

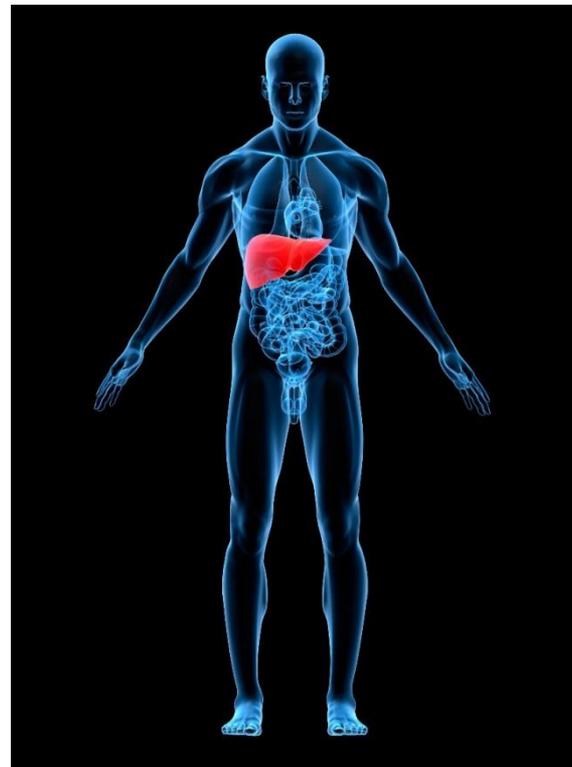
Prebióticos, probióticos e biofortificação de alimentos

Marcela Albuquerque Cavalcanti de Albuquerque, PhD

02 outubro 2019



nutrientes





nutrientes



**compostos
bioativos**

CARBOIDRATOS

PROTEÍNAS

LIPÍDIOS

VITAMINAS

MINERAIS



Fermented Foods as a Dietary Source of Live Organisms

Shannon Rezac, Car Reen Kok, Melanie Heermann and Robert Hutkins*

Department of Food Science and Technology, University of Nebraska—Lincoln, Lincoln, NE, United States



ELSEVIER

Available online at www.sciencedirect.com

ScienceDirect

Current Opinion in
Biotechnology

Health benefits of fermented foods: microbiota and beyond

Maria L Marco¹, Dustin Heeney¹, Sylvie Binda²,
Christopher J Cifelli³, Paul D Cotter⁴, Benoit Foligné⁵,
Michael Gänzle⁶, Remco Kort⁷, Gonca Pasin⁸, Anne Pihlanto⁹,
Eddy J Smid¹⁰ and Robert Hutkins¹¹





Fermented Foods and Beverages Market: Market Size, by Region, Global, 2018



microrganismos



matéria-prima/alimento

enzimas
microbianas

FERMENTAÇÃO

alimento fermentado

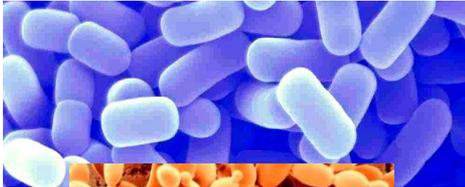


Aroma
Textura
Nutrientes
Shelf-life

GLICOSE



FERMENTAÇÃO



LÁTICA

logurte, Queijo

LÁTICA

Cerveja, Vinho

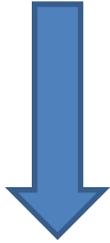
ACÉTICA

Vinagre

PROPIÔNICA

Queijo

BACTÉRIAS LÁTICAS



Gram-positivos

Não esporulados

Ácido-tolerantes

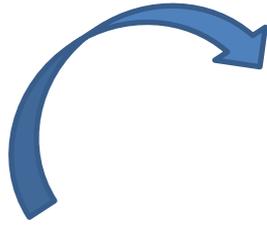
Fermentadores

Utilizadas como cultura *starter* na fabricação de produtos lácteos, cárneos ou vegetais.

Contribuem para o melhoramento das características sensoriais do alimento (sabor e textura) ex: soja

Podem inibir o desenvolvimento de microrganismos deteriorantes ou patogênicos

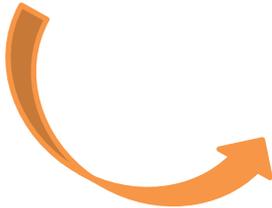
BACTÉRIAS LÁTICAS



HOMOLÁTICAS



ÁCIDO LÁTICO



HETEROLÁTICAS



ÁCIDO LÁTICO

ÁCIDO ACÉTICO

ETANOL

Consensus Statement | [OPEN](#) | Published: 10 June 2014

Expert consensus document

The International Scientific Association for Probiotics and Prebiotics consensus statement on the scope and appropriate use of the term probiotic

Colin Hill, Francisco Guarner, Gregor Reid, Glenn R. Gibson, Daniel J. Merenstein, Bruno Pot, Lorenzo Morelli, Roberto Berni Canani, Harry J. Flint, Seppo Salminen, Philip C. Calder & Mary Ellen Sanders 

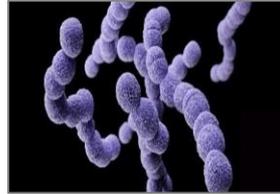
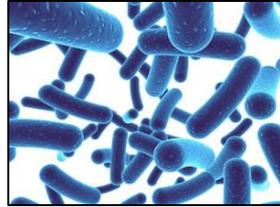
Nature Reviews Gastroenterology & Hepatology **11**, 506–514 (2014) | [Download Citation](#) 

HILL *et al*, 2014

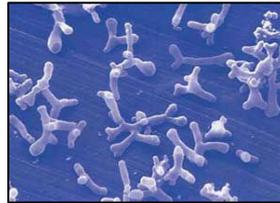
Microrganismos vivos que administrados em quantidades adequadas, conferem um efeito benéfico ao hospedeiro.

PRODUÇÃO/GERAÇÃO DE COMPOSTOS BENÉFICOS

BACTÉRIAS LÁTICAS



BIFIDOBACTÉRIAS

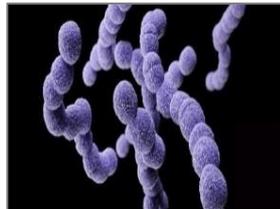
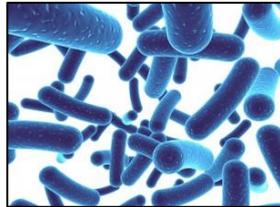


- **ÁCIDOS GRAXOS DE CADEIA CURTA**
- **ÁCIDOS ORGÂNICOS**
- **SUBSTÂNCIAS ANTIMICROBIANAS**
- **VITAMINAS**
- **AMINOÁCIDOS**

Folate Production by Bifidobacteria as a Potential Probiotic Property^V

Anna Pompei,¹ Lisa Cordisco,¹ Alberto Amaretti,¹ Simona Zanoni,¹
Diego Matteuzzi,¹ and Maddalena Rossi^{2*}

BACTÉRIAS
LÁTICAS



BIOENRIQUECIMENTO
DE ALIMENTOS

VITAMINAS DO GRUPO B

Hidrossolúveis

Precusores de coenzimas intracelulares
Humanos não sintetizam

TIAMINA (B1)

FOLATO (B9/B11)

NIACINA (B3)

BIOTINA

PIRIDOXINA (B6)

Ácido Pantotênico

RIBOFLAVINA (B2)

COBALAMINA (B12)

REVIEW ARTICLE

B-Group vitamin production by lactic acid bacteria – current knowledge and potential applications

J.G. LeBlanc¹, J.E. Laiño¹, M. Juárez del Valle¹, V. Vannini¹, D. van Sinderen², M.P. Taranto¹, G. Font de Valdez^{1,3}, G. Savoy de Giori^{1,3} and F. Sesma¹

TIAMINA (B1)

FOLATO (B9/B11)

NIACINA (B3)

BIOTINA

PIRIDOXINA (B6)

Ácido Pantotênico

RIBOFLAVINA (B2)

COBALAMINA (B12)

Por que nosso organismo precisa de folato?

- Divisão celular (DNA),
- Biossíntese de ácidos nucléicos e alguns aminoácidos,
- Papel importante no desenvolvimento do **tubo neural**.



Resolução RDC nº 269, de 22 de setembro de 2005

O "REGULAMENTO TÉCNICO SOBRE A INGESTÃO DIÁRIA RECOMENDADA (IDR) DE PROTEÍNA, VITAMINAS E MINERAIS".

ANVISA - Agência Nacional de Vigilância Sanitária, de 23 de setembro de 2005

Ingestão Diária Recomendada (IDR - adultos)

FAO/WHO = 200 – 400 µg

ANVISA = 240 µg

DEFICIÊNCIA



**Fortificação de alimentos
com Ácido Fólico**

DIRETORIA COLEGIADA

RESOLUÇÃO - RDC Nº 150, DE 13 DE ABRIL DE 2017

Dispõe sobre o enriquecimento das farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico.

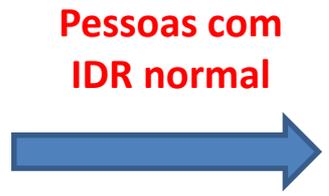
A Diretoria Colegiada da Agência Nacional de Vigilância Sanitária, no uso da atribuição que lhe confere o art. 15, III e IV aliado ao art. 7º, III, e IV, da Lei nº 9.782, de 26 de janeiro de 1999, e ao art. 53, V, §§ 1º e 3º do Regimento Interno aprovado nos termos do Anexo I da Resolução da Diretoria Colegiada - RDC nº 61, de 3 de fevereiro de 2016, resolve adotar a seguinte Resolução da Diretoria Colegiada, conforme deliberado em reunião realizada em 28 de março de 2017, e eu, Diretor-Presidente, determino a sua publicação.

Art. 1º Esta Resolução estabelece os requisitos para o enriquecimento de farinhas de trigo e de milho com ferro e ácido fólico.

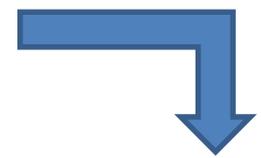
Art. 2º Esta Resolução aplica-se às farinhas de trigo e de milho destinadas ao consumo humano.

POSSÍVEIS EFEITOS ADVERSOS DA INGESTÃO EXCESSIVA DE ÁCIDO FÓLICO

Fortificação de alimentos com Ácido Fólico



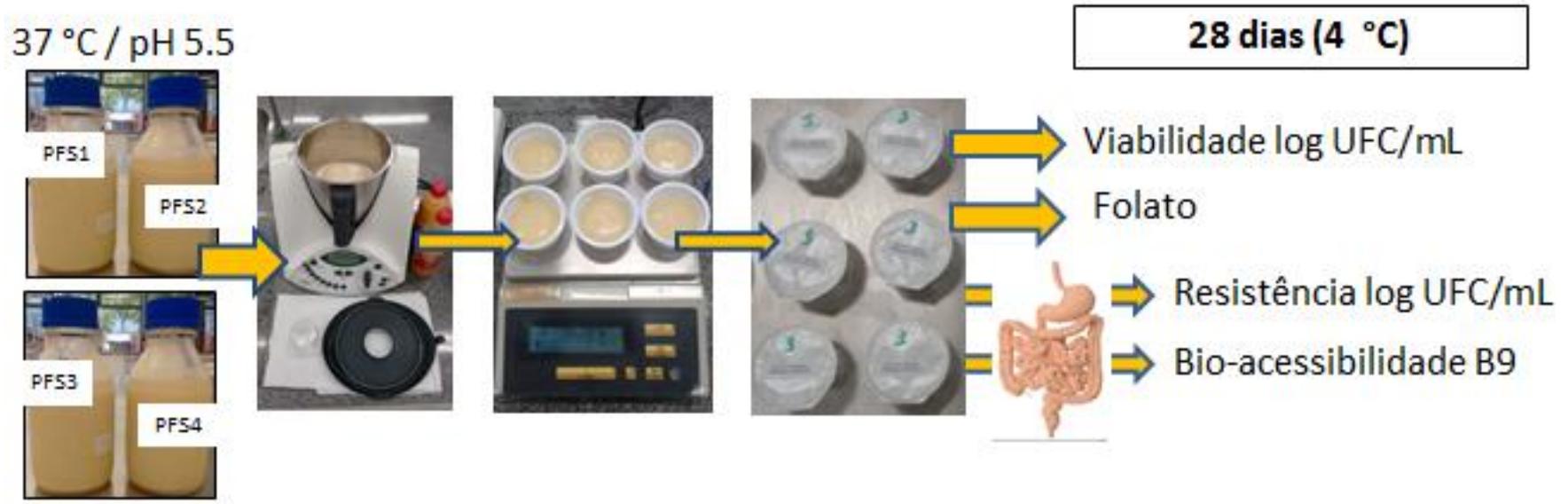
Superdosagem de ácido fólico



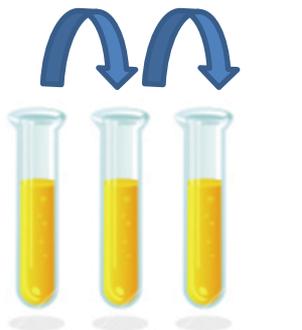
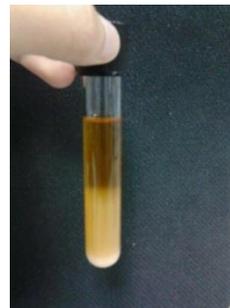
Mascarar manifestações hematológicas da deficiência de B12

ALTERNATIVA À FORTIFICAÇÃO DE ALIMENTOS COM VITAMINAS SINTÉTICAS

BIOENRIQUECIMENTO DE ALIMENTOS



Seleção de microrganismo produtor de vitaminas naturais 23



Meio sem
Vitamina



Vitamina extracelular

Vitamina intracelular



Vitamina Total

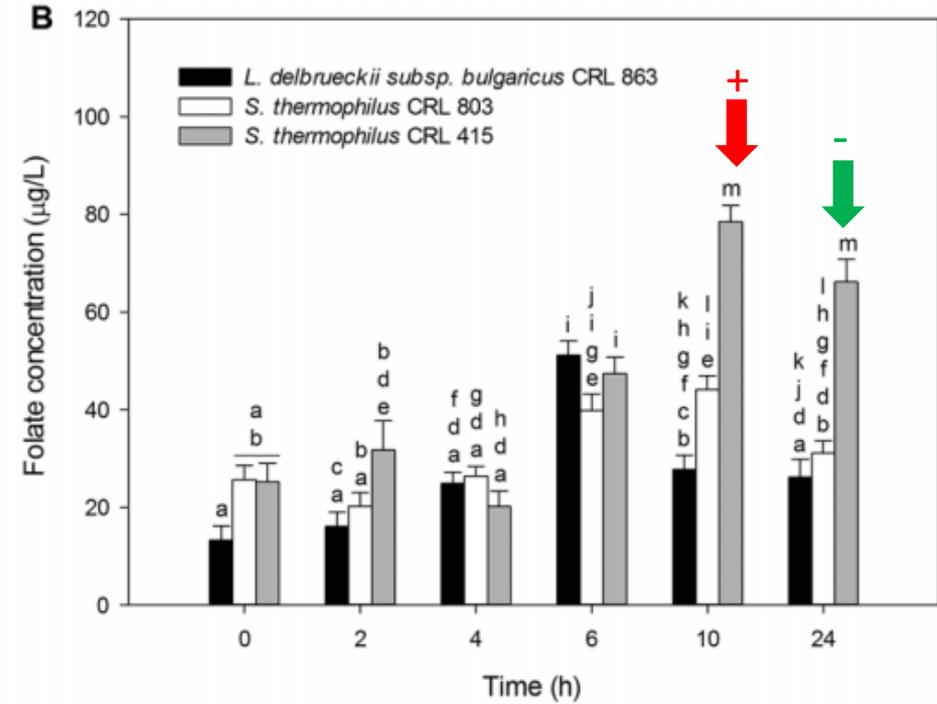
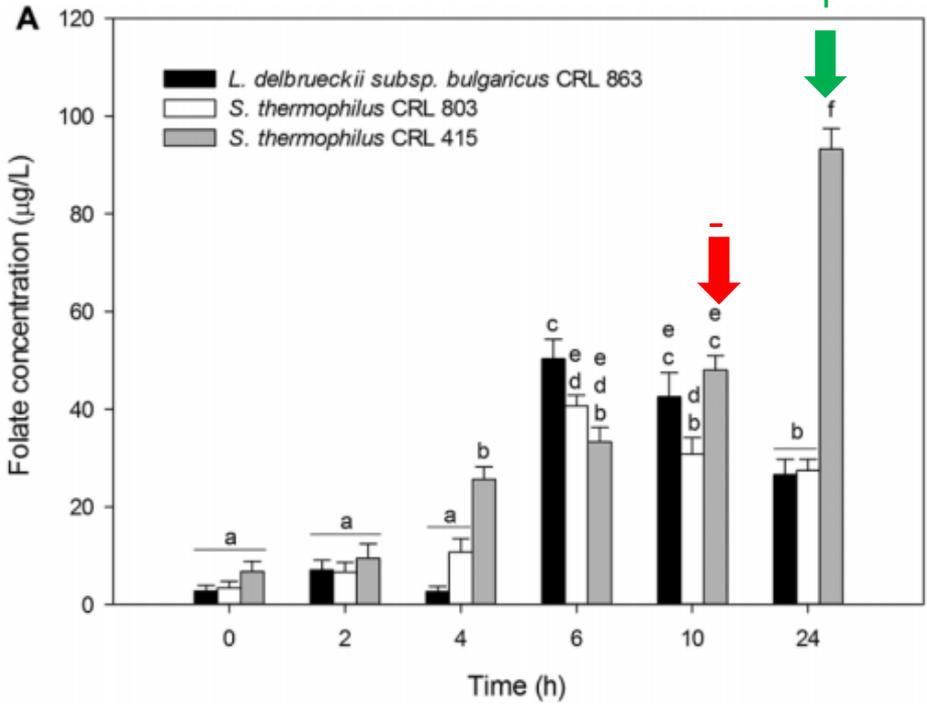
**COMO
QUANTIFICAR
?**

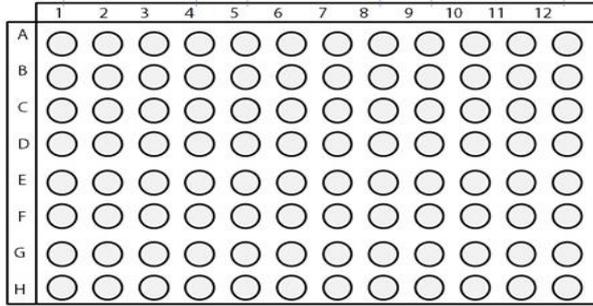
Produção de folato (B9) em meio de cultura livre da vitamina

VITAMINA TOTAL

EXTRACELULAR

INTRACELULAR





Cepa indicadora

Método Microbiológico



Cromatografia (HPLC)
Necessário uso de padrões

Padrões específicos da vitamina

PRODUÇÃO DE VITAMINAS DO GRUPO B POR BACTÉRIAS LÁCTICAS

International Journal of Food Microbiology 236 (2016) 26–32



ELSEVIER

Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Food Microbiology

journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro



Supplementation with fruit and okara soybean by-products and amaranth flour increases the folate production by starter and probiotic cultures

Marcela Albuquerque Cavalcanti de Albuquerque ^a, Raquel Bedani ^a, Antônio Diogo Silva Vieira ^a, Jean Guy LeBlanc ^b, Susana Marta Isay Saad ^{a,*}

PROBIOTICOS



CrossMark



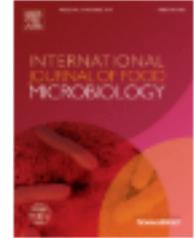
Quantidade líquida (Δ) de folato produzido pelas cepas *starter* e probióticas a partir da fermentação dos substratos vegetais

Strains	Δ Folate (ng/mL)*					
	Fruit by-product				Okara soybean by-product	Amaranth Flour
	Passion Fruit	Orange	Acerola	Mango		
<i>St. thermophilus</i>						
ST-M6	34 ± 1 ^b	99 ± 17 ^a	43 ± 4 ^b	45 ± 5 ^b	-248 ± 30 ^c	2 ± 14 ^b
TH-4	-2 ± 1 ^c	83 ± 1 ^a	14 ± 2 ^{bc}	59 ± 1 ^{ab}	-99 ± 35 ^d	3 ± 8 ^c
TA-40	4 ± 9 ^b	275 ± 12 ^a	14 ± 5 ^b	6 ± 7 ^b	-93 ± 11 ^c	19 ± 4 ^b
<i>Lactobacillus</i> spp.						
LA-5	106 ± 13 ^b	32 ± 6 ^{cd}	297 ± 36 ^a	-26 ± 3 ^d	-244 ± 15 ^e	30 ± 17 ^{cd}
LGG	68 ± 10 ^c	151 ± 45 ^b	-26 ± 1 ^d	-24 ± 7 ^d	261 ± 29 ^a	157 ± 12 ^b
431	7 ± 0 ^b	119 ± 55 ^a	-18 ± 5 ^b	-33 ± 4 ^b	-21 ± 9 ^b	80 ± 18 ^a
F-19	-24 ± 0 ^{bc}	8 ± 7 ^{ab}	29 ± 9 ^a	-29 ± 1 ^c	-48 ± 17 ^c	21 ± 4 ^a
PCC	276 ± 2 ^b	127 ± 7 ^{cd}	504 ± 68 ^a	26 ± 1 ^{cd}	-106 ± 1 ^d	258 ± 41 ^b
RC-14	566 ± 30 ^b	748 ± 12 ^a	365 ± 41 ^c	154 ± 7 ^d	29 ± 2 ^e	679 ± 42 ^{ab}
GR-1	7 ± 0 ^c	236 ± 29 ^a	-8 ± 2 ^c	-25 ± 2 ^c	-22 ± 6 ^c	177 ± 22 ^b
<i>Bifidobacterium</i> spp.						
BB-12	55 ± 12 ^c	237 ± 23 ^a	117 ± 18 ^b	4 ± 8 ^{cd}	-28 ± 11 ^d	227 ± 1 ^a
BB-02	601 ± 34 ^{bc}	738 ± 32 ^b	284 ± 11 ^c	201 ± 4 ^c	293 ± 1 ^c	1223 ± 116 ^a
BB-46	305 ± 33 ^a	58 ± 0 ^c	121 ± 30 ^b	64 ± 10 ^{bc}	255 ± 4 ^a	144 ± 13 ^b



International Journal of Food Microbiology

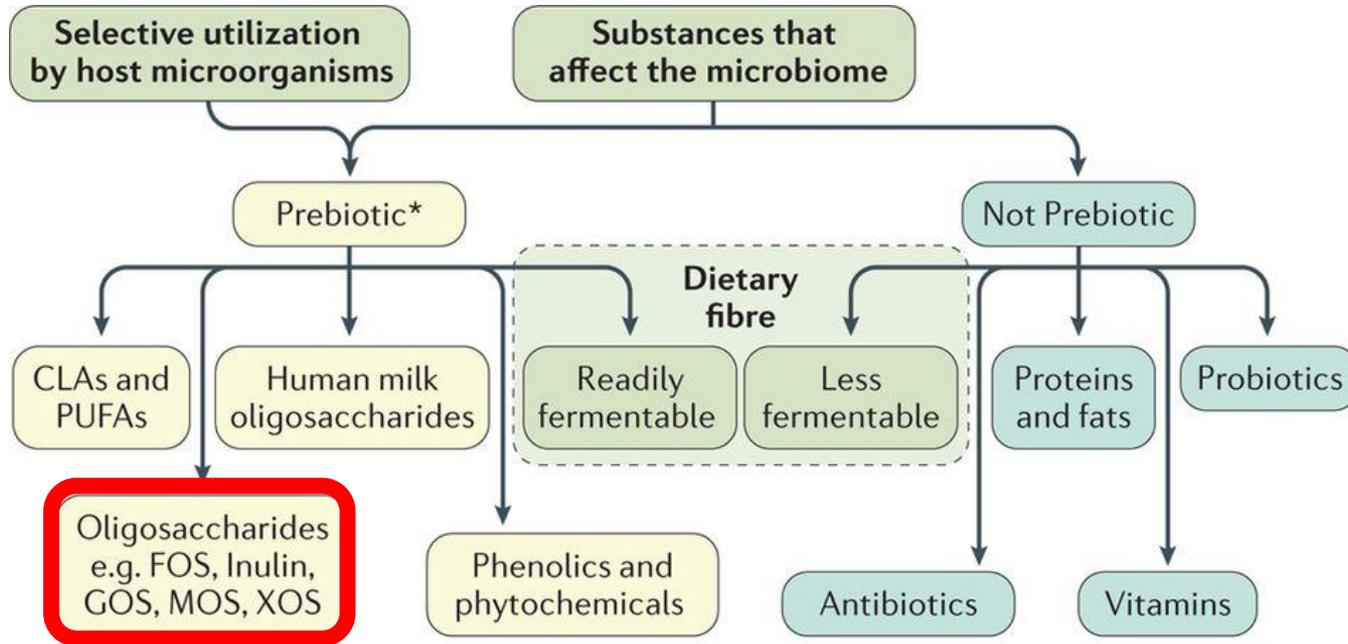
Volume 261, 16 November 2017, Pages 35-41



Passion fruit by-product and fructooligosaccharides stimulate the growth and folate production by starter and probiotic cultures in fermented soymilk

Marcela Albuquerque Cavalcanti Albuquerque ^{a, b}, Raquel Bedani ^{a, b}, Jean Guy LeBlanc ^c, Susana Marta Isay Saad ^{a, b}  

PREBIÓTICOS

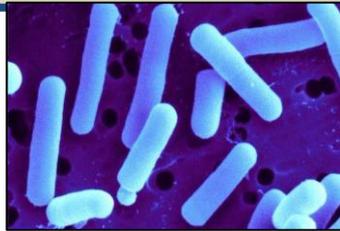
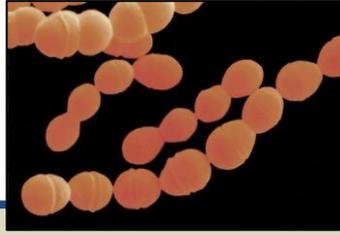


Nature Reviews | Gastroenterology & Hepatology

<https://doi.org/10.1038/nrgastro.2017.75>

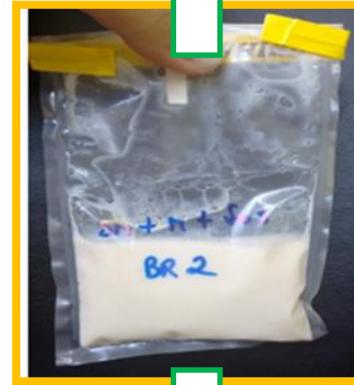


ST-M6, TH-4, TA-40



LA-5, LGG, PCC, RC-14

Log UFC/mL



24h

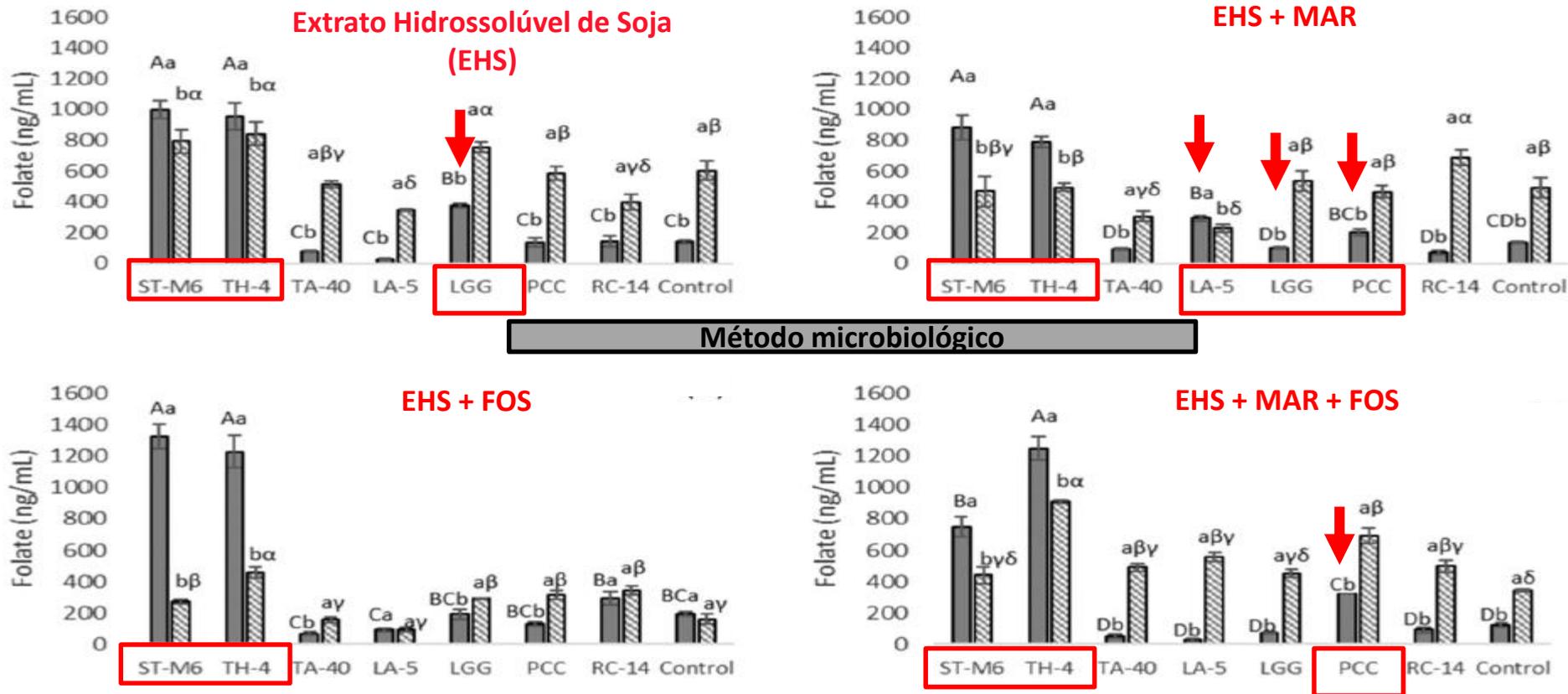
- . EHS
- . EHS+MAR
- . EHS+FOS
- . EHS+MAR+FOS

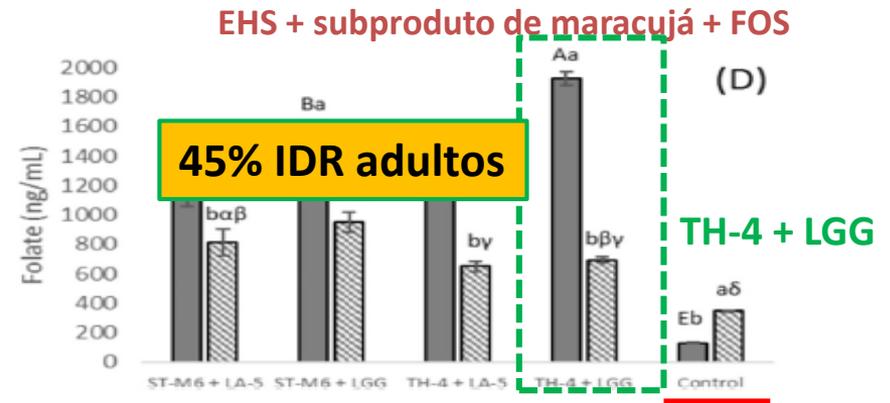
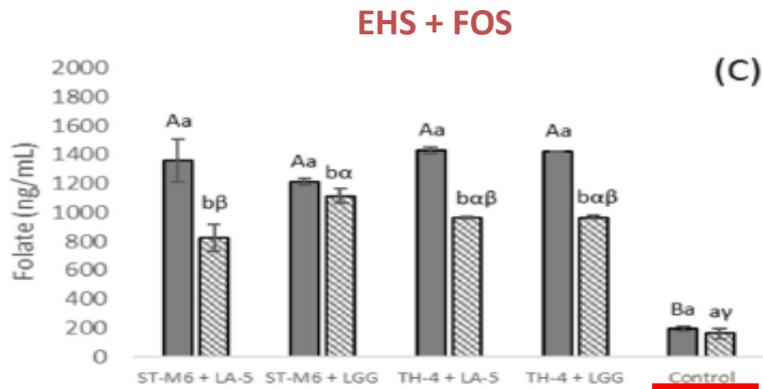
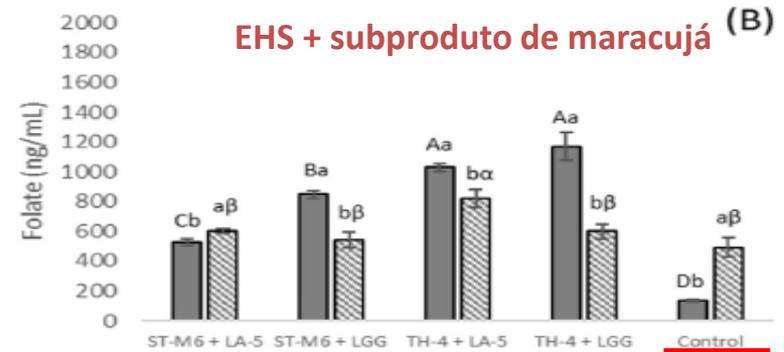
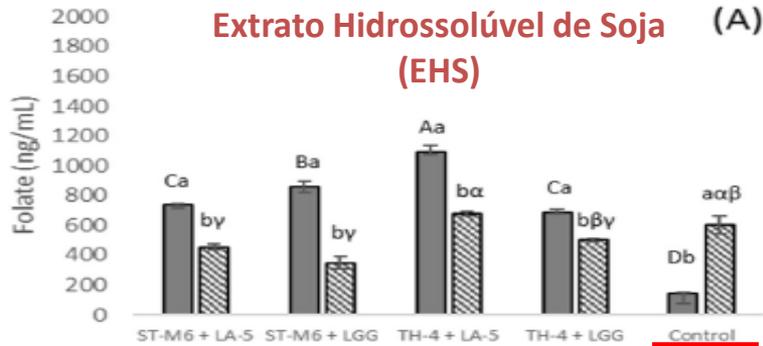
FOS



Folato

Quantificação de folatos totais produzidos pelas cepas em cultura pura nas diferentes formulações de EHS após 24h de fermentação



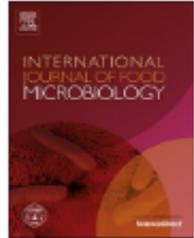


Quantificação de folatos totais produzidos pelas cepas em co-cultura nas diferentes formulações de EHS após 24h de fermentação



Contents lists available at ScienceDirect

International Journal of Food Microbiology

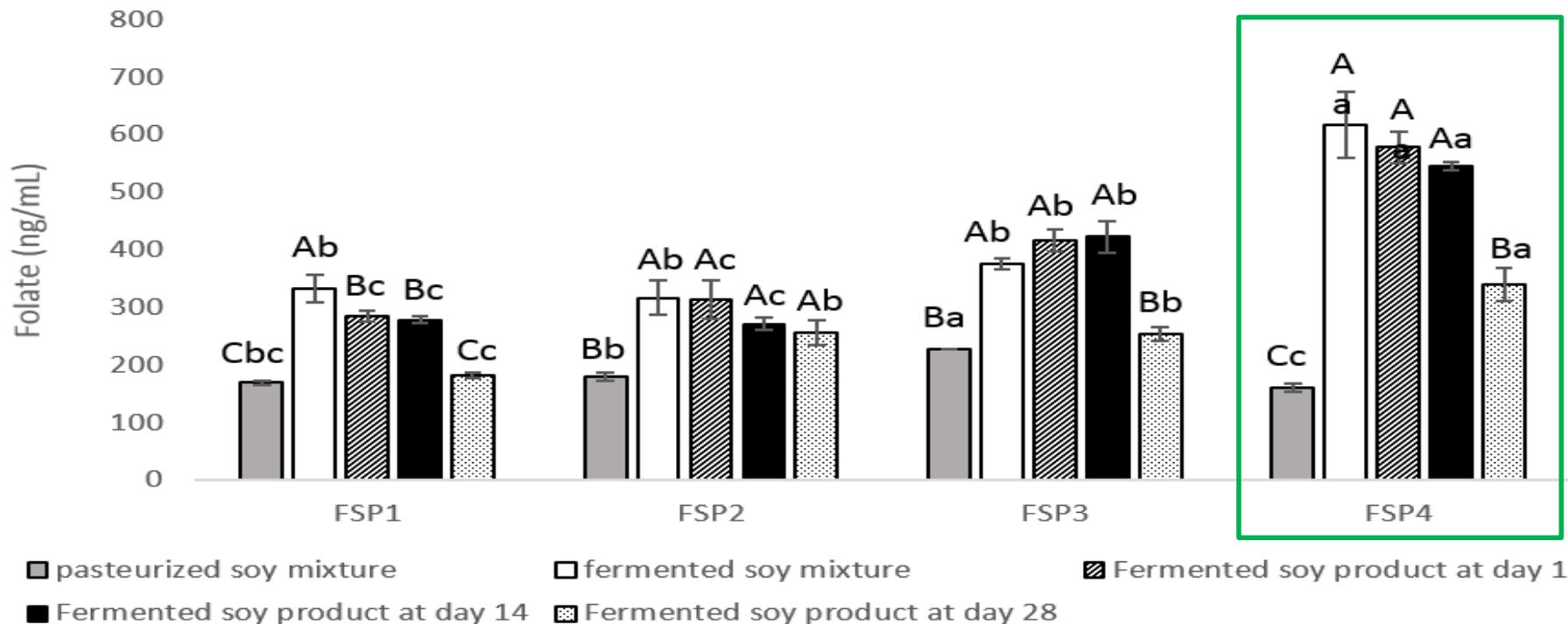
journal homepage: www.elsevier.com/locate/ijfoodmicro

Influence of passion fruit by-product and fructooligosaccharides on the viability of *Streptococcus thermophilus* TH-4 and *Lactobacillus rhamnosus* LGG in folate bio-enriched fermented soy products and their effect on probiotic survival and folate bio-accessibility under *in vitro* simulated gastrointestinal conditions



Marcela Albuquerque Cavalcanti Albuquerque^{a,b}, Debora Satie Yamacita^a, Raquel Bedani^{a,b}, Jean Guy LeBlanc^c, Susana Marta Isay Saad^{a,b,*}

Concentração de folato nos produtos fermentados de soja durante o período de armazenamento a 4°C.

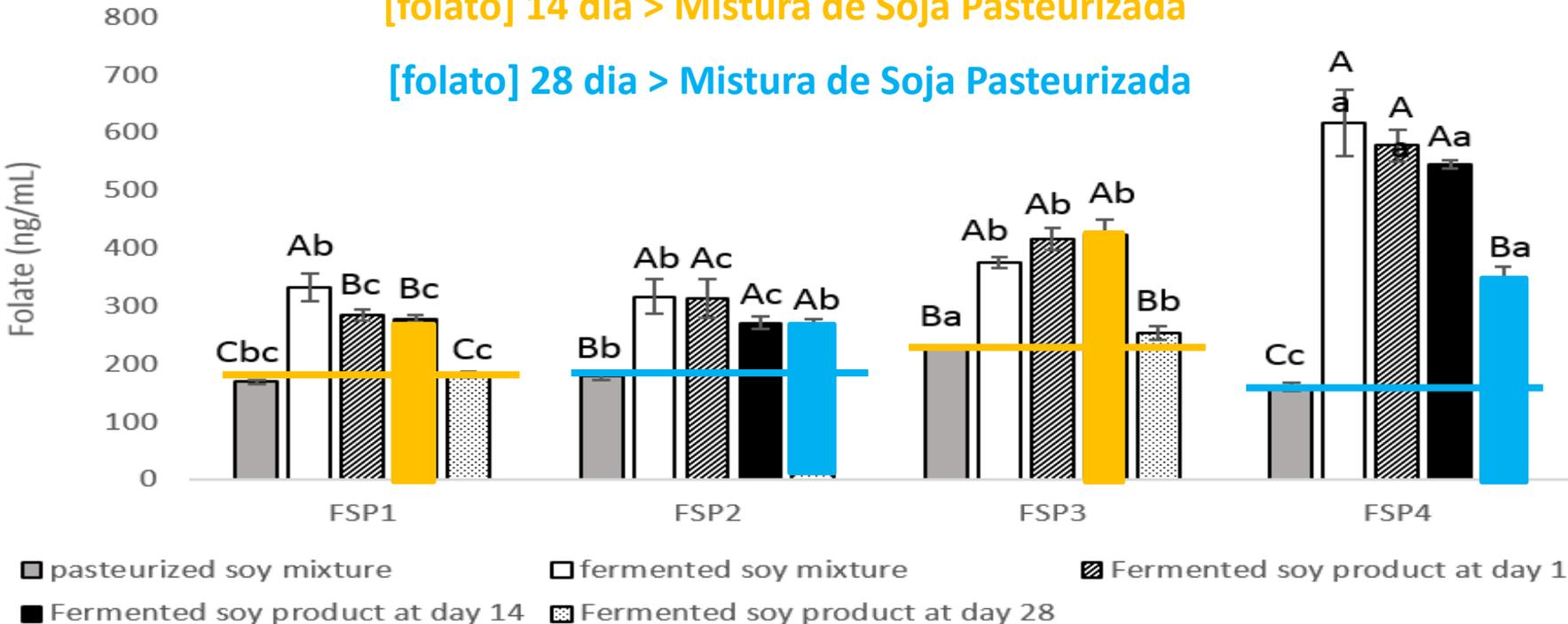


FSP1: produto de soja fermentado (PSF), FSP2: PSF+MAR, FSP3: PFS+FOS, FSP4: PSF+MAR+FOS

Concentração de folato nos produtos fermentados de soja durante o período de armazenamento a 4°C.

[folato] 14 dia > Mistura de Soja Pasteurizada

[folato] 28 dia > Mistura de Soja Pasteurizada



FSP1: produto de soja fermentado (PSF), FSP2: PSF+MAR, FSP3: PFS+FOS, FSP4: PSF+MAR+FOS

Concentração de folato dos PFS durante as fases da simulação gastrointestinal *in vitro*

AUMENTO DA BIO-ACESSIBILIDADE

FSP1: produto de soja fermentado (PSF)

FSP2: PSF+MAR

FSP3: PFS+FOS

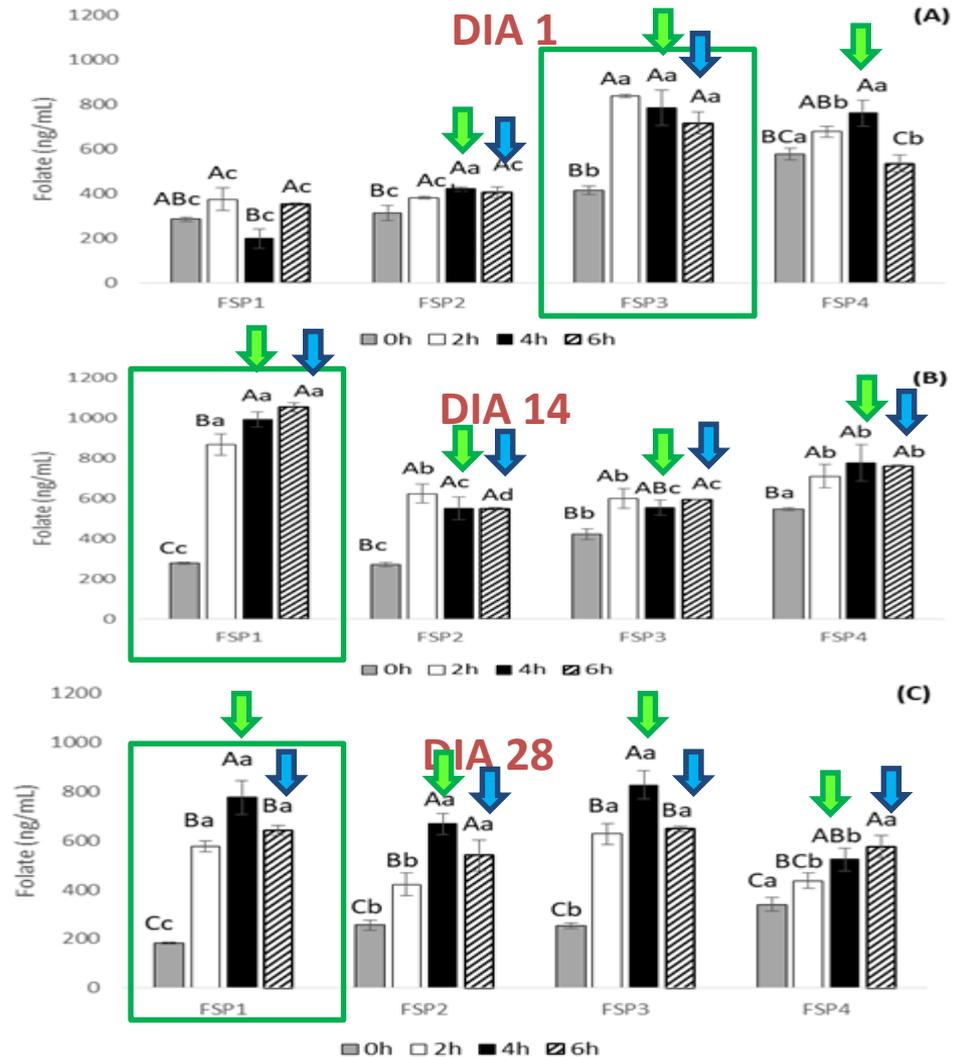
FSP4: PSF+MAR+FOS

0h: LGG no PFS antes do *in vitro*

2h: fase gástrica

4h: fase entérica I

6h: fase entérica II





Contents lists available at ScienceDirect

Food Research International

journal homepage: www.elsevier.com/locate/foodres

Riboflavin producing lactic acid bacteria as a biotechnological strategy to obtain bio-enriched soymilk

M. Juárez del Valle ^a, J.E. Laiño ^a, G. Savoy de Giori ^{a,b}, J.G. LeBlanc ^{a,*}

^a Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET), Chacabuco 145, 4000 Tucumán, Argentina

^b Cátedra de Microbiología Superior, Facultad de Bioquímica, Química y Farmacia, Universidad Nacional de Tucumán, Tucumán, A

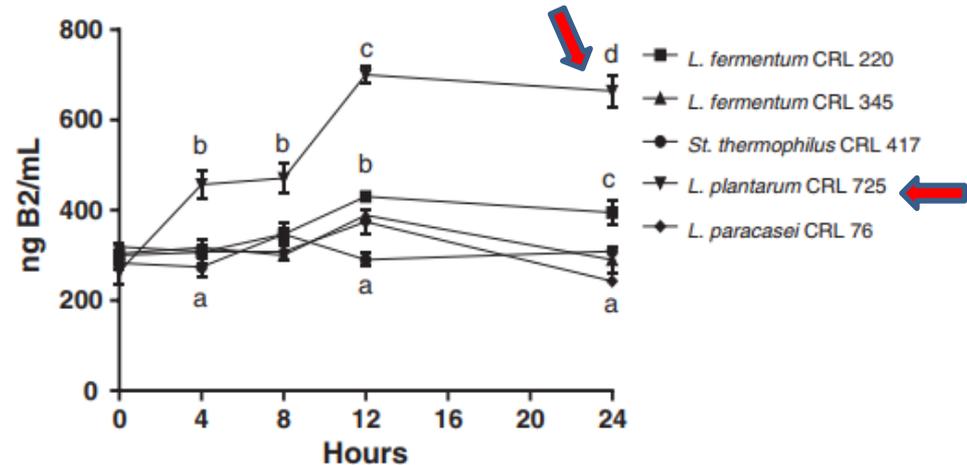


Fig. 1. Production of riboflavin in soymilk by the five pre-selected strains. ^{a-c}Means with different letters differ significantly ($p < 0.05$).

Ingestion of Milk Fermented by Genetically Modified *Lactococcus lactis* Improves the Riboflavin Status of Deficient Rats

J. G. LeBlanc,¹ C. Burgess,² F. Sesma,¹ G. Savoy de Giori,^{1,3} and D. van Sinderen^{2,4}

¹Centro de Referencia para Lactobacilos (CERELA-CONICET) Chacabuco 145, Tucumán, Argentina

²Department of Microbiology and Biosciences Institute, National University of Ireland Cork, Western Road, Cork, Ireland

³Cátedra de Microbiología Superior, Universidad Nacional de Tucumán (UNT), Tucumán, Argentina

⁴Alimentary Pharmabiotic Centre, Biosciences Institute, National University of Ireland Cork, Western Road, Cork, Ireland

Table 1. Growth rate and live weight of animals fed a riboflavin-deficient diet (RDD) for 21 d (depletion period) after which they received the same diet supplemented with commercial riboflavin or the fermented products (fermented milk B₂⁺⁺ or B₂⁻) for 21 d (repletion period). The depleted group received only RDD for 42 d.¹

Group	Depletion period		Repletion period	
	Growth rate, g/d	Final weight, g	Growth rate, g/d	Final weight, g
Nondepleted	5.81 ± 0.35 ^a	138.0 ± 8.3 ^a	5.34 ± 0.32 ^a	299.2 ± 18.0 ^a
Depleted	4.08 ± 0.24 ^b	102.2 ± 6.1 ^b	0.68 ± 0.04 ^b	141.1 ± 8.5 ^b
0.5 mg B ₂			3.19 ± 0.16 ^c	190.0 ± 9.5 ^c
3.0 mg B ₂			3.61 ± 0.22 ^d	204.2 ± 12.5 ^{cd}
Fermented milk B ₂ ⁻			2.78 ± 0.17 ^e	188.9 ± 11.3 ^c
Fermented milk B ₂ ⁺⁺			4.31 ± 0.25 ^f	214.0 ± 10.2 ^c

^{a,b,c,d,e,f}Means in a column without a common letter differ, $P < 0.05$.

¹Values are means ± SD; n = 60 for the depleted group during the depletion period and n = 10 for all groups during the repletion period and for the nondepleted group during the depletion period.

Review

Vitamin B12 among Vegetarians: Status, Assessment and Supplementation

Gianluca Rizzo ¹, Antonio Simone Laganà ^{2,*}, Agnese Maria Chiara Rapisarda ³, Gioacchina Maria Grazia La Ferrera ⁴, Massimo Buscema ⁵, Paola Rossetti ⁵, Angela Nigro ⁵, Vincenzo Muscia ⁵, Gaetano Valenti ³, Fabrizio Sapia ³, Giuseppe Sarpietro ³, Micol Zigarelli ³ and Salvatore Giovanni Vitale ²

Doença inflamatória intestinal,
Defeitos genéticos (fator intrínseco),
Celíacos,
Idade avançada e etc.

Alteração na absorção

Ingestão insuficiente

Baixo poder econômico,
Alimentação desbalanceada,
Vegetarianos/Veganos.

Deficiência de B12

Deficiência de vitamina B12

População de vegetarianos/veganos

Adultos e Idosos: até 86,5%

Bebês: 45%

Crianças e adolescentes: 0 a 33,3%

Grávidas: 17 a 39%

European Journal of Clinical Nutrition (2014) 68, 541–548
© 2014 Macmillan Publishers Limited All rights reserved 0954-3007/14
www.nature.com/ejcn

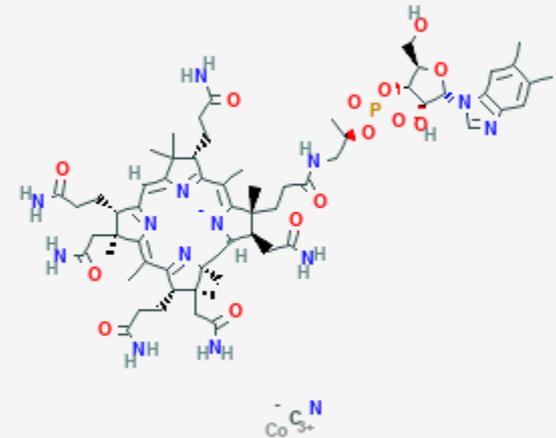


REVIEW

The prevalence of cobalamin deficiency among vegetarians assessed by serum vitamin B12: a review of literature

R Pawlak, SE Lester and T Babatunde

<https://pubchem.ncbi.nlm.nih.gov/compound/Cobalamin>

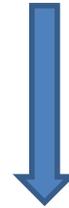


In situ production of active vitamin B12 in cereal matrices using *Propionibacterium freudenreichii*

fermentação



Alimentos bioenriquecidos B12



Vegetarianos/Veganos

Considerações finais

- > Produção de vitamina é cepa-dependente**
- > As condições ambientais influenciam a produção de vitamina por microrganismos**
- > Alimentos bioenriquecidos podem ser alternativa a suplementação sintética**



OBRIGADA!

malbuquerque17@gmail.com

