

**CENTRO UNIVERSITÁRIO SÃO CAMILO**  
**Curso de Nutrição**

**Henrique Rizzo Bressan Dias**  
**Renan Munhoz Farezin**

**A SUPLEMENTAÇÃO DE L- CITRULINA MALATO NA ATIVIDADE FÍSICA**

**São Paulo**  
**2023**

**Henrique Rizzo Bressan Dias**  
**Renan Munhoz Farezin**

**A SUPLEMENTAÇÃO DE L- CITRULINA MALATO NA ATIVIDADE FÍSICA**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Curso de Nutrição do Centro Universitário São Camilo, orientado pela Prof.<sup>a</sup>. Fernanda Ferreira Corrêa, como requisito parcial para obtenção do título de Nutricionista.

**São Paulo**  
**2023**

**Ficha catalográfica elaborada pelas Bibliotecas São Camilo**

Farezin, Renan Munhoz

A suplementação de L- Citrulina Malato na atividade física / Renan Munhoz Farezin, Henrique Rizzo Bressan Dias. -- São Paulo: Centro Universitário São Camilo, 2023.

42 p.

Orientação de Fernanda Ferreira Corrêa.

Trabalho de Conclusão de Curso de Nutrição (Graduação), Centro Universitário São Camilo, 2023.

1. Ciências da nutrição 2. Citrulina 3. Exercício físico 4. Malatos 5. Suplementos nutricionais I. Dias, Henrique Rizzo Bressan II. Corrêa, Fernanda Ferreira III. Centro Universitário São Camilo IV. Título

CDD: 613.2

**Henrique Rizzo Bressan Dias**  
**Renan Munhoz Farezin**

**A SUPLEMENTAÇÃO DE L- CITRULINA MALATO NA ATIVIDADE FÍSICA**

---

**Professor Orientador (Fernanda Ferreira Corrêa)**

---

**Professor Examinador (Laura Fantazzini)**

## **Dedicatória**

Não há exemplo maior de dedicação do que o da nossa família. À minha família, que tanto admiro, dedico o resultado do esforço realizado ao longo deste curso.

## **Agradecimentos**

Agradeço, primeiramente, a Deus por estar sempre ao meu lado nos momentos mais difíceis desse trabalho.

Agradeço a minha família que estiveram sempre presentes em todos os momentos da minha formação.

Agradeço a minha orientadora, a Professora Fernanda por aceitar acompanhar-me neste projeto. A sua dedicação foi essencial para esse projeto à medida que as dificuldades iam surgindo ao longo do percurso.

Aos meus colegas de curso, que estão encerrando esta etapa da vida acadêmica junto a mim.

Por fim, expresso minha gratidão a todos os profissionais do curso de nutrição do Centro Universitário São Camilo por todo o apoio que me deram ao longo dessa trajetória.

O único lugar onde o sucesso vem antes do trabalho é no dicionário.

## RESUMO

**INTRODUÇÃO:** A utilização de suplementos alimentares no contexto esportivo tem se tornado uma prática cada vez mais comum entre atletas de diferentes modalidades. A busca por um desempenho físico otimizado e por resultados superiores tem levado muitos praticantes de esportes a recorrer a uma variedade de suplementos como parte integrante de suas rotinas de treinamento e nutrição. Com essa busca incessante de melhoria no esporte, o malato de citrulina tem chamado a atenção devido à sua capacidade de poder aumentar a resistência física, reduzir a fadiga muscular, e aumento da produção energética. **OBJETIVO:** Avaliar o impacto da L-citrulina-malato na atividade física. **MATERIAIS E MÉTODOS:** A metodologia adotada baseia-se em pesquisas bibliográficas nas bases de dados Lilacs, PubMed e Scielo, utilizando o operador booleano *AND* para o desenvolvimento da pesquisa. Contém materiais publicados entre os anos de 2012 a 2023, sendo eles, artigos originais, revisão sistemática ou metanálise, nos idiomas português, inglês e espanhol. **RESULTADOS:** Um estudo randomizado, controlado por placebo, duplo-cego consumindo 8 gramas de citrulina malato, envolvendo doze homens com treinamento em resistência, revelou que a suplementação demonstrou eficácia na mitigação da fadiga durante os exercícios de musculação, leg press e Hack squat. Notavelmente, no exercício de extensão de perna, observou-se uma atenuação da fadiga apenas na quinta série, enquanto as medições de ácido láctico não apresentaram diferenças significativas, tanto em repouso quanto após o exercício. Em um estudo subsequente, conduzido com o mesmo rigor metodológico e avaliando doze homens, a influência da suplementação sobre o desempenho no exercício supino com barra não revelou diferenças significativas entre o grupo que recebeu o suplemento e o grupo que recebeu o placebo, quando considerado o número total de repetições realizadas. **CONCLUSÃO:** Embora existam evidências limitadas em alguns estudos em relação à eficácia da citrulina malato na promoção da síntese de óxido nítrico, melhoria do desempenho atlético e redução da percepção de esforço, os resultados da suplementação aguda com citrulina malato têm demonstrado inconsistências. Isso levanta a necessidade de uma investigação mais aprofundada. Dada a presença de resultados positivos em certos estudos, recomenda-se a condução de testes adicionais para avaliar o impacto de diferentes formas de suplementação de citrulina malato a longo prazo ou em protocolos de carga, bem como a investigação de diferentes momentos de ingestão.

**Palavras-Chave:** atividade física; suplementação; L-citrulina malato; nutrição.



## ABSTRACT

**INTRODUCTION:** The use of food supplements in the context of sport has become an increasingly common practice among athletes of different disciplines. The search for optimized physical performance and superior results has led many sports practitioners to resort to a variety of supplements as an integral part of their training and nutrition routines. With this incessant search for improvement in sport, citrulline malate has attracted attention due to its ability to increase physical endurance, reduce muscle fatigue, and increase energy production. **OBJECTIVE:** To evaluate the impact of L-citrulline malate on physical activity. **MATERIALS AND METHODS:** The methodology adopted is based on bibliographic research in the Lilacs, PubMed and Scielo databases, using the Boolean operator AND for the development of the research. It included materials published between 2012 and 2023, including original articles, systematic reviews and meta-analyses in Portuguese, English and Spanish. **RESULTS:** A randomized, placebo-controlled, double-blind study consuming 8 grams of citrulline malate, involving twelve men with resistance training, revealed that supplementation demonstrated efficacy in mitigating fatigue during weight training exercises, leg press and Hack squat. Notably, in the leg extension exercise, an attenuation of fatigue was observed only in the fifth set, while lactic acid measurements showed no significant differences, either at rest or after exercise. In a subsequent study, conducted with the same methodological rigor and evaluating twelve men, the influence of supplementation on performance in the bench press exercise revealed no significant differences between the group receiving the supplement and the group receiving the placebo, when considering the total number of repetitions performed. **CONCLUSION:** Although there is limited evidence in some studies regarding the efficacy of citrulline malate in promoting nitric oxide synthesis, improving athletic performance and reducing perceived exertion, the results of acute citrulline malate supplementation have shown inconsistencies. This raises the need for further investigation. Given the presence of positive results in certain studies, it is recommended that additional tests be conducted to assess the impact of different forms of citrulline malate supplementation in the long term or in loading protocols, as well as investigating different times of ingestion.

**Keywords:** physical activity; supplementation; L-citrulline malate; nutrition.

## Lista de ilustrações

Figura 1 – Ciclo da ureia.....	14
--------------------------------	----

## **Lista de tabelas**

Quadro 1 – Estudos relacionando malato citrulina e atividade física.....	21
--	----

## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AA	Aminoácidos
CM	Citrulina Malato
SN	Suplemento Nutricional

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>11</b>
<b>2 METODOLOGIA .....</b>	<b>12</b>
<b>3 OBJETIVO.....</b>	<b>13</b>
<b>3.1 OBJETIVO GERAL .....</b>	<b>13</b>
<b>4 DEFINIÇÃO/CONCEITO DA L- CITRULINA MALATO .....</b>	<b>14</b>
<b>4.1 L- CITRULINA .....</b>	<b>14</b>
<b>4.2 MALATO.....</b>	<b>16</b>
<b>4.3 L – CITRULINA MALATO .....</b>	<b>17</b>
<b>5 EFEITOS DA L-CITRULINA MALATO NA ATIVIDADE FÍSICA.....</b>	<b>18</b>
<b>6 L-CITRULINA MALATO EM DIVERSA MODALIDADES .....</b>	<b>19</b>
<b>6.1 MUSCULAÇÃO .....</b>	<b>19</b>
<b>6.2 RESISTENCIA .....</b>	<b>21</b>
<b>6.3 FUTEBOL .....</b>	<b>22</b>
<b>6.4 CICLISMO .....</b>	<b>22</b>
<b>6.5 HANDBALL.....</b>	<b>23</b>
<b>6.6 TÊNIS.....</b>	<b>23</b>
<b>7 RESULTADOS.....</b>	<b>24</b>
<b>8 CONCLUSÃO: .....</b>	<b>37</b>



## 1 INTRODUÇÃO

O uso generalizado de suplementos nutricionais tem se tornado uma prática cada vez mais comum nos últimos anos, sendo adotada tanto para otimizar o desempenho esportivo quanto para promover a estética e a saúde da população (National Institute of Health, 2000).

O mercado de suplementos a nível mundial tem demonstrado uma trajetória de crescimento constante e sustentável. Em 2018, seu valor estimado era de aproximadamente US\$ 101,38 bilhões, registrando um aumento para quase US\$ 220,3 bilhões em 2020. As projeções indicam que esse mercado deve alcançar a marca de US\$ 327,4 bilhões até o ano de 2030. No contexto dos suplementos amplamente utilizados no meio esportivo, o citrulina-malato emerge como um destaque digno de consideração (Hys, 2020).

Nos últimos anos, o malato de citrulina (CM) tem recebido crescente atenção devido à sua capacidade de mitigar a fadiga e potencializar a produção de potência no músculo esquelético, mediante a redução dos subprodutos metabólicos. O malato de citrulina é constituído pelos aminoácidos não essenciais citrulina e malato, sendo este último um intermediário do ciclo de Krebs. Quando administrado em conjunto, o CM tem demonstrado promover uma maior renovação da energia oxidativa e uma relação potência/pH mais favorável (Bendahan *et al.*, 2002).

Além disso, há documentação que aponta que a suplementação de citrulina-malato resulta no aumento dos níveis de arginina e ornitina (Pérez-Guisado; Jakeman, 2010).

Diante do exposto, a compreensão dos efeitos da citrulina malato no desempenho esportivo é fundamental não apenas para atletas e treinadores, mas também para profissionais de saúde que buscam promover a excelência no esporte e o aprimoramento da qualidade de vida dos praticantes, portanto, este trabalho pretende contribuir para o conhecimento científico e fornecer informações valiosas que auxiliem na tomada de decisões informadas sobre o uso desse suplemento, bem como na identificação de áreas que requerem mais investigação e estudo.

## 2 METODOLOGIA

Este estudo trata-se de uma revisão bibliográfica, baseada em artigos científicos buscados nas bases de dados do LILACS®, PUBMED® e Scientific Electronic Library Online(SciELO®);

A pesquisa englobou artigos que abordassem a suplementação de L-Citrulina Malato na atividade física. Foi aplicado o operador booleano, AND , para o desenvolvimento da pesquisa. Contém materiais publicados nos anos de 2012 a 2023, sendo eles, artigos originais, revisão sistemática ou meta - análise, nos idiomas português, inglês e espanhol. Alguns artigos publicados antes de 2012 foram utilizados para definições ou conceitos. Utilizou-se os termos, conforme os Descritores em Ciências da Saúde (DeCS), para a busca: citrulina, malato, exercício físico, performance esportiva, treinamento de endurancee treinamento de força (citrulline, malate, physical exercise, sports performance, endurance training and strength training).

Após a leitura dos títulos dos artigos, notou-se que alguns se repetiram nas diferentes bases de dados. Somando-se todas as bases de dados, foram selecionados 52 artigos. Em seguida 16 artigos foram excluídos, decorrente da leitura do título. Após a leitura do resumo, foram excluídos 11 artigos . Por fim restaram 21 artigos, que foram lidos na íntegra e que foram utilizados neste estudo.



### **3 OBJETIVO**

#### **3.1 OBJETIVO GERAL**

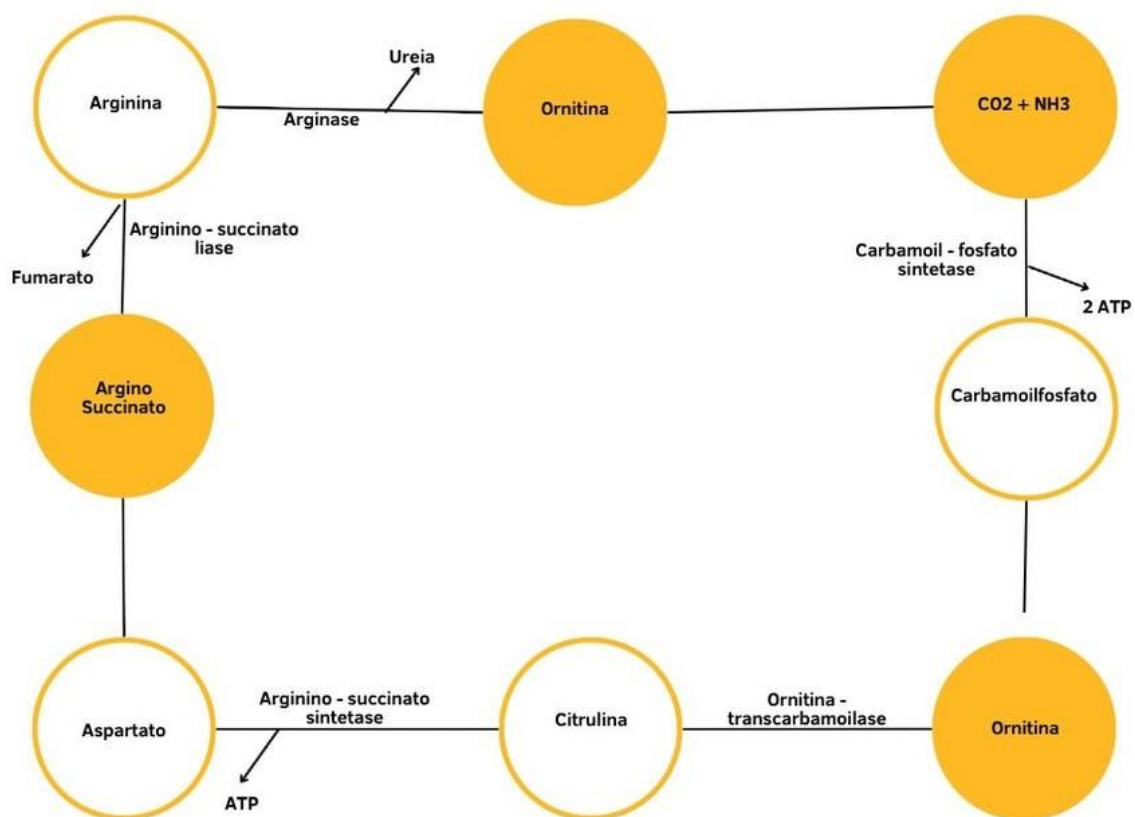
Avaliar o impacto da L-citrulina-malato na atividade física.

## 4. DEFINIÇÃO/CONCEITO DA L- CITRULINA MALATO

### 4.1 L- CITRULINA

L-Citrulina é um aminoácido não essencial, obtido a partir de ornitina e de carbamoil - fosfato em uma das reações centrais do ciclo da ureia (Voet; Voet; Pratt, 2000). O ciclo da ureia esta descrito na figura 1.

Figura 1 - Ciclo da ureia



Seu nome é derivado de *citrullus*, palavra latina para melancia, da qual foi isolada pela primeira vez em 1930 (Sureda; Pons, 2012).

Sendo assim, a L - Citrulina é produzida no nosso corpo endogenamente através de 2 processos metabólicos principais.

Primeiro, a L-citrulina pode ser sintetizada no trato intestinal a partir do aminoácido glutamina. Além disso, a L-citrulina pode ser sintetizada a partir da conversão de L-arginina em óxido nítrico em uma reação catalisada por enzimas sintase de óxido nítrico. É importante ressaltar que a L-citrulina oral, ao contrário da L-arginina oral metabolismo hepático e não é catabolizada pelas enzimas arginase, permitindo assim que seja transportada para os rins, onde aproximadamente 80% da L-citrulina é convertida em arginina plasmática pelas células dos túbulos proximais (Cera *et al.*, 2015).

Segundo estudo de Silva *et al.* (2017), com objetivo de mostrar que a ingestão oral de L- Citrulina promove aumento dos níveis plasmáticos de L- Arginina em humanos, tanto no repouso como no exercício, com isso foi sugerido que a suplementação oral de CM poderia aumentar indiretamente a síntese de NO. A suplementação de L- Citrulina demonstrou aumentar as concentrações séricas de L- Arginina a um nível mais alto que a suplementação oral isolada de L – Arginina, com mais de 80% da L-Citrulina sendo reciclada em L- Arginina nas células endoteliais (Farney *et al.*, 2019).

Esses suplementos contêm ingredientes classificados como precursores de óxido nítrico (NO) (ou seja, “aumentadores de NO”). O óxido nítrico é uma molécula gasosa que está envolvida em uma ampla gama de processos de sinalização e regulação no corpo humano. Como o NO possui uma meia vida curta que varia de milissegundos a alguns segundos, a produção contínua é fundamental para exercer seus efeitos. O NO endógeno é gerado por meio de duas vias distintas que dependem de precursores, incluindo L-arginina e nitratos, com a L-citrulina servindo como um precursor eficaz da L-arginina. Mais notavelmente, o NO desempenha um papel crítico na função endotelial, promovendo relaxamento do músculo liso vascular e subsequente dilatação. Este processo envolve a difusão de NO para as células musculares lisas arteriais causando a produção de monofosfato de guanossinacíclico (cGMP) a partir de trifosfato de guanossina (GTP) via ativação da enzima guanilato ciclase. Essa reação diminui os níveis de cálcio sarcoplasmático levando ao relaxamento da musculatura lisa e vasodilatação. A biodisponibilidade aumentada de NO e a vasodilatação também podem ajudar o metabolismo aeróbico e anaeróbico, reduzir o custo do exercício com oxigênio (O<sub>2</sub>) e trifosfato de adenosina (ATP), melhorar a eficiência mitocondrial e melhorar a contratilidade muscular (González *et al.*, 2023).

Os aumentos mediados por NO no fluxo sanguíneo podem aumentar os mecanismos que contribuem para o desempenho do músculo esquelético, hipertrofia e adaptações de força. Durante o exercício de resistência, a vasodilatação aumentada pode facilitar a entrega de O<sub>2</sub> e de nutrientes ao tecido muscular em atividade, aumentando assim as propriedades contráteis do músculo e a reposição de ATP entre séries repetidas de exercícios de resistência. Por sua vez, isso pode retardar a fadiga e permitir um maior volume de treinamento, o que pode melhorar o estímulo anabólico e a subsequente adaptação muscular. Os reforços de NO também são comercializados para aumentar o inchaço celular induzido pelo exercício nos músculos em atividade, muitas vezes referido como “a bomba”. Sugere-se que a reperfusão intramuscular aumentada do sangue induza maior sinalização anabólica e síntese de proteína muscular e tem sido associada a alterações crônicas na hipertrofia muscular (González *et al.*, 2023).

Segundo Gonzalez e Trexler (2020) estudos farmacocinéticos demonstram que a Citrulina plasmática atinge um pico de concentração entre 40 e 60 minutos após sua administração oral e a Arginina plasmática atinge o pico de concentração entre 80 e 120 minutos após a ingestão de L- Citrulina, podendo essas concentrações de Arginina e Citrulina permanecerem elevadas até 8 horas após administração.

Como resultado, a L-citrulina recebeu muita atenção como a melhor alternativa à L-arginina para aumentar a biodisponibilidade da L-arginina e está atualmente entre os ingredientes mais populares encontrados em suplementos pré-treino associados com outras substâncias, projetados para melhorar o desempenho do exercício (González *et al.*, 2023).

## 4.2 MALATO

O malato, um intermediário metabólico do ciclo de Krebs, é capaz de se comportar como um transportador metabólico entre o citoplasma e a mitocôndria, permite contornar o bloqueio da via oxidativa induzida pela amônia e, portanto, limita o acúmulo de lactato, reorientando-o para a gênese do piruvato e sua utilização aeróbica ou neoglicogênese. O acúmulo de lactato e a acidose resultante levam secundariamente ao bloqueio da glicólise. O malato por meio de reações anapleróticas pode aumentar a produção aeróbia de ATP, resultando em diminuição da fadiga muscular (Silva *et al.*, 2017).

### 4.3 L – CITRULINA MALATO

A L-citrulina é normalmente fornecida na forma de malato de citrulina (CM) antes do treinamento de força. Isso é atribuído em parte ao trabalho inicial de Bendahan e colaboradores que demonstraram que o CM aumentou a taxa de produção de ATP oxidativo e aumentou a taxa de recuperação de fosfocreatina após o exercício. O malato (ou ácido málico) é um intermediário no ciclo do ácido cítrico que, teoricamente, funciona sinergicamente com a L-citrulina, mitigando a produção de lactato e aumentando a taxa de produção de ATP durante o exercício; no entanto, isso carece de evidências experimentais. Apesar de alguns resultados mistos, a ingestão aguda de L-citrulina ou CM demonstrou melhorar os resultados de força, potência e resistência muscular durante exercícios de resistência de alta intensidade em populações recreacionalmente ativas e treinadas em resistência (González *et al.*, 2023)

Os mecanismos da CM podem ser mais abrangentes do que os da L-Citrulina isolada, devido a possível sinergia entre L-Citrulina e Malato ao nível intramuscular (Goughet *al.*, 2021).

## 5 EFEITOS DA L-CITRULINA MALATO NA ATIVIDADE FÍSICA

Na última década, a L-citrulina recebeu atenção científica considerável, examinando propriedades potencialmente ergogênicas para desempenho de exercícios aeróbicos e anaeróbicos (Gonzalez; Trexler, 2020).

Suplementos que alegam melhorar o desempenho atlético são populares entre atletas recreativos e de elite. No entanto, os atletas devem consumir apenas produtos cuja eficácia seja comprovada cientificamente. Suplementos com evidências científicas falsas ou insuficientes podem afetar negativamente a saúde e o desempenho atlético, levando a problemas de doping para os atletas. No entanto, os atletas continuam a procurar suplementos convenientes para alcançar um excelente desempenho em competições internacionais e domésticas por meio da melhoria do desempenho atlético (Park *et al.*, 2023).

Para Gough *et al.* (2021) as pesquisas sobre a suplementação de CM têm se concentrado principalmente nos potenciais efeitos ergogênicos no desempenho do exercício de resistência.

O desenvolvimento e uso da SN, que oferece benefícios como prevenção de doenças, melhora do desempenho e recuperação de atletas, tem aumentado rapidamente. Esses produtos geralmente são formulados em formas convenientes, como géis, barras, proteínas em pó, pílulas e bebidas. Os SN funcionais são um meio simples e eficaz de reposição rápida de glicose, energia e eletrólitos durante a atividade física. Os SN funcionais existentes foram cientificamente comprovados por seus benefícios, como aqueles que contêm fibras alimentares, vitaminas e probióticos. A pesquisa sobre os efeitos dos suplementos de AA ainda está em andamento (Park *et al.*, 2023).

## 6. L-CITRULINA MALATO EM DIVERSA MODALIDADES

### 6.1 MUSCULAÇÃO

Dos oito estudos (Aguiar; Casonatto, 2022. Chappell *et al.*, 2018; Farney *et al.*, 2019; Glenn *et al.*, 2017; Gonzalez *et al.*, 2018; Hwang *et al.*, 2018; Vårvik; Bjørnsen; Gonzalez, 2021; Waxet *et al.*, 2015) relacionados à suplementação de L - Citrulina Malato na musculação, apenas dois estudos (Vårvik *et al.*, 2021; Wax *et al.*, 2015) mostraram aumento nas repetições como suplemento e um estudo mostrou melhorar o desempenho físico.

A meta análise de Vårvik *et al.* (2021) analisou a eficiência da suplementação da CM nos exercícios resistidos, os estudos incluíam 137 participantes que consistiam em homens treinados em força (n = 101) e mulheres (n = 26), além de homens não treinados (n = 9), concluíram que a suplementação em média de 8g resultou em um pequeno efeito ergogênico sobre o número de repetições até a falha, resultando em uma diferença percentual ponderada de  $6,4 \pm 7,9\%$  em comparação com o placebo.

Uma meta análise realizada por Aguiar e Casonatto (2022) após avaliação de 4 estudos controlados randomizados, foi concluído que a suplementação de CM não melhora a força muscular de membros inferiores e superiores em indivíduos saudáveis e treinados com treinamento de força.

O estudo de Farney *et al.* (2019) avaliou o possível efeito da suplementação de CM no alívio da fadiga muscular após exercício de alta intensidade (agachamento, salto de estocada, saltos de agachamento e saltos de um lado para o outro) de 12 adultos saudáveis treinados recreativamente onde no grupo suplementado com 8g de CM 60 minutos antes do exercício não foi observado efeitos positivos significativos para torque de pico, potência de pico, taxa de fadiga, repetições completadas e lactato sanguíneo ( $p > 0,05$ ).

Hwang *et al.* (2018) elaboraram um projeto randomizado, duplo-cego, controlado por placebo, 75 homens treinados em resistência foram aleatoriamente designados para ingerir GSH + L-citrulina (GSH + CIT), L-citrulina-malato ou placebo de celulose diariamente, enquanto também participavam de 8 semanas de RT (treinamento resistido). A dose completa de cada suplemento foi entregue em cápsulas idênticas em peso, tamanho, forma e cor. Os participantes completaram as sessões de teste de composição corporal e força muscular antes e depois de 4 e 8 semanas de treinamento físico e suplementação. Nem a RT nem a suplementação tiveram quaisquer efeitos significativos nas variáveis químicas clínicas do sangue ( $p > 0,05$ ).

Chappell *et al.* (2018) efetuaram um estudo randomizado duplo-cego controlado por placebo foi empregado, usando um design contrabalançado. Recrutamos homens e mulheres recreativamente ativos para participar de um protocolo de cadeira isocinética, baseado no German Volume Training (GVT), no qual os participantes tentaram realizar 10 séries de 10 repetições contra uma força que representa 70% de sua força concêntrica máxima. Não houve diferença significativa entre o placebo e o tratamento CM para o número de repetições ( $P = 0,33$ ), isométrico ( $P = 0,60$ ), concêntrico ( $P = 0,38$ ) ou excêntrico ( $P = 0,65$ ) pico de força após o GVT. A dor muscular total foi significativamente maior no CM em comparação com o tratamento com placebo seguindo o protocolo GVT durante 72 h ( $P = 0,01$ ); embora isso não tenha sido acompanhado por maior carga horária/número de repetições no grupo CM.

Gonzalez *et al.* (2018) esse estudo foi concebido como um estudo de pesquisa cruzado contrabalançado, duplo-cego, controlado por placebo. Realizado com 12 homens treinados de forma recreativa, o grupo citrulina malato recebeu de 8g de CM 40 minutos antes da realização de 5 séries de 15 repetições no supino com barra a 75 % 1RM com intervalo de descanso de 2 minutos. Não houve diferenças significativas ( $p = 0,88$ ) no total de repetições realizadas entre as condições CM e PL ( $35,3 \pm 6,5$  e  $35,8 \pm 6,5$  repetições, respectivamente).



Um estudo duplo cego randomizado utilizando 15 mulheres treinadas em resistência conduzido por Glenn *et al.* (2017), consumindo CM (8 g dextrose + 8 g de CM) ou um placebo (8 g dextrose). Uma hora após o consumo do suplemento, os participantes realizaram seis séries de exercícios para a parte superior (ou seja, supino) e para a parte inferior do corpo (ou seja, leg press) até a falha em 80% de uma repetição máxima previamente estabelecida. Os resultados demonstraram que os sujeitos do grupo suplementado com CM realizaram significativamente mais repetições ( $34,1 \pm 5,7$ ) que o grupo placebo ( $32,9 \pm 6$ ) no exercício de membros superiores, tiveram um resultado parecido para membros inferiores, com aumento do número de repetições nos exercícios de membros inferiores ( $66,7 \pm 30,5$ ) no grupo suplementado com CM versus ( $55,13 \pm 20,64$ ) do grupo placebo, além de um RPE reduzido ( $p = 0,02$ ) para exercícios de membros superiores ( $7,9 \pm 0,3$ ) no grupo suplementado com CM e no grupo placebo de ( $8,6 \pm 0,2$ ).

Wax *et al.* (2015) realizaram um estudo duplo cego randomizado com 12 homens treinados em resistência avançada onde o grupo malato de citrulina ingeriu 8g de CM 1 hora antes da sessão de exercícios (leg press, agachamento hack e extensão de perna), revelaram que a suplementação aguda de malato de citrulina melhorou o desempenho em uma média de 9%, porém não ocorreu alterações nos níveis de lactato sanguíneo.

## 6.2 RESISTENCIA

No único estudo (Wax, Kavazis e Lockett 2016) relacionado à modalidade de resistência, um estudo duplo cego randomizado, com 14 homens treinados em resistência, sendo o grupo suplementado com 8g de CM 1 hora antes da sessão de exercícios, realizaram três séries de flexões (barra fixa, barra reversa e flexões) até a falha com três minutos de descanso, foi notado um aumento no número de repetições de ambos os exercícios ( $p = 0,01$ ), mas não houve mudança nos níveis de lactato sanguíneo ( $p = 0,935$ ). Portanto, nenhum resultado significativo foi alcançado, portanto, mais evidências são necessárias para que essa abordagem comprove sua eficácia.

### 6.3 FUTEBOL

Apenas uma pesquisa Bezuglov *et al.* (2022) relacionou a suplementação de L - Citrulina Malato com o desempenho no futebol, feita através de um estudo randomizado duplo-cego controlado por placebo analisou 18 jogadores de futebol das principais divisões de três países europeus. Os participantes foram randomizados em três grupos de seis cada (grupo 6g de CM, grupo 3g de CM e grupo placebo) e realizaram um teste específico de futebol de campo por 18 minutos. Foi realizada análise comparativa da frequência cardíaca, fadiga e recuperação pós-exercício. Após a avaliação foi concluído que não houve diferença estatisticamente significativa na maioria dos parâmetros analisados, nem em nenhum dos momentos de concentração de lactato, portanto, nenhum resultado significativo foi alcançado, portanto, mais estudos são necessários para que essa abordagem comprove sua eficácia.

### 6.4 CICLISMO

O estudo de Gills *et al.* (2021) relacionou com o L - Citrulina Malato com o ciclismo e obteve resultado notável, no entanto, faltam pesquisas associadas a essa abordagem, necessárias para comprovar a eficácia do suplemento. Um estudo randomizado, duplo- cego e cruzado conduzido, com 28 homens recreacionalmente ativos ( $20,9 \pm 2,8$  anos) consumindo CM (12g dextrose + 8g CM) ou um placebo (12g dextrose). Os participantes realizaram um protocolo de ciclismo aeróbico (tempo até a exaustão [TTE]), seguido por um teste de ciclismo de Wingate de 30 segundos subsequente, 60 minutos após o consumo do suplemento. Não demonstrou melhoras no tempo de exaustão ( $p = 0,09$ ), assim como no teste de Wingate, não havendo melhorias no watts médio, watts de pico e índice de fadiga ( $p > 0,05$ ).

## 6.5 HANDBALL

O estudo de Kiyici *et al.* (2017) realizado em atletas profissionais de handebol obteve resultado notável, no entanto, mais pesquisas relacionadas a essa abordagem são necessárias para comprovar a eficácia do suplemento. Neste estudo, a suplementação de CM foi de 1g três vezes ao dia em 11 atletas femininas de handebol durante 4 semanas, principalmente com treino de força resultando em diminuição de 60,7% de lactato sanguíneo após o período de treinamento, quando comparado ao grupo placebo, podendo afirmar que a suplementação de Citrulina/Malato pode contribuir positivamente para o desempenho dos atletas e pode ajudar a retardar a fadiga em atividades excessivas ou prolongadas.

## 6.6 TÊNIS

Um estudo duplo cego randomizado conduzido por Glenn *et al.* (2016) realizado com 17 atletas profissionais, do sexo feminino de tênis, onde um grupo ingeriu 8g de CM mais 12g de dextrose e o grupo placebo 12g de dextrose 1 hora após o consumo, os indivíduos completaram as avaliações de força de preensão, potência vertical e ciclismo anaeróbico de Wingate na respectiva ordem. Ao consumir CM, os participantes exibiram maior força de preensão máxima ( $p = 0,042$ ) e média ( $p = 0,045$ ) em comparação com o PLA. Não houve diferença significativa no salto vertical ( $p = 0,51$ ). Para o Wingate, a potência de pico ( $p < 0,001$ ) e a potência explosiva ( $p < 0,001$ ) foram significativamente maiores ao consumir CM em comparação ao PLA. Esta pesquisa produziu resultados notáveis, no entanto, mais pesquisas relacionadas a essa abordagem são necessárias para comprovar a eficácia do suplemento.

## 7 RESULTADOS

**Quadro 1 – Estudos relacionando malato citrulina e atividade física**

Autor/Ano	Wax <i>et al.</i> (2015)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Testar a eficácia da suplementação de malato de citrulina no desempenho do exercício, lactato sanguíneo, frequência cardíaca e pressão arterial durante o exercício de resistência dinâmica da parte inferior do corpo.
Metodo	Estudo randomizado, contrabalançado e duplo-cego. Doze homens treinados em resistência avançados matriculados na universidade onde a investigação foi realizada. Os indivíduos compareceram ao laboratório em 3 sessões na mesma hora do dia. A sessão 1 foi usada para obter dados antropométricos e obter a 1 repetição máxima (1RM) para cada sujeito em cada um dos 3 exercícios (leg press, agachamento hack e extensão de perna). Durante a sessão 2, metade dos sujeitos escolhidos aleatoriamente ingeriu uma solução de malato de citrulina (descrita a seguir) e a outra metade consumiu uma solução de PL 60 minutos antes do protocolo de exercícios (descrita a seguir). Na sessão 3, os sujeitos foram cruzados e consumiram o outro suplemento e então realizaram o mesmo protocolo de exercícios. Houve um período de 7 dias entre as sessões 1 e 2 e entre as sessões 2 e 3.
Resultado	A resistência à fadiga foi determinada utilizando 60% de 1RM predeterminado para cada série e todos os exercícios. O leg press apresentou fadiga mitigada pela citrulina malato, enquanto o hack squat apresentou citrulina malato mitigou fadiga. Perna extensão apresentou citrulina malato fadiga atenuada na série 5. O lactato sanguíneo foi medido para fornecer uma medida indireta de ácido láctico dissociado no músculo durante a atividade. Não houve diferenças no lactato em repouso (basal) e pós-exercício (basal). A frequência cardíaca aumentou significativamente em ambos os grupos após o exercício, mas não foram observadas diferenças em cada ponto de tempo entre os dois tratamentos.

Autor/Ano	Wax <i>et al.</i> (2016)
Modalidade	Resistência
Objetivo	Investigar o impacto que a suplementação de CM teria em sessões repetidas de exercício resistido.
Metodo	Quatorze homens treinados em resistência participaram de um estudo randomizado, contrabalançado e duplo-cego. Os indivíduos foram aleatoriamente designados para placebo (PL) ou CM (8 g) e realizaram três séries de flexões, flexões reversas e flexões até a falha. Uma semana depois, os sujeitos ingeriram o outro suplemento e realizaram o mesmo protocolo. O lactato sanguíneo (BLa), a frequência cardíaca (FC) e a pressão arterial (PA) foram medidos antes do exercício, com o BLa medido uma segunda vez imediatamente após a última série, enquanto a FC e a PA foram medidas 5 e 10 minutos após o exercício.
Resultado	Citrulina malato aumentou a quantidade de repetições realizadas para cada exercício, como chin-ups, chin-ups inversas, flexões e flexões. Os dados de lactato sanguíneo indicaram um efeito de tempo ( $p < 0,001$ ), mas nenhuma diferença de tratamento ( $p = 0,935$ ). Os dados da PA sistólica não afetaram o tempo ( $p = 0,078$ ) ou o tratamento ( $p = 0,119$ ). Os dados da PA diastólica não tiveram variação de tempo ( $p = 0,069$ ), mas indicaram diferença de tratamento ( $p = 0,014$ ) para indivíduos que ingeriram CM. Coletivamente, esses achados sugerem que o CM aumentou o desempenho de resistência da parte superior do corpo em homens em idade universitária treinados.

Autor/Ano	Glenn <i>et al.</i> (2016)
Modalidade	Tenis
Objetivo	Examinar os efeitos da suplementação aguda de CM na força de prensão, potência vertical e desempenho no ciclismo anaeróbico em tenistas do sexo feminino.
Metodo	Dezessete mulheres MA ( $51 \pm 9$ anos) completaram dois estudos randomizados duplo-cegos consumindo CM (12 g dextrose + 8 g CM) e placebo (PLA) (12 g dextrose). Uma hora após o consumo, os indivíduos completaram as avaliações de força de prensão, potência vertical e ciclismo anaeróbico de Wingate na respectiva ordem. Força de prensão máxima e média, potência vertical de pico e média, capacidade anaeróbica, potência de pico, potência explosiva e capacidade de sustentar a potência anaeróbica foram calculados a partir dos testes.
Resultado	Ao consumir CM, os participantes exibiram maior força de prensão máxima ( $p = 0,042$ ) e média ( $p = 0,045$ ) em comparação ao PLA. Não houve diferenças entre as tentativas de pico ( $p = 0,51$ ) ou média ( $p = 0,51$ ) potência vertical. Para o Wingate, a potência de pico ( $p < 0,001$ ) e a potência explosiva ( $p < 0,001$ ) foram significativamente maiores ao consumir CM em comparação ao PLA. Para a capacidade de sustentar a potência, um efeito significativo ( $p < 0,001$ ) foi observado para o tempo dentro das tentativas, mas não foram observadas diferenças significativas do suplemento consumido

Autor/Ano	Kiyici <i>et al.</i> (2017)
Modalidade	Handebol
Objetivo	Examinar os efeitos da suplementação de Citrulina/Malato com treinamento intensivo sobre o nível de lactato sanguíneo em jogadores de handebol ativos.
Metodo	Os atletas foram submetidos a treinamento intenso durante 4 semanas, 4 dias por semana, principalmente treinamento de força e técnica pré-temporada. Neste período de treinamento, os atletas do grupo estimul ( $n = 11$ ) receberam estimul 3 vezes ao dia na forma de 1 g no café da manhã, 1 g no almoço e 1 g no jantar, enquanto o grupo placebo ( $n = 11$ ) os atletas receberam apenas placebo na mesma dosagem e na mesma cor ao mesmo tempo. Os níveis de lactato sanguíneo em atletas foram medidos 4 vezes, antes e depois de um programa de 1 mês da seguinte forma: descanso (R), esforço final (EE), recuperação 5 min (R5 m) e recuperação 20 min (R20 m). Os níveis de lactato sanguíneo foram comparados intragrupo e entre os grupos.
Resultado	Neste caso a suplementação contribuiu positivamente para o desempenho dos atletas e pode ajudar a retardar a fadiga em atividades excessivas ou prolongadas. nas medidas pós-teste feitas após o período de treinamento, diferenças significativas como $p < 0,05$ foram encontradas com uma diminuição de 60,7% no nível de lactato sanguíneo EE.

Autor/Ano	Glenn <i>et al.</i> (2017)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Avaliar os efeitos da suplementação aguda de CM no desempenho do levantamento de peso da parte superior e inferior do corpo em mulheres treinadas em resistência.
Metodo	Quinze mulheres ( $23 \pm 3$ anos) completaram dois estudos randomizados, duplo-cegos consumindo CM (8 g dextrose + 8 g de CM) ou um placebo (8 g dextrose). Uma hora após o consumo do suplemento, os participantes realizaram seis séries de exercícios para a parte superior (ou seja, supino) e para a parte inferior do corpo (ou seja, leg press) até a falha em 80% de uma repetição máxima previamente estabelecida. Imediatamente após cada série, as repetições concluídas, a frequência cardíaca e a percepção subjetiva de esforço (PSE) foram registradas.
Resultado	A análise de variância de medidas repetidas indicou que os indivíduos completaram significativamente ( $p = 0,045$ ) mais repetições ao longo do exercício da parte superior do corpo ao consumir CM versus placebo ( $34,1 \pm 5,7$ vs. $32,9 \pm 6,0$ , respectivamente). Ao consumir CM, melhorias significativas semelhantes ( $p = 0,03$ ) no total de repetições concluídas foram observadas para o exercício da parte inferior do corpo ( $66,7 \pm 30,5$ vs. $55,13 \pm 20,64$ , respectivamente). A pontuação geral do RPE foi significativamente menor ( $p = 0,02$ ) no exercício da parte superior do corpo quando os indivíduos consumiram CM versus placebo ( $7,9 \pm 0,3$ e $8,6 \pm 0,2$ , respectivamente). O suplemento consumido não exibiu efeitos significativos na frequência cardíaca em nenhum momento.



Autor/Ano	Gonzalez <i>et al.</i> (2018)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Investigar o efeito da suplementação de CM nas repetições completas, potência, resposta de inchaço muscular e medidas subjetivas de foco, energia e fadiga durante o exercício de resistência da parte superior do corpo em homens treinados recreacionalmente em resistência.
Metodo	Este estudo foi concebido como um estudo de pesquisa cruzado contrabalançado, duplo-cego, controlado por placebo com 12 homens treinados em resistência recreacionalmente. Comparando os participantes em três momentos diferentes. Os participantes receberam treinamento de resistência por 48 horas antes de cada visita. A primeira visita foi utilizada para obter dados anatômicos e determinar a repetição máxima (1RM) do exercício. A segunda e terceira visitas foram sessões experimentais, separadas por cerca de uma semana. Os participantes receberam um suplemento padronizado ou placebo e iniciaram um protocolo de exercícios resistidos. O número total de repetições e a potência produzida durante cada repetição foram registrados para cada série.
Resultado	Durante o CM, um maior número de repetições foi realizado na série 1 ( $13,5 \pm 2,2$ ) em comparação com todas as outras séries, enquanto a série 2 ( $8,1 \pm 1,9$ ) foi mais frequente do que as séries 3-5. Nenhuma diferença significativa foi observada entre as séries 3-5. Na série 4, os participantes realizaram mais repetições na série 4 em comparação com as séries 3-5. Não foram observadas diferenças significativas no total de repetições entre as condições CM e PL. Não foram observadas diferenças significativas nos sentimentos subjetivo e RPE, exceto para os sentimentos de energia.

Autor/Ano	Hwang <i>et al.</i> (2018)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Determinar os efeitos de um programa de RT de 8 semanas em conjunto com suplementação diária de GSH + L-citrulina, L-citrulina-malato ou placebo na composição corporal e desempenho muscular.
Metodo	Foi realizado um estudo em 75 praticantes de exercícios saudáveis, regulares e consistentes, com idades entre 18 e 35 anos, com índice de massa corporal entre 18,5 e 25 kg/m. Os participantes não tinham histórico de tabagismo, deficiências nutricionais ou problemas ortopédicos. Eles completaram 1 repetição máxima (RM) de exercícios de exercício, incluindo reto e leg press, antes e depois da primeira dose de suplemento e um TR de 4 a 8 semanas e um programa de suplementação. Os participantes foram solicitados a completar 10 repetições de 50% de sua massa corporal total, depois de 3 a 5 repetições de 75%. O peso foi então medido e o participante tentou levantar o peso por uma repetição. O peso máximo para cada exercício foi determinado e foram feitas no máximo cinco tentativas para todas as sessões.
Resultado	O estudo não encontrou mudanças significativas na composição corporal, massa corporal total, massa gorda ou massa hídrica ao longo de 8 semanas de treinamento de resistência e suplementação. Embora houvesse diferenças significativas na força muscular e leg press, não foram observadas diferenças significativas entre os grupos. O volume do treinamento resistido foi expresso em relação à massa corporal, não havendo diferença significativa no volume para exercícios envolvendo membros superiores e inferiores. O estudo também não encontrou mudanças significativas no tempo e na interação entre os grupos, sugerindo que não foram observadas diferenças significativas nas variáveis químicas clínicas ao longo das 8 semanas.

Autor/Ano	Chappell <i>et al.</i> (2018)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Avaliar a capacidade dos indivíduos de resistir à fadiga durante o exercício de resistência após uma dose aguda de CM.
Metodo	Um estudo duplo-cego placebo cruzado, com dezoito indivíduos (13 homens, 5 mulheres), os participantes comparecerem ao laboratório três vezes com intervalos de 7 dias. Os participantes foram aleatoriamente designados para um tratamento de contrabalanço ou placebo, usando um dispositivo eletromagnético. Os participantes foram familiarizados com as condições experimentais e com a escala visual de dor muscular. Eles realizaram três contrações voluntárias máximas (CVM) isométricas, concêntricas e excêntricas por série, com 3 minutos de descanso entre cada série. O torque máximo foi registrado para cada contração. Os participantes preencheram um diário alimentar de 24 horas e uma escala de dor muscular. Após o GVT, uma amostra de sangue adicional foi coletada e a força dos músculos excêntricos, concêntricos e isométricos foi retestada.
Resultado	O estudo encontrou uma diferença significativa no número de repetições realizadas ao longo de 10 séries, com a capacidade do participante de completar uma série de 10 repetições diminuindo gradualmente. O número de repetições realizadas pelos grupos placebo e CM diminuiu para $8,0 \pm 0,6$ na quarta série. Não houve diferença significativa entre os grupos placebo e CM em termos de desempenho de repetições e nenhuma diferença significativa no número de repetições realizadas durante o GVT. O estudo também não encontrou diferença significativa nas concentrações de Fmax de lactato no sangue antes e depois do protocolo GVT. As concentrações de lactato aumentaram significativamente após o protocolo GVT, com aumento médio de $4,16 \pm 1,34$ mmol/l nos grupos placebo e CM. A média dor total muscular aumentou significativamente após o protocolo GVT e diminuiu após 72 horas em ambos os grupos.

Autor/Ano	Farney <i>et al.</i> (2019)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Examinar os efeitos do CM na fadiga muscular após exercícios de alta intensidade.
Metodo	Um estudo envolveu doze participantes (homens: $n = 6$ ; mulheres: $n = 6$ ) adultos com idades entre 21 e 33 anos, submetidos a um programa de exercícios estruturados nos últimos seis meses e sem lesões nos joelhos ou quadríceps. Os participantes foram testados no laboratório durante quatro visitas, sendo o primeiro dia um teste de familiarização. Eles também receberam uma coleta de peso para determinar o peso adequado para as três sessões subsequentes. Os participantes foram ajustados para 40 libras para os homens e 20 libras para as mulheres, com o peso ajustado para garantir que os participantes completassem o protocolo de exercícios de alta intensidade.
Resultado	O estudo não encontrou efeitos significativos no suplemento, torque, fadiga, lactato, FC final ou repetições totais. No entanto, houve efeito significativo no tempo, com diminuição do torque e do torque após o exercício de alta intensidade em relação ao pré-exercício. Adicionalmente, houve aumento significativo da fadiga para o teste isocinético e aumento do acúmulo de lactato após exercício de alta intensidade. Não foram observadas interações tempo-suplemento significativas para pico de potência, torque, fadiga ou lactato.

Autor/Ano	Vårvik <i>et al.</i> (2021)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Conduzir uma meta-análise dos ensaios duplo-cegos, controlados por placebo, investigando os efeitos agudos da suplementação de CitMal no desempenho de repetição durante o treinamento de força em adultos saudáveis.
Metodo	Uma análise sistemática e meta-análise foi realizada de acordo com as diretrizes PRISMA, avaliando a qualidade metodológica dos estudos incluídos usando a "Ferramenta para avaliar a qualidade do estudo e relatórios de exercícios" (TESTEX). Uma lista de verificação foi criada para avaliar a qualidade do estudo (itens 1-5) e o relatório do estudo (itens 6-12), com pontos mais altos representando melhor qualidade metodológica. No entanto, a lista de verificação de seis pontos do estudo (assiduidade ao exercício), análise de sete pontos da intenção de tratamento, monitoramento de atividades de 10 pontos em grupos de controle e programa progressivo de 11 pontos foram omitidos, pois não eram relevantes para o estudo incluído projetos. Como resultado, 11 pontos foram usados como ponto máximo de avaliação em vez de 15. A avaliação do autor foi conduzida pelo diretor, e quaisquer pontos pouco claros foram discutidos e resolvidos em consenso. O estudo modifica e classifica 9-11 pontos como alta qualidade, 6-8 pontos como boa qualidade e $\leq 5$ pontos como má qualidade.
Resultado	A meta-análise mostrou um aumento na recaptção de CitMal em repetições em comparação ao placebo, com um Hedges SMD de 0,196 e uma diferença de $6,4\% \pm 7,9\%$ . A análise de sensibilidade revelou resultados moderadamente robustos, mas a remoção do estudo de Pérez-Guisado e Jakeman ajustou o valor-p para um efeito significativo. A remoção de todos os estudos com valores de p negativos resultou em um aumento significativo de SMD em favor do CitMal. A análise de sensibilidade revelou que a remoção de qualquer estudo ajustou o valor-p para nulo, enquanto a remoção de Chappell <i>et al.</i> resultou em um aumento significativo de SMD para ambas as análises.

Autor/Ano	Aguiar e Casonatto (2022)
Modalidade	Musculação
Objetivo	Resumir a literatura existente que avaliou os efeitos da suplementação de malato de citrulina nos resultados de força muscular do exercício de resistência em indivíduos treinados em resistência.
Metodo	Uma busca eletrônica sistemática no Medline e na Scientific Electronic Library Online (SciELO) foi concluída em agosto de 2020, identificando ensaios clínicos randomizados que investigam o efeito da suplementação de malato de citrulina na força muscular em adultos treinados em resistência. Uma metanálise subsequente foi realizada. A meta-análise envolveu quatro estudos e 138 avaliações (69 em citrulina-malato e 69 em grupos de placebo).
Resultado	Não foi observado um efeito geral favorecendo a suplementação de citrulina-malato ( $SMD_{95\%} = 0,13 [-0,21; 0,46]$ ). Considerando os membros inferior ( $SMD_{95\%} = 0,06 [-0,47; 0,60]$ ) e superior ( $SMD_{95\%} = 0,17 [-0,26; 0,60]$ ), foi identificado um efeito global não significativo. Os efeitos médios foram semelhantes para "membros" (superior vs inferior) [ $p = 0,763$ ]. Os achados sugerem que a suplementação de malato de citrulina não melhora a força muscular em indivíduos saudáveis e treinados em resistência

Autor/Ano	Gills <i>et al.</i> (2021)
Modalidade	Ciclismo
Objetivo	Examinar os efeitos agudos da suplementação de CM no desempenho do ciclismo aeróbico e anaeróbico em homens recreacionalmente ativos.
Metodo	28 homens recreacionalmente ativos ( $20,9 \pm 2,8$ anos) concluíram estudos randomizados, duplo-cegos e cruzados consumindo CM (12g dextrose + 8g CM) ou um placebo (12g dextrose). Os participantes realizaram um protocolo de ciclismo aeróbico (tempo até a exaustão [TTE]), seguido por um teste de ciclismo de Wingate de 30 segundos subsequente, 60 minutos após o consumo do suplemento.
Resultado	Os <i>testes t</i> dependentes não mostraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para TTE (PLA: $315,4 \text{ s} \pm 137,7 \text{ s}$ ; CM: $314,1 \text{ s} \pm 107,1 \text{ s}$ ) e trabalho total concluído (TWC) (PLA: $74,7 \pm 34,1$ quilojoules (kJ); CM: $74,1 \pm 26,4$ kJ) durante o protocolo de ciclismo aeróbico. Os <i>testes t</i> dependentes também não mostraram diferenças significativas ( $p > 0,05$ ) para watts médios (PLA: $586,1 \pm 87,7$ Watts (W); CM: $588,0 \pm 93,0$ W), watts de pico (PLA: $773,0 \pm 136,7$ W; CM: $786,7 \pm 133,0$ W) e índice de fadiga (PLA: $12,9 \pm 6,4$ FI ; CM: $14,3 \pm 7,2$ FI) durante o protocolo de Wingate.

Autor/Ano	Bezuglov <i>et.al.</i> (2022)
Modalidade	Futebol
Objetivo	Avaliar o efeito de uma única ingestão de citrulina nas doses de 3 g e 6 g em jogadores adultos de futebol de elite realizando exercícios específicos do esporte.
Metodo	Este estudo examinou 18 jogadores de futebol masculino de três países europeus. Foi utilizada citrulina malato (Stimol), na dosagem de 1 g em 10 mL de xarope sabor laranja. Um placebo foi administrado 45 minutos antes do início do exercício, e os participantes foram aleatoriamente designados para um dos três grupos. O malato foi então diluído em 250 mL de xarope sabor laranja. Os participantes receberam atividades físicas específicas e os resultados foram analisados pela equipe do estudo. O estudo utilizou um sistema de GPS para medir o desempenho de atletas em exercícios específicos de futebol. O sistema consistia em quatro acelerômetros, três giroscópios, um barômetro, um magnetômetro, um chip de navegação GPS e um chip UWB.
Resultado	Não houve diferenças estatisticamente significativas na maioria dos parâmetros analisados, nem em nenhum dos momentos de concentração de lactato. A pontuação do teste de exercício RPE dos jogadores não revelou nenhuma diferença



## **8 CONCLUSÃO:**

A suplementação com citrulina malato tem sido objeto de considerável interesse e pesquisa no âmbito esportivo, com a finalidade de otimizar o desempenho físico. No entanto, a literatura científica revela uma complexidade de resultados, com estudos que demonstraram apenas pequenos benefícios ou, em muitos casos, ausência de impacto significativo na melhora da performance esportiva. Uma explicação plausível para essa disparidade de resultados pode ser atribuída à predominância de estudos que enfocaram a suplementação aguda, ignorando em grande parte a avaliação dos efeitos crônicos a longo prazo.

O escopo predominante dos estudos centrados na suplementação aguda de citrulina malato deixa em aberto a questão crítica de se essa substância apresenta eficácia efetiva quando administrada de forma crônica. As investigações que se restringiram a um único episódio de suplementação imediatamente antes do exercício podem não refletir adequadamente a real capacidade da citrulina malato de promover adaptações fisiológicas duradouras e impactos significativos no desempenho atlético.

Neste contexto, torna-se imperativo preencher essa lacuna de conhecimento, explorando os efeitos da suplementação crônica de citrulina malato no desempenho esportivo. Ao direcionar nossos esforços para análises que incluam a administração contínua desse suplemento ao longo do tempo, almejamos fornecer insights substanciais sobre sua verdadeira eficácia.

## REFERÊNCIAS

AGUIAR, A. F.; CASONATTO, J. Effects of citrulline malate supplementation on muscle strength in resistance-trained adults: a systematic review and meta-analysis of randomized controlled trials. **Journal of Dietary Supplements**, [s. l.], v. 19, n. 6, p. 772–790, 26 jun. 2022. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34176406/>. Acesso em: 20 mai. 2023.

BENDAHAN, D. *et al.* Citrulina/malato promove a produção de energia aeróbica no músculo humano em exercício. **BrJ Sports Med**, [s. l.], p. 282–289, ago. 2002. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/12145119/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

BEZUGLOV, E. *et al.* The Effect of a Single Dose of Citrulline on the Physical Performance of Soccer-Specific Exercise in Adult Elite Soccer Players (A Pilot Randomized Double-Blind Trial). **Nutrients**, [s. l.], dez. 2022. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9739774/>. Acesso: 18 mai. 2023.

CERA, B. *et al.* Effects of Supplemental Citrulline Malate Intake During Repeated Lower Body Exercise Sessions in Advanced Weight Lifters. **J Força Cond Res**, [s. l.], 2015.

CHAPPELL, A. J. *et al.* Citrulline malate supplementation does not improve German Volume Training performance or reduce muscle soreness in moderately trained men and women. **J Int Soc Sports Nutr**, [s. l.], 10 ago. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/30097067/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

FARNEY *et al.* The Effect of citrulline malate supplementation on muscle fatigue among healthy participants. **Journal of strength and conditioning research**, [s. l.], v. 33, n. 9, p. 2464–2470, set. 2019. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29176388/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

GILLS, J. L. *et al.* Acute citrulline-malate supplementation is ineffective during aerobic cycling and subsequent anaerobic performance in recreationally active males. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 21, n. 1, p. 77–83, jan. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31994989/>. Acesso em: 14 jun. 2023.

GLENN, J. M. *et al.* Acute citrulline-malate supplementation improves maximal strength and anaerobic power in female, masters athletes tennis players. **European Journal of Sport Science**, [s. l.], v. 16, n. 8, p. 1095–1103, nov. 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/27017895/>. Acesso em: 05 jun. 2023.

GLENN, J. M. *et al.* Acute citrulline malate supplementation improves upper- and lower-body submaximal weightlifting exercise performance in resistance-trained females. **European Journal of Nutrition**, [s. l.], v. 56, n. 2, p. 775–784, mar. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26658899/>. Acesso em: 05 jun. 2023.

GONZALEZ, A. M. *et al.* Acute effect of citrulline malate supplementation on upper-body resistance exercise performance in recreationally resistance-trained men. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 32, n. 11, p. 3088–3094, nov. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29210953/>. Acesso em: 08 jun. 2023.

GONZALEZ, A. M.; TREXLER, E. T. Effects of Citrulline Supplementation on Exercise Performance in Humans: A Review of the Current Literature. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 34, n. 5, p. 1480–1495, mai. 2020. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/31977835/>. Acesso em: 08 jun. 2023.

GONZALEZ, A. M. *et al.* Supplementation with Nitric Oxide Precursors for Strength Performance: A Review of the Current Literature. **Nutrients**, [s. l.], 28 jan. 2023. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC9921013/>. Acesso em: 08 jun. 2023.

GOUGH, L. A. *et al.* A critical review of citrulline malate supplementation and exercise performance. **European Journal of Applied Physiology**, [s. l.], 1. Dec. 2021. Disponível em: <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC8571142/>. Acesso em: 18 mai. 2023.

HWANG, P. *et al.* Eight weeks of resistance training in conjunction with glutathione and L-Citrulline supplementation increases lean mass and has no adverse effects on blood clinical safety markers in resistance-trained males. **J Int Soc Sports Nutr**, [s. l.], 27 jun. 2018. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29945625/>. Acesso em: 05 jun. 2023.

HYS, K. Identification of the Reasons Why Individual Consumers Purchase Dietary Supplements. **Perspectives on Consumer Behaviour**, [s. l.], p. 193–209, 2020. Disponível em: <https://www.springerprofessional.de/en/identification-of-the-reasons-why-individual-consumers-purchase-/18123612>. Acesso em: 05 jun. 2023

KIYICI, F. *et al.* The Effect of Citrulline/Malate on Blood Lactate Levels in Intensive Exercise. **Biochemical Genetics**, [s. l.], v. 55, n. 5–6, p. 387–394, dez. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/28664349/>. Acesso em: 07 jun. 2023.

NATIONAL INSTITUTE OF HEALTH (NIH) - OFFICE OF DIETARY SUPPLEMENTS. Role of Dietary Supplements for Physically Active People. **American Journal Clinical Nutrition**, [s. l.], v. 72, p.503-674, 2000.

PARK, H. *et al.* Dietary Arginine and Citrulline Supplements for Cardiovascular Health and Athletic Performance: A Narrative Review. **Nutrients**, Republic of Korea, mar. 2023. Disponível em : <https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/articles/PMC10005484/>. Acesso: 18 mai. 2023.

PÉREZ-GUISADO, J.; JAKEMAN, P. M. Citrulline Malate Enhances Athletic Anaerobic Performance and Relieves Muscle Soreness. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 24, n. 5, p. 1215–1222, mai. 2010. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/20386132/>. Acesso em: 02 mai. 2023.

SILVA, D. K. *et al.* Citrulline malate does not improve muscle recovery after resistance exercise in untrained young adult men. **Nutrients**, [s. l.], v. 9, n. 10, 18 out. 2017. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/29057836/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

SUREDA, A.; PONS, A. Arginine and Citrulline Supplementation in Sports and Exercise: Ergogenic Nutrients? **Med Sport Sci. Basel, Karger**. [s. l.], v. 59, p.18–28, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1159/isbn.978-3-8055-9993-1>. Acesso em: 08 jun. 2023.

VÅRVIK, F. T.; BJØRNSSEN, T.; GONZALEZ, A. M. Acute effect of citrulline malate on repetition performance during strength training: A systematic review and meta-analysis. **International Journal of Sport Nutrition and Exercise Metabolism**, [s. l.], 1 mai. 2021. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34010809/>. Acesso em: 12 jun. 2023.

VOET, D; VOET, J. G.; PRATT, C. W. **Fundamentals of biochemistry**: life at the molecular level. Porto Alegre: Editora Artes Médicas Sul LTDA, 2000. 1184 p.

WAX, B. *et al.* Effects of Supplemental Citrulline Malate Ingestion During Repeated Bouts of Lower-Body Exercise in Advanced Weightlifters. **Journal of Strength and Conditioning Research**, [s. l.], v. 29, n. 3, p. 786–792, mar. 2015. Disponível em: <https://journals.lww.com/00124278-201503000-00029>. Acesso em: 10 jun. 2023.

WAX, B.; KAVAZIS, A. N.; LUCKETT, W. Effects of Supplemental Citrulline-Malate Ingestion on Blood Lactate, Cardiovascular Dynamics, and Resistance Exercise Performance in Trained Males. **Journal of Dietary Supplements**, [s. l.], v. 13, n. 3, p. 269 – 282, 2016. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/25674699/>. Acesso em: 10 jun. 2023.