

BIODISPONIBILIDADE DE FERRO E ZINCO NA BEBIDA DE CAFÉ SOLÚVEL ENRIQUECIDA

Renata FIGUEIREDO¹, E-mail: donangel@iq.ufrj.br; Adriana FARAH¹; Darcy R LIMA²; Carmen M. DONANGELO¹

¹Laboratório de Bioquímica Nutricional e de Alimentos - Instituto de Química – UFRJ; ²Instituto de Neurologia - UFRJ e Instituto do Coração - USP.

Resumo:

O objetivo desse estudo foi avaliar a biodisponibilidade de ferro e zinco adicionados à bebida de café solúvel em mulheres saudáveis, utilizando a resposta da concentração plasmática desses micronutrientes em função do tempo (6 horas). Três tratamentos foram administrados: café solúvel; café solúvel enriquecido e solução de micronutrientes. A biodisponibilidade relativa foi determinada pela razão percentual da área abaixo da curva (AUC) do café solúvel enriquecido, corrigida pela AUC do café solúvel, e a AUC da solução de micronutrientes. O ferro e o zinco adicionados à bebida de café apresentaram biodisponibilidades relativas de 45% e 83%, respectivamente. Essa biodisponibilidade foi de magnitude comparável à observada para outros alimentos enriquecidos relatados na literatura.

Palavras-chave: biodisponibilidade, ferro, zinco e café solúvel enriquecido, café enriquecido.

BIOAVAILABILITY OF IRON AND ZINC FROM ENRICHED INSTANT COFFEE

Abstract:

The aim of this study was to evaluate in healthy women the bioavailability of iron and zinc contained in an enriched instant coffee, using the plasma response over time (6 hours). Three treatments were carried out: instant coffee; enriched instant coffee and a micronutrients solution. The relative bioavailability was determined as the percent ratio of the area under the curve (AUC) of soluble coffee enriched corrected by the AUC of instant coffee and by the AUC of the micronutrients solution. The iron and zinc added to instant coffee beverage showed relative bioavailabilities of 45% and 83%, respectively. This magnitude was comparable to that observed in other enriched food products reports in the literature.

Key words: bioavailability, iron, zinc and enriched instant coffee, enriched coffee.

Introdução

A anemia ferropriva representa o problema nutricional de maior magnitude nos países em desenvolvimento e está geralmente associada à deficiência de outros micronutrientes como o zinco. A carência de ferro e zinco pode resultar no comprometimento de diversas funções fisiológicas como, a resposta imunológica e a função neurológica e, além disso, pode causar a redução da capacidade física para o trabalho e provocar abortos espontâneos (Yip, 2001; Holtz & Brown, 2004). A deficiência desses micronutrientes acomete, sobre tudo, recém-nascidos e mulheres em período fértil (Trugo et al., 1997).

O enriquecimento de alimentos é uma intervenção adotada pela Organização Mundial da Saúde e a Organização Panamericana da Saúde para minimizar a prevalência da deficiência múltipla de micronutrientes. Atualmente, esses alimentos também têm sido produzidos por fabricantes de produtos alimentícios processados, com objetivo de atender a demanda de consumidores que procuram obter benefícios à saúde com o aumento da ingestão de micronutrientes (WHO/FAO, 2006).

O café é um alimento que está presente na alimentação de toda a população brasileira, independente do nível sócio-econômico, e seu consumo representa cerca de 14% da demanda mundial. De maneira geral, o café é fonte de micronutrientes essenciais, como potássio e niacina, e possui, também, propriedades benéficas à saúde, como a de antioxidante e antidepressiva, devido à presença de compostos bioativos na sua composição (Trugo, 2003; Moreira et al., 2005). Por isso, pode ser um potencial veículo para a fortificação desses micronutrientes.

Sabendo-se que a biodisponibilidade de micronutrientes adicionados nos alimentos pode ser influenciada pelas possíveis interações entre os compostos químicos dos micronutrientes utilizados e também pelas interações com componentes do alimento veículo (Salgueiro et al., 2002), o objetivo desse estudo foi avaliar a biodisponibilidade de ferro e zinco adicionados na bebida de café solúvel no organismo humano.

Materiais e Métodos

Preparação do café solúvel enriquecido

O café utilizado no estudo foi o café solúvel granulado integral de marca comercial. Todo café oferecido às voluntárias pertencia ao mesmo lote de fabricação.

Para a determinação dos compostos químicos e dos níveis de adição dos micronutrientes foram consideradas as formas químicas e quantidades de ferro e zinco em alimentos fortificados reportadas na literatura e permitidas pela legislação vigente no Brasil de enriquecimento de farinhas de trigo e milho (ANVISA, 2002). Em seguida, foi feita uma análise sensorial, que avaliou a formulação preferencial e com menor modificação sensorial.

Assim, para cada porção de bebida de café solúvel (1 xícara, com 1,5g de pó de café solúvel em 50ml de água), foram adicionados 3,6mg de ferro e 1,6mg de zinco, sob a forma química de fumarato ferroso e gluconato de zinco, respectivamente, correspondendo a 20% da Recomendação Diária de Ingestão de cada micromineral para mulheres adultas (FND, 2001).

Avaliação da biodisponibilidade

A avaliação foi feita em 7 voluntárias saudáveis, entre 19 e 30 anos de idade, sem uso recente de medicamentos e/ou suplementos, através da curva de resposta plasmática de 6 horas, de três diferentes tratamentos:

- C**- café solúvel base, sem adição dos micronutrientes;
- CE**- café solúvel base enriquecido com micronutrientes;
- SM**- solução aquosa de micronutrientes.

Foram obtidas amostras de sangue em jejum (amostra basal) e 1, 2, 3, 4 e 6 horas após a ingestão do tratamento correspondente. Um lanche padronizado, pobre em zinco e ferro, foi fornecido 2 horas e 4 horas após a ingestão do tratamento. As amostras de sangue foram processadas imediatamente após a coleta e congeladas em alíquotas a -20°C até as análises.

As concentrações plasmáticas de ferro e zinco foram determinadas por Espectrometria de Emissão Óptica com Plasma Indutivamente Acoplado (ICP-OES) (Kamp et al., 2003, adaptado).

Para o cálculo da biodisponibilidade foram determinados: o incremento da concentração plasmática a cada tempo após a ingestão (ΔC), em relação ao valor basal; o máximo incremento na concentração plasmática; o tempo correspondente à concentração máxima; e a área em baixo da curva (AUC) da concentração plasmática corrigida pela concentração basal. A biodisponibilidade relativa foi calculada pela razão entre as AUC do tratamento com café enriquecido (corrigido pelo café base) e a do tratamento com os micronutrientes puros, expressa em percentagem.

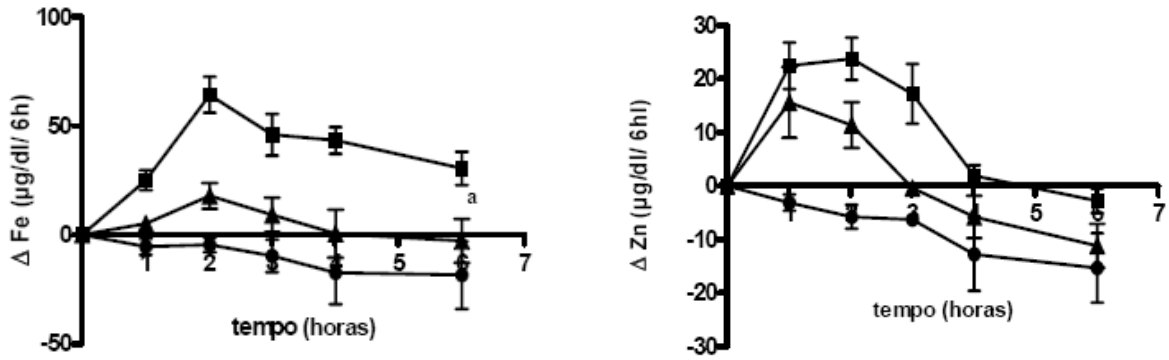
Análise Estatística

Para cada micronutriente, a diferença entre AUC dos tratamentos CE e SM e o incremento máximo das concentrações plasmáticas foram avaliados por teste t pareado. Para comparação da biodisponibilidade relativa de cada micronutriente com 100% foi feito teste t monocaudal. Os resultados foram considerados significativos quando $p \leq 0,05$.

Resultados e Discussão

A variação das concentrações plasmática de zinco e ferro, no grupo estudado, durante 6 horas após a administração dos tratamentos **C**, **CE** e **SM** é apresentada na Figura 1. Essa variação é expressa como a média dos incrementos da concentração plasmática (ΔC) em diferentes tempos após a administração do respectivo tratamento. Após a ingestão do café enriquecido (CE), a AUC de ferro foi significativamente menor ($p \leq 0,003$) quando comparada à ingestão da solução de micronutrientes (SM). No entanto, no caso do zinco, observou-se que a adição de zinco ao café solúvel, não alterou significativamente a resposta plasmática deste micronutriente obtida com o tratamento com a solução de micronutrientes.

As respostas de concentração plasmática após a ingestão dos diferentes tratamentos testados no nosso estudo foram consistentes como esperado. Tanto a quantidade fornecida, quanto a forma química na qual cada micronutriente foi adicionado à bebida de café solúvel foram adequados para determinação da sua biodisponibilidade ou para enriquecimento. O fumarato ferroso é um sal de ferro amplamente utilizado na fortificação de alimentos, que possui biodisponibilidade semelhante ao sulfato ferroso, mas é mais estável na matriz alimentar (Hurrell, 2002). O gluconato de zinco tem biodisponibilidade e comportamento metabólico semelhantes ao sulfato de zinco, mas é mais solúvel na matriz alimentar e tem pouca influência sobre as características organolépticas dos alimentos (Salgueiro et al., 2002).



Média ± erro padrão. ●, Café base; ▲, Café enriquecido; ◆, Solução de micronutrientes.

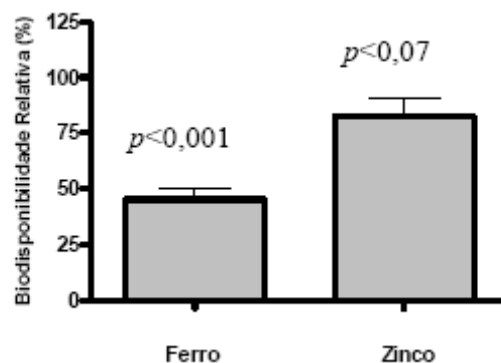
^a Significativamente diferente do valor correspondente do tratamento com a solução de micronutrientes $p < 0.003$.

Figura 1. Incremento das concentrações plasmáticas de ferro e zinco em cada tempo após a administração dos tratamentos (n=7).

A biodisponibilidade relativa média de cada micronutriente, calculada a partir da área abaixo da curva, foi significativamente menor que 100% para ferro ($p \leq 0,001$). No entanto, a biodisponibilidade relativa de zinco adicionado à bebida de café solúvel mostrou apenas uma tendência ($p = 0,07$) a ser menor que 100%, comparada com a solução de micronutrientes. Na Figura 2 pode-se visualizar a biodisponibilidade relativa calculada através da AUC para os dois minerais estudados. Observar-se que, a adição dos micronutrientes na bebida de café solúvel levou a uma redução da biodisponibilidade relativa de ferro e zinco de aproximadamente 55% e 17%, respectivamente.

O ferro e o zinco são minerais que sofrem ação de compostos presentes no lúmen intestinal que podem comprometer a sua absorção. Substâncias de baixo peso molecular com poder redutor presentes no alimento, como o ácido ascórbico, e a mucina, glicoproteína de alto peso molecular componente do suco gástrico normal, favorecem a redução do ferro da forma férrico a ferroso, formando complexos solúveis que reduzem a precipitação do ferro no pH alcalino do duodeno. Para o zinco, a presença de aminoácidos livres, como cisteína e histidina, favorecem a sua absorção. Em contrapartida, a presença de substâncias tais como, compostos fenólicos, fitato, taninos e cálcio podem reduzir a absorção do ferro e zinco (Silva & Silva, 1999; Lönnerdal, 2000; Henriques & Cozzolino, 2005).

Estudos têm mostrado que ao fornecer sais de ferro e zinco, isoladamente, em solução aquosa, a absorção desses elementos é relativamente alta (>40% para ferro e >70% para zinco). No entanto, quando adicionados na matriz alimentar, a absorção destes minerais diminui significativamente. Em estudos de alimentos fortificados com sulfato ferroso e fumarato ferroso, a biodisponibilidade do ferro foi 4,1% quando adicionado em cereal infantil (Davidsson et al., 2000), 5% em leite (Stekel et al., 1983) e 6% em amido de milho (Bovell-Benjamin et al., 2000). De forma semelhante, em estudos de alimentos fortificados com óxido de zinco e sulfato de zinco, foi verificado que a biodisponibilidade do zinco foi de 13,8% em pão de trigo e 6,4% em mingau de milho (Romana et al., 2003). Portanto, comparando-se com estes estudos, a biodisponibilidade relativa de ferro e zinco observada no presente estudo (45% e 83%, respectivamente) após a ingestão do café enriquecido é melhor.



Média ± erro padrão; Significativamente diferente de 100% quando $p \leq 0,05$

Figura 2. Biodisponibilidade relativa média baseada na AUC de ferro e zinco adicionados na bebida de café solúvel.

Conclusão

Podemos concluir que o ferro e o zinco adicionados à bebida de café apresentam biodisponibilidades relativas de 45% e 83%, respectivamente, e que essa biodisponibilidade foi de magnitude comparável à observada para outros alimentos enriquecidos relatados na literatura.

Agradecimentos

Agradecemos ao CBP&DCafé - EMBRAPA, Fundação Zerbini, FAPERJ e CNPq pelo apoio financeiro, e a Professora Carmen Lucia Porto da Silveira da Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC - RJ) pela oportunidade de realização das análises de minerais no aparelho de ICP-OES em seu laboratório.

Referências Bibliográficas

- Anvisa (2002). Resolução da Agência Nacional de Vigilância Sanitária - RDC nº 344, de 13 de dezembro de 2002.
- Davidsson, L.; Kastenmayer, P.; Szajewska, H.; Hurrell, R.F. (2000) Iron bioavailability in infants from an infant cereal fortified with ferric pyrophosphate or ferrus fumarate. *American Journal of Clinical Nutrition*, 71:1597-1602.
- FND – Food and Nutrition Board (2001). Dietary Reference Intakes for Vitamin A, Vitamin K, Arsenic, Boron, Chromium, Copper, Iode, Iron, Manganese, Molybdenum, Nickel, Silicon, Vanadium, and Zinc. Washington, Dc: National Academy Press.
- Henriques, G.S. & Cozzolino, S.M.F. (2005). Ferro. In: Cozzolino, SMF. Biodisponibilidade de Nutrientes. Ed Manole. 472-496.
- Hotz, C. and Brown, K.H. (eds). (1999) Assessment of the risk of zinc deficiency in populations and options for its control. Zinc Technical Document. *Food Nutrition Bulletin*, 25:S189-S197
- Hurrell, RF. (2002). Fortification: Overcoming technical and practical barriers. *Journal of Nutrition*, 132:806S-812S.
- Lönnerdal, B. (2000) Dietary Factors Influencing Zinc Absorption. *Journal of Nutrition*, 130: 1378S-1383S
- Kamp, F.; Jandel, D.; Hoenicke, I.; Pietrzak, K.; Gross, R.; Trugo, N.M.F.; Donangelo, C.M. (2003) Bioavailability of iron, zinc, folate, and vitamin C in the IRIS multi-micronutrient supplement: Effect of combination with a milk-based cornstarch porridge. *Food and Nutrition Bulletin*, 24(supplement):S20-S26.
- Moreira, D.P.; Monteiro M.; Ribeiro-Alves, M.A.; Donangelo, C.M.; Trugo, L.C. (2005) Contribution of chlorogenic acids to the iron-reducing ability of coffee beverages. *Journal of Agricultural and Food Chemistry*, 53:1399-1402.
- Romana, D.L.; Lönnerdal, B.; Brown, K.H. (2003) Absorption of zinc from wheat products fortified with iron and either zinc sulfate or zinc oxide. *American Journal of Clinical Nutrition*, 78:279–83
- Salgueiro, M.J.; Zubillaga, M.; Lysionek, A.; Caro, R.; Weill, R.; Boccio, J. (2002). Fortification strategies to combat zinc and iron deficiency. *Nutr Rev*, 60(2):52-8.
- Silva, M.R. e Silva, M.A.A.P. (1999) Aspectos Nutricionais de Fitatos e Taninos. *Revista de Nutrição*, 12(1):5-19.
- Stekel, A.; Amar, M.; Calvo, E.; Chadud, P.; Hertrampf, E.; Llaguno, S.; Olivares, M.; Pizarro, F. (1983) Nutritional significance of interactions between iron and food components. *Archivos Latinoamericanos de Nutrición*, 33(1):33-41.
- Trugo, L.C. (2003) Analysis of coffee products. In: Caballero, B.; Trugo, L.C.; Finglas, P. (Org.). Encyclopedia of Food Sciences and Nutrition. 2. ed. Londres, v. 3, p. 1498-1506.
- Trugo, N.M.F.; Donangelo, C.M.; Trugo, L.C. (1997) Micronutrient status and urban lifestyle in Brazil. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, 47(1 Supplement):1-50.

WHO/FAO (2006). Guidelines on Food Fortification with Micronutrients, WHO Library Cataloguing-in-Publication Data.

Yip, R. (2001). Iron. In: Bowman, BA and Russell, RM. Present Knowledge in Nutrition. Washington, DC.