

ANÁLISE DO IMPACTO DE DIFERENTES INÓCULOS NA PRODUÇÃO DE BIOMETANO NA DIGESTÃO ANAERÓBIA DO SUCO DE AGAVE

Palavras-Chave: AGAVE; BIOMETANO; DIGESTÃO ANAERÓBIA; INÓCULO; BIOENERGIA.

Autores(as):

Aluno: MARCOS VINÍCIUS MANFRENATO, FEAGRI - UNICAMP

Orientador: Prof.^(a). Dr.^(a). GUSTAVO MOCKAITIS, FEAGRI - UNICAMP

Coorientador: MAIKI SOARES DE PAULA, IB - UNICAMP

INTRODUÇÃO

A demanda energética global tem aumentado continuamente ao longo dos anos, impulsionada pelo desenvolvimento científico e tecnológico. O crescimento populacional, a urbanização, o avanço econômico e a evolução das tecnologias estão entre os principais fatores que intensificam a dependência de combustíveis fósseis como fonte de energia. No entanto, os impactos ambientais decorrentes do uso de fontes energéticas não sustentáveis, como a emissão de gases de efeito estufa e o consequente aumento da temperatura global, têm provocado mudanças climáticas alarmantes. Diante desse cenário, a bioenergia proveniente de biocombustíveis obtidos a partir de matéria vegetal tem ganhado destaque como alternativa viável para mitigar os efeitos das mudanças climáticas.

Tendo em vista o aumento da demanda por combustíveis provenientes de fontes renováveis, as plantas do gênero *Agave* destacam-se como excelentes substratos para a produção de biometano, que é gerado por meio de processo de digestão anaeróbia de biomassa vegetal. Esse destaque deve-se à capacidade dessas plantas de prosperarem em áreas praticamente inférteis, como em regiões áridas e semiáridas, aumentando a capacidade de geração de energia renovável sem aumentar a competição pelo uso da terra, já que possibilitam a produção de bioenergia em terras inadequadas para a maioria dos cultivos.

Embora as plantas do gênero agave apresentem elevado potencial para a produção de biometano, os estudos sobre a aplicação dessa biomassa ainda são escassos. Nesse contexto, existem amplas oportunidades para investigar melhorias na digestão anaeróbia do suco de agave. Um dos aspectos fundamentais para o rendimento do biocombustível é a escolha adequada do inóculo, uma vez que as comunidades microbianas responsáveis pela digestão anaeróbia são complexas e sensíveis à composição dos substratos e às condições operacionais do processo. Com base nisso, o principal objetivo desse projeto é investigar o potencial bioquímico de metano do suco de agave comparando os resultados obtidos com o uso de diferentes inóculos com o intuito de melhorar a produção de biometano.

METODOLOGIA

As atividades foram realizadas no Laboratório BIOMA e consistiram na condução de dois ensaios de Potencial Bioquímico de Metano (PBM), utilizando frascos âmbar com volume final de 150 mL e 125 mL de headspace. A proporção substrato/inóculo adotada foi de 1 (gDQO/gSV), e, em todos os tratamentos, foram adicionadas soluções nutrientes conforme Angelidaki et al. (2009).

Ensaio 1: Avaliação da solução Dig na produção de biometano e gás sulfídrico

O principal objetivo deste ensaio foi avaliar os efeitos da adição de uma solução DIG (cuja composição não pode ser divulgada neste resumo devido a restrições de patente) na produção de biometano e gás sulfídrico, utilizando lodo avícola como inóculo e um meio sintético composto por glicose e Na_2SO_4 , na proporção de 0,67 gDQO/g Na_2SO_4 , conforme Choi et al. (1991). Os resultados da caracterização físico-química do lodo avícola antes da digestão anaeróbia indicaram uma concentração de 56,15 g/L de sólidos totais e 46,99 g/L de sólidos voláteis. Os tratamentos adotados e suas composições para o ensaios 1 podem ser observados na figura 1.



Figura 1: Avaliação da solução Dig na produção de biometano e gás sulfídrico

Ensaio 2: Avaliação de diferentes inóculos na produção de biogás de agave

O principal objetivo deste ensaio foi avaliar o impacto de diferentes inóculos (lodo de reator UASB de tratamento de águas residuárias de abatedouro de aves; lodo ativado de sistema de tratamento de esgoto doméstico do tanque de aeração da Estação de Produção de Água de Reuso da SANASA-Campinas; e o esterco de bode coletado no município de Conceição do Coité-BA) na produção de biometano durante a digestão anaeróbia do suco de agave.

Todas as concentrações de inóculos utilizadas nos experimentos deste ensaio foram padronizadas e, com base nos resultados obtidos da caracterização físico química apresentados na tabela 1, adotou-se uma concentração de 32,27 g/L de lodo para a montagem dos tratamentos, uma vez que este foi o menor valor obtido na caracterização físico química. O suco de agave apresentou valores de 60,70 gDQO/L e 20,47 gTOC/L e os tratamentos adotados e suas composições para o ensaios 2 podem ser observados na figura 2.

Tabela 1: Caracterização físico-química dos inóculos antes da digestão anaeróbia

Caracterização físico-química		
Inóculo	Sólido totais (g/L)	Sólido voláteis (g/L)
Esterco de bode	867,75	358,44
Lodo ativado	50,40	32,27
Lodo avícola	70,56	60,58



Figura 2: Avaliação de diferentes inóculos na produção de biogás de agave

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Ensaio 1: Avaliação da solução Dig na produção de biometano e gás sulfídrico

Com a conclusão do primeiro ensaio de PBM, observou-se que a adição da solução DIG não resultou em alteração significativa na produção de metano, quando comparada à condição controle, sem sua adição (Figura 3). Esse resultado sugere que a solução DIG possui potencial para manter a mesma eficiência na geração de metano. Além disso, verificou-se uma menor produção de H_2S no tratamento B, evidenciando a eficácia da solução DIG na mitigação da geração desse gás (Figura 4).

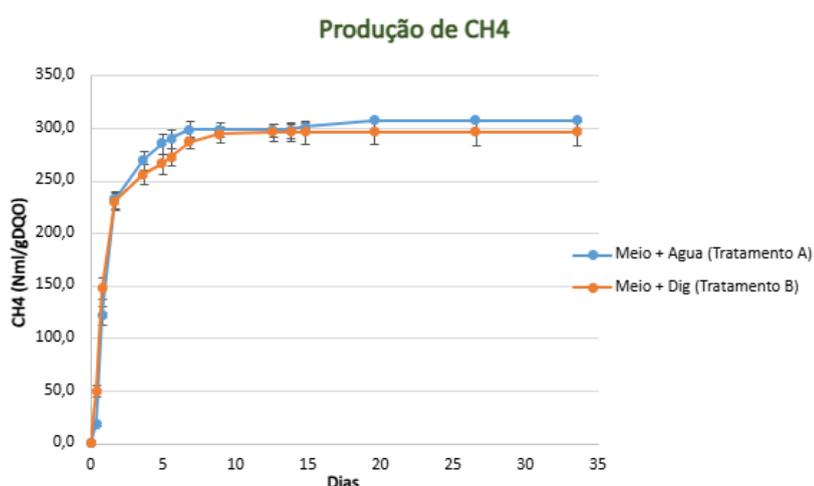


Figura 3: Comparação da produção de CH_4 entre os tratamentos A e B.

Duas possíveis explicações podem justificar a redução observada na produção de H_2S : (i) as bactérias redutoras de sulfato são diretamente afetadas pela composição do composto DIG que pode inibir seu metabolismo

e reduzir significativamente a produção do gás; ou (ii) o composto DIG reduz o pH inicial do meio afetando a produção de sulfeto de hidrogênio em meio anaeróbico, já que valores mais alcalinos tendem a reduzir seu potencial bioquímico (Borazjani et al., 2020).

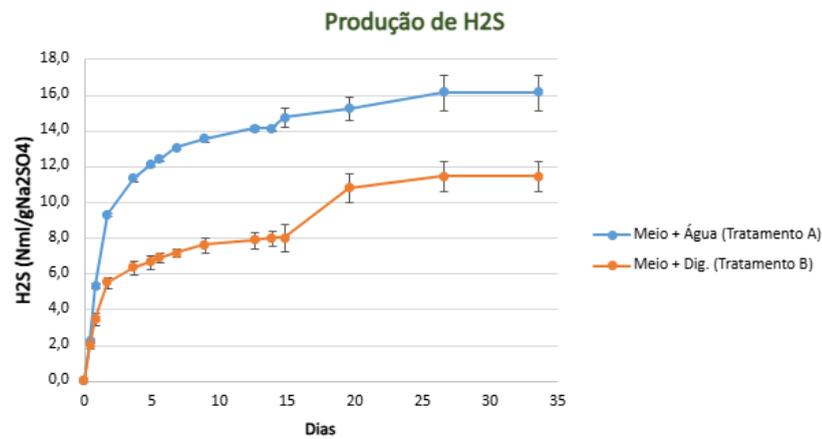


Figura 4: Comparação da produção de H₂S entre os tratamentos A e B

Ensaio 2: Avaliação de diferentes inóculos na produção de biogás de agave

Com a conclusão do segundo ensaio de PBM, verificou-se que o uso de lodo avícola como inóculo na digestão anaeróbia do suco de agave apresentou a melhor eficiência na produção de biometano, quando comparado aos demais inóculos, atingindo uma produção total de 412,1 NmL/gDQO. Embora o lodo ativado tenha alcançado uma produtividade próxima (389,5 NmL/gDQO), é evidente que a comunidade microbiana presente nesse inóculo precisou desenvolver um metabolismo adaptativo mais intenso, uma vez que apresentou três fases de *lag* ao longo do processo (figura 5).

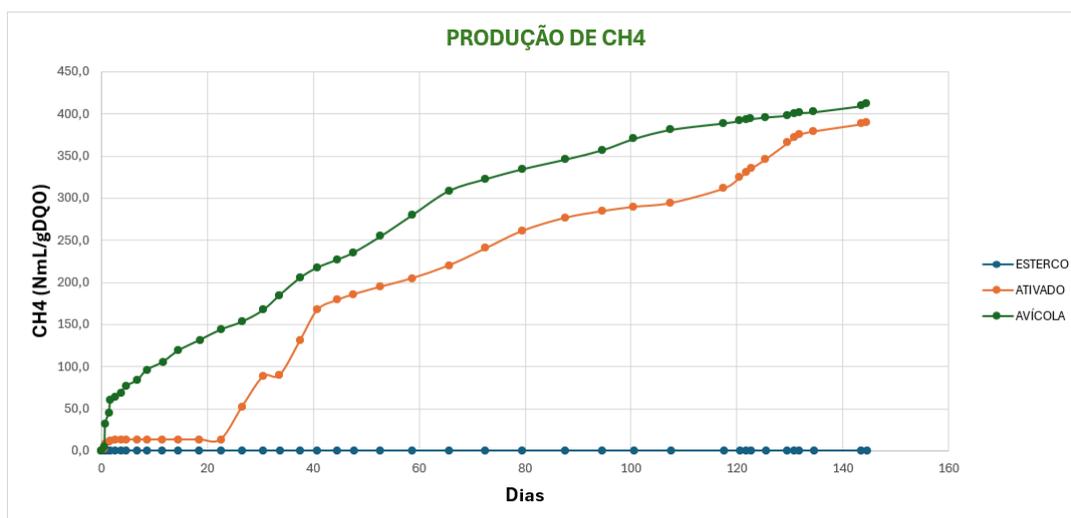


Figura 5: Comparativo da produção de CH₄ entre os diferentes inóculos

Em contrapartida, o caldo de agave demonstrou potencial efeito inibitório sobre os microorganismos presentes no esterco de bode, resultando em baixas produções de biometano, como pode ser visto na figura 6. Essa inibição foi evidenciada pelo fato de que o inóculo (esterco de bode), quando incubado isoladamente (Controle I -

esterco de bode + água) produziu mais metano (233,37 NmL) do que o tratamento com caldo de agave (23,6 NmL).

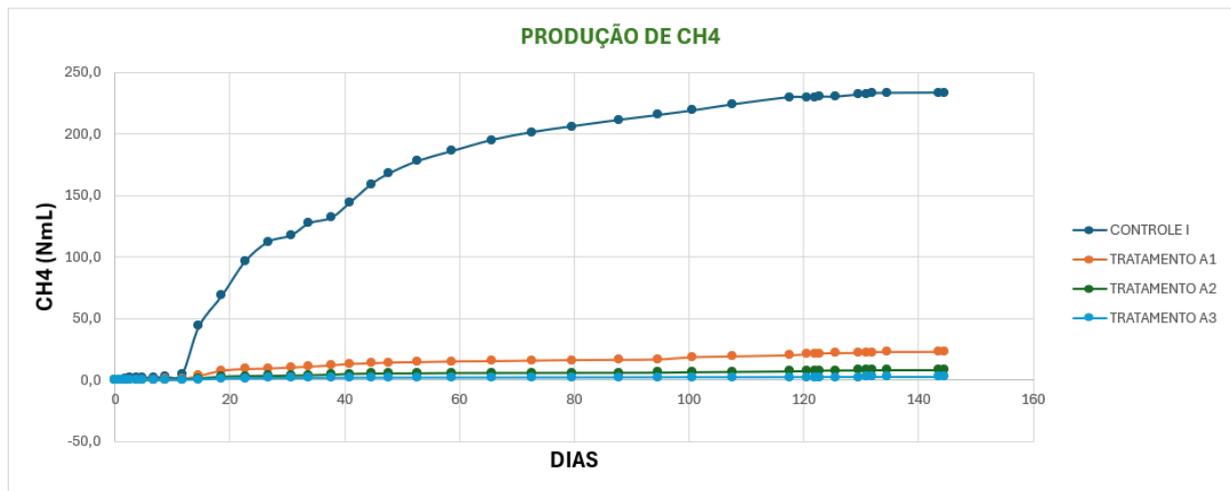


Figura 6: Comparativo da produção de metano do tratamento controle com o tratamento A (esterco de bode + caldo de agave) feito em triplicata (tratamento A1, A2 e A3).

O esterco de bode é comumente utilizado como substrato em processos de digestão anaeróbia devido ao seu alto teor de matéria orgânica (Orangun et al., 2021). No entanto, sua utilização como inóculo pode ser limitada, uma vez que a presença de matéria orgânica residual não garante uma comunidade microbiana ativa e adaptada, o que pode comprometer a eficiência do processo e a produção de biometano.

CONCLUSÕES

Com base nos resultados obtidos, o composto DIG não impactou negativamente a produção de biometano e mostrou-se eficaz na redução de H_2S , demonstrando seu potencial como aditivo na otimização do processo de digestão anaeróbia; e o uso do lodo avícola destacou-se em termos de eficiência na produção de biometano em comparação aos demais inóculos. Esses resultados contribuem para o desenvolvimento de um processo de digestão anaeróbia mais eficiente, com implicações diretas na melhoria da produção de bioenergia.

BIBLIOGRAFIA

- Alavi-Borazjani, S. Azadeh; Capela, Isabel; Tarelho, Luís AC. Over-acidification control strategies for enhanced biogas production from anaerobic digestion: a review. *Biomass and Bioenergy*, v. 143, p. 105833, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105833>.
- Angelidaki, I.; Alves, M.; Bolzonella, D.; Borzacconi, L.; Campos, J.L.; Guwy, A.J.; Kalyuzhnyi, S.; Jenicek, P.; Van Lier, J.B. Defining the biomethane potential (BMP) of solid organic wastes and energy crops: a proposed protocol for batch assays. *Water Science and Technology*, v. 59, p. 927-934, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/wst.2009.040>.
- Choi, Euiso; Rim, Jay M. Competition and inhibition of sulfate reducers and methane producers in anaerobic treatment. *Water Science and Technology*, v. 23, n. 7-9, p. 1259-1264, 1991. Disponível em: <https://doi.org/10.2166/wst.1991.0577>
- Orangun, A., Kaur, H., & Kommalapati, RR (2021). Codigestão anaeróbica em lote e análise do potencial bioquímico de metano em esterco caprino e resíduos alimentares. *Energias*, 14 (7), 1952. <https://doi.org/10.3390/en14071952>