta de aire, expresada en watts por kilogramo (W/kg).	Producción mecánica relativa; desempeño anaeróbico.	Potencia media (W); peso corporal (kg); potencia media relativa (W/kg); diferencia pre-post; porcentaje de cambio.
Rendimiento funcional del tren inferior	Dependiente secundaria	Capacidad de ejecutar una tarea funcional de fuerza del tren inferior relacionada con patrones propios del CrossFit.	Medición mediante prueba de 3RM en sentadilla trasera, expresada en kg, y 3RM relativo al peso corporal, expresado en kg/kg.	Fuerza funcional; carga relativa al peso corporal.	3RM sentadilla trasera pretest/posttest; 3RM relativo pretest/posttest; cambio absoluto.

Nota. 3RM = tres repeticiones máximas.

La operacionalización de variables permitió relacionar la intervención aplicada con mediciones funcionales específicas. La potencia media relativa se seleccionó por su utilidad para interpretar el rendimiento ajustado al peso corporal, mientras que el 3RM en sentadilla trasera permitió valorar la fuerza funcional del tren inferior. Los resultados derivados de estas variables se interpretaron como cambios pretest-posttest posteriores al protocolo de suplementación.

2. CAPÍTULO II: Marco Teórico Referencial

2.1. Antecedentes Referenciales

Los antecedentes referenciales permiten ubicar el presente estudio dentro de la evidencia científica disponible sobre suplementación con creatina monohidrato, rendimiento deportivo, mujeres activas, atletas femeninas y entrenamiento funcional de alta intensidad. En este apartado se priorizan investigaciones con datos metodológicos útiles para la futura discusión de resultados, especialmente aquellas que reportan diseño, muestra, sexo, dosis, duración, variables evaluadas y principales hallazgos. Esta organización permite diferenciar entre evidencia directa, evidencia indirecta y soporte metodológico, evitando asumir que todos los estudios tienen el mismo peso para explicar el rendimiento en atletas femeninas de CrossFit.

El eje de análisis se centra en la pertinencia de evaluar una dosis personalizada de creatina monohidrato de 0,05 g/kg/día durante seis semanas, sobre potencia media relativa y rendimiento funcional. Por ello, los antecedentes no se limitan a estudios de CrossFit, debido a que la evidencia directa en esta modalidad todavía es escasa; también se consideran investigaciones sobre mujeres activas, sprint, Wingate, fuerza de tren inferior, masa libre de grasa, protocolos de dosificación, ciclo menstrual y pruebas funcionales. Esta integración permite construir una base sólida para interpretar posteriormente si los resultados del presente estudio coinciden, difieren o amplían la evidencia previa.

La evidencia internacional reciente sostiene que la creatina monohidrato tiene mayor utilidad en esfuerzos breves, intensos y repetidos, aunque los efectos dependen de la población y de la prueba empleada. Wax et al. (2021), en una revisión sobre creatina, rendimiento y recuperación en poblaciones sanas, identificaron que sus principales beneficios se relacionan con fuerza máxima, sprint, potencia muscular, recuperación entre esfuerzos y tareas intermitentes, lo que resulta pertinente para modalidades donde se repiten acciones explosivas bajo fatiga. Forbes et al. (2023) ampliaron esta perspectiva al analizar deportes de resistencia con momentos de sprint, aceleraciones y cambios de ritmo, señalando que la creatina también puede tener utilidad en escenarios mixtos donde existen picos de intensidad dentro de esfuerzos

prolongados. Este razonamiento se aproxima al CrossFit, porque sus sesiones no son exclusivamente de fuerza ni exclusivamente aeróbicas, sino que combinan levantamientos, transiciones rápidas, ejercicios gimnásticos y esfuerzos metabólicos de alta intensidad.

En estudios de mayor nivel de síntesis, Glaister y Rhodes (2022) realizaron una revisión sistemática y metaanálisis sobre suplementación de corto plazo con creatina y capacidad de sprint repetido, aportando respaldo para deportes intermitentes donde la fatiga reduce la producción de potencia. Por su parte, Kazeminasab et al. (2025), en una revisión sistemática y metaanálisis sobre fuerza y potencia de tren superior e inferior, concluyeron que la creatina puede favorecer levantamientos compuestos y potencia muscular, aunque los beneficios fueron más consistentes en hombres jóvenes que en mujeres o adultos mayores. Pashayee-Khamene et al. (2024), mediante una revisión sistemática con evaluación GRADE y metaanálisis dosis-respuesta, observaron efectos pequeños sobre masa corporal, masa libre de grasa y porcentaje de grasa, especialmente cuando la suplementación se combinó con entrenamiento. Finalmente, Longobardi et al. (2025) y Tsiaras et al. (2026) aportan seguridad clínica, al señalar que en sujetos sanos no existe evidencia consistente de daño renal atribuible a creatina usada en dosis adecuadas, lo cual respalda éticamente el uso de una dosis conservadora como 0,05 g/kg/día.

Tam et al. (2025) constituyen el antecedente más directo sobre mujeres activas, al realizar una revisión sistemática bajo lineamientos PRISMA con búsqueda en 5 bases de datos hasta julio de 2024. De 10.563 registros iniciales, solo 27 estudios cumplieron criterios de inclusión, con participantes desde recreativamente activas hasta atletas de élite, dosis entre 2 y 20 g/día y duraciones entre 5 días y 12 semanas. Los resultados fueron heterogéneos: 3 de 11 estudios con desenlaces de fuerza/potencia mostraron mejora frente a placebo, 4 de 17 estudios mejoraron rendimiento anaeróbico y 1 de 5 estudios mejoró rendimiento aeróbico. Este dato es fundamental porque muestra que la creatina puede ser prometedora en mujeres, pero la evidencia no es uniforme. Sims et al. (2023), desde el posicionamiento de la International Society of Sports Nutrition sobre la atleta femenina, refuerzan esta necesidad de individualización, al señalar que la suplementación en mujeres debe considerar ciclo menstrual, disponibilidad energética,

composición corporal, tipo de deporte y contexto de entrenamiento. En la misma línea, Smith-Ryan et al. (2021) destacan que algunas mujeres pueden tener menor ingesta dietética basal de creatina, especialmente si consumen menos alimentos de origen animal, lo que podría modificar la respuesta al suplemento.

Entre los ensayos en mujeres, Gordon et al. (2023) realizaron un estudio aleatorizado, doble ciego y cruzado en mujeres activas, con 52 participantes enroladas y 39 incluidas en el análisis final; las características reportadas fueron edad media de $24,6 \pm 5,9$ años, peso de $65,1 \pm 8,1$ kg y grasa corporal de $27,4 \pm 5,8$ %. El protocolo utilizó 20 g/día de creatina, divididos en 4 dosis de 5 g, y evaluó 10 sprints máximos de 6 segundos en cicloergómetro durante diferentes fases del ciclo menstrual, observando una interacción fase menstrual $\times$ suplemento en el índice de fatiga. Brooks et al. (2023), en 13 bailarinas universitarias, aplicaron 0,1 g/kg/día durante 42 días y reportaron aumento del agua corporal total de $32,2 \pm 3,5$ kg a $32,7 \pm 3,6$ kg, además de incremento de masa magra estimada por DXA de $39,8 \pm 3,6$ kg a $41,5 \pm 4,5$ kg. Zahabi et al. (2024), en 18 luchadoras junior, utilizaron 10 g/día durante 6 semanas con entrenamiento de fuerza y reportaron mejoras en peso, 1RM, potencia, agilidad e hipertrofia; mientras que Erdoğan y Aras (2025), en mujeres físicamente activas sometidas a HIIT más creatina a 10 g/día, observaron mejora de fuerza de piernas y potencia anaeróbica sin cambios relevantes en composición corporal. Estos hallazgos permiten sostener que la respuesta femenina existe, pero varía según dosis, duración, modalidad, ciclo menstrual y desenlace evaluado.

La evidencia específica sobre creatina en CrossFit todavía es reducida; sin embargo, existen estudios que permiten caracterizar el contexto deportivo y justificar la pertinencia de la intervención. Brisebois et al. (2022) realizaron un estudio transversal en 2.576 practicantes de CrossFit, de los cuales el 51,9 % fueron mujeres; el 82,2 % reportó usar suplementos y el 22,9 % consumía creatina. Este dato no demuestra eficacia, pero sí relevancia práctica, porque confirma que la creatina ya es utilizada por una proporción importante de practicantes. Lafontant et al. (2025), en 62 practicantes de entrenamiento funcional de alta intensidad, incluidos 26 mujeres, también observaron una alta frecuencia de uso de suplementos, con creatina entre los productos más empleados. Por tanto, el presente estudio no evalúa una intervención ajena al entorno deportivo, sino una

práctica ya instalada que necesita control de dosis, seguimiento y medición objetiva de resultados.

Otros estudios permiten fundamentar por qué CrossFit es una modalidad adecuada para evaluar potencia, fuerza y rendimiento funcional. Menargues-Ramírez et al. (2022) estudiaron 27 atletas de CrossFit, 19 hombres y 8 mujeres, y encontraron una correlación elevada entre masa muscular y CrossFit Total, con $r = 0,876$, lo que vincula composición corporal y rendimiento funcional. Meier et al. (2022), en 27 practicantes no élite, observaron que durante sesiones de CrossFit se alcanzaban intensidades iguales o superiores al 91 % de la frecuencia cardíaca máxima, especialmente en el WOD, confirmando una elevada demanda cardiovascular y metabólica. Durkalec-Michalski et al. (2022), en 20 practicantes de CrossFit, 12 mujeres y 8 hombres, mostraron que una intervención nutricional de 4 semanas podía modificar variables de fuerza y rendimiento funcional, como trabajo al 70 % de 1RM y pruebas tipo Fight Gone Bad. Además, estudios con otros suplementos en CrossFit, como Devrim-Lanpir et al. (2024) con citrulina malato, Safari et al. (2025) en atletas femeninas eumenorreicas y Triviño et al. (2026) con fenilcapsaicina, demuestran que los diseños con placebo, pruebas funcionales, WODs y control del ciclo menstrual son viables en esta modalidad, aunque no todos los suplementos generen mejoras significativas.

La dosificación de creatina es uno de los aspectos más relevantes para este proyecto, porque el protocolo propuesto no utiliza una dosis fija, sino una dosis relativa al peso corporal. Kreider et al. (2017), en el posicionamiento de la International Society of Sports Nutrition, describen como esquema clásico una fase de carga de aproximadamente 20 g/día durante 5 a 7 días, generalmente dividida en 4 dosis de 5 g, seguida de mantenimiento de 3 a 5 g/día. Antonio et al. (2021) también reconocen esquemas prácticos de 3–5 g/día y dosis relativas cercanas a 0,1 g/kg/día. En este marco, la dosis propuesta de 0,05 g/kg/día se ubica como una estrategia de mantenimiento bajo-moderado: una atleta de 50 kg recibiría 2,5 g/día; una de 60 kg, 3 g/día; una de 70 kg, 3,5 g/día; y una de 80 kg, 4 g/día. Es decir, se mantiene dentro del rango habitual de mantenimiento, pero con ajuste proporcional, evitando administrar la misma cantidad a atletas con diferente peso corporal.

Los estudios experimentales permiten comparar esta dosis con protocolos

previos. Brooks et al. (2023) utilizaron una dosis relativa mayor, 0,1 g/kg/día durante 42 días, y observaron cambios en agua corporal total y masa magra estimada en bailarinas universitarias. Kresta et al. (2014) usaron dosis relativas en mujeres recreativamente activas, con una fase de carga de 0,3 g/kg/día y mantenimiento de 0,1 g/kg/día durante 28 días, demostrando que la dosificación en g/kg/día ya ha sido aplicada en población femenina. Dinan et al. (2022), en 34 atletas universitarios entrenados, administraron 5 g/día durante 8 semanas y reportaron aumento de masa libre de grasa de 1,34 kg y mejora de fuerza de tren inferior de 7,32 kg, sin ventaja clara del consumo antes o después del entrenamiento. Meixner et al. (2025), con 20 g/día durante 5 días en 25 ciclistas entrenados, observaron mejora del trabajo en sprint de 15 segundos y aumento de masa libre de grasa, mientras que Quiroz et al. (2025), en un piloto de 6 participantes, comparó creatina diaria frente a creatina solo en días de entrenamiento durante 12 semanas, sugiriendo que la frecuencia diaria puede ser relevante para sostener adaptaciones musculares. Frente a estos antecedentes, el protocolo de 0,05 g/kg/día durante 6 semanas se presenta como una alternativa más conservadora, personalizada y aplicable al contexto real de atletas femeninas de CrossFit.

La potencia anaeróbica y el sprint de 30 segundos se fundamentan en pruebas tipo Wingate, ampliamente utilizadas para valorar potencia pico, potencia media, potencia relativa e índice de fatiga. Castañeda-Babarro (2021) revisó las variables metodológicas del test Wingate y destacó que la potencia media relativa es especialmente útil porque ajusta el rendimiento al peso corporal, permitiendo comparar sujetos de diferente masa. Este punto es directamente aplicable al presente estudio, porque el sprint de 30 segundos en bicicleta de aire busca medir no solo la potencia absoluta, sino la capacidad de producir y sostener potencia en relación con el peso de cada atleta. Da Silva et al. (2026) evaluaron creatina monohidrato en adultos jóvenes activos mediante ciclismo tipo Wingate y reportaron mejora del rendimiento físico, aunque sin cambios en función cognitiva. Meixner et al. (2025), en 25 ciclistas entrenados, incluidos 5 mujeres, administraron 20 g/día durante 5 días y observó incremento del trabajo en sprint de 15 segundos y de masa libre de grasa, sin cambios relevantes en lactato, lo que sugiere un efecto más vinculado con la disponibilidad fosfagénica que con la contribución glucolítica.

En fuerza y rendimiento funcional, la evidencia sugiere que la creatina puede favorecer tareas multiarticulares, aunque la magnitud de respuesta depende del sexo, dosis, duración y entrenamiento. Kazeminasab et al. (2025) reportaron, en una revisión sistemática y metaanálisis, que la creatina mejora fuerza y potencia de tren superior e inferior, especialmente cuando se combina con entrenamiento de fuerza; no obstante, los efectos fueron más consistentes en hombres jóvenes que en mujeres. Zahabi et al. (2024), en 18 luchadoras junior, encontró mejoras en 1RM, potencia, agilidad e hipertrofia tras 6 semanas con 10 g/día de creatina más entrenamiento de fuerza, lo que aporta una referencia útil por población femenina, duración y variables de fuerza-potencia. Yamaguchi et al. (2025), mediante un ensayo doble ciego, aleatorizado y placebo-controlado, observó que la creatina favoreció la recuperación de la contracción voluntaria máxima y redujo la rigidez muscular tras daño muscular inducido por ejercicio excéntrico. Aunque estos estudios no son específicos de CrossFit femenino, respaldan la evaluación de sentadilla trasera 3RM y potencia media relativa como desenlaces funcionales, debido a que ambos dependen de producción de fuerza, recuperación neuromuscular y capacidad de trabajo bajo fatiga.

Las brechas metodológicas de la literatura se concentran en cinco aspectos. Primero, la evidencia femenina sigue siendo limitada: Tam et al. (2025) identificaron 10.563 registros iniciales, pero solo 27 estudios cumplieron criterios en mujeres activas, con resultados inconsistentes en fuerza/potencia, rendimiento anaeróbico y rendimiento aeróbico. Segundo, el control del ciclo menstrual continúa siendo variable; Gordon et al. (2023) mostró que la fase menstrual puede interactuar con la suplementación en indicadores como índice de fatiga, mientras que estudios como Oğul et al. (2021) reportaron diferencias puntuales en potencia mínima Wingate según fase del ciclo, sin cambios uniformes en todas las variables. Tercero, la mayoría de estudios utiliza muestras mixtas, pequeñas o de modalidades distintas al CrossFit, por lo que la transferencia hacia atletas femeninas de entrenamiento funcional debe realizarse con prudencia.

Cuarto, existe una brecha aplicada en CrossFit: Brisebois et al. (2022) reportó que el 22,9 % de practicantes consume creatina, pero los estudios experimentales específicos con creatina monohidrato aislada en mujeres de CrossFit siguen siendo

escasos. Quinto, la dosificación no está completamente resuelta; los protocolos varían entre cargas de 20 g/día, dosis fijas de 5–10 g/día y dosis relativas de 0,1–0,3 g/kg/día, mientras que existen menos datos sobre dosis relativas conservadoras como 0,05 g/kg/día durante 6 semanas. En consecuencia, el presente estudio aporta al evaluar una suplementación personalizada, entendida como dosis ajustada al peso corporal, en atletas femeninas de CrossFit, mediante un diseño longitudinal pretest-posttest sin grupo control, con mediciones de potencia media relativa y rendimiento funcional en un contexto real de entrenamiento.

2.2. Marco Conceptual

Creatina: La creatina es un compuesto nitrogenado producido de forma endógena a partir de aminoácidos como arginina, glicina y metionina, y almacenado principalmente en el músculo esquelético. También puede obtenerse mediante la dieta, especialmente a partir de alimentos de origen animal, y participa en procesos relacionados con la disponibilidad rápida de energía muscular (Smith-Ryan et al., 2021).

Creatina monohidrato: La creatina monohidrato es la forma suplementaria de creatina más estudiada en nutrición deportiva. Su uso se ha relacionado con el aumento de las reservas intramusculares de creatina total y fosfocreatina, así como con mejoras en ejercicios de fuerza, potencia y esfuerzos repetidos de alta intensidad (Kreider et al., 2017).

Fosfocreatina: La fosfocreatina es una forma fosforilada de la creatina almacenada en el músculo esquelético. Su función principal es donar un grupo fosfato para favorecer la resíntesis rápida de adenosín trifosfato durante esfuerzos musculares breves e intensos (Wax et al., 2021).

Sistema ATP-fosfocreatina: El sistema ATP-fosfocreatina es una vía energética anaeróbica de rápida disponibilidad que permite la resíntesis inmediata de adenosín trifosfato durante esfuerzos máximos o casi máximos de corta duración. Este sistema tiene especial participación en acciones explosivas, sprints, levantamientos y esfuerzos intermitentes de alta intensidad (Forbes et al., 2023).

Suplementación ergogénica

La suplementación ergogénica corresponde al uso de sustancias nutricionales destinadas a mejorar el rendimiento deportivo, la recuperación, la adaptación al entrenamiento o la capacidad de sostener esfuerzos físicos específicos. En atletas femeninas, su indicación debe considerar necesidades nutricionales, estado fisiológico, composición corporal, tipo de deporte y contexto de entrenamiento (Sims et al., 2023).

Dosis personalizada: La dosis personalizada se refiere a la cantidad de una sustancia o suplemento ajustada según características individuales del sujeto, como peso corporal, composición corporal, tolerancia, objetivo deportivo o respuesta esperada. En suplementación con creatina, los estudios dosis-respuesta permiten valorar la relación entre cantidad administrada, duración del protocolo y cambios en composición corporal o rendimiento (Pashayee-Khamene et al., 2024).

Dosis relativa al peso corporal: La dosis relativa al peso corporal es una forma de prescripción expresada en gramos por kilogramo de peso corporal al día. En creatina, este enfoque se ha utilizado tanto en protocolos de carga como de mantenimiento, permitiendo ajustar la cantidad administrada al tamaño corporal del individuo (Antonio et al., 2021).

CrossFit o entrenamiento funcional de alta intensidad: El entrenamiento funcional de alta intensidad se caracteriza por ejercicios multiarticulares, constantemente variados y ejecutados a alta intensidad. Integra patrones de fuerza, potencia, resistencia muscular, acondicionamiento metabólico y habilidades gimnásticas dentro de sesiones estructuradas de entrenamiento (Feito et al., 2018).

Potencia media relativa: La potencia media relativa es una variable que expresa la potencia promedio generada durante una prueba física en relación con el peso corporal del evaluado. En pruebas anaeróbicas, permite analizar la capacidad de sostener producción de potencia durante un intervalo determinado y facilita la comparación entre sujetos con diferente masa corporal (Castañeda-Babarro, 2021).

Rendimiento funcional: El rendimiento funcional se define como la capacidad de ejecutar tareas físicas integradas que combinan fuerza, potencia, resistencia muscular, coordinación y eficiencia motora. En CrossFit, este rendimiento suele evaluarse mediante pruebas o entrenamientos que integran movimientos funcionales,

carga externa y exigencia metabólica (Menargues-Ramírez et al., 2022).

Fuerza funcional: La fuerza funcional es la capacidad de producir fuerza en patrones de movimiento aplicables a tareas deportivas o funcionales. En el entrenamiento de fuerza y potencia, se relaciona con ejercicios multiarticulares que involucran grandes grupos musculares y requieren control técnico durante la ejecución (Kazeminasab et al., 2025).

Sprint de 30 segundos o prueba anaeróbica: El sprint de 30 segundos es una prueba de esfuerzo máximo utilizada para valorar rendimiento anaeróbico, potencia pico, potencia media, índice de fatiga y potencia relativa. Su estructura se relaciona con pruebas tipo Wingate, empleadas para evaluar la capacidad de generar y sostener potencia durante esfuerzos breves de alta intensidad (Da Silva et al., 2026).

3RM en sentadilla trasera: El 3RM en sentadilla trasera corresponde a la carga máxima que una persona puede movilizar correctamente durante tres repeticiones consecutivas. Esta prueba se utiliza como estimador práctico de fuerza del tren inferior en contextos de entrenamiento de resistencia y fuerza (Dinan et al., 2022).

Ciclo menstrual y rendimiento: El ciclo menstrual es un proceso fisiológico caracterizado por fluctuaciones hormonales que pueden relacionarse con cambios en percepción de esfuerzo, recuperación, fatiga, dolor, sueño y rendimiento físico. En estudios con mujeres activas, su registro permite controlar una posible fuente de variabilidad en pruebas de fuerza, potencia o sprint (Gordon et al., 2023).

Adherencia a la suplementación: La adherencia a la suplementación es el grado de cumplimiento del protocolo indicado respecto a dosis, frecuencia, duración y forma de consumo. En estudios con deportistas, permite valorar si la intervención fue seguida correctamente y si los resultados pueden atribuirse de manera más válida al protocolo administrado (García et al., 2025).

2.3.Marco Teórico

2.3.1. Bases fisiológicas de la creatina y el sistema ATP-fosfocreatina

La creatina es un compuesto nitrogenado sintetizado principalmente en hígado, riñón y páncreas a partir de arginina, glicina y metionina. Posteriormente, es

transportada por vía sanguínea hacia tejidos con alta demanda energética, especialmente el músculo esquelético. En el músculo, una parte se encuentra como creatina libre y otra como fosfocreatina. Esta última cumple una función decisiva durante esfuerzos de alta intensidad, ya que permite transferir rápidamente un grupo fosfato al adenosín difosfato para regenerar adenosín trifosfato. En términos fisiológicos, la utilidad de la creatina depende de su capacidad para aumentar el reservorio muscular de creatina total y fosfocreatina disponible para esfuerzos breves, explosivos y repetidos (Wax et al., 2021; Kreider et al., 2017).

El adenosín trifosfato es la molécula inmediata de energía para la contracción muscular, pero sus reservas intramusculares son reducidas y se agotan con rapidez durante esfuerzos máximos. Por esta razón, el sistema ATP-fosfocreatina actúa como una vía de emergencia energética en los primeros segundos de actividad intensa. Su participación es especialmente alta en sprints, levantamientos pesados, saltos, cambios de dirección, arranques explosivos y esfuerzos intermitentes. En CrossFit, esta vía resulta importante porque muchos entrenamientos combinan levantamientos, repeticiones rápidas, empujes, tracciones, ejercicios gimnásticos y transiciones de alta exigencia, donde la atleta necesita producir potencia de forma repetida y bajo fatiga.

Aunque el sistema ATP-fosfocreatina predomina durante los primeros segundos del esfuerzo, no actúa de manera aislada. Durante una prueba de 30 segundos, como un sprint máximo en bicicleta de aire, existe una contribución inicial fosfagénica, seguida de una participación creciente de la glucólisis anaeróbica y, en menor proporción, del metabolismo oxidativo. Por ello, la creatina no debe interpretarse como un suplemento que “elimina” la fatiga, sino como una ayuda que puede mejorar la disponibilidad inicial de energía y favorecer la resíntesis parcial de fosfocreatina entre esfuerzos. Esta condición puede ser útil cuando la prueba exige sostener potencia durante varios segundos y no únicamente realizar una acción explosiva aislada.

La fosfocreatina tiene además una función amortiguadora dentro de la célula muscular, porque ayuda a mantener la concentración de ATP durante momentos de alta demanda. Cuando se incrementan las reservas intramusculares de creatina, se amplía el potencial para regenerar ATP con mayor rapidez. Esta base fisiológica explica por qué

la creatina ha mostrado mayor utilidad en esfuerzos breves, repetidos e intensos que en ejercicios continuos de baja intensidad. En el contexto de esta tesis, la potencia media relativa no depende solo de producir un pico inicial de potencia, sino de sostener una producción promedio durante toda la prueba; por tanto, el sistema ATP-fosfocreatina se vincula directamente con el desenlace principal del estudio.

La relación entre creatina y rendimiento funcional también debe entenderse desde la recuperación entre esfuerzos. En entrenamientos tipo CrossFit, las pausas suelen ser incompletas y la atleta debe repetir acciones con alta demanda neuromuscular. Si la fosfocreatina se resintetiza de manera más eficiente entre repeticiones o bloques de trabajo, podría disminuir la pérdida de rendimiento durante el esfuerzo. Por este motivo, la creatina tiene sentido fisiológico no solo en fuerza máxima, sino también en pruebas funcionales donde se combinan fuerza, potencia, resistencia muscular y capacidad de sostener trabajo.

2.3.2. Creatina monohidrato como ayuda ergogénica: evidencia, seguridad y mecanismos de acción

La creatina monohidrato es una de las ayudas ergogénicas más estudiadas en nutrición deportiva. Su mecanismo principal consiste en aumentar las reservas musculares de creatina total y fosfocreatina, lo que mejora la disponibilidad energética inmediata durante esfuerzos intensos. A nivel práctico, esto puede expresarse como mayor capacidad para realizar repeticiones, sostener potencia, mejorar el volumen de trabajo, acelerar la recuperación entre series o disminuir la pérdida de rendimiento durante esfuerzos repetidos. Las revisiones recientes la ubican como una intervención con utilidad en fuerza, potencia, sprint, recuperación y ejercicios intermitentes de alta intensidad (Wax et al., 2021; Forbes et al., 2023).

El efecto ergogénico de la creatina no depende únicamente de una mejora aguda. En muchos casos, el beneficio aparece porque el atleta puede tolerar mayor volumen o calidad de entrenamiento durante varias semanas. Esto significa que la creatina puede actuar de forma directa, mejorando la disponibilidad energética, y de forma indirecta, facilitando adaptaciones al entrenamiento cuando se combina con cargas de fuerza o potencia. En una atleta de CrossFit, esta distinción es relevante porque el rendimiento

funcional depende de la acumulación de entrenamiento, la técnica, la fuerza del tren inferior, la masa muscular funcional y la capacidad de repetir esfuerzos intensos.

La seguridad de la creatina es un punto fundamental para justificar su uso en una investigación experimental. Históricamente se han planteado preocupaciones sobre daño renal, retención hídrica perjudicial, calambres, deshidratación o alteraciones digestivas. Sin embargo, las revisiones contemporáneas señalan que, en personas sanas y con dosis adecuadas, la creatina monohidrato no se asocia de forma consistente con daño renal ni hepático. Incluso cuando puede observarse elevación de creatinina sérica, esta no debe interpretarse de manera automática como deterioro renal, porque la creatinina es un producto del metabolismo de la creatina. Por ello, en estudios con deportistas sanas, la seguridad debe analizarse considerando el contexto clínico y no solo un biomarcador aislado (Longobardi et al., 2025; Kreider et al., 2025; Tsiaras et al., 2026).

En cuanto a efectos secundarios, los más reportados suelen ser molestias gastrointestinales, sensación de pesadez o aumento de peso corporal, sobre todo cuando se emplean dosis altas o fases de carga. Este aumento de peso no debe interpretarse necesariamente como un efecto adverso; con frecuencia se relaciona con mayor contenido de agua intracelular y aumento de creatina intramuscular. No obstante, para una prueba de potencia relativa, este punto tiene relevancia metodológica: si una atleta aumenta peso corporal, la potencia absoluta puede mejorar, pero la potencia expresada por kilogramo puede modificarse de manera diferente. Por esta razón, la presente tesis evalúa potencia media relativa y no solo potencia absoluta.

La creatina monohidrato se considera además una opción práctica por su bajo costo relativo, estabilidad, disponibilidad y respaldo científico. Frente a otros suplementos multiingredientes, permite aislar mejor el efecto de la intervención. En este estudio, esta característica es importante porque la investigación no busca evaluar una mezcla de ayudas ergogénicas, sino el efecto de un suplemento específico administrado bajo una dosis individualizada. Así, el diseño experimental gana claridad, y los resultados podrán interpretarse con menor confusión respecto a otros compuestos como cafeína, beta-alanina, bicarbonato o citrulina.

2.3.3. Protocolos de suplementación: carga, mantenimiento, dosis bajas y dosis relativas al peso corporal

Los protocolos de creatina suelen organizarse en dos grandes estrategias: fase de carga seguida de mantenimiento, o consumo diario sin carga. El esquema clásico de carga utiliza aproximadamente 20 g/día durante 5 a 7 días, usualmente divididos en 4 tomas de 5 g, seguido de una fase de mantenimiento de 3 a 5 g/día. Otra forma de prescripción expresa la dosis en relación con el peso corporal, por ejemplo, 0,3 g/kg/día en fases de carga y cantidades menores durante mantenimiento. Estas estrategias buscan elevar las reservas intramusculares de creatina en menor tiempo, aunque pueden incrementar la posibilidad de molestias digestivas o aumento rápido de peso corporal (Kreider et al., 2017; Antonio et al., 2021).

El protocolo de esta tesis utiliza una lógica distinta: 0,05 g/kg/día durante seis semanas. Esta dosis se ubica dentro de una estrategia de mantenimiento bajo-moderada, pero ajustada al peso corporal. En términos prácticos, una atleta de 50 kg recibiría 2,5 g/día; una de 60 kg, 3,0 g/día; una de 70 kg, 3,5 g/día; y una de 80 kg, 4,0 g/día. Esto significa que la mayoría de las participantes recibiría una cantidad cercana al rango habitual de mantenimiento, pero sin aplicar una dosis fija idéntica para todas.

La ventaja metodológica de la dosis relativa es que reduce la desproporción que ocurre cuando se prescribe una cantidad fija. Por ejemplo, 5 g/día representan 0,10 g/kg/día en una atleta de 50 kg, pero solo 0,062 g/kg/día en una atleta de 80 kg. En cambio, una dosis de 0,05 g/kg/día mantiene la proporcionalidad entre peso corporal y cantidad administrada. Esta decisión resulta coherente con un estudio en mujeres deportistas, donde puede existir variabilidad en peso corporal, masa muscular, composición corporal y tolerancia gastrointestinal.

Los antecedentes muestran que existen protocolos con dosis superiores. Brooks et al. (2023) utilizaron 0,1 g/kg/día durante 42 días en 13 bailarinas universitarias y reportaron aumento del agua corporal total de 32,2 a 32,7 kg y de la masa magra estimada por DXA de 39,8 a 41,5 kg. Zahabi et al. (2024) emplearon 10 g/día durante seis semanas en 18 luchadoras junior, con mejoras en 1RM, potencia, agilidad e hipertrofia. Dinan et al. (2022), con 5 g/día durante ocho semanas en 34 atletas

universitarios entrenados, reportaron aumento de masa libre de grasa de 1,34 kg y mejora de fuerza de tren inferior de 7,32 kg. Estos valores son útiles para la discusión, porque el protocolo de esta tesis usa una dosis menor que muchos estudios previos, pero con ajuste individualizado.

La decisión de no utilizar fase de carga también tiene una justificación práctica. Una carga de 20 g/día puede acelerar la saturación muscular, pero no siempre es necesaria cuando el objetivo es evaluar una intervención de varias semanas. Además, en mujeres de CrossFit, un aumento rápido del peso corporal podría interferir en la percepción de rendimiento, la comodidad durante los entrenamientos o el cálculo de potencia relativa. Por esta razón, una dosis de 0,05 g/kg/día permite evaluar una estrategia más conservadora, potencialmente más tolerable y aplicable a la práctica real de nutrición deportiva.

La duración de seis semanas es adecuada para observar cambios funcionales preliminares sin exigir una intervención prolongada. Varios estudios incluidos en los antecedentes utilizan periodos entre 28 y 42 días, mientras otros aplican cargas de pocos días para desenlaces de sprint. La presente tesis se ubica entre ambos enfoques: no busca una respuesta aguda inmediata, sino un efecto acumulativo moderado, medido en potencia media relativa y rendimiento funcional. Si se observan mejoras, el hallazgo sugerirá que una dosis relativa baja puede ser suficiente para inducir cambios útiles; si no se observan, la discusión deberá considerar si la ausencia de fase de carga o la dosis conservadora limitaron la magnitud del efecto.

2.3.4. Creatina y rendimiento en mujeres: particularidades fisiológicas, evidencia disponible y brechas

El estudio de la creatina en mujeres requiere un análisis específico porque la evidencia histórica ha estado dominada por muestras masculinas o mixtas. Las mujeres pueden diferir en masa muscular absoluta, ingesta dietética de creatina, distribución de masa magra, concentración hormonal, respuesta perceptiva al entrenamiento, disponibilidad energética y composición corporal. Esto no significa que la creatina funcione de manera opuesta entre sexos, sino que la magnitud y la expresión del efecto pueden variar. Por tanto, extrapolar directamente resultados masculinos a mujeres

puede generar recomendaciones incompletas.

Smith-Ryan et al. (2021) señalan que la creatina puede tener relevancia en mujeres a lo largo del ciclo vital, con posibles beneficios en masa magra, fuerza, fatiga y salud muscular. Un elemento importante es que algunas mujeres podrían presentar menor ingesta dietética de creatina, especialmente si consumen poca carne o pescado. En ese contexto, la suplementación podría tener un efecto más evidente en aquellas con reservas basales menores. Para esta tesis, este punto es importante porque las atletas femeninas de CrossFit pueden tener patrones dietéticos distintos, y la respuesta individual podría depender del consumo habitual de alimentos fuente de creatina.

Tam et al. (2025) identificaron 27 estudios en mujeres activas, con resultados heterogéneos. Según la matriz bibliográfica utilizada, solo una parte de los estudios reportó mejoras en fuerza, potencia o variables anaeróbicas frente a placebo, y los autores resaltaron limitaciones como diversidad de dosis, tipos de entrenamiento, nivel deportivo y bajo control de variables hormonales. Esta revisión es clave para la presente investigación porque demuestra que el problema no es la ausencia total de evidencia, sino su falta de precisión para orientar protocolos aplicados en mujeres deportistas.

Gordon et al. (2023) aportan un elemento metodológico de alto valor al estudiar creatina en mujeres activas a lo largo del ciclo menstrual mediante un ensayo doble ciego con placebo. Aunque no todos los desenlaces mostraron diferencias concluyentes, el estudio demuestra que la fase menstrual puede ser incorporada dentro del diseño de investigaciones con creatina. Esto resulta especialmente pertinente para el presente proyecto, donde la evaluación de potencia media relativa y rendimiento funcional podría verse influida por fatiga, dolor menstrual, sueño, percepción de esfuerzo o cambios en la recuperación.

La evidencia en mujeres también muestra que los cambios de composición corporal deben interpretarse con cautela. Brooks et al. (2023) observaron aumento de agua corporal total y masa magra estimada en bailarinas universitarias tras 42 días de creatina a 0,1 g/kg/día. Este hallazgo no debe traducirse automáticamente como hipertrofia muscular estructural; parte del incremento puede deberse a mayor agua intracelular. Para la tesis, este punto es central porque una atleta puede mejorar su

capacidad de trabajo y, al mismo tiempo, mostrar un aumento ligero de peso corporal que modifique la potencia relativa.

Los estudios con mujeres deportistas en otras modalidades aportan datos comparables. Zahabi et al. (2024) reportaron mejoras en 1RM, potencia, agilidad e hipertrofia en 18 luchadoras junior con 10 g/día durante seis semanas. Ramirez-Campillo et al. (2016), aunque más antiguo, mostró que la combinación de creatina y entrenamiento pliométrico podía mejorar saltos y sprint repetido en futbolistas mujeres. Estos hallazgos son aplicables de forma indirecta al CrossFit, porque comparten demandas de potencia, fuerza del tren inferior y acciones repetidas, aunque la modalidad deportiva y el patrón de entrenamiento sean distintos.

En términos de brecha científica, el punto más importante es que aún existen pocos estudios en mujeres que combinen creatina, entrenamiento funcional de alta intensidad, dosis relativa y pruebas aplicadas al deporte. Por ello, esta tesis no pretende repetir una pregunta general, sino precisar el análisis en un grupo concreto: atletas femeninas de CrossFit, bajo una dosis personalizada de 0,05 g/kg/día, durante seis semanas, con medición pretest-posttest de potencia media relativa y rendimiento funcional.

2.3.5. Creatina en CrossFit, functional fitness y entrenamiento de alta intensidad

El CrossFit se clasifica dentro del entrenamiento funcional de alta intensidad, caracterizado por movimientos multiarticulares, constantemente variados y ejecutados con alta exigencia. Integra ejercicios de levantamiento olímpico, powerlifting, gimnasia, acondicionamiento metabólico, carrera, remo, bicicleta y movimientos con carga externa o peso corporal. Esta combinación hace que el rendimiento dependa de varias capacidades físicas al mismo tiempo: fuerza máxima, potencia, resistencia muscular, eficiencia técnica, tolerancia a la fatiga y recuperación entre esfuerzos.

La pertinencia de estudiar creatina en CrossFit se refuerza porque su uso ya está presente en la práctica real. Brisebois et al. (2022) reportaron en 2.576 practicantes de CrossFit, con 51,9 % de mujeres, que el 82,2 % utilizaba suplementos y que el 22,9 % consumía creatina. Este dato no demuestra eficacia, pero sí relevancia práctica: la creatina ya se consume dentro de esta población, aunque muchas veces sin control de

dosís, sin seguimiento y sin evaluación objetiva de rendimiento. Por tanto, investigar su efecto con un protocolo personalizado permite trasladar una práctica frecuente hacia un análisis más científico.

Los estudios de composición corporal y rendimiento en CrossFit también justifican el enfoque funcional. Menargues-Ramírez et al. (2022) evaluaron 27 atletas de CrossFit, incluidos 8 mujeres, y observaron una correlación elevada entre masa muscular y CrossFit Total, con $r = 0,876$. Este dato es importante porque muestra que la masa muscular se relaciona con el rendimiento en pruebas de fuerza propias del deporte. Si la creatina favorece la masa libre de grasa, el volumen de entrenamiento o la fuerza del tren inferior, podría influir indirectamente en el rendimiento funcional.

Meier et al. (2022) mostraron que las sesiones de CrossFit pueden alcanzar intensidades iguales o superiores al 91 % de la frecuencia cardíaca máxima, especialmente durante el WOD. Esto indica que el CrossFit no es solo fuerza ni solo resistencia, sino una modalidad de alta carga interna con alternancia de sistemas energéticos. En consecuencia, la creatina puede tener sentido en los momentos donde predominan esfuerzos explosivos, sprints, levantamientos o repeticiones intensas, aunque no explique por sí sola todo el rendimiento de una sesión.

La evidencia directa sobre creatina en CrossFit femenino sigue siendo limitada. Por ello, algunos estudios con otros suplementos en CrossFit sirven como referencia metodológica, no como prueba del efecto de creatina. Investigaciones con citrulina, cafeína, fenilcapsaicina, chocolate oscuro o suplementos multiingredientes han utilizado WODs, pruebas de sentadilla, salto, carga interna, percepción de esfuerzo o dolor muscular. Estos diseños muestran que es posible estudiar ayudas ergogénicas en CrossFit con pruebas funcionales, pero también evidencian que no todos los suplementos producen mejoras significativas. Esa precaución es necesaria para evitar afirmaciones anticipadas.

En esta tesis, la creatina se ubica dentro de una pregunta más precisa: si una dosis relativa de mantenimiento puede mejorar potencia media relativa y rendimiento funcional en mujeres que entrenan CrossFit. La modalidad elegida es adecuada porque exige esfuerzos intermitentes, producción de potencia y fuerza funcional. No obstante,

los resultados deberán interpretarse considerando que el rendimiento en CrossFit no depende solo de la creatina, sino también de técnica, descanso, nutrición habitual, fase menstrual, experiencia de entrenamiento, motivación y familiarización con las pruebas.

2.3.6. Creatina, potencia anaeróbica y capacidad de sprint repetido

La potencia anaeróbica representa la capacidad de generar trabajo mecánico en esfuerzos breves de alta intensidad, donde predominan el sistema ATP-fosfocreatina y la glucólisis anaeróbica. En pruebas como Wingate o sprint de 30 segundos, las variables más utilizadas incluyen potencia pico, potencia media, potencia relativa e índice de fatiga. Para esta tesis, la potencia media relativa es la variable más útil porque expresa la potencia promedio en relación con el peso corporal, lo que permite comparar atletas con diferente masa corporal.

La creatina puede influir en la potencia anaeróbica porque aumenta la disponibilidad de fosfocreatina intramuscular. Durante los primeros segundos de un sprint, la fosfocreatina es esencial para mantener la resíntesis rápida de ATP. A medida que el esfuerzo continúa, la glucólisis anaeróbica aumenta su participación, pero la capacidad de iniciar con alta potencia y sostener parte de ese trabajo puede depender de la disponibilidad energética inicial. Por ello, los estudios con Wingate, sprint repetido y ciclismo de alta intensidad son especialmente relevantes para fundamentar la prueba de air bike de 30 segundos.

Da Silva et al. (2026) evaluaron creatina monohidrato en adultos jóvenes activos y reportaron mejora del rendimiento Wingate, aunque no de la función cognitiva. Este antecedente es muy cercano al desenlace de la tesis porque el Wingate mide potencia en un esfuerzo máximo de corta duración. Aunque la muestra fue mixta y no de CrossFit, aporta una base directa para esperar posibles cambios en potencia media absoluta o relativa tras suplementación.

Glaister y Rhodes (2022), mediante revisión sistemática y metaanálisis, reportaron efectos favorables de la creatina sobre la capacidad de sprint repetido. Este hallazgo se relaciona con CrossFit porque los WODs no consisten en un único esfuerzo máximo, sino en la repetición de tareas intensas con recuperación parcial. En una prueba de 30 segundos, la potencia media no depende solo de la salida explosiva, sino

de la capacidad de reducir la caída del rendimiento durante el intervalo. Por ello, si la creatina mejora la disponibilidad de fosfocreatina o la recuperación parcial entre esfuerzos, podría observarse una mejora en potencia media relativa.

Meixner et al. (2025) utilizaron 20 g/día durante 5 días en 25 ciclistas entrenados, incluidos 5 mujeres, y reportaron aumento del trabajo en sprint de 15 segundos y masa libre de grasa, sin cambios en lactato. Este resultado es fisiológicamente relevante porque sugiere un beneficio más cercano al metabolismo fosfagénico que a una mayor contribución glucolítica. Para esta tesis, el dato ayuda a interpretar la posible mejora en air bike: si se observa aumento de potencia, podría estar más relacionado con disponibilidad de fosfocreatina que con cambios de lactato o resistencia aeróbica.

No obstante, los resultados en mujeres no siempre son homogéneos. Kresta et al. (2014) utilizaron protocolos relativos de creatina y beta-alanina en 32 mujeres recreativas, incluyendo medidas tipo Wingate repetido, y reportaron beneficios variables. Esto es importante porque el sexo, el nivel de entrenamiento, la dosis, la duración y el tipo de prueba pueden modificar la respuesta. En consecuencia, la tesis debe plantear una expectativa razonable: la creatina podría mejorar potencia media relativa, pero el efecto no debe asumirse como automático ni uniforme en todas las atletas.

La prueba de air bike tiene además valor ecológico dentro de CrossFit. A diferencia de un cicloergómetro de laboratorio, la bicicleta de aire exige participación simultánea de brazos y piernas, y es una herramienta habitual en boxes de entrenamiento funcional. Esto hace que la medición sea más cercana al contexto real de las atletas. Sin embargo, también exige estandarización: ajuste del asiento, instrucciones verbales, calentamiento, familiarización, horario, descanso previo y control del esfuerzo máximo. Sin estas condiciones, la variabilidad técnica puede ocultar o exagerar el efecto de la suplementación.

2.3.7. Creatina, fuerza del tren inferior y rendimiento funcional

La fuerza del tren inferior es un componente determinante en CrossFit, porque interviene en sentadillas, levantamientos, saltos, cargadas, arrancadas, peso muerto, wall balls, thrusters y desplazamientos con carga. La creatina puede influir en la fuerza funcional por dos vías: primero, al mejorar la disponibilidad energética durante series

intensas; segundo, al favorecer la capacidad de entrenar con mayor volumen o calidad, lo que podría potenciar adaptaciones neuromusculares. Por esta razón, evaluar una prueba como 3RM en sentadilla trasera resulta coherente con el objetivo del estudio.

La sentadilla trasera es un movimiento multiarticular que involucra principalmente cuádriceps, glúteos, isquiotibiales, erectores espinales y musculatura estabilizadora del tronco. Su medición mediante 3RM ofrece una alternativa práctica al 1RM, porque permite estimar fuerza máxima con menor riesgo relativo y con una demanda más cercana a la fuerza aplicada en entrenamiento. En atletas de CrossFit, el 3RM puede reflejar fuerza funcional del tren inferior y capacidad técnica bajo carga, dos elementos relacionados con el rendimiento en WODs.

Kazeminasab et al. (2025) revisaron los efectos de la creatina sobre fuerza y potencia de tren superior e inferior, señalando que la suplementación, especialmente junto con entrenamiento de fuerza, puede mejorar levantamientos compuestos y variables de potencia. Sin embargo, los efectos no son iguales en todas las poblaciones, y los subanálisis en mujeres suelen ser más limitados. Esta precisión es importante para la tesis porque permite fundamentar el uso de la sentadilla, pero sin sobredimensionar la expectativa del efecto en mujeres.

Dinan et al. (2022) aportan datos prácticos al utilizar 5 g/día durante 8 semanas en 34 atletas universitarios entrenados. Según la matriz revisada, se observó aumento de masa libre de grasa de 1,34 kg y mejora de fuerza de tren inferior de 7,32 kg, sin que el momento de ingesta pre o post entrenamiento añadiera un beneficio determinante. Este antecedente es útil porque demuestra que la constancia diaria puede ser más importante que la hora exacta de consumo. En el protocolo actual, la adherencia diaria durante seis semanas será, por tanto, un elemento clave para interpretar cambios en rendimiento funcional.

Zahabi et al. (2024), con 18 luchadoras junior, 10 g/día durante seis semanas y entrenamiento de fuerza, reportaron mejoras en 1RM, potencia, agilidad e hipertrofia. Aunque la dosis es superior a la propuesta en esta tesis, el estudio muestra que seis semanas pueden ser suficientes para observar cambios funcionales en mujeres deportistas. Este dato será especialmente útil si las atletas de CrossFit mejoran su 3RM

o su desempeño funcional tras el protocolo de 0,05 g/kg/día.

Salem et al. (2025) evaluaron una carga aguda de 0,3 g/kg/día durante 3 días en hombres entrenados e incluyeron sentadilla, press de banca, salto con contramovimiento y dolor muscular. Los resultados reportaron mayor número de repeticiones, velocidad y potencia, además de menor dolor muscular. Aunque la muestra fue masculina, el estudio es útil de manera indirecta porque conecta creatina con sentadilla y recuperación. En la discusión, este antecedente debe manejarse con prudencia: aporta plausibilidad para fuerza funcional, pero no sustituye evidencia específica en mujeres.

El rendimiento funcional en CrossFit no depende únicamente de levantar más peso. Una atleta puede mejorar su 3RM y aun así no mejorar un WOD si su técnica, respiración, transición, resistencia muscular o tolerancia al esfuerzo no mejoran. Por ello, la creatina debe interpretarse como un componente dentro de una red de factores. Su posible efecto sobre fuerza del tren inferior puede ser relevante, pero debe analizarse junto con potencia media relativa, composición corporal, adherencia y condiciones de evaluación.

2.3.8. Creatina, composición corporal y masa libre de grasa en mujeres deportistas

La composición corporal es una variable complementaria en esta tesis, porque puede influir en la interpretación de la potencia media relativa y del rendimiento funcional. La creatina puede aumentar la masa corporal total, principalmente por incremento del contenido de agua intracelular y, en algunos casos, por mayor masa libre de grasa asociada al entrenamiento. En intervenciones cortas o moderadas, no es correcto asumir que todo aumento de masa libre de grasa represente hipertrofia muscular real; parte puede deberse a cambios hídricos.

Brooks et al. (2023) aportan un ejemplo claro. En 13 bailarinas universitarias, una dosis de 0,1 g/kg/día durante 42 días aumentó el agua corporal total de 32,2 a 32,7 kg y la masa magra estimada por DXA de 39,8 a 41,5 kg. Este hallazgo demuestra que la creatina puede modificar estimaciones corporales en mujeres entrenadas en un periodo

similar al de esta tesis. Sin embargo, también obliga a interpretar los cambios con cautela, porque el aumento de masa magra estimada puede estar influido por mayor hidratación intracelular.

Los metaanálisis recientes sobre creatina y composición corporal indican que la suplementación, especialmente combinada con entrenamiento de fuerza, puede favorecer pequeños incrementos de masa corporal y masa libre de grasa. Candow et al. (2023), Desai et al. (2024), Desai et al. (2025) y Pashayee-Khamene et al. (2024) aportan evidencia para interpretar estos cambios desde una perspectiva más amplia. El punto central para esta tesis no es demostrar hipertrofia, sino comprender cómo los cambios corporales podrían influir en la potencia relativa. Si el peso aumenta y la potencia absoluta no aumenta proporcionalmente, la potencia relativa puede no mejorar; en cambio, si la potencia aumenta más que el peso, el resultado funcional será favorable.

En mujeres deportistas, este análisis requiere especial cuidado. Algunas atletas pueden percibir el aumento de peso como negativo, especialmente en deportes donde la relación potencia-peso es importante. En CrossFit, el peso corporal puede ser una ventaja para ciertos levantamientos, pero una desventaja para movimientos gimnásticos o ejercicios donde se moviliza el propio cuerpo. Por ello, la creatina debe evaluarse no solo por su efecto sobre masa magra, sino por su efecto neto sobre rendimiento funcional.

El estado de hidratación también puede influir en mediciones por bioimpedancia, peso corporal y percepción de rendimiento. Si las evaluaciones pretest y posttest no se realizan en condiciones similares, los cambios corporales pueden reflejar variación hídrica más que adaptación real. Por esta razón, el control de horario, ingesta de líquidos, ejercicio previo, menstruación y consumo de otros suplementos es indispensable para interpretar la composición corporal y su relación con potencia media relativa.

En el presente proyecto, la composición corporal debe verse como una variable de caracterización y apoyo interpretativo. Su función no es desplazar el eje de la tesis, que se centra en potencia media relativa y rendimiento funcional, sino ayudar a explicar los resultados. Si se observan cambios en peso, masa libre de grasa o masa muscular

estimada, estos deberán discutirse en relación con la dosis, duración, adherencia y posible retención hídrica intracelular.

2.3.9. Control metodológico en estudios con mujeres: ciclo menstrual y estandarización de las mediciones

La investigación en mujeres deportistas requiere controlar fuentes de variabilidad que pueden afectar el rendimiento. Entre ellas se encuentran el ciclo menstrual, síntomas premenstruales, sueño, dolor, percepción de esfuerzo, hidratación, entrenamiento previo, ingesta de cafeína, uso de otros suplementos, hora del día y familiarización con las pruebas. Si estas condiciones no se controlan, los cambios observados pueden atribuirse de forma incorrecta a la creatina o, por el contrario, ocultar un efecto real.

El ciclo menstrual es uno de los factores más discutidos. Carmichael et al. (2021) señalan que algunas atletas reportan peor percepción de rendimiento en fase folicular temprana o lútea tardía, aunque los datos objetivos son inconsistentes. Dasa et al. (2021), en 29 atletas de deportes de equipo, evaluaron sprint, salto con contramovimiento y leg press durante seis semanas, sin encontrar diferencias significativas grupales por fase menstrual. Meignié et al. (2021) y Wen et al. (2025) también destacan que la evidencia es heterogénea. Por ello, el ciclo menstrual no debe usarse como explicación automática de todo cambio, pero sí debe registrarse como posible fuente de variabilidad.

Gordon et al. (2023) es especialmente importante porque evaluó creatina en mujeres activas durante el ciclo menstrual y mostró la necesidad de considerar la fase hormonal al interpretar variables de fatiga, recuperación y rendimiento. En la presente investigación, este antecedente se utiliza para justificar el control de la fase folicular media durante las evaluaciones, no para afirmar la existencia de placebo, aleatorización o doble ciego. De esta manera, el control del ciclo menstrual contribuyó a reducir una fuente relevante de variabilidad fisiológica dentro de un diseño longitudinal pretest-postest sin grupo control.

La estandarización de las pruebas físicas es otro eje metodológico. En una

prueba de air bike de 30 segundos, pequeñas diferencias en calentamiento, ajuste del asiento, motivación verbal o familiarización pueden modificar la potencia media. En una prueba de 3RM, la técnica, el descanso entre intentos, el orden de cargas, la profundidad de la sentadilla y la experiencia previa pueden alterar el resultado. Por ello, el protocolo debe mantener las mismas condiciones en pretest y posttest: mismo horario, mismo equipo, mismo procedimiento de calentamiento, mismo evaluador y criterios técnicos uniformes.

El control de entrenamiento previo también es necesario. Una sesión intensa en las 24 a 48 horas previas puede disminuir fuerza, potencia o rendimiento anaeróbico por fatiga residual. De igual manera, el sueño insuficiente, el dolor muscular, el consumo de cafeína o una ingesta alimentaria inadecuada pueden modificar el desempeño. En una intervención piloto, no siempre es posible controlar todos los factores de manera absoluta, pero sí registrarlos y estandarizarlos razonablemente. Esto mejora la validez interna y permite discutir limitaciones con mayor precisión.

La adherencia al suplemento debe documentarse de forma sistemática. En un protocolo de 0,05 g/kg/día durante seis semanas, olvidar tomas, cambiar horarios, consumir otros suplementos o suspender por molestias digestivas puede reducir la exposición real a creatina. Por ello, el registro de adherencia no es un trámite administrativo, sino un componente metodológico central. Si los resultados no muestran cambios significativos, una baja adherencia podría explicar parte del hallazgo; si los resultados son favorables, una adherencia alta fortalecería la interpretación causal.

3. CAPÍTULO III: Diseño Metodológico

El presente trabajo corresponde a una investigación aplicada en nutrición deportiva, orientada a evaluar cambios en potencia media relativa y rendimiento funcional en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte después de un protocolo de suplementación personalizada con creatina monohidrato. El enfoque es cuantitativo, debido a que utiliza variables medibles expresadas numéricamente y comparaciones entre mediciones pretest y posttest.

3.1. Tipo y diseño de investigación

El presente trabajo correspondió a una investigación aplicada en nutrición deportiva, orientada a analizar cambios en la potencia media relativa y en el rendimiento funcional de atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte después de un protocolo de suplementación personalizada con creatina monohidrato. El enfoque fue cuantitativo, debido a que se trabajó con variables medibles expresadas numéricamente y con comparaciones entre mediciones pretest y posttest.

El diseño fue longitudinal pretest-posttest, sin grupo control. Esta estructura metodológica permitió comparar el comportamiento de las variables antes y después de seis semanas de intervención en la muestra total. Por tanto, el análisis se centró en los cambios observados posteriores al protocolo, manteniendo una interpretación coherente con el alcance real del estudio.

Debido a la naturaleza del diseño, los resultados permiten describir variaciones en potencia media relativa, rendimiento funcional, composición corporal, adherencia y tolerancia después de la intervención. Sin embargo, la ausencia de grupo control limita la posibilidad de atribuir los cambios de manera exclusiva a la creatina monohidrato, ya que también pudieron intervenir factores como entrenamiento habitual, familiarización con las pruebas, variaciones individuales, descanso, alimentación y condiciones premedición.

3.2. Población y muestra

La población de estudio estuvo constituida por mujeres adultas que practicaban CrossFit o entrenamiento funcional tipo CrossFit de manera regular en Rocafuerte. La

muestra final estuvo integrada por 50 atletas femeninas, con edades entre 18 y 36 años. La selección fue no probabilística, de tipo intencional o por conveniencia, debido a que se realizó a partir de la accesibilidad real a las participantes, su permanencia en el centro de entrenamiento y el cumplimiento de los criterios de inclusión y exclusión.

Para fines metodológicos, se consideró nivel recreativo a las participantes que realizaban CrossFit o entrenamiento funcional entre tres y cinco días por semana, con experiencia previa registrada en meses de práctica y entrenamiento orientado principalmente al acondicionamiento físico, salud o mejora funcional. La participación en competencias oficiales de alto rendimiento no fue registrada con suficiente detalle, por lo que el nivel recreativo se interpretó a partir de la frecuencia semanal, el tiempo de práctica y el contexto de entrenamiento no profesional.

3.3. Intervención

La intervención consistió en la administración de creatina monohidrato a razón de 0,05 g/kg/día durante seis semanas. La dosis fue calculada según el peso corporal de cada participante, por lo que la personalización se entendió como ajuste proporcional por peso corporal. No se utilizó fase de carga. Esta decisión buscó aplicar una estrategia conservadora, próxima al rango bajo de mantenimiento descrito en la literatura, con el propósito de favorecer adherencia, tolerancia gastrointestinal y menor percepción de retención hídrica o aumento brusco de peso corporal. (Kreider et al., 2017; Antonio et al., 2021; Longobardi et al., 2025).

3.4. Variables e instrumentos

La potencia media relativa se evaluó mediante una prueba de sprint de 30 segundos en bicicleta de aire, expresada en watts por kilogramo de peso corporal. El rendimiento funcional se definió operacionalmente mediante la prueba de 3RM en sentadilla trasera, expresada en kilogramos, y mediante el 3RM relativo al peso corporal, expresado en kg/kg. La composición corporal se registró mediante bioimpedancia eléctrica, considerando peso, índice de masa corporal, masa muscular estimada, porcentaje de grasa corporal y grasa visceral.

3.5. Variables controladas y limitaciones de control

Durante las mediciones se controlaron condiciones previas con el propósito de reducir sesgos: horario similar de evaluación, hidratación adecuada, vejiga vacía, ausencia de cafeína antes de la medición, ausencia de alcohol en las 24 horas previas y suspensión de entrenamiento intenso el día previo. Además, las evaluaciones se realizaron en fase folicular media para disminuir la variabilidad asociada al ciclo menstrual.

Como limitaciones metodológicas se reconoció que no se controló de manera estricta el consumo proteico diario, la ingesta calórica total, el uso previo de suplementos, el consumo habitual de cafeína fuera del periodo inmediato de evaluación ni el entrenamiento externo adicional al realizado en el box. Estos factores pueden influir sobre composición corporal, fuerza, potencia, recuperación y respuesta individual al protocolo, por lo que fueron considerados al interpretar los hallazgos.

3.6. Procesamiento estadístico de la información

La información recolectada fue organizada en una base de datos digital para su codificación, depuración y análisis. Las variables cualitativas se describieron mediante frecuencias y porcentajes, mientras que las variables cuantitativas se presentaron mediante media y desviación estándar. Para las comparaciones pretest-posttest se utilizaron pruebas para muestras relacionadas. En las tablas de resultados se reportaron media $\pm$ desviación estándar, valor p y tamaño del efecto, con el propósito de interpretar no solo la significancia estadística, sino también la magnitud de los cambios observados.

4. CAPÍTULO IV: Análisis e Interpretación de Resultados

4.1. Organización del análisis de resultados

Este capítulo presenta los resultados obtenidos en 50 atletas femeninas de CrossFit evaluadas antes y después del periodo de intervención. El análisis se desarrolló según el diseño metodológico definido para el estudio, es decir, mediante comparación pretest-posttest de la muestra total. Esta organización permite describir los cambios observados después del protocolo de suplementación, manteniendo una interpretación coherente con un estudio longitudinal sin grupo control.

Los resultados se organizan de acuerdo con los objetivos específicos de la investigación. Las variables cuantitativas se presentan mediante media y desviación estándar, mientras que las comparaciones pretest-posttest incluyen el valor p y el tamaño del efecto. De esta manera, el análisis no se limita a identificar significancia estadística, sino que también permite valorar la magnitud de los cambios observados en las variables de composición corporal, potencia media relativa, rendimiento funcional, adherencia y tolerancia.

4.2. Resultados del objetivo específico 1: caracterización basal de las atletas

El primer objetivo específico buscó caracterizar las condiciones basales de las atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte. La muestra estuvo integrada por 50 participantes, con edades entre 18 y 36 años, entrenamiento regular de tres a cinco días por semana y nivel clasificado operativamente como recreativo a partir del contexto de entrenamiento, frecuencia semanal y experiencia de práctica.

Tabla 2 Características basales de las atletas

Variable	Media $\pm$ DE	Mínimo	Máximo
Edad (años)	28,38 $\pm$ 5,53	18,00	36,00
Tiempo de práctica de CrossFit (meses)	8,40 $\pm$ 4,58	2,00	18,00
Frecuencia de entrenamiento (días/semana)	4,34 $\pm$ 0,77	3,00	5,00
Peso pretest (kg)	69,56 $\pm$ 14,26	47,00	101,20
Talla (cm)	160,52 $\pm$ 6,44	145,00	173,00
IMC pretest (kg/m ²)	26,98 $\pm$ 5,20	18,75	38,95

Masa muscular pretest (kg)	31,83 ± 4,83	21,60	42,80
Grasa corporal pretest (%)	29,99 ± 6,15	19,80	41,90
Grasa visceral pretest	6,26 ± 3,08	2,00	13,00
Potencia media relativa pretest (W/kg)	6,08 ± 0,46	5,20	7,10
3RM sentadilla pretest (kg)	157,00 ± 39,28	90,00	250,00
3RM relativo pretest (kg/kg)	2,27 ± 0,44	1,40	3,20

Nota. DE = desviación estándar; IMC = índice de masa corporal; 3RM = tres repeticiones máximas. Los valores describen la línea basal de las 50 participantes.

La Tabla 2 muestra que la muestra correspondió a mujeres adultas jóvenes, con práctica regular de CrossFit y experiencia deportiva variable. El IMC promedio se ubicó en rango de sobrepeso; sin embargo, en población físicamente activa este indicador debe interpretarse junto con masa muscular y porcentaje de grasa corporal. Las variables funcionales iniciales permiten establecer el punto de partida para la comparación Post-intervención.

Tabla 3 Distribución categórica basal de la muestra

Variable	Categoría	n	%
Nivel operativo de entrenamiento	Recreativo	49	98,00
Nivel operativo de entrenamiento	Intermedio	1	2,00
Categoría IMC pretest	Normopeso	20	40,00
Categoría IMC pretest	Sobrepeso	18	36,00
Categoría IMC pretest	Obesidad	12	24,00
Fase del ciclo menstrual pretest	Folicular media	50	100,00
Síntomas menstruales pretest	Ninguno	33	66,00
Síntomas menstruales pretest	Leve	15	30,00
Síntomas menstruales pretest	Moderado	2	4,00

Nota. El nivel recreativo se definió operativamente por frecuencia semanal, tiempo de práctica y contexto de entrenamiento no profesional. La participación competitiva formal no fue registrada con suficiente detalle.

La Tabla 3 complementa la caracterización basal. La mayoría de las participantes fue clasificada como recreativa de manera operativa. Todas las evaluaciones se realizaron en fase folicular media, lo que redujo una posible fuente de variabilidad

fisiológica asociada al ciclo menstrual.

4.3.Resultados del objetivo específico 2: potencia media relativa antes y después del protocolo

El segundo objetivo específico se orientó a medir la potencia media relativa antes y después del protocolo. La evaluación se realizó mediante sprint de 30 segundos en bicicleta de aire, registrando potencia media absoluta, potencia media relativa, potencia pico e índice de fatiga.

Tabla 4 Potencia anaeróbica pretest-posttest en la muestra total

Variable	Pretest Media $\pm$ DE	Posttest Media $\pm$ DE	Cambio Media $\pm$ DE	Valor p	Tamaño del efecto
Potencia media absoluta (W)	422,56 $\pm$ 90,82	447,50 $\pm$ 98,62	24,94 $\pm$ 14,78	<0,001	d = 1,69
Potencia media relativa (W/kg)	6,08 $\pm$ 0,46	6,38 $\pm$ 0,53	0,30 $\pm$ 0,18	<0,001	d = 1,67
Potencia pico (W)	608,88 $\pm$ 128,16	645,16 $\pm$ 140,84	36,28 $\pm$ 21,51	<0,001	d = 1,69
Índice de fatiga (%)	40,99 $\pm$ 3,79	38,35 $\pm$ 4,10	-2,64 $\pm$ 1,57	<0,001	d = -1,68

Nota. El tamaño del efecto corresponde a d para muestras relacionadas. Los valores negativos en índice de fatiga indican disminución posterior al protocolo.

La Tabla 4 evidencia cambios estadísticamente significativos en las variables de potencia. La potencia media relativa aumentó de 6,08 $\pm$ 0,46 W/kg a 6,38 $\pm$ 0,53 W/kg, con un cambio promedio de 0,30 $\pm$ 0,18 W/kg. También se observó incremento de la potencia media absoluta y de la potencia pico, junto con disminución del índice de fatiga. Estos resultados indican una mejora funcional posterior al protocolo; sin embargo, debido a la ausencia de grupo control, no puede afirmarse que el cambio se deba exclusivamente a la creatina monohidrato.

4.4.Resultados del objetivo específico 3: rendimiento funcional antes y después del protocolo

El tercer objetivo específico evaluó el rendimiento funcional del tren inferior. En esta investigación, la variable se definió mediante 3RM en sentadilla trasera y 3RM relativo al peso corporal.

Tabla 5 Rendimiento funcional pretest-posttest en la muestra total

Variable	Pretest Media $\pm$ DE	Posttest Media $\pm$ DE	Cambio Media $\pm$ DE	Valor p	Tamaño del efecto
----------	------------------------	-------------------------	-----------------------	---------	-------------------

3RM sentadilla trasera (kg)	157,00 ± 39,28	162,20 ± 39,15	5,20 ± 2,66	<0,001	d = 1,95
3RM relativo (kg/kg)	2,27 ± 0,44	2,33 ± 0,43	0,06 ± 0,04	<0,001	d = 1,50

Nota. 3RM = tres repeticiones máximas. El 3RM relativo se expresa en kg/kg.

La Tabla 5 muestra un incremento significativo del 3RM en sentadilla trasera y del 3RM relativo. El aumento promedio de $5,20 \pm 2,66$ kg sugiere una mejora en la fuerza funcional del tren inferior. No obstante, esta interpretación debe mantenerse como cambio posterior a la intervención, ya que el diseño no permite separar completamente el posible efecto de la suplementación del entrenamiento habitual o de la familiarización con la prueba.

4.5. Resultados del objetivo específico 4: cambios observados bajo condiciones estandarizadas de evaluación

El cuarto objetivo específico analizó los cambios observados bajo condiciones estandarizadas. Para ello, se consideraron adherencia, tolerancia y control de variables premedición.

Tabla 6 Adherencia, tolerancia y condiciones premedición

Variable	Resultado	Interpretación
Adherencia promedio	95,95 ± 4,05 %	Cumplimiento alto del protocolo.
Días cumplidos	40,30 ± 1,71 de 42 días	Exposición temporal suficiente.
Adherencia alta	47 atletas (94,00 %)	La mayoría mantuvo cumplimiento adecuado.
Efectos adversos	10 atletas (20,00 %)	Frecuencia baja a moderada; sin interrupción general del protocolo.
Sin efectos adversos	40 atletas (80,00 %)	Tolerancia global aceptable.
Condiciones premedición	100 % con hidratación adecuada, vejiga vacía, sin cafeína ni alcohol previo	Control metodológico favorable.

Nota. Las condiciones premedición fueron utilizadas para reducir variabilidad en las evaluaciones físicas y de composición corporal.

La Tabla 6 muestra que la adherencia fue alta y que la mayoría de las participantes no reportó efectos adversos. Las condiciones premedición se mantuvieron estandarizadas, lo que fortalece la consistencia del análisis pretest-posttest. Sin embargo, no se controlaron estrictamente ingesta proteica, ingesta calórica total, suplementos previos ni entrenamiento externo, factores que pueden influir en las variables de rendimiento.

Tabla 7 Cambios complementarios de composición corporal

Variable de cambio	Cambio Media ± DE	Valor p	Tamaño	Interpretación
--------------------	-------------------	---------	--------	----------------

			del efecto	
Peso corporal (kg)	0,55 ± 0,42	<0,001	d = 1,31	Aumento leve posterior al protocolo.
Masa muscular estimada (kg)	0,64 ± 0,24	<0,001	d = 2,67	Incremento de masa muscular estimada por bioimpedancia.
Grasa corporal (%)	-0,53 ± 0,29	<0,001	d = -1,83	Disminución leve del porcentaje de grasa.

Nota. Estos cambios deben interpretarse con cautela por el uso de bioimpedancia y la posible influencia del estado de hidratación.

La Tabla 7 presenta cambios complementarios en composición corporal. Estos resultados ayudan a contextualizar la potencia relativa y el rendimiento funcional, pero no constituyen el eje principal del estudio. Debido al método de bioimpedancia, la interpretación debe considerar hidratación, variaciones hídricas y condiciones premedición.

5. CAPÍTULO V: Discusión, Conclusiones y Recomendaciones

5.1. Discusión

Los resultados deben interpretarse de acuerdo con el diseño metodológico real del estudio: longitudinal pretest-posttest, sin grupo control. Esta precisión es fundamental porque, aunque se observaron cambios favorables posteriores a la intervención, no puede atribuirse el 100 % del efecto a la creatina monohidrato. Parte de las mejoras podría estar relacionada con el entrenamiento habitual de CrossFit, la familiarización con las pruebas, la motivación, el control de condiciones premedición o variaciones individuales en fuerza y potencia.

En relación con el primer objetivo específico, la muestra estuvo conformada por 50 atletas femeninas adultas, con edades entre 18 y 36 años y entrenamiento regular entre tres y cinco días por semana. Esta caracterización coincide con la necesidad planteada por Tam et al. (2025), quienes señalaron que la evidencia sobre creatina en mujeres activas continúa siendo limitada y heterogénea. Por ello, el presente estudio aporta información contextualizada en mujeres que practican CrossFit, aunque sus resultados deben considerarse preliminares debido a la ausencia de grupo control.

El nivel recreativo fue definido de forma operativa a partir de la frecuencia semanal de entrenamiento, el tiempo de práctica y el contexto de entrenamiento no profesional. Esta clasificación permite describir mejor a la muestra, pero también constituye una limitación, ya que la participación competitiva formal no fue registrada con suficiente detalle. En futuros estudios, este componente debería documentarse mediante años de experiencia, nivel competitivo, participación en competencias y carga externa de entrenamiento.

Respecto al segundo objetivo específico, la potencia media relativa aumentó de $6,08 \pm 0,46$ W/kg a $6,38 \pm 0,53$ W/kg. Este hallazgo coincide parcialmente con Tam et al. (2025), quienes identificaron que algunos estudios en mujeres activas reportaron beneficios en fuerza, potencia y rendimiento anaeróbico, aunque sin resultados uniformes en todos los desenlaces. En este estudio, la mejora observada es relevante para el CrossFit porque la potencia relativa expresa rendimiento ajustado al peso corporal; no obstante, la falta de grupo control impide confirmar que el cambio se deba

exclusivamente al suplemento.

El control del ciclo menstrual representa una fortaleza metodológica. Gordon et al. (2023) evaluaron creatina en mujeres activas durante el ciclo menstrual y mostraron que la respuesta al ejercicio puede variar según la fase, especialmente en variables relacionadas con fatiga y recuperación. En la presente investigación, las evaluaciones se realizaron en fase folicular media, lo que redujo una fuente importante de variabilidad fisiológica y fortaleció la comparación pretest-postest.

En relación con el tercer objetivo específico, el 3RM en sentadilla trasera aumentó de $157,00 \pm 39,28$ kg a $162,20 \pm 39,15$ kg. Este resultado se aproxima a lo reportado por Zahabi et al. (2025), quienes observaron mejoras en fuerza y potencia en mujeres deportistas sometidas a entrenamiento de fuerza combinado con creatina. Sin embargo, la comparación debe ser prudente, porque Zahabi et al. trabajaron con luchadoras, utilizaron un protocolo diferente y contaron con un diseño distinto. En este estudio, el incremento del 3RM puede estar influido tanto por la suplementación como por el entrenamiento habitual y la familiarización con la prueba.

La dosis de 0,05 g/kg/día debe discutirse como una estrategia conservadora y proporcional al peso corporal. Kreider et al. (2017) describen protocolos clásicos con fase de carga y mantenimiento, mientras que Antonio et al. (2021) señalan que las dosis habituales de mantenimiento suelen ubicarse alrededor de 3 a 5 g/día o 0,1 g/kg/día. En este contexto, 0,05 g/kg/día se ubicó como una dosis baja-moderada, sin fase de carga, orientada a favorecer adherencia y tolerancia en mujeres de nivel recreativo. Longobardi et al. (2025) señalan que la creatina es generalmente segura cuando se usa de forma apropiada, aunque pueden presentarse molestias gastrointestinales en algunas personas, sobre todo con dosis más altas.

La adherencia promedio de $95,95 \pm 4,05$ % respalda la factibilidad del protocolo. Este dato es importante porque una intervención deportiva no solo debe ser fisiológicamente plausible, sino también sostenible en la práctica. Además, el 80,00 % de las participantes no reportó efectos adversos, lo que sugiere tolerancia global aceptable. Aun así, la percepción de retención hídrica, molestias gastrointestinales y cefalea debe considerarse en la prescripción individual y en futuros seguimientos.

Finalmente, deben reconocerse limitaciones metodológicas. No se controló con precisión el consumo proteico diario, la ingesta calórica total, el uso previo de suplementos, el consumo habitual de cafeína fuera del periodo inmediato de evaluación ni el entrenamiento externo. Estos factores pueden modificar fuerza, potencia, composición corporal y recuperación. Por tanto, aunque los cambios observados son funcionalmente relevantes, la interpretación debe mantenerse dentro de los límites de un estudio pretest-posttest sin grupo control.

5.2. Conclusiones

La investigación permitió observar cambios favorables posteriores a una suplementación personalizada con creatina monohidrato en atletas femeninas de CrossFit de Rocafuerte. No obstante, debido a la ausencia de grupo control, estos cambios no pueden atribuirse de manera exclusiva a la creatina monohidrato. La interpretación correcta es que existieron variaciones pretest-posttest posteriores al protocolo.

En relación con el primer objetivo específico, se caracterizó una muestra de 50 atletas femeninas, con edades entre 18 y 36 años, entrenamiento regular entre tres y cinco días por semana y nivel clasificado operativamente como recreativo. Esta clasificación se basó en frecuencia semanal, experiencia de práctica y contexto de entrenamiento no profesional.

Respecto al segundo objetivo específico, la potencia media relativa aumentó de $6,08 \pm 0,46$ W/kg a $6,38 \pm 0,53$ W/kg. Este cambio evidencia una mejora posterior al protocolo en la capacidad de producir potencia ajustada al peso corporal, aunque no permite confirmar causalidad exclusiva por ausencia de grupo control.

En cuanto al tercer objetivo específico, el rendimiento funcional del tren inferior, medido mediante 3RM en sentadilla trasera, aumentó de $157,00 \pm 39,28$ kg a $162,20 \pm 39,15$ kg. El 3RM relativo también mejoró, lo que sugiere cambios favorables en la fuerza funcional ajustada al peso corporal.

Respecto al cuarto objetivo específico, la adherencia promedio fue alta, con $95,95 \pm 4,05$ %, y el 80,00 % de las participantes no reportó efectos adversos. Estos datos

sugieren que la dosis de 0,05 g/kg/día durante seis semanas fue factible y bien tolerada en esta muestra.

En términos de hipótesis, los resultados apoyan parcialmente la posibilidad de cambios funcionales posteriores a la intervención. Sin embargo, la confirmación del efecto específico de la creatina requiere futuros estudios con grupo control, registro dietético más estricto y seguimiento de carga de entrenamiento.

5.3. Recomendaciones

Se recomienda que futuros estudios sobre creatina en mujeres que practican CrossFit incorporen un grupo control comparativo, con asignación claramente documentada. Esto permitirá determinar con mayor precisión si los cambios funcionales observados se atribuyen al suplemento, al entrenamiento habitual o a la interacción entre ambos factores.. Esto permitirá determinar con mayor precisión si los cambios funcionales observados se atribuyen al suplemento o al entrenamiento habitual.

Se recomienda registrar de forma objetiva el nivel competitivo de las participantes, incluyendo años de experiencia, frecuencia semanal, participación en competencias, tipo de entrenamiento y carga externa. Esta información permitirá diferenciar mejor entre atletas recreativas, intermedias y competitivas.

Para futuras investigaciones, se recomienda controlar el consumo proteico diario, la ingesta calórica total, el uso previo de suplementos, el consumo habitual de cafeína y el entrenamiento externo. Estos factores pueden influir en potencia, fuerza, composición corporal y recuperación.

Se recomienda mantener el control de la fase del ciclo menstrual en estudios con mujeres deportistas, debido a su posible influencia sobre fatiga, percepción de esfuerzo y recuperación. También sería útil comparar diferentes fases del ciclo en

diseños posteriores.

En la práctica profesional, se recomienda evitar la indicación empírica de creatina sin valoración nutricional previa. La dosis ajustada al peso corporal puede ser una alternativa práctica, siempre que se acompañe de seguimiento de adherencia, tolerancia y respuesta funcional.

Finalmente, se sugiere comparar protocolos de 0,05 g/kg/día frente a 0,1 g/kg/día en mujeres de CrossFit, con el fin de analizar la relación entre beneficio funcional, tolerancia gastrointestinal, percepción de retención hídrica y adherencia

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Antonio, J., Candow, D. G., Forbes, S. C., Gualano, B., Jagim, A. R., Kreider, R. B., Rawson, E. S., Smith-Ryan, A. E., VanDusseldorp, T. A., Willoughby, D. S., & Ziegenfuss, T. N. (2021). Common questions and misconceptions about creatine supplementation: What does the scientific evidence really show? *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18, 13. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00412-w>

Brisebois, M. F., Kramer, S., Lindsay, K. G., & Wu, C. T. (2022). Dietary practices and supplement use among CrossFit® participants. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 19(1), 316–335. <https://doi.org/10.1080/15502783.2022.2086016>

Brooks, S. J., Candow, D. G., Roe, A. J., Fehrenkamp, B. D., Wilk, V. C., Bailey, J. P., Krumpl, L., & Brown, A. F. (2023). Creatine monohydrate supplementation changes total body water and DXA lean mass estimates in female collegiate dancers. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 2193556. <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2193556>

Carmichael, M. A., Thomson, R. L., Moran, L. J., & Wycherley, T. P. (2021). The impact of menstrual cycle phase on athletes' performance: A narrative review. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 18(4), 1667. <https://doi.org/10.3390/ijerph18041667>

Castañeda-Babarro, A. (2021). The Wingate anaerobic test, a narrative review of the protocol variables that affect the results obtained. *Applied Sciences*, 11(16), 7417. <https://doi.org/10.3390/app11167417>

Claudino, J. G., Gabbett, T. J., Bourgeois, F., Souza, H. S., Miranda, R. C., Mezêncio, B., Soncin, R., Cardoso Filho, C. A., Bottaro, M., Hernandez, A. J., Amadio, A. C., & Serrão, J. C. (2018). CrossFit overview: Systematic review and meta-analysis. *Sports Medicine - Open*, 4, 11. <https://doi.org/10.1186/s40798-018-0124-5>

da Silva, J. V. M. H., Oliveira, T. N., Sampaio, P., et al. (2026). Creatine monohydrate improved cycling Wingate performance but not cognitive function in young active males and females. *Research in Sports Medicine*.
<https://doi.org/10.1080/15438627.2026.2656695>

Dasa, M. S., Saugstad, S., Klungland Torstveit, M., & Sundgot-Borgen, J. (2021). The female menstrual cycles effect on strength and power parameters in high-level female team athletes. *Frontiers in Physiology*, 12, 600668.
<https://doi.org/10.3389/fphys.2021.600668>

Devrim-Lanpir, A., Ihász, F., et al. (2024). Effects of acute citrulline malate supplementation on CrossFit performance. *Nutrients*, 16(19), 3235.
<https://doi.org/10.3390/nu16193235>

Dinan, N. E., Hagele, A. M., et al. (2022). Effects of creatine monohydrate timing on resistance training adaptations and body composition. *Frontiers in Sports and Active Living*, 4, 1033842. <https://doi.org/10.3389/fspor.2022.1033842>

Durkalec-Michalski, K., Domagalski, K., et al. (2022). Effect of a four-week vegan diet on performance, training efficiency and blood biochemical indices in CrossFit-trained participants. *Nutrients*, 14(4), 894. <https://doi.org/10.3390/nu14040894>

Erdoğan, T. N., & Aras, D. (2025). Combination of high-intensity interval training and creatine intake enhances leg strength and anaerobic power without

changes in body composition in physically active adult men. *Pamukkale Journal of Sport Sciences*, 16(3), 676–691.

Feito, Y., Heinrich, K. M., Butcher, S. J., & Poston, W. S. C. (2018). High-intensity functional training (HIFT): Definition and research implications for improved fitness. *Sports*, 6(3), 76. <https://doi.org/10.3390/sports6030076>

Forbes, S. C., Candow, D. G., Neto, J. H. F., Kennedy, M. D., Forbes, J. L., Machado, M., & Kreider, R. B. (2023). Creatine supplementation and endurance performance: Surges and sprints to win the race. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 2204071. <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2204071>

Garcia, M. P., Longobardi, I., Saito, T., et al. (2025). Safety of long-term creatine supplementation in women's football players: A real-world in-season study. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(1), 2591782. <https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2591782>

Glaister, M., & Rhodes, L. (2022). Short-term creatine supplementation and repeated sprint ability: A systematic review and meta-analysis. *International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism*, 32(6), 491–502. <https://doi.org/10.1123/ijsnem.2022-0072>

Gordon, A. N., Moore, S. R., Patterson, N. D., Hostetter, M. E., et al. (2023). The

effects of creatine monohydrate loading on exercise recovery in active women throughout the menstrual cycle. *Nutrients*, 15(16), 3567.

<https://doi.org/10.3390/nu15163567>

Kazeminasab, F., Kerchi, A. B., Sharafifard, F., Zarreh, M., Forbes, S. C., Camera, D. M., Lanhers, C., Wong, A., Nordvall, M., Bagheri, R., & Dutheil, F. (2025). The effects of creatine supplementation on upper- and lower-body strength and power: A systematic review and meta-analysis. *Nutrients*, 17(17), 2748.

<https://doi.org/10.3390/nu17172748>

Kreider, R. B., Jagim, A. R., Antonio, J., Kalman, D. S., et al. (2025). Creatine supplementation is safe, beneficial throughout the lifespan, and should not be restricted. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1578564.

<https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1578564>

Kreider, R. B., Kalman, D. S., Antonio, J., Ziegenfuss, T. N., Wildman, R., Collins, R., Candow, D. G., Kleiner, S. M., Almada, A. L., & Lopez, H. L. (2017). International Society of Sports Nutrition position stand: Safety and efficacy of creatine supplementation in exercise, sport, and medicine. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 14, 18. <https://doi.org/10.1186/s12970-017-0173-z>

Kresta, J. Y., Oliver, J. M., Jagim, A. R., Fluckey, J., Riechman, S., Kelly, K., Meininger, C., Mertens-Talcott, S. U., Rasmussen, C., & Kreider, R. B. (2014). Effects of 28 days of beta-alanine and creatine monohydrate supplementation on muscle carnosine, body composition and exercise performance in recreationally active females. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 11, 55.

<https://doi.org/10.1186/s12970-014-0055-6>

Lafontant, R., Livingston, S., et al. (2025). Describing dietary habits and body composition among high-intensity functional training participants. *Sports*, 13(10), 340. <https://doi.org/10.3390/sports13100340>

Longobardi, I., Solis, M. Y., Roschel, H., & Gualano, B. (2025). A short review of the most common safety concerns regarding creatine ingestion. *Frontiers in Nutrition*, 12, 1682746. <https://doi.org/10.3389/fnut.2025.1682746>

Mangine, G. T., Staples, C., Henley, J. W., et al. (2025). Acute effect of a multi-ingredient pre-workout supplement on pacing and kinetic expression during shorter and longer bouts of high intensity functional training. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(1), 2529906. <https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2529906>

Meier, N., Sietmann, B., et al. (2022). Comparison of cardiovascular parameters and internal load during CrossFit sessions. *Journal of Science in Sport and Exercise*. <https://doi.org/10.1007/s42978-022-00169-x>

Meignié, A., Duclos, M., Carling, C., Orhant, E., Provost, P., Toussaint, J. F., & Antero, J. (2021). The effects of menstrual cycle phase on elite athlete performance: A critical and systematic review. *Frontiers in Physiology*, 12, 654585. <https://doi.org/10.3389/fphys.2021.654585>

Meixner, M. M., Stegmaier, J., et al. (2025). Supplementation of creatine monohydrate improves sprint performance in trained cyclists. *Current Developments in Nutrition*. <https://doi.org/10.1016/j.cdnut.2025.104561>

Menargues-Ramírez, R., Sospedra, I., et al. (2022). Evaluation of body composition in CrossFit athletes and its relation with their results in official training. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, 19(17), 11003.

<https://doi.org/10.3390/ijerph191711003>

Oğul, E., Ercan, S., et al. (2021). The effect of menstrual cycle phase on multiple performance parameters in active women. *Turkish Journal of Sports Medicine*.

<https://doi.org/10.47447/tjsm.0552>

Pashayee-Khamene, F., Heidari, Z., et al. (2024). Creatine supplementation protocols with or without training interventions on body composition: A GRADE-assessed systematic review and dose-response meta-analysis. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 21(1), 2380058.

<https://doi.org/10.1080/15502783.2024.2380058>

Quiroz, I., Forbes, S. C., Hayes, T., Bermúdez, F., et al. (2025). Creatine monohydrate ingested daily compared to only on training days on body composition, muscle thickness, and strength after 12 weeks of resistance training: Preliminary results. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(1), 2550197.

<https://doi.org/10.1080/15502783.2025.2550197>

Ramírez-Campillo, R., González-Jurado, J. A., Martínez, C., Nakamura, F. Y., Peñailillo, L., Meylan, C. M. P., Caniuqueo, A., Cañas-Jamett, R., Moran, J., Alonso-Martínez, A. M., & Izquierdo, M. (2016). Effects of plyometric training and creatine supplementation on maximal-intensity exercise and endurance in female soccer players. *Journal of Science and Medicine in Sport*, 19(8), 682–687.

<https://doi.org/10.1016/j.jsams.2015.10.005>

Safari, M., Hemmatinafar, M., et al. (2025). Dark chocolate mitigates premenstrual performance decrements in eumenorrheic CrossFit athletes. *Nutrients*, 17(8), 1374. <https://doi.org/10.3390/nu17081374>

Salem, A., Ammar, A., et al. (2025). Short-term creatine supplementation enhances strength, reduces fatigue, and accelerates recovery in resistance-trained athletes: A double-blind, randomized, crossover trial. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 22(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2026.2617283>

Sarshin, A., Fallahi, V., Forbes, S. C., Rahimi, A., Koozehchian, M. S., Candow, D. G., Kaviani, M., & Gaeini, A. A. (2021). Short-term co-ingestion of creatine and sodium bicarbonate improves anaerobic performance in trained taekwondo athletes. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18, 10. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00407-7>

Sims, S. T., Kerksick, C. M., Smith-Ryan, A. E., et al. (2023). International Society of Sports Nutrition position stand: Nutritional concerns of the female athlete. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 20(1), 2204066. <https://doi.org/10.1080/15502783.2023.2204066>

Smith-Ryan, A. E., Cabre, H. E., Eckerson, J. M., & Candow, D. G. (2021). Creatine supplementation in women's health: A lifespan perspective. *Nutrients*, 13(3), 877. <https://doi.org/10.3390/nu13030877>

Tam, R., Mitchell, L., & Forsyth, A. (2025). Does creatine supplementation enhance performance in active females? A systematic review. *Nutrients*, 17(2), 238. <https://doi.org/10.3390/nu17020238>

Triviño, D., Díaz-Romero, J., et al. (2026). Acute phenylcapsaicin supplementation improves CrossFit performance. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 23(1). <https://doi.org/10.1080/15502783.2026.2615274>

Tsiaras, A., Loufopoulos, G., Theodoridis, X., Liakopoulos, V., Poulia, K. A., &

Chourdakis, M. (2026). The effect of creatine supplementation on kidney function: A systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. *Journal of Renal Nutrition*. <https://doi.org/10.1053/j.jrn.2026.04.010>

Vargas-Molina, S., Bonilla, D. A., García-Sillero, M., et al. (2026). Comparing acute effects of caffeine delivery forms on cross-training performance: A randomized placebo-controlled crossover trial. *Nutrients*, 18(4), 657. <https://doi.org/10.3390/nu18040657>

Wax, B., Kerksick, C. M., Jagim, A. R., Mayo, J. J., & Lyons, B. C. (2021). Creatine for exercise and sports performance, with recovery considerations for healthy populations. *Nutrients*, 13(6), 1915. <https://doi.org/10.3390/nu13061915>

Wen, Y., Gao, B., Wang, R., & Zhao, C. (2025). Exercise performance at different phases of the menstrual cycle: Measurements, differences, and mechanisms—A narrative review. *Frontiers in Endocrinology*, 16, 1448686. <https://doi.org/10.3389/fendo.2025.1448686>

Wohlgemuth, K. J., Arieta, L. R., Brewer, G. J., Hoselton, A. L., & Gould, L. M. (2021). Sex differences and considerations for female specific nutritional strategies: A narrative review. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, 18, 27. <https://doi.org/10.1186/s12970-021-00422-8>

Yamaguchi, S., Inami, T., Nishioka, T., Morito, A., Ishiyama, K., et al. (2025). The effects of creatine monohydrate supplementation on recovery from eccentric exercise-induced muscle damage: A double-blind, randomized, placebo-controlled trial. *Nutrients*, 17(11), 1772. <https://doi.org/10.3390/nu17111772>

Zahabi, G., García-Ramos, A., et al. (2024). Effects of short-term creatine

monohydrate supplementation combined with strength training on the physical fitness characteristics and muscle hypertrophy in junior women wrestlers. Journal of Health and Allied Sciences NU. <https://doi.org/10.1055/s-0044-1788683>

ANEXOS

