

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

UTILIZAÇÃO DE MODELOS MATEMÁTICOS PARA A QUANTIFICAÇÃO DE GASES PRODUZIDOS NA AVALIAÇÃO *IN VITRO* DE DDGS

Adriano Nicoli ROECKER*¹, Dalton Henrique PEREIRA¹, Bruno Carneiro e PEDREIRA², Douglas Santos PINA³, Rayane Pinho BEZERRA¹, Artur Carmanini de FARIA¹, Hozane Alves de SOUZA¹

*autor para correspondência: adrianonr96@gmail.com

¹Universidade Federal de Mato Grosso, Sinop, Mato Grosso, Brasil

²Embrapa Agrossilvipastoril, Sinop, Mato Grosso, Brasil

³Universidade Federal da Bahia, Salvador, Bahia, Brasil

Abstract: The use of animals to evaluate the quality of food in their food, obtaining results more reliable than laboratory methods, but given the limitations of the technique make the improvement of the other methods are improved. Several mathematical models exist to predict the production of gases from ruminal fermentation, and it has already been determined that those that best represent the field situation are the nonlinear models (Exponential, Exponential Bicompartimental, Gompertz, Logistic and Logic Bicompartimental). The objective of this work was to determine the model that best represented the *in vitro* gas production of DDGS (DDGSS) and maize (DDGSM) ethanol co-products. In order to determine the total gas production, the automatic *in vitro* gas production technique, the ANKOM® RF - Gas production system (GAPS), was used. The total volume of gases produced by the *in vitro* degradation of ethanol production co-products from corn (DDGSM) and sorghum (DDGSS) ranged from 12.7450 to 14.7534 and 12.0006 to 13.2891 mL of gases / 100mg of ASA. The model that best fit the curve fit and cumulative gas production of the DDGSM was the exponential; of the DDGSS - Logistic.

Palavras-chave: Co-product, fermentation, non-linear

Promoção e Realização:

Apoio Institucional:

Organização:

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

Introdução

Na busca por determinar a utilização de co-produtos na alimentação de ruminantes, diversos métodos analíticos são realizados como *in situ*, *in vitro* e *in vivo*. A partir dessas avaliações é possível fornecer outro destino a esses materiais, podendo agregar valor a eles, bem como reduzir impactos no meio ambiente visto o seu descarte irregular (Pereira et al., 2008).

O estudo sobre a digestibilidade realizado em bovinos sempre apresentaram valores mais próximos ao real do que aqueles que são determinados através dos determinados em laboratório (Sampaio, 1994), porém esse método apresenta limitações. Já os modelos matemáticos podem assumir, de maneira errônea, a produção de gases é oriunda somente de um único substrato o que acarreta em uma avaliação equivocada do alimento (Nogueira et al. 2006). Deste modo, buscase o aperfeiçoamento de técnicas, como *in situ* e *in vitro*, que possam contrapor as dificuldades impostas pelo método *in vivo*.

Deste modo o seguinte trabalho teve o objetivo de determinar a precisão na utilização de modelos matemáticos para a quantificação de gases produzidos na de gradação *in vitro* de DDGS.

Material e Métodos

Para a determinação da produção total de gases, foi utilizada a técnica automática de produção de gases *in vitro*, o sistema computadorizado sem fio ANKOM® RF – Gas Production System (GAPS). O sistema é constituído por garrafas para amostras com tamanhos de 250 mL, módulos de sensores de pressão RF (Ruminal Fermentation), localizados nas tampas das garrafas, um módulo "Remote Zero" para medir a pressão ambiental e um software instalado em um PC com sistema operacional Windows 8.

Estas amostras foram pré-secas em estufa de ventilação forçada a 65°C durante 72 horas e foram desintegradas a 1 mm de diâmetro em moinho de facas

Promoção e Realização:

Apoio Institucional:

Organização:

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

(Marconi, modelo MA 680). Foi realizada análise bromatológica do material que foi incubado, analisando os teores de matéria seca (MS), proteína bruta (PB), fibra em detergente neutro (FDN), seguindo a metodologia preconizada pela AOAC (1990) (Tabela 1).

Afim de avaliar ao comportamento da produção de gás ao longo dos 2 dias de incubação a partir da degradação *in vitro* do alimento, foram ajustados os modelos não lineares unicompartmentais: exponencial, logístico e Gompertz e modelos não lineares bicompartimentais: logístico e exponencial (Tabela 1).

Tabela 1. Descrição dos modelos estatísticos avaliados.

Modelo	NP ²	Restrições	Equação1
Exponencial	3	$A, \mu \text{ e } \lambda \geq 0$	$\hat{Y} = A \{ 1 - \exp[-\mu (t - \lambda)] \}$
Logístico	3	$A, \mu \text{ e } \lambda \geq 0$	$\hat{Y} = A / \{ 1 + \exp[2 - 4 \mu (t - \lambda)] \}$
Gompertz	3	$A, \mu \text{ e } \lambda \geq 0$	$\hat{Y} = A \exp\{-\exp[1 - \mu (t - \lambda)]\}$
Exponencial bicompartimental	5	$ACNF, ACF, \mu_{CNF}, \mu_{CF} \text{ e } \lambda \geq 0$	$\hat{Y} = ACNF \{ 1 - \exp[-\mu_{CNF} (t - \lambda)] \} + ACF \{ 1 - \exp[-\mu_{CF} (t - \lambda)] \}$
Logístico bicompartimental	5	$ACNF, ACF, \mu_{CNF}, \mu_{CF} \text{ e } \lambda \geq 0$	$\hat{Y} = ACNF / \{ 1 + \exp[2 - 4 \mu_{CNF} (t - \lambda)] \} + ACF / \{ 1 + \exp[2 - 4 \mu_{CF} (t - \lambda)] \}$

¹A = assíntota (mL), $ACNF$ = assíntota dos carboidratos não fibrosos (mL), ACF = assíntota dos carboidratos fibrosos (mL), μ = taxa fracional de degradação (h^{-1}), μ_{CNF} = taxa fracional de degradação dos carboidratos não fibrosos (h^{-1}), μ_{CF} = taxa fracional de degradação dos carboidratos fibrosos (h^{-1}), t = tempo de incubação (h), λ = tempo de latência (h), b (h^{-1}) e c ($h^{-1/2}$) sem significado biológico;² NP = número de parâmetros do modelo.

Para a avaliação dos modelos não lineares, foi utilizado os parâmetros que cada modelo leva em consideração afim de se evitar qualquer tipo de interferência na reposta, levando em consideração da variável resposta significância dos parâmetros estimados em relação a hipótese de nulidade, no número de interações para atingir a convergência, no valor da soma de quadrado residual (Vieira et al., 2008).

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

Resultados e Discussão

O volume total de gases produzidos pela degradação *in vitro* dos co-produtos da produção de etanol a partir do milho (DDGSM) e sorgo (DDGSS) variou de 12,7450 a 14,7534 e 12,0006 a 13,2891 mL de gases/100mg de ASA, respectivamente (Tabela 2).

Tabela 2. Parâmetros cinéticos dos diferentes modelos matemáticos não lineares ajustados aos perfis de produção de gases *in vitro* de grãos secos de destilaria com solúveis de milho (DDGSM) e de sorgo (DDGSS):

Alimentos	Modelos	Parâmetro CNF			Parâmetro CNF		
		V	Stderro	IC	Kpg	Stderro	IC
DDGSM	Logisticobi	10,2995	0,2025	0,3978	0,0314	0,0004	0,0009
	Expobi	-	-	-	-	-	-
	Logístico	12,7450	0,0309	0,0607	0,0382	0,0002	0,0006
	Exponencial	14,7534	0,0384	0,0754	0,0491	0,0003	0,0006
DDGSS	Gompertz	13,0712	0,0263	0,0516	0,1067	0,0005	0,0010
	Logisticobi	7,9359	2,2843	4,4868	0,0562	0,0035	0,0069
	Expobi	-	-	-	-	-	-
	Logístico	12,2006	0,0172	0,0338	0,0488	0,0002	0,0003
	Exponencial	13,2891	0,0494	0,0971	0,0696	0,0007	0,0014
	Gompertz	12,4156	0,0105	0,0206	0,1372	0,0003	0,0006

V = volume de gases/100mg de ASA; Stderro = erro padrão da média; NI = número de interações; IC = intervalo de confiança a 95%; kpg = taxa de produção de gases (%/h); CNF = carboidratos não fibrosos e CF = carboidratos fibrosos.

Considerando os parâmetros avaliados, o modelo que melhor se ajustou ao perfil de produção de gases para o DDGSM foi o Exponencial. Esta determinação foi baseada no menor valor para raiz quadrada do quadrado médio residual (RQMR; 0,20), na não rejeição da hipótese de nulidade ($P > 0,05$) e no critério de ponderação de Akaike (W_i), segundo o qual este modelo apresenta 49,29% de chance de ser o modelo mais adequado dentre o conjunto de modelos avaliados. Seguindo esses mesmos critérios, o modelo de Gompertz foi o que melhor se ajustou aos dados de

Promoção e Realização:

Apoio Institucional:

Organização:

CONSTRUINDO SABERES, FORMANDO PESSOAS E TRANSFORMANDO A PRODUÇÃO ANIMAL

produção de gases do DDGSS. Com 88,53% de chance de ser o modelo mais adequado, segundo o critério de ponderação de Akaike (Wi).

Conclusão

O modelo que melhor se representa a cinética de produção de gases para os co-produtos de destilaria, o DDGSM e o DDGSS, são o modelo exponencial e o de Gompertz respectivamente.

Referências

- NOGUEIRA, U.T.; MAURÍCIO, R.M.; GONÇALVES, L.C.; PEREIRA, L.G.R. Predição da degradação da matéria seca pelo volume de gases utilizando a técnica in vitro semi-automática de produção de gases **Arq. Bras. Med. Vet. Zootec.**, v.58, n.5, p.901-909, 2006.
- PEREIRA, E.S.; REGADAS FILHO, J.G.; ARRUDA, A.M.V.; MIZUBUTTI, I.Y.; VILLARROEL, A.B.S.; PIMENTEL, P.G.; CÂNDIDO, M.J.D. Equações do NRC (2001) para predição do valor energético de coprodutos da agroindústria no nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v.9, n.2, p.258-269, 2008.
- SAMPAIO, I.B.M. Contribuições estatísticas e de técnica experimental para ensaios de degradabilidade de forragens quando avaliada in situ. In: Simpósio Internacional De Produção de Ruminantes, 1994. Reunião Anual Da Sociedade Brasileira De Zootecnia, 31., Maringá, **Anais...** Maringá: Sociedade Brasileira de Zootecnia, p.81-82, 1994.
- VIEIRA, R.A.M.; TEDESCHI, L.O. and CANNAS, A. A generalized compartmental model to estimate the fiber mass in the ruminoreticulum: Estimating parameters of digestion. **Journal of Theoretical Biology**, v. 255, p. 345-356, 2008.

Promoção e Realização:



Apoio Institucional:



Organização:

