

**EVIDÊNCIAS PARA O USO DE WAXY MAIZE NA ATIVIDADE FÍSICA:
UMA REVISÃO SISTEMÁTICA**

Mário Flávio Cardoso de Lima¹, Tamiris Faria Andrade de Oliveira², Marina Silveira Pereira³
João Carlos Bouzas Marins⁴

RESUMO

O carboidrato é um nutriente fundamental para a prática esportiva. Como maior contribuinte energético da dieta, esse nutriente está relacionado a melhora do rendimento em diversas modalidades, no consumo em pré, durante ou no pós-treino/exercício. O Waxy Maize (amido de milho ceroso), tem sido usado na prática de atividade física graças a suas características particulares de absorção, sendo um alimento de alto índice glicêmico, com menor capacidade de elevar a glicemia e a insulina. Assim, o objetivo dessa revisão foi investigar na literatura científica atual, os possíveis efeitos do consumo do Waxy Maize em praticantes de exercícios. O protocolo deste estudo foi conduzido as diretrizes dos Principais Itens para Relatar Revisões sistemáticas e Meta-análises (PRISMA). Foram pesquisados trabalho nas bases de dados Pubmed e SciElo publicados até janeiro de 2020. Foram selecionados 3 artigos por meio da metodologia de busca e 2 artigos por meio outros meios alternativos, sendo todos com protocolos do tipo cruzado. Quando comparado a outros carboidratos, a ingestão de Waxy Maize apresenta picos de glicemia e insulina mais baixos em repouso imediatamente após o seu consumo. É possível que o consumo do Waxy Maize antes do treino favoreça a performance, gerando menores picos glicêmicos, minimizando assim o risco de uma hipoglicemia de rebote. Seu uso parecer ter pouca aplicabilidade na recuperação após o exercício. É notório que os estudos contendo como fonte principal de carboidrato o Waxy Maize são escassos e pouco esclarecedores, sendo necessário mais evidências que possam estabelecer recomendações seguras, embora o mesmo possa ser usado como fonte alternativa de carboidratos na prática de atividade física.

Palavras-chave: Carboidrato. Substâncias para Melhoria do Desempenho. Exercício Físico. Ciências da Nutrição e do Esporte

ABSTRACT

Evidence for the use of waxy maize in physical activities: a systematic review

Carbohydrate is a fundamental nutrient for sports practice. As a major energy contributor to the diet, this nutrient is related to improved performance in several modalities, in consumption before, during or after training/exercise. Waxy Maize (waxy corn starch) has been used in physical activity due to its particular absorption characteristics, being a food with a high glycemic index, with less capacity to raise blood glucose and insulin. Thus, the aim of this review was to investigate the possible effects of Waxy Maize consumption in exercise practitioners in the current scientific literature. The protocol of this study was conducted under the Main Items for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA) guidelines. Works in Pubmed and SciElo databases published up to January 2020 were searched. Three articles were selected through the search methodology and two articles through other alternative means, all with crossover protocols. When compared to other carbohydrates, the intake of Waxy Maize has lower blood glucose and insulin peaks at rest immediately after consumption. It is possible that the consumption of Waxy Maize before training favors performance, generating lower glycemic peaks, thus minimizing the risk of rebound hypoglycemia. Its use appears to have little applicability in recovery after exercise. It is notorious that studies containing Waxy Maize as the main carbohydrate source are scarce and not very enlightening, requiring more evidence to establish safe recommendations, although it can be used as an alternative source of carbohydrates in the practice of physical activity.

Key words: Carbohydrates. Performance-Enhancing Substances. Exercise. Sports Nutritional Sciences

INTRODUÇÃO

O aumento do número de praticantes de atividades físicas regulares no Brasil leva a maiores preocupações com a saúde, estética e rendimento esportivo (Bertulucci e colaboradores, 2010; Silva; Marins, 2013).

Nesse contexto a busca por alternativas que possam dar suporte ou melhorar o rendimento esportivo tem aumentado entre os esportistas.

Os recursos ergogênicos nutricionais, sejam eles alimentos ou nutrientes derivados dos mesmos, são importantes artifícios utilizados na melhora do desempenho em um exercício físico, seja por mecanismos que auxiliem na execução do mesmo (redução da fadiga, aumento da força, etc.) ou que a propiciem melhor ou mais rápida recuperação (recomposição de glicogênio muscular, recuperação/hipertrofia miofibrilar, etc.) (Hernandez, Nahas, 2009; Rollo e Colaboradores, 2020; Silva, Marins, 2013).

O acesso aos mesmos tem sido mais facilitado nos últimos anos com o aumento do número de sites especializados em vendas desses produtos.

Segundo dados da Associação Brasileira de Empresas de Produtos Nutricionais, entre os anos de 2010 e 2016 houve um aumento no Brasil de 233% no consumo de suplementos alimentares, levando a um faturamento de 1,49 bilhão de reais (Molin e colaboradores, 2019).

O carboidrato é um nutriente fundamental para a prática esportiva. Como maior contribuinte energético da dieta, esse nutriente está relacionado a melhora do rendimento em diversas modalidades, seja pelo seu consumo em pré, durante ou no pós-treino (Kerksick e colaboradores, 2017; Thomas e colaboradores, 2016).

Tal nutriente está incorporado amplamente na alimentação, seja por meio de alimentos (frutas, tubérculos, cereais, etc.) ou alimentos industrializados (géis, barras esportivas, isotônicos, suplementos, etc.), sendo um dos recursos ergogênicos mais consumidos entre esportistas (Rollo e colaboradores, 2020; Silva, Marins, 2013).

Uma maneira de classificar os alimentos fontes de carboidrato (ou seja, aqueles que possuem 65% ou mais de carboidrato em sua composição) e, determinar o melhor momento para seu uso como recurso ergogênico, é por meio do índice glicêmico (IG).

Essa denominação é feita com base na velocidade de absorção desse nutriente e consequente liberação de glicose na corrente sanguínea, podendo ser classificados como alimentos com baixo, médio ou alto índice glicêmico (Brouns e colaboradores, 2005; Fernandes e colaboradores, 2019; Lambert, 2018).

O IG é um fator determinante para a escolha de diferentes fontes de carboidratos para a prática de atividade física. Alimentos com baixo índice glicêmico são normalmente associados a momentos pré-treino (estimulando a lenta, porém gradual liberação de glicose no sangue durante a prática da atividade), enquanto que alimentos com alto índice glicêmico são geralmente indicados para o consumo após o treino (contribuindo na recuperação do glicogênio muscular e acelerando a recuperação tecidual) (Faria e colaboradores, 2011; Fernandes e colaboradores, 2019; Madureira e colaboradores, 2017).

Nesse contexto, o Waxy Maize (WM), também conhecido como o amido de milho ceroso, tem sido usado na prática de atividade física graças a suas características de absorção. Esse produto é um amido derivado de uma variedade de milho chamada milho ceroso e possui em sua estrutura grande quantidade de uma molécula chamada amilopectina (Madureira e colaboradores, 2017).

A amilopectina é um carboidrato de rápida digestão, contudo possui menores picos glicêmicos e insulinêmicos do que carboidratos como a glicose e a maltodextrina, sendo amplamente difundida na prática de atividade física (Bracken, Gray, Turner, 2014; Sands e colaboradores, 2009).

O papel dos carboidratos como recurso ergogênico já foi amplamente estudado em suas mais variadas formas e momentos durante o exercício (Cazal e colaboradores, 2018; Faria e colaboradores, 2015; Marins e colaboradores, 2018; Rollo e colaboradores, 2020).

Entretanto, estudos sobre os reais efeitos ergogênicos do WM são escassos e pouco esclarecedores, sendo importante verificar na literatura científica, evidências que possam realmente estabelecer recomendações de quantidade e formas de consumo. Esclarecer quanto aos possíveis efeitos ergogênicos do WM é importante especialmente para profissionais nutricionistas

envolvidos com o esporte, os quais possam, a partir de uma avaliação dos efeitos desse suplemento, subsidiar quanto as possíveis vantagens, desvantagens e adequações para sua decisão de uma prescrição. Assim, essa revisão tem como objetivo investigar na literatura científica, os possíveis efeitos ergogênicos do consumo do Waxy Maize na atividade física.

MATERIAIS E MÉTODOS

Trata-se de uma revisão sistemática a qual utiliza como banco de dados as bases científicas PubMed e Scielo.

Como descritores foram utilizadas as combinações "(Waxy Maize OR Waxy Starch) AND (Physical Activity OR Exercise)" na base de dados PubMed, enquanto que "Waxy Maize", "Amido ceroso", "(Waxy Maize OR Waxy Starch) AND (atividade física OR exercício)" na base Scielo. Como critérios de inclusão foram selecionados estudos em humanos, cujo protocolo envolvia o uso do WM como recurso ergogênico no exercício. Adotou-se como período para as buscas estudos publicados até janeiro de 2020. Para os artigos pesquisados na base de dados PubMed foram atribuídos ainda os limites para "ensaio clínico" e para estudos em "humanos". Toda a revisão foi conduzida por no mínimo dois revisores. Trabalhos com resultados relevantes

encontrados em referências dos artigos selecionados também foram incluídos.

O protocolo deste estudo foi conduzido seguindo as diretrizes dos Principais Itens para Relatar Revisões Sistemáticas e Meta-análises (Preferred Reporting Items for Systematic reviews and Meta-Analyses-PRISMA) (Page e colaboradores, 2021).

RESULTADOS

Foram selecionados 51 artigos a partir das buscas com os descritores escolhidos. Após a leitura dos títulos foram selecionados 12 trabalhos potencialmente relevantes.

Durante a etapa de leitura dos resumos foram excluídos 4 estudos por se tratar de revisões ou estudos experimentais. Após a leitura na íntegra dos 8 estudos remanescentes foram excluídos 5 trabalhos por não se adequarem aos critérios da revisão (estudos que não usaram o WM como estratégia ou que não envolviam atletas ou praticantes de atividades físicas).

Ao final de todas as etapas foram selecionados três artigos. Após a leitura dos trabalhos durante as buscas, mais dois trabalhos foram adicionados ao banco de dados por se tratar de estudos que, apesar de não serem contemplados nos mecanismos de buscas, foram relevantes para a o objetivo deste trabalho.

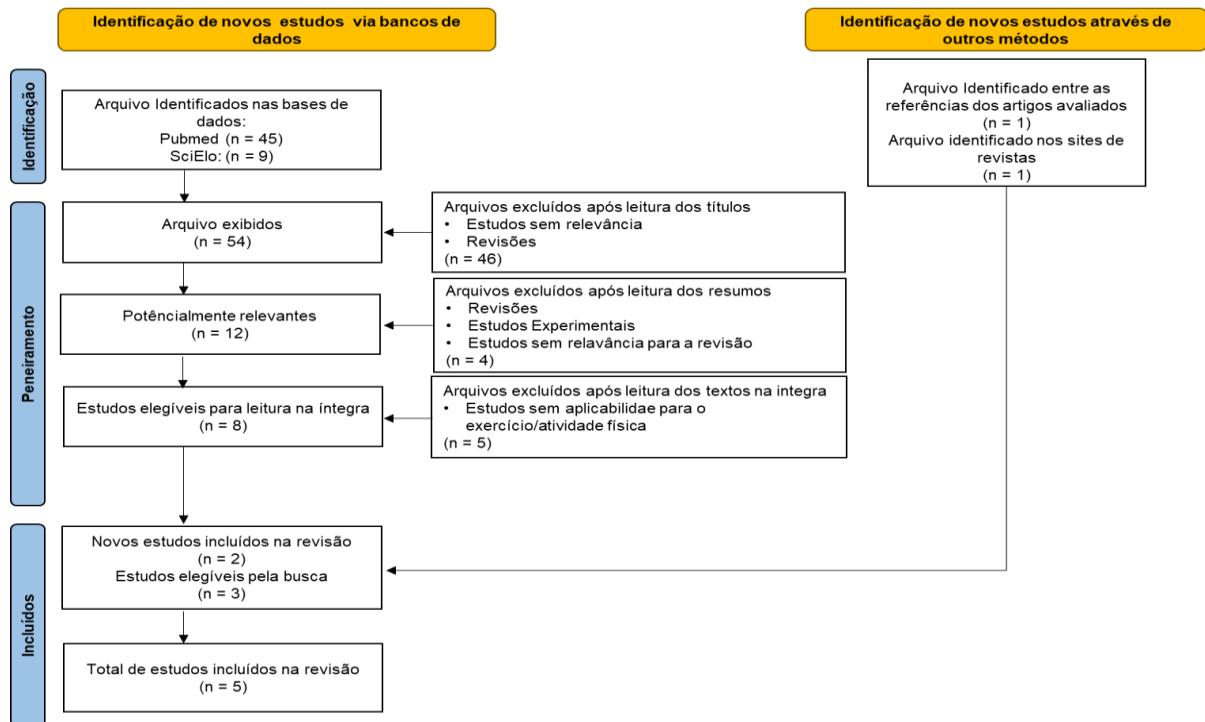


Figura 1 - Fluxograma da seleção de artigos para a revisão segundo a recomendação PRISMA (Page e colaboradores, 2021).

O fluxograma da seleção dos trabalhos está apresentado na figura 1.

Todos os trabalhos selecionados apresentam ensaio do tipo crossover.

Os trabalhos foram segmentados quanto ao seu ano de publicação, gênero e número dos voluntários, tratamentos (tipo e quantidade), protocolo de exercício e resultados relevantes (Tabela 1).

Tabela 1 - Características dos indivíduos, delineamento, protocolo de exercício e principais resultados dos estudos selecionados

Referência	Indivíduos	Delineamento	Protocolo de Exercício	Principais resultados
(Rebouças e colaboradores, 2015)	Homens n=18	T1: 30g de WM + 300 ml de água T2: 30g de celulose + 300 ml de água.	Combates sucessivos de Jiu Jitsu com duração de cinco minutos e intervalo de um minuto entre eles (10 minutos após suplementação).	Desempenho Sem diferença no número de combates realizados; Glicemia Comportamento da glicemia semelhante entre os grupos após 10 min da ingestão
(Bracken, Gray, Turner, 2014)	Homens n=7 Mulher n=1	T1: 1,0g/kg de massa corporal de amido de milho submetido a tratamento hidrotérmico (HPMS);	1h de exercício em bicicleta com intensidade a 65% do VO ₂ pico.	Desempenho Os participantes se exercitaram com uma porcentagem mais alta de VO ₂ máx na condição HPMS do que na condição UCMS A taxa média de gasto de energia aeróbica derivada de

	T2: 1,0g/kg de massa corporal de amido de milho cru (UCMS); C: 1,0g/kg de massa corporal de Dextrose; Obs.: Todos os tratamento diluídos em água na concentração de 10%		carboidratos foi menor na condição HPMS. Glicemia Maior estabilidade da glicemia em exercício nos grupos HPMS em relação a UCMS e controle; Manutenção da glicemia durante e após o exercício nos grupos HPMS e UCMS em relação ao controle; Manutenção da glicemia em Relato de hipoglicemia nos voluntários somente no grupo controle (dextrose)
(Roberts e Homens colaboradores, n=9 2011)	T1: 1,0g/kg de massa corporal de amido submetido a tratamento hidrotérmico (HMS); T2: 1,0g/kg de massa corporal de maltodextrina Obs.: Todos os tratamento dissolvidos em 350 ml de água.	150 minutos de exercício estacionário em bicicleta seguido por um Sprint a 100% do VO ₂ de pico até a exaustão.	Desempenho Tempo semelhante de exaustão durante as duas condições. Glicemia Menores picos de glicemia no grupo HMS em relação ao controle.
(Jozsi e Homens colaboradores, n=8 1996)	T1: 6,5g/kg de massa corporal de glicose T2: 6,5g/kg de massa corporal de maltodextrina T3: 6,5g/kg de massa corporal de amido ceroso T4: 6,5g/kg de massa corporal de amido resistente Obs.: Todos em solução a 19%, com ácido cítrico, aspartame e emulsão de tangerina	Ciclistas treinados pedalarão por 45 min com 60% do VO máx. Realizaram o protocolo de exercício de depleção, o qual mantinha 5 min de aquecimento a 150w até atingirem um percurso de 60min em aproximadamente 70-75% do máx VO ₂ máx	Desempenho A intensidade submáxima do ciclismo e o esforço percebido foram semelhantes entre os 4 tipos de ensaios com CHO diferentes, durante os 60min de resistência; Nos quatro ensaios de CHO a produção de trabalho durante a TI foi maior durante os primeiros e últimos 5 min do que no intervalo de 10 a 25 min; Durante os últimos 5 min no teste de amido resistente, a produção aumentou, e Frequência cardíaca semelhante. Concentração de lactato sanguíneo não se difere estatisticamente entre os quatro ensaios. Glicemia

(Madureira e Adultos colaboradores, n=7 2017)	T1: 25g de palatinose após 3h de jejum amido ceroso T2: 25g de dextrose após 3h de jejum T3: 25g de amido ceroso após 3h de jejum	Foram 3 dias em repouso e 3 dias em exercício. Após a suplementação realizaram 1h de corrida em esteira, a 70% da FC máxima estimada.	O exercício de depleção reduziu a glicemia muscular a uma média de 234. 7k 21,4 mmol/kg de músculo;
	Obs.: Todos os tratamento dissolvidos em 300ml de água		Desempenho Não foi abordado. Glicemia Amido ceroso e palatinose apresentaram aumento leve da glicemia nos 15 primeiros minutos e permaneceu elevado até completar 1h; Dextrose mostrou maior aumento da glicemia a partir de 15 e 30 minutos, aos 60 minutos a glicemia retornou aos valores iniciais; Após 15 min de exercício a glicemia aumentou com o consumo de dextrose, enquanto com as outras substâncias testadas foi reduzida.

DISCUSSÃO

Carboidratos e Exercícios: Possíveis mecanismos de ação do Waxy Maize

Os carboidratos são essenciais para a manutenção da saúde nos seres humanos e entre seus vários papéis está o de regulação da glicemia e do metabolismo energético, mecanismos metabólicos importantes na execução do exercício (Kerksick e colaboradores, 2017).

Segundo Rollo e colaboradores (2020), a importância do carboidrato se inicia à partir de seu contato com a mucosa oral, no qual já promove estímulos de liberação de insulina. Em seguida ele é transportado do intestino delgado para a circulação sistêmica e posteriormente (em sua maioria) absorvido para o fígado ou utilizado pelas células nervosas e musculares. A capacidade de distribuição dos carboidratos para as células nervosas e musculares, prevenindo a hipoglicemia, são importantes fatores para a manutenção e melhora do desempenho na atividade física (Rollo e colaboradores, 2020).

Os carboidratos podem ser classificados quanto ao seu tamanho molecular

(simples e complexos) e seu índice glicêmico (alto, médio ou baixo) (Brouns e colaboradores, 2005).

O conceito de índice glicêmico vem sendo amplamente estudado e aplicado na melhora do rendimento esportivo em diferentes contextos (Cazal e colaboradores, 2018; Faria e colaboradores, 2015; Faria e colaboradores, 2011; Fernandes e colaboradores, 2019; Marins e colaboradores, 2018).

Durante a atividade física a demanda por esse nutriente aumenta devido a maior solicitação do músculo esquelético para realização do trabalho muscular. O corpo humano é capaz de armazenar carboidratos na forma de glicogênio (muscular e hepático) destinados a manutenção da glicemia para momentos de maior demanda por esse nutriente.

Além disso, o glicogênio é um importante indicador de performance no exercício e sua diminuição está relacionada a maior incidência de fadigas e injúrias musculares resultantes da prática em maior duração (Kerksick e colaboradores, 2017; Marins e colaboradores, 2018).

Considerando a importância de tal nutriente na melhor execução do exercício e

consequente no aprimoramento do desempenho, foram estabelecidas recomendações específicas para seu consumo entre as diferentes práticas esportivas (Kerksick e colaboradores, 2017; Thomas; Erdman; Burke, 2016).

A demanda diária de carboidratos para indivíduos em treinamento varia entre 60% e 70% da caloria total da dieta ou entre 5 a 10 g/kg de peso corporal.

Entretanto, em atividades de maior intensidade e longa duração essas quantidades podem ser extrapoladas chegando a 12 g/kg de peso corporal. Para manutenção da glicemia e dos estoques de glicogênio durante o exercício, recomenda-se o consumo aproximado de 30 a 60 g/hora (ou 7 e 8g/kg.) durante a prática da atividade, enquanto, para a recuperação destes estoques, é indicada uma ingestão mais agressiva de 1,2g/kg/h de CHO com alto IG (>70) (Kerksick e colaboradores, 2017).

Quando comparado a outros carboidratos, a ingestão de WM apresenta picos de glicemia e insulina mais baixos em repouso imediatamente após o seu consumo. A ingestão do amido ceroso de baixo IG antes do exercício de ciclismo prolongado atenuou o pico inicial de glicose e insulina sérica, e aumentou a degradação de gordura em comparação com outras fontes de carboidratos, como a maltodextrina (Roberts e colaboradores, 2011).

Todavia, a manutenção da glicemia com o consumo de WM ao longo de um período de 4h parece bem similar quando comparada a ingestão de maltodextrina ou alimentos como o pão branco em outros estudos (Sands e colaboradores, 2009).

Além disso, esse efeito durante o exercício parece ser bem variado. Em outros trabalhos, foi demonstrado como resultado a manutenção da glicemia durante e após o exercício com o consumo de amido ceroso submetido também a cocção (Bracken, Gray, Turner, 2014).

Tais resultados indicam que, embora as recomendações da quantidade de carboidrato sejam bem estabelecidas, informações sobre qual o tipo e formas de administração ainda não precisam ser mais bem esclarecidas.

Evidências dos efeitos ergogênicos do Waxy Maize no exercício

Manutenção do desempenho durante o exercício

O consumo do WM antes do treino parece melhorar a performance, resultando em menor risco de efeitos adversos (como a hipoglicemia), uma vez que provocaria menores picos glicêmicos (e consequentemente de insulina) em comparação aos alimentos com alto IG. Alguns dos principais benefícios listados para a aquisição do produto presente em rótulos comerciais são “reposição do glicogênio muscular”, “aumento de massa muscular”, “absorção ultrarrápida”. Vale ressaltar que não existem até o momento, evidências suficientes que atestem sobre o efeito do WM nos diversos tipos de exercícios e que, em alguns casos, as respostas ao seu consumo precisam ser mais bem estudadas (Bracken, Gray; Turner, 2014; Madureira e colaboradores, 2017; Roberts e colaboradores, 2011).

Sobre os possíveis efeitos relacionados a fadiga neural, os efeitos psicofisiológicos do consumo em pré-treino de 30g de WM (8 indivíduos) comparados a um placebo (10 indivíduos), foi avaliado em lutadores de Jiu-jitsu do gênero masculino. Neste estudo, a percepção de esforço foi avaliada durante combates, além disso os autores monitoraram a glicemia antes e após o final aos treinos (seções de combate até a fadiga). Contudo, não foram observadas diferenças entre os grupos (Rebouças e colaboradores, 2015).

Também são encontrados na literatura estudos com formas similares ao WM tais como os amidos ricos em amilopectina. Em estudo do tipo “crossover”, Roberts e colaboradores (2011) compararam as respostas metabólicas e o desempenho de ciclistas após ingestão de 1g/kg de peso corporal de WM (amido ceroso cru de alto peso molecular submetida a tratamento térmico) com a mesma quantidade de maltodextrina. Nove ciclistas do gênero masculino foram submetidos a 150 minutos de exercício estacionário seguido por um Sprint a 100% do $\dot{V}O_{2\max}$ pico até a exaustão. Não foi observada diferença estatística na resistência a fadiga dos ciclistas entre as etapas de consumo do WM e (125 ±28s) em comparação com a etapa de consumo da maltodextrina (136 ±27s). Vale ressaltar que, durante todo o protocolo de exercício, não houve diferença no

comportamento da glicemia as duas etapas. Contudo as médias de insulina foram estatisticamente menores após o consumo do WM ($286 \pm 41 \mu\text{IU/ml}$) em comparação com a maltodextrina ($827 \pm 183 \mu\text{IU/ml}$).

Ainda sobre o comportamento da glicemia durante o exercício, Madureira e colaboradores (2017) compararam a glicemia durante o exercício após o consumo de 25g de WM com a mesma quantidade oferecida de dextrose e palatinose em 7 adultos (de ambos os sexos), submetidos a 1h de exercício em esteira a 70% do VO_2 max. Os autores observaram queda nos níveis glicêmicos após o consumo do WM durante o exercício.

Ademais, a glicemia foi estatisticamente menor nos 60min de exercício, quando comparados a dextrose (Madureira e colaboradores 2017). Esses resultados corroboram com os achados de Sands e colaboradores (2009), realizado com homens e mulheres saudáveis no qual foi evidenciado que a resposta glicêmica após 2h e 4h da ingestão de 50g de WM foi significativamente menor do que a observada com a ingestão de maltodextrina.

Bracken, Gray, Turner, (2014) avaliaram o impacto de um amido rico em amilopectina (submetido ou não a um tratamento térmico), em comparação com a glicose. Em protocolo crossover, os autores selecionaram oito indivíduos (sete homens e uma mulher) que foram submetidos a protocolo de exercício contínuo em esteira por 1h a 65% do VO_2 de pico após o consumo de uma bebida contendo 1g/kg de peso corporal das fontes de CHO testadas. Em repouso, os resultados de glicemia e insulina para o amido rico em amilopectina foram menores em relação a bebida com glicose.

Todavia, durante o exercício, a glicemia e a insulina após o consumo da fonte com amilopectina mantiveram-se em níveis maiores e com mais estabilidade em relação a fonte de glicose. Tais resultados colaboram para o menor risco de hipoglicemia com o consumo pré-exercício do WM, um importante efeito para a manutenção adequada do desempenho durante a prática do exercício.

Efeitos na recuperação após o exercício

A recuperação dos estoques de glicogênio muscular é outro fator de grande importância atribuído ao WM embora pouco estudado. Em estudo de Roberts e

colaboradores (2011) avaliaram as respostas metabólicas após o protocolo de treino com o consumo de uma dose de 1g/kg de peso corporal de CHO (WM ou maltodextrina). Os resultados foram desfavoráveis para o consumo do WM uma vez que as médias de glicemia e de insulina foram maiores após o consumo de maltodextrina, sendo estes, resultados mais favoráveis para a recuperação do glicogênio muscular (Lambert, 2018).

Em protocolo similar, Jozsi e colaboradores (1996), conduziram um ensaio crossover, em que oito ciclistas do gênero masculino tiveram o conteúdo de glicogênio no músculo vasto lateral avaliado imediatamente e 24h após um protocolo de depleção e cicloergômetro (5min de aquecimento a 125W, seguidos por 60min entre 70 a 75% do VO_2Max e finalizando com 6 sprints de 1min a 125% do VO_2Max). Durante essas 24h, os indivíduos foram submetidos a um protocolo de reposição de carboidratos com consumo de 6,5g/kg de peso corporal por um período de 12h após o exercício. As fontes de carboidratos foram glicose, maltodextrina, WM (100% amilopectina) e amido resistente (100% amilose). Comparando a reposição do glicogênio nas biópsias musculares 24h após o exercício, não foram observadas diferenças estatísticas para os resultados com glicose (89,7%), WM (76,8%) e maltodextrina (51,6%).

Todavia, os resultados com o amido resistente (39,4%) foram estatisticamente menores em relação aos demais tratamentos.

Neste mesmo protocolo os autores avaliaram a performance em exercício após a reposição do glicogênio muscular (5 minutos de aquecimento seguidos de 30 minutos em contrarrelógio), contudo a performance com o uso do WM não diferiu dos demais tratamentos.

Consideração práticas sobre o uso do Waxy Maize

Apesar dos variados resultados observados nas respostas glicêmicas, insulinêmicas e no desempenho com o uso do WM em comparação a outros carboidratos (glicose, amido resistente, palatinose, maltodextrina, etc.), em nenhum dos trabalhos foram apresentados efeitos adversos do consumo desse suplemento.

Além disso, o WM atualmente está fora da lista de substâncias de consumo proibido pela Agência Nacional Antidopagem (WADA, 2021). Isso atesta positivamente sobre o WM

como uma estratégia lícita e segura a ser utilizado como recurso ergogênico nutricional.

Embora não seja possível afirmar que isso tenha influenciado diretamente nos resultados observados nos estudos, submeter esse tipo de amido a um tratamento térmico parece alterar suas propriedades moleculares, reduzindo ainda mais o seu IG.

Assim, recomenda-se que o consumo dele seja feito em preparações à temperatura ambiente ou mais frias, como bebidas ou associado ao consumo de fontes proteicas como leite e iogurtes. Quando comparada a porções iguais de amilose, a amilopectina apresenta maior capacidade de elevação da glicose e insulina pós-prandiais (Howe e colaboradores, 1996).

Tal resultados reforça a importância de conhecer a porção do amido presente nos alimentos. Além disso, incorporar fontes com alto teor de amilopectina, tais como o WM, em alimentos ou refeições com foco no exercício, torna-se uma alternativa a mais na implementação de estratégias dietéticas.

Foram observados nos estudos selecionados quantidades variadas para o consumo, como doses fixas (de 25g a 30g) e individualizadas (de 1g a 6,5g/kg de peso) do WM (Bracken, Gray, Turner, 2014; Jozsi e colaboradores, 1996; Madureira e colaboradores, 2017; Rebouças e colaboradores, 2015; Roberts e colaboradores, 2011).

Tais variações, embora demonstrem ainda as divergências quanto a recomendação desse suplemento, também representam doses usuais e facilmente reproduzidas na prática da atividade física, além de estarem dentro das recomendações para o uso de carboidratos no esporte (Kerksick e colaboradores, 2017).

CONCLUSÃO

Os efeitos do WM no desempenho parecem ser similares a outras fontes de carboidratos amplamente estudadas como a maltodextrina e a dextrose por exemplo.

Além de ser uma substância lícita para o uso no esporte, esse carboidrato parece provocar menores picos glicêmicos, reduzindo o risco de efeitos ergolíticos como a hipoglicemia de rebote durante o esforço. Ressalta-se que, as doses de WM empregadas nos estudos avaliados podem ser facilmente reproduzidas e utilizadas como estratégias

alternativas ao uso de carboidratos mais tradicionais.

Estudos contendo como fonte principal de carboidrato o WM e que relatem mais sobre seus efeitos ergogênicos são escassos e pouco esclarecedores.

Também não é possível afirmar quanto a um melhor efeito para seu uso em período anterior, durante ou após o exercício, sendo necessário mais estudos que possam realmente estabelecer recomendações seguras da quantidade, modo de consumo e até mesmo qual tipo de exercício se beneficia mais com esse produto.

REFERÊNCIAS

- 1-Bertulucci, K.N.B.; Schembri, T.; Pinheiro, A.M.M.; Navarro, A.C. Consumo de suplementos alimentares por praticantes de atividade física em academias de ginástica em São Paulo. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 4. Num. 20. 2010. p. 165-172.
- 2-Bracken, R.M.; Gray, B.J.; Turner, D. Comparison of the metabolic responses to ingestion of hydrothermally processed high-amylopectin content maize, uncooked maize starch or dextrose in healthy individuals. *British Journal of Nutrition*. Vol. 111. Num. 7. 2014. p. 1231-1238.
- 3-Brouns, F.; Bjork, I.; Frayn, K.N.; Gibbs, A.L.; Lang, V.; Slama, G.; Wolever, T.M.S. Glycaemic index methodology. *Nutrition Research Reviews*, Cambridge. Vol. 18. Num. 1. 2005. p. 145-171.
- 4-Cazal, M.M.; Alfenas, R.C.G.; Peluzio, M.C.G.; Amorim, P.R.S.; Marins, J.C.B. Impact of meal's glycemic index pre-exercise in the performance. *Journal of Analytical & Pharmaceutical Research*. Vol. 7. Num. 3. 2018. p. 289-296.
- 5-Faria, V.C.; Marins, J.C.B.; Oliveira, G.A.; Sales, S.d.S.; Reis, F.F.; Pereira, J.C.; Lima, L.M. Resposta metabólica a diferentes índices glicêmicos da refeição pré-exercício. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 21. Num. 4. 2015. p. 1806-9940.
- 6-Faria, V.C.D.; Cazal, M.D.M.; Cabral, C.A.C.; Marins, J.C.B. Influência do índice glicêmico na

glicemia em exercício físico aeróbico. *Motriz*. Vol. 17. Num. 3. 2011. p. 395-405.

7-Fernandes, V.L.S.; Nabuco, H.C.G.; Muraro, A.P.; Rodrigues, F.B.; Ravagnani, F.C.D.P.; Stoppiglia, L.F.; Ravagnani, C.D.F.C. Índice glicêmico e carga glicêmica de dietas de atletas. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 13. Num. 81. 2019. p. 724-732.

8-Hernandez, A.J.; Nahas, R.M. Modificações dietéticas, reposição hídrica, suplementos alimentares e drogas: comprovação de ação ergogênica e potenciais riscos para a saúde. *Revista Brasileira de Medicina do Esporte*. Vol. 15. Num. 3. 2009. p. S3-S12.

9-Howe, J.C.; Rumpler, W.V.; Behall, K.M. Dietary starch composition and level of energy intake alter nutrient oxidation in "carbohydrate-sensitive" men. *The Journal of nutrition*. Vol. 126. Num. 9. 1996. p. 2120-2129.

10-Jozsi, A.C.; Trappe, T.A.; Starling, R.D.; Goodpaster, B.; Trappe, S.W.; Fink, W.J.; Costill, D.L. The influence of starch structure on glycogen resynthesis and subsequent cycling performance. *International journal of sports medicine*. Vol. 17. Num. 5. 1996. p. 373-378.

11-Kerksick, C.M.; Arent, S.; Schoenfeld, B.J.; Stout, J.R.; Campbell, B.; Wilborn, C.D.; Taylor, L.; Kalman, D.; Smith-Ryan, A.E.; Kreider, R.B.; Willoughby, D.; Arciero, P.J.; Vandusseldorp, T.A.; Ormsbee, M.J.; Wildman, R.; Greenwood, M.; Ziegenfuss, T.N.; Aragon, A.A.; Antonio, J. International society of sports nutrition position stand: nutrient timing. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*, Woodland Park. Vol. 14. Num. 33. 2017. p. 1-21.

12-Lambert, C.P. Exercise training alters the glycemic response to carbohydrate and is an important consideration when evaluating dietary carbohydrate intake. *Journal of the International Society of Sports Nutrition*. Vol. 15. Num. 53. 2018. p. 1-2.

13-Madureira, D.; Santana, J.O.; França, E.; Gonçalves, L.; Santos, R.V.T.; Sanches, I.C.; Ramos, C.C.; Caperuto, É.C. Comparison between palatinose, dextrose and waxy maize glycemic curve, at rest and during exercise.

Abstracts from ISSN Brazil, Brasília. Vol. 14. Num. Supl 1. 2017. p. 2-3.

14-Marins, J.C.; Pereira, L.; Amorim, P.R.; Arnaiz-Lastras, J.; Sillero-Quintana, M.; Alfenas, R.C.G. Carbohydrates supplements during exercise: Effects on the electrolytes and glucose. *Revista Internacional de Medicina y Ciencias de la Actividad Fisica y del Deporte*, Madrid. Vol. 18. Num. 70. 2018. p. 269-287.

15-Molin, T.R.D.; Leal, G.C.; Müller, L.S.; Muratt, D.T.; Marcon, G.Z.; Carvalho, L.M.D.; Viana, C. Marco regulatório dos suplementos alimentares e o desafio à saúde pública. *Revista de Saúde Pública*. Vol. 53. Num. 90. 2019. p. 1-12.

16-Page, M.J.; Mckenzie, J.E.; Bossuyt, P.M.; Boutron, I.; Hoffmann, T.C.; Mulrow, C.D.; Shamseer, L.; Tetzlaff, J.M.; Akl, E.A.; Brennan, S.E.; Chou, R.; Glanville, J.; Grimshaw, J.M.; Hróbjartsson, A.; Lalu, M.; Li, T.; Loder, E.W.; Mayo-Wilson, E.; Mcdonald, S.; Mcguinness, L.A.; Stewart, L.A.; Thomas, J.; Tricco, A.C.; Welch, V.A.; Whiting, P.; Moher, D. The PRISMA 2020 statement: an updated guideline for reporting systematic reviews. *British Medical Journal*. Vol. 372. Num. 71. 2021. p. 1-9.

17-Rebouças, G.M.; Paiva, L.K.F.D.; Filho, N.J.B.D.A.; Matos, V.A.F. Efeitos da suplementação de Waxy Maize e placebo em medidas psicofisiológicas em lutadores de Jiu-Jitsu: Estudo duplo cego, crossover, placebo controlado. *Revista Brasileira de Nutrição Esportiva*. São Paulo. Vol. 9. Num. 53. 2015. p. 2015.

18-Roberts, M.D.; Lockwood, C.; Dalbo, V.J.; Volek, J.; Kerksick, C.M. Ingestion of a high-molecular-weight hydrothermally modified waxy maize starch alters metabolic responses to prolonged exercise in trained cyclists. *Nutrition*. Vol. 27. Num. 6. 2011. p. 659-665.

19-Rollo, I.; Gonzalez, J.T.; Fuchs, C.J.; Van-Loon, L.J.C.; Williams, C. Primary, Secondary, and Tertiary Effects of Carbohydrate Ingestion During Exercise. *Sports Medicine*. Vol. 50. Num. 11. 2020. p. 1863-1871.

20-Sands, A.L.; Leidy, H.J.; Hamaker, B.R.; Maguire, P.; Campbell, W.W. Consumption of the slow-digesting waxy maize starch leads to blunted plasma glucose and insulin response

but does not influence energy expenditure or appetite in humans. *Nutrition Research*. Vol. 29. Num. 6. 2009. p. 383-390.

21-Silva, Â.A.; Marins, J.C.B. Consumo e nível de conhecimento sobre recursos ergogênicos nutricionais em atletas. *Bioscience Journal*. Vol. 29. Num. 4. 2013. p. 1038-1048.

22-Thomas, D.T.; Erdman, K.A.; Burke, L.M. Joint Position Statement: Nutrition and Athletic Performance. *Medicine & Science in Sports & Exercise*. Vol. 48. Num. 3. 2016. p. 543-568.

23-WADA. World Anti-Doping Agency. World Anti-Doping Code International Standard Prohibited List. Canada, 2021. Disponível em: <https://www.wada-ama.org/en/content/what-is-prohibited>.

1 - Nutricionista, Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares/Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

2 - Nutricionista, Clínica Doutora Alice Amaral, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

3 - Nutricionista residente, Empresa Brasileira de Serviços Hospitalares/Hospital Universitário da Universidade Federal de Juiz de Fora, Juiz de Fora, Minas Gerais, Brasil.

4 - Professor Titular, Departamento de Educação Física, Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, Minas Gerais, Brasil.

E-mail dos autores:

marioflaviolima@gmail.com

tamirisfariaa@hotmail.com

marinasilveirajf@hotmail.com

jcbouzas@ufv.br

Autor correspondente:

Mário Flávio Cardoso de Lima.

Endereço: Rua Santos Dumont 730/707.

Juiz de Fora-MG, Brasil.

CEP: 36010-386.

Recebido para publicação em 12/08/2021

Aceito em 22/12/2021