

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

PRODUÇÃO DE UMA BEBIDA FERMENTADA UTILIZANDO GRÃOS DE KEFIR DE ÁGUA E SUCO DE FRUTA.

Samarha Pacheco Wichello, Lara Oliveira Mozer, Gabriella dos Anjos Lima da Silva, Vitória de Oliveira Thebas, Sérgio Henriques Saraiva, Luciano José Quintão Teixeira.

Universidade Federal do Espírito Santo/Departamento de Engenharia de Alimentos, Alto Universitário, S/N Guararema, Alegre - 29500-000 - Espírito Santo Brasil,
samarhapacheco@gmail.com, mozzerlara@gmail.com, gabrielladosanjos1@gmail.com,
vitoria16thebas4@hotmail.com, sergiohsaraiva@gmail.com, luqteixeira@yahoo.com.br.

Resumo

As bebidas fermentadas utilizando grãos de Kefir estão ganhando destaque nacional, sendo caracterizadas por seu baixo teor alcoólico, acidificação e benefícios à saúde (potencial funcional). Existem dois tipos grãos de Kefir: o de leite e o de água, que são inoculados em diferentes meios. A produção mais conhecida envolve o uso de grãos de Kefir de leite que utiliza substratos lácteos e resulta em um leite fermentado semelhante a um iogurte. A utilização dos grãos de Kefir de água é realizada em substrato açucarado, gerando uma bebida fermentada ácida e refrescante. O objetivo deste trabalho foi desenvolver uma bebida fermentada utilizando água potável, açúcar mascavo, grãos de Kefir de água e suco integral de fruta, explorando a cinética de fermentação baseada na medida do pH, variando a concentração de sólidos solúveis e temperatura. Avaliou-se a utilização de um manômetro da marca Brew Head como forma de medir a gaseificação formada pela segunda fermentação. Foi possível ajustar cinéticas de fermentação para primeira fermentação baseadas no valor de pH, porém não foi possível estabelecer a cinética da segunda fermentação necessitando de novos estudos.

Palavras-chave: Kefir. Fermentação. Carbonatação espontânea.

Área do Conhecimento: Ciência da Saúde - Ciência e Tecnologia de Alimentos

Introdução

O kefir é uma bebida fermentada por microrganismos simbióticos organizados em uma matriz de polissacarídeos e proteínas (YOVANOUDI et al., 2013). Ele contém bactérias lácticas, acéticas, fungos e leveduras, com destaque para *Lactobacillus* e *Bifidobacterium*, que oferecem benefícios à saúde, como equilíbrio da microbiota intestinal e reforço imunológico (FERREIRA, 2012). A composição do kefir varia conforme o tipo de grãos e condições de processamento (GARCIA et al., 1984), variando o teor de ácido lático, álcool, ácidos acéticos e succínico, aldeídos e outros componentes (GÜVEN; GÜVEN; GÜLMEZ, 2003). O kefir de água também demonstrou propriedades bioativas, anti-inflamatórias, antimicrobianas e antioxidantes (BUENO, 2021).

O efeito *gushing*, que se caracteriza pela formação intensa de espuma e seu derramamento no momento da abertura da garrafa, representa um desafio significativo na produção de kefir de água saborizado e carbonatado naturalmente. Isso ocorre devido à falta de padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura (BRASIL, 2017) para o kefir de água, em contraste com o kefir de leite. Para mitigar esse fenômeno, que resulta em uma excessiva formação de espuma durante o armazenamento, são aplicados parâmetros físico-químicos, microbiológicos e tempo de fermentação para garantir a estabilidade e qualidade da bebida. Uma estratégia comum para controlar o efeito *gushing* é promover a pasteurização da bebida. No entanto, essa abordagem tem o inconveniente de eliminar os microrganismos desejáveis e potencialmente probióticos presentes na bebida. Portanto, a busca por condições controladas de fermentação é fundamental para evitar a necessidade de pasteurização, preservando assim os microrganismos benéficos, ao mesmo tempo em que se minimiza o risco de super carbonatação durante o armazenamento.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

A maioria das pesquisas foca nos benefícios do kefir de leite e da kombucha, enquanto o kefir cultivado em água apresenta um menor número de estudos. Assim, a disseminação do presente estudo incentiva a produção do kefir de água para atender à crescente demanda de públicos específicos como os veganos, os intolerantes à lactose e adeptos de dietas baseadas em plantas. Sua versatilidade permite combinações com várias frutas e sabores, reduzindo o desperdício de produtos agrícolas e agregando valor aos alimentos. Além disso, o kefir de água requer menos tempo de produção em comparação com a kombucha, permitindo volumes maiores em prazos menores, mantendo a qualidade além de atender à busca por alternativas saudáveis aos refrigerantes, que são calóricos e podem conter aditivos prejudiciais à saúde.

Metodologia

Para a formulação das bebidas, a fermentação foi realizada em duas etapas (F_1 e F_2). Na primeira etapa, realizou-se uma fermentação aberta (F_1) onde os grãos de kefir de água foram inoculados na solução de água açucarada de acordo com o Delineamento composto central rotacional (DCCR) proposto no Quadro 1, variando a temperatura e a concentração de açúcar mascavo. No final da primeira etapa, os grãos de kefir foram filtrados através de uma peneira sanitizada, e o líquido fermentado e drenado foi utilizado na etapa seguinte. Na segunda etapa (F_2), foi realizada uma fermentação fechada (anaeróbica) utilizando o líquido obtido na etapa anterior e suco de fruta. As garrafas utilizadas na F_2 foram mantidas sob temperatura controlada e realizou-se a medição da pressão dentro da garrafa por meio de manômetro.

Quadro 1 – DCCR com dois fatores: Temperatura de Fermentação (T) e teor de sólidos solúveis (SS).

Ensaio	X1 (T codificado)	X2 (SS codificado)	Temperatura (°C)	SS (°Brix)
1	-1	-1	22,2	6,46
2	-1	1	22,2	13,54
3	1	-1	32,8	6,46
4	1	1	32,8	13,54
5	-1,4142	0	20	10
6	1,4142	0	35	10
7	0	-1,4142	27,5	5
8	0	1,4142	27,5	15
9	0	0	27,5	10
10	0	0	27,5	10
11	0	0	27,5	10

Fonte: Os autores.

Com o intuito de realizar a cinética de fermentação da F_1 , o pH das unidades experimentais foi medido em diferentes intervalos de tempo até completar o período de 48h à temperatura estabelecida para cada um dos 11 tratamentos definidos por meio do DCCR. As variáveis independentes utilizadas foram: concentração de sólidos solúveis variando de 5° a 15°BRX em relação ao volume total e a temperatura de fermentação variando de 20°C a 35°C. A concentração dos grãos de kefir foram fixados em 5% em relação ao volume total da solução aquosa a ser fermentada.

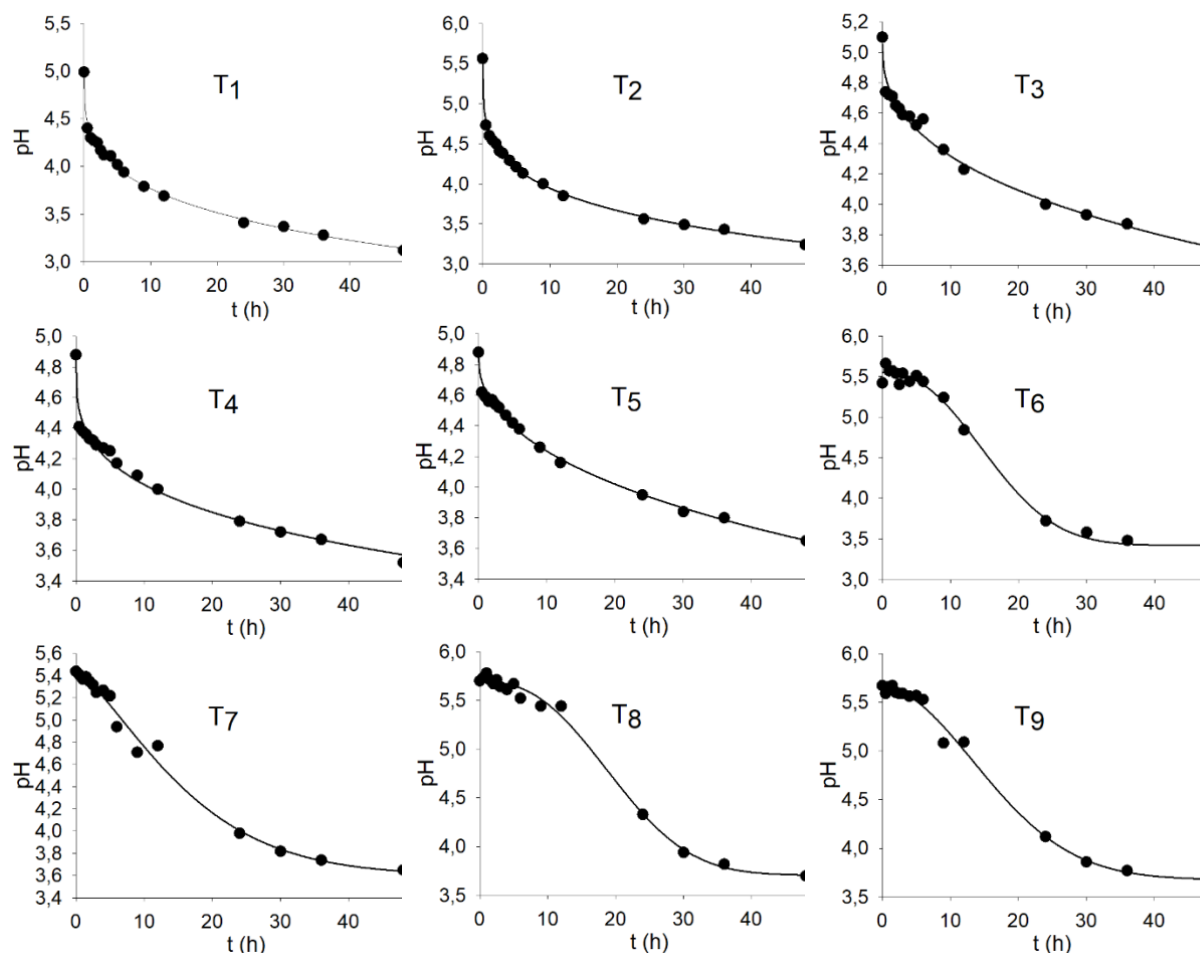
A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

A fim de otimizar o tempo de produção, utilizou-se os parâmetros de tempo mínimo para fermentação na primeira fase (F₁) e mesma temperatura na segunda fermentação (F₂), logo o líquido fermentado foi constituído de água kefirada e acrescido de suco de fruta integral sabor uva com função atribuir sabor a bebida e promover a sua carbonatação espontânea. A cinética de carbonatação da bebida foi realizada com a utilização de um manômetro de garrafa com escala variando de 0 - 4 bar, marca Brew Head, com intuito de quantificar a produção de gás ao longo do tempo de 48h, sob parâmetros estabelecidos na etapa anterior.

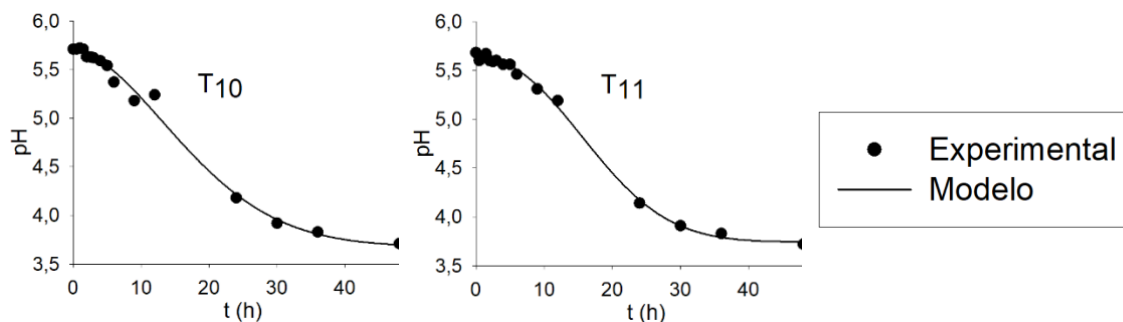
Resultados

Ao observar a Figura 1, constatamos que o valor de pH de todos os tratamentos (1 a 11) reduziu exponencialmente ao longo do tempo de fermentação, resultando em um valor mínimo menor do que pH de 3,8.

Figura 1 - Curvas de cinética de variação do pH para os diferentes tratamentos testados



A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições



Fonte: Os autores.

Os modelos matemáticos apresentados na Tabela 1 ilustram as cinéticas de fermentação obtidas na F₁ utilizando os dados experimentais que relacionam os valores de pH em função do tempo de fermentação.

Tabela 1 – Valores de sólidos solúveis (SS), temperatura (T) e os Modelos ajustados que relacionam a variação de pH em função do tempo de fermentação para cada um dos tratamentos realizados.

Tratamento	SS (°Brix)	T (°C)	Equação ajustada	R ²
T1	6,46	22,2	$\widehat{pH} = 4,8399 e^{-0,0869 t^{0,3237}}$	0,9838
T2	13,54	22,2	$\widehat{pH} = 5,0531 e^{-0,0592 t^{0,4242}}$	0,9865
T3	6,46	32,8	$\widehat{pH} = 4,9698 e^{-0,1322 t^{0,3212}}$	0,9949
T4	13,54	32,8	$\widehat{pH} = 5,5479 e^{-0,1787 t^{0,2808}}$	0,9978
T5	10,00	20,0	$\widehat{pH} = 4,8456 e^{-0,0453 t^{0,4732}}$	0,9927
T6	10,00	35,0	$\widehat{pH} = 3,4192 + 2,1271 e^{-0,0011 t^{2,3485}}$	0,9935
T7	5,00	27,5	$\widehat{pH} = 3,6029 + 1,8293 e^{-0,0195 t^{1,3688}}$	0,9901
T8	15,00	27,5	$\widehat{pH} = 3,7063 + 1,9852 e^{-0,0004 t^{2,5409}}$	0,9949
T9	10,00	27,5	$\widehat{pH} = 3,6777 + 1,9728 e^{-0,0033 t^{1,9210}}$	0,9941
T10	10,00	27,5	$\widehat{pH} = 3,6772 + 2,0133 e^{-0,0044 t^{1,7968}}$	0,9924
T11	10,00	27,5	$\widehat{pH} = 3,7420 + 1,8859 e^{-0,0012 t^{2,2429}}$	0,9978

Fonte: Os autores.

A Equação 1 mostra o modelo ajustado para o tempo (em horas) de processo considerando pH final igual a 3,8 (R² = 0,7122):

$$\hat{t} = -145,76 + 10,36 x_1 - 0,26 x_1^2 + 10,40 x_2 - 0,186 x_1^2 - 0,155 x_1 x_2 \quad \text{Equação (1)}$$

Obtendo assim os parâmetros de tempo de fermentação dentro da região experimental conforme ilustrado no Quadro 2. Ou seja, esse é o tempo que a bebida leva para chegar ao pH de 3,8.

Quadro 2 – Parâmetros

Tempo Experimental	°Brix	°C
Tempo Máximo 39,66h	13,17	22,53
Tempo Mínimo 13,58h	10,8	34,9

Fonte: Os autores.

Os resultados expressos no Quadro 3 referem-se a F₂ realizada em anaerobiose, utilizando manômetros de pressão a fim de vedar o sistema (Figura 2) e permitir a fixação do CO₂ a bebida final.

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

Quadro 3 – Dados de formação de gás medidos pela pressão expressa em PSI ao longo do tempo.

TEMPO (em horas)	REPETIÇÃO 1 (em PSI)	REPETIÇÃO 2 (em PSI)	REPETIÇÃO 3 (em PSI)	REPETIÇÃO 4 (em PSI)	MÉDIA (em PSI)
0	0	0	0	0	0
1	0	2	0	0	0,50
2	2	3	0	2	1,75
3	8	7	0	3	4,50
4	0	7	0	10	4,25
6	0	7	0	9	4,00
10	0	7	0	9	4,00
24	0	7	0	8	3,75
25	5	7,5	0	8	5,13
26	5	7,5	0	8	5,13
27	6	8	0	8	5,50
28	0	0	0	8	2,00
30	0	2	0	7	2,25
34	0	0	0	0	0
48	0	0	0	0	0

Fonte: Os autores

Figura 3 – Experimento de medição pressão com auxílio de manômetro com mesmo tempo de fermentação.



Fonte: Os autores

Discussão

Os resultados obtidos para pH na primeira fermentação, são semelhantes aos reportados por Zongo et al. (2020), que observaram uma queda de pH de 6,53 para valores em torno de 4,00 após 48 horas de fermentação a 22°C. A queda nos valores de pH das amostras é um fato esperado, estando relacionado ao metabolismo dos microrganismos, principalmente, bactérias lácticas e leveduras, que além de produzirem ácidos, produzem etanol, compostos voláteis e dióxido de carbono (ZONGO et al., 2020). Todos os modelos matemáticos apresentaram bom ajuste para todos os tratamentos, sendo o tratamento 4 e 11 os de melhor ajuste, definido pelo pH final menor que 3,8.

Ao analisar os dados obtidos durante a segunda fermentação, não foi possível realizar ajuste de modelo. Isso ocorreu devido ao comportamento dos manômetros Figura 3, observamos falta de precisão e sensibilidade na leitura da pressão devido ao escape de gás, gerando necessidade de repetição da análise e ajuste de metodologia.

Conclusão

Utilizando os valores de pH, foi possível obter a cinética de fermentação com bom ajuste para todos os tratamentos na primeira fermentação. Observou-se que o teor de sólidos solúveis e a temperatura influência nas cinéticas de fermentação.

Na literatura não foi encontrada nenhuma cinética de fermentação baseada na pressão. Evidenciando-a como inovadora na produção de bebidas fermentadas. Assim, o presente trabalho é pioneiro em cinética de carbonatação espontânea de bebida fermentada utilizando kefir de água e necessita de ajustes na metodologia e equipamentos escolhidos. Mesmo com falhas mecânicas,

A era digital e suas implicações sociais: Desafios e contribuições

podemos observar a formação máxima de 10 PSI dentro da garrafa, indicando assim a alta carbonatação oriunda da F_2 e ressaltando a importância de novos estudos correlacionando os parâmetros fermentativos e carbonatação espontânea.

Referências

BRASIL, Portaria nº 41 de 17 de setembro de 2019. **Estabelece o padrão de Identidade e Qualidade da Kombucha em todo o território nacional.** Diário Oficial da União, Brasília, DF, 18 set. 2019.

BUENO, Raíssa S. et al. **Quality and shelf life assessment of a new beverage produced from water kefir grains and red pitaya.** Lwt, v. 140, p. 110770, 2021.

FERREIRA, C. L. L. F. **Produtos lácteos fermentados: Viçosa:** UFV, 2012.

GARCIA, S.; SOUZA, G.; VALLE, J.L. E. **Quefir e sua tecnologia - aspectos gerais.** Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, v. 21, n. 2, p. 137-155, 1984.

GÜVEN, A.; GÜVEN, A.; GÜLMEZ, M. **The effect of Kefir on the activities of GSH-Px, GST, CAT, GSH and LPO levels in carbon tetrachloride-induced mice tissues.** Journal of veterinary medicine, v. 50, n. 8, p. 412-6, 2003.

YOVANOUDI M, Dimitreli G, Raphaelides SN, Antoniou KD (2013) **Flow behavior studies of kefir type systems.** J Food Eng 118:41 - 48 p.

ZONGO, O. et al. **Physicochemical composition and fermentation kinetics of a novel Palm Sap-based Kefir Beverage from the fermentation of Borassus aethiopum Mart. fresh sap with kefir grains and ferments.** Scientific African, v. 10, p. e00631, 2020.

Agradecimentos

O presente trabalho foi realizado com apoio financeiro da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Espírito Santo – Brasil (FAPES – bolsa de mestrado e taxa de pesquisa) e também do Conselho Nacional do Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq – bolsa produtividade).