

## Uso de enzimas exógenas na ração de caprinos

**Brenda de Oliveira Horvath Pereira<sup>1</sup>**

**Larissa Lopes da Silva<sup>1</sup>,**

**Gabriela Macedo Costa<sup>1</sup>,**

**Ricardo Costa de Oliveira<sup>1</sup>,**

**Prof. Dra. Cristine dos Santos Settimi Cysneiros<sup>1</sup>**

**Evangélica de Goiás – UniEVANGÉLICA<sup>1</sup>**

### RESUMO

A caprinocultura no Brasil apresenta relevância econômica, especialmente no Nordeste, onde os animais são fonte de proteína e renda. Entretanto, a alimentação em regiões semiáridas é limitada pelo baixo valor nutricional das forragens e pela presença de compostos antinutricionais. Este estudo avaliou a produção e caracterização das enzimas CMCase e xilanase de *Humicola grisea*. Os isolados do fungo foram cultivados em substrato de *Urochloa brizantha* triturado, e a atividade enzimática foi determinada em diferentes pHs (3–7) e temperaturas (40 e 50 °C). Os resultados mostraram pH 4 como ótimo para ambas as enzimas, com variações de acordo com a temperatura. Sendo para a celulase, a temperatura ótima observada a 40 °C, enquanto para a xilanase, a maior atividade foi registrada a 50 °C. As enzimas liberaram açúcares redutores, evidenciando capacidade significativa de degradação de celulose e xilana. Concluiu-se que os complexos enzimáticos do fungo podem contribuir para a melhoria da digestibilidade das fibras e eficiência nutritiva em dietas de caprinos

### ABSTRACT:

Goat farming in Brazil has economic relevance, especially in the Northeast, where animals are an important source of protein and income. However, feeding in semiarid regions is limited by the low nutritional value of forages and the presence of antinutritional compounds. This study evaluated the production and characterization of CMCase and xylanase enzymes from *Humicola grisea*. The fungal isolates were cultivated on ground *Urochloa brizantha* substrate, and enzymatic activity was determined at different pH levels (3–7) and temperatures (40 and 50 °C). The results showed pH 4 as optimal for both enzymes, with variations according to temperature. For cellulase, the optimum temperature was observed at 40 °C, while for xylanase, the highest activity was recorded at 50 °C. The enzymes released reducing sugars, demonstrating a significant capacity for cellulose and xylan degradation. It was concluded that the fungal enzymatic complex can contribute to improving fiber digestibility and nutritional efficiency in goat diets.

**Palavras-chave:** caprinos; enzimas fibrolíticas. *Urochloa brizantha*; caracterização bioquímica.

### INTRODUÇÃO

Os caprinos desempenham papel significativo na economia brasileira, contribuindo para diversos setores do agronegócio e representando importante fonte de renda e subsistência em várias regiões do país. Historicamente, esses animais têm sido valorizados por sua versatilidade, adaptabilidade a diferentes ambientes e pelo aproveitamento diversificado de seus produtos.

Durante décadas, especialmente no Nordeste, a criação de cabras esteve diretamente associada à subsistência das populações rurais, configurando-se como uma fonte viável e acessível de proteína animal para famílias de baixo poder aquisitivo. Essa preferência ocorre porque os caprinos apresentam elevada eficiência reprodutiva mesmo em áreas com restrições edafoclimáticas, onde outras espécies zootécnicas enfrentam dificuldades. Voltolini (2011) ressalta que caprinos e ovinos necessitam, em média, de apenas 10% da alimentação exigida pelos bovinos, além de apresentarem ciclos reprodutivos substancialmente mais curtos, o que aumenta a viabilidade econômica da atividade.

Nos últimos anos, a caprinocultura brasileira tem demonstrado crescimento contínuo, com destaque para a região Nordeste, que concentra aproximadamente 93% do rebanho nacional. Embora a distribuição geográfica se mantenha relativamente estável, observa-se aumento da densidade de animais em outras microrregiões, evidenciando a crescente importância da atividade para o agronegócio (MARTINS; GARAGORRY; CHAIB FILHO, 2006).

Apesar dessa expansão, a alimentação dos caprinos na região semiárida ainda enfrenta desafios. A vegetação predominante, formada por espécies fibrosas em estágio de sucessão secundária, apresenta baixo valor nutricional, sendo que apenas cerca de 10% da matéria seca produzida anualmente está efetivamente disponível para pastejo (SILVA; CÉZAR, 2013). Além disso, embora grande parte das plantas da caatinga seja composta por leguminosas com elevado teor proteico, a presença de taninos — compostos antinutricionais — reduz a digestibilidade dos nutrientes (MARTINS; GARAGORRY; CHAIB FILHO, 2006).

Nesse contexto, estratégias nutricionais têm sido estudadas para aumentar a eficiência produtiva dos ruminantes. Entre elas, destaca-se o uso de enzimas exógenas, como xilanases e celulases, produzidas a partir de fermentações bacterianas ou fúngicas. Esses aditivos potencializam a degradação da fibra, otimizam a digestibilidade ruminal e possibilitam maior aproveitamento da energia contida nos alimentos, o que resulta em melhor desempenho produtivo, especialmente quando a dieta apresenta limitações nutricionais (BEAUCHEMIN et al., 2003).

Dentre os microrganismos utilizados na produção de enzimas, o gênero *Humicola* destaca-se por sua elevada capacidade de síntese, além do baixo custo de cultivo em estado sólido utilizando resíduos agroindustriais como substrato. As enzimas

produzidas, como as xilanases, desempenham papel fundamental na degradação da parede celular vegetal, tornando os compostos lignocelulósicos mais acessíveis para a bioconversão (COSTA, 2016).

## **MATERIAIS E MÉTODOS**

A presente pesquisa foi realizada no laboratório de Enzimologia da Universidade Federal de Goiás (UFG), em Goiânia, GO, Laboratório Multidisciplinar de Química da Universidade Evangélica de Goiás (UniEvangélica) e Centro Tecnológico da UniEvangélica

### **Linhagem utilizada e manutenção do fungo**

O fungo *Humicola grisea* var. *thermoidea*, foi mantido em repiques periódicos em meio MYG (extrato de malte 0,5%, extrato de levedura 0,25%, glicose 1%, ágar 2%, em 100 mL de água destilada), autoclavado a 120 °C durante 20 minutos. As culturas de microrganismos permaneceram em temperatura ambiente por sete dias e, posteriormente, foram armazenadas a 4 °C em suas placas de Petri.

### **Produção dos complexos enzimáticos (CM)**

Esporos do isolado de *Humicola* foram inoculados em erlenmeyers de 250 mL contendo 50 mL de meio TLE, com a seguinte composição (g/100 mL): glicose 0,3; celulose 0,5; extrato de levedura 3,0; sulfato de amônio 0,14; CaCl<sub>2</sub>·6H<sub>2</sub>O 0,03; sulfato de magnésio 0,03; e elementos traços CuSO<sub>4</sub> e FeSO<sub>4</sub>.

Como fonte de carbono, foram utilizados substratos de *Urochloa brizantha* triturados a 5 mm. Os erlenmeyers foram incubados em agitador rotatório a 28 °C e 180 rpm por 48 horas e foram filtrados para serem utilizados como fonte de enzima hidrolítica. Após a incubação, os complexos enzimáticos (CM) foram filtrados a vácuo, e alíquotas do sobrenadante foram retiradas para os ensaios de atividade enzimática.

### **Dosagem de açúcar redutor e determinação de atividades enzimáticas**

A atividade de celulase e xilanase foi determinada em tampões de diferentes pHs (3,0; 4,0; 5,0; 6,0 e 7,0), incubados em duas temperaturas (40°C e 50°C) por 30 minutos. O ensaio enzimático realizado foi: teste: 150 µL do substrato (CMC 1% para celulase e xilana 1% para xilanase), 350 µL de tampão e 150 µL do extrato enzimático; controle: 150 µL do substrato, 350 µL de tampão e 150 µL de água destilada. Após o período de incubação, foram adicionados 1000 µL de ácido 3,5-dinitrossalicílico (ADNS), e a mistura de reação foi incubada por 10 minutos em água fervente. A concentração de açúcares redutores liberados foi determinada espectrofotometricamente a 550 nm pelo método do ADNS, utilizando curva padrão de açúcares redutores.

### **pH ótimo**

Para determinação do pH ótimo, amostras enzimáticas foram incubadas em pHs ajustados: 3,0; 4,0; 5,0; 6,0; 7,0.

Temperatura ótima

Amostras enzimáticas foram incubadas em banho-maria a 40° e 50° para avaliação da temperatura ótima.

### RESULTADOS

Os resultados do potencial do *Humicola grisea* como produtor de enzimas fibrolíticas, mostraram que a atividade enzimática varia com o pH e a temperatura, sendo que no pH 4,0 as enzimas apresentaram maior atividade nas condições testadas.

Para a celulase, a 40 °C, a maior atividade foi registrada em pH 4,0 (32,73 U/mL) e a menor em pH 5,0 (19,28 U/mL). A 50 °C, o pico também ocorreu em pH 4,0 (27,38 U/mL), com menor atividade em pH 6,0 (12,94 U/mL), demonstrados na Tabela 1.

Em relação a enzima xilanase, a 40 °C, a maior atividade foi em pH 4,0 (39,28 U/mL), enquanto a menor ocorreu em pH 6,0 (33,76 U/mL). A 50 °C, a atividade máxima foi em pH 4,0 (44,36 U/mL), com menor atividade em pH 5,0 (35,85 U/mL), demonstrados na Tabela 2.

**Tabela 1.** Atividade enzimática (U·mL<sup>-1</sup>) das enzimas celulase, obtida a partir de complexos enzimáticos de *Humicola grisea* em diferentes valores de pH e temperaturas à 40° e à 50° C °, apresentadas em ordem decrescente de atividade.

Celulase (U/mL)	
40°C	50°C
pH 4: 32,73	pH 4: 27,38
pH 7: 32,53	pH 5: 23,79
pH 6: 28,36	pH 7: 19,07
pH 3: 25,85	pH 3: 13,15
pH 5: 19,28	pH 6: 12,94

Comentado [B1]:

Fonte: Dados experimentais da autora.

**Tabela 2.** Atividade enzimática (U·mL<sup>-1</sup>) das enzimas xilanase, obtida a partir de complexos enzimáticos de *Humicola grisea*, em diferentes valores de pH e temperaturas à 40 ° 40° e à 50° C °, apresentadas em ordem decrescente de atividade.

Xilanase (U/mL)	
40°C	50°C
pH 4: 39,28	pH 4: 44,30
pH 7: 38,63	pH 3: 42,27
pH 5: 36,86	pH 6: 37,19

pH 3: 36,75

pH 7: 37,19

pH 6: 33,76

pH 6: 35,85

Comentado [B2]:

Fonte: Dados experimentais da autora.

## CONCLUSÃO

Os resultados obtidos demonstraram que o *fungo Humicola grisea* é produtor de celulase e xilanase em diferentes condições de pH e temperatura. A atividade enzimática evidenciou que em condições do ambiente ruminal, as enzimas contribuem para a hidrólise de celulose e hemicelulose, substratos fibrosos presentes na parede celular das plantas forrageiras, evidenciando que o fungo é produtor de enzimas fibrolíticas de interesse na alimentação de animais ruminantes.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BEAUCHEMIN, K. et al. Aditivos enzimáticos na alimentação de ruminantes: estratégia para a produção animal. *Pubvet*, v. 8, p. 1283-1, 2014.

COSTA, A. C. D. Xilanases de *Trichoderma piluliferum* e *Trichoderma viride*: produção, caracterização bioquímica e aplicações industriais. 2016.

COSTA, C. T. C.; BEVILAQUA, C. M. L.; MORAIS, S. M.; VIEIRA, L. D. S. Taninos e sua utilização em pequenos ruminantes. 2008.

CYSNEIROS, C. dos S. S. Enzimas fibrolíticas de *Humicola grisea*: produção, caracterização e seus efeitos sobre a digestibilidade in vitro do capim Marandu, casquinha de soja, feno de Tifton 85 e forragem de milho. Tese (Doutorado) – Universidade Federal de Goiás, 2009. 104 p.

MARTINS, E. C.; GARAGORRY, F. L.; CHAIB FILHO, H. Evolução da caprinocultura brasileira no período de 1975 a 2003. 2006.

SILVA, A. M. D. A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, v. 14, p. 77-90, 2013.

STIVARI, T. S. S.; RAINERI, C.; SARTORELLO, G. L.; GAMEIRO, A. H.; SILVA, J. B. A. Aditivos enzimáticos na alimentação de ruminantes: estratégia para a produção animal. *Pubvet*, v. 8, p. 1283-1, 2014.

VOLTOLINI, T. V. Produção de caprinos e ovinos no Semiárido. 2011.