

**Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agropecuária Oeste
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**

Desordens nutricionais e síntese de compostos fenólicos e taninos totais em guandu e leucena

**Oscar Fontão de Lima Filho
Adibe Luiz Abdalla**

2ª edição revista e ampliada

**Embrapa Informação Tecnológica
Brasília, DF
Embrapa Agropecuária Oeste
Dourados, MS
2011**

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Informação Tecnológica

Parque Estação Biológica (PqEB), Av. W3 Norte (final)
70770-901 Brasília, DF
Fone: (61) 3448-4236
Fax: (61) 3448-2494
vendas@sct.embrapa.br
www.embrapa.br/liv

Coordenação editorial
Fernando do Amaral Pereira
Lucilene Maria de Andrade
Juliana Meireles Fortaleza

Supervisão editorial e revisão de texto
Wesley José da Rocha

Normalização bibliográfica
Márcia Maria Pereira de Souza

Projeto gráfico
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

1ª edição (2005): online

2ª edição

1ª impressão (2011): 500 exemplares

Embrapa Agropecuária Oeste

BR 163, km 253,6 - Trecho Dourados-Caarapó
Caixa Postal 661
79804-970 Dourados, MS
Fone: (67) 3416-9700
Fax: (67) 3416-9721
sac@cpao.embrapa.br
www.cpao.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: *Guilherme Lafourcade Asmus*
Secretário-Executivo: *Harley Nonato de Oliveira*
Membros: *Alexandre Dinny's Roese, Claudio Lazzarotto,*
Éder Comunello, Josiléia Acordi Zanatta,
Milton Parron Padovan, Sílvia Mara Belloni e
Walder Antonio Gomes de Albuquerque Nunes
Membros suplentes: *Alceu Richetti e Carlos Ricardo Fietz*

Supervisão editorial, revisão de texto
e padronização de originais
Eliete do Nascimento Ferreira

Normalização bibliográfica
Eli de Lourdes Vasconcelos

Fotos da capa
Neusa de Lima Nogueira (capa) e Elaine Bahia Wutke (orelhas)

Capa
Nilton Pires de Araújo

Todos os direitos reservados

A reprodução não-autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei N° 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Informação Tecnológica

Lima Filho, Oscar Fontão de.

Desordens nutricionais e síntese de compostos fenólicos e taninos totais em
guandu e leucena / Oscar Fontão de Lima Filho, Adibe Luiz Abdalla. 2. ed. rev. e
ampl. – Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica; Dourados : Embrapa
Agropecuária Oeste, 2011.

87 p. : il. color. ; 22 cm.

ISBN 978-85-7383-508-3 (Embrapa Informação Tecnológica)

ISBN 978-85-7540-022-7 (Embrapa Agropecuária Oeste)

1. Fisiologia vegetal. 2. Deficiência nutricional. 3. Guandu. 4. Leucena. 5. Fenol.
6. Tanino. I. Abdalla, Adibe Luiz. II. Embrapa Agropecuária Oeste. III. Título.

CDD 571.2

© Embrapa 2011

Apresentação

O guandu e a leucena são duas espécies vegetais largamente conhecidas e de uso bastante comum, especialmente para a alimentação animal. O guandu também é largamente utilizado como adubo verde, cultivado tanto solteiro quanto em consórcio com gramíneas. Em sistemas de produção, essas duas espécies são muito importantes, tanto no que se refere à cobertura do solo quanto no aporte de nitrogênio ao sistema, via fixação biológica. São espécies que se caracterizam pelo potencial de síntese de fenóis e taninos, embora exista significativa variação em cultivares.

Neste trabalho, que avalia a influência de macronutrientes e micronutrientes na síntese de fenóis e taninos totais em guandu e leucena, fica evidente que aspectos ligados à disponibilidade de nutrientes para as plantas podem afetar a produção desses compostos.

Com esta obra, espera-se contribuir com importantes informações científicas para a otimização do uso dessas espécies vegetais, especialmente na alimentação animal.

Fernando Mendes Lamas

Chefe-Geral

Embrapa Agropecuária Oeste

Sumário

Resumo, 11

Abstract, 13

Introdução, 15

Capítulo 1

Nutrientes e síntese de compostos fenólicos nas plantas, 19

Capítulo 2

Indução dos sintomas de desequilíbrios
nutricionais e análise dos compostos fenólicos, 23

Capítulo 3

Macronutrientes, 27

Capítulo 4

Micronutrientes, 43

Capítulo 5

Compostos fenólicos na nutrição de ruminantes e monogástricos – aves, suínos e peixes, 61

Capítulo 6

Qualificação de taninos em guandu e leucena, 65

Capítulo 7

Compostos fenólicos e mitigação de metano entérico, 69

Capítulo 8

Considerações finais, 73

Referências, 75

Anexo

Metodologia para quantificação e qualificação de taninos, 85

Resumo

As plantas superiores possuem tipos e quantidades variáveis de compostos fenólicos e outros produtos secundários, cujas funções metabólicas, em sua maioria, são pouco conhecidas. Em alguns casos, essas substâncias podem ser sintetizadas para auxiliar no mecanismo de defesa das plantas contra patógenos, pragas, pássaros e herbívoros. Fatores exógenos, como efeitos abióticos sazonais, luz, temperatura e fertilidade do solo, estão implicados na síntese de fenóis e taninos, o que pode ser considerado um mecanismo de adaptação que ocorre em condições de estresse, incluindo deficiências e toxicidades nutricionais. O texto apresenta um estudo que avaliou a influência de macronutrientes e micronutrientes na síntese de fenóis e taninos totais em guandu (*Cajanus cajan* L. Millsp.) e leucena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit), bem como os dados de pesquisas com a introdução dessas plantas na alimentação animal. Os resultados demonstram que solos com deficiência de nitrogênio, potássio, cálcio, enxofre, boro, manganês e com excesso de cobre, ferro, manganês e zinco tendem a contribuir para que as plantas produzam mais compostos fenólicos, ao passo que a deficiência de magnésio e cobre, além do excesso de boro, podem induzir as plantas a sintetizar menos fenóis. No caso do silício, os estudos indicam que níveis altos desse micronutriente podem elevar os teores de nitrogênio no tecido foliar, diminuindo, assim, os níveis de fenóis

e taninos totais. Solos com desequilíbrio nutricional, mal adubados ou não corrigidos adequadamente tendem a induzir a planta a apresentar modificações na síntese dos compostos fenólicos, dependendo da interação dos elementos e da intensidade individual de cada estresse nutricional. Nos animais, os taninos apresentam alta afinidade por proteínas e formam complexos tanino-proteína. A ingestão de plantas com taninos condensados pode reduzir a utilização dos nutrientes e o consumo de alimentos em ruminantes e monogástricos. Níveis baixos de taninos condensados podem auxiliar no controle de parasitos gástricos e mitigação de metano entérico em ruminantes. Apesar da boa aceitabilidade da leucena e do guandu pelos animais, para assegurar a utilização dessas leguminosas taniníferas nas dietas é imprescindível uma avaliação do conteúdo dos compostos fenólicos e, principalmente, da qualidade desses compostos sobre a fermentação ruminal e o desempenho animal. A leucena e o guandu apresentam grande potencial para ser utilizados na alimentação de ruminantes como banco de proteína, ensilados, suplementos, visando desenvolver sistemas de exploração agropecuária mais estável e economicamente viável.

Abstract

The superior plants contain several types and variable amounts of phenolic compounds and other secondary metabolites, whose metabolic functions, in their majority, are not well known yet. In some cases, these substances can be synthesized to aid in the defense mechanism of plants against pathogens, pests, birds and herbivores. Factors as seasonal effects, light, temperature and fertility of the soil are implicated in the synthesis of phenols and tannins; which can be considered an adaptation mechanism that happens in stress conditions, including mineral deficiencies and nutritional toxicities. This paper presents the study evaluating of macro and micronutrients in the synthesis of phenols and total tannins in pigeon pea (*Cajanus cajan* L. Milles) and leucaena (*Leucaena leucocephala* (Lam.) de Wit) and their use as animal feed. The results showed that soils with deficiency of nitrogen, potassium, calcium, sulfur, boron, manganese; and excess of copper, iron, manganese and zinc tend to contribute for the plants to produce more phenolic compounds, while the deficiency of magnesium and copper, besides the boron excess, can induce the plants to synthesize less quantities of phenols. In the case of silicon, the studies indicate that high levels of this micronutrient can increase the levels of nitrogen in the foliar tissue, decreasing with this, the levels of phenols and total tannins. Soils with nutritional unbalances, not fertilized and nor amended appropriately

tend to induce the plant to present modifications in the synthesis of these composed, depending on the interaction of the elements and the individual intensity of each nutritional stress. On the other hand, in animals, the tannins present high affinity for proteins and they can form complexes of tannin-protein in the gastrointestinal tract. The ingestion of plants containing condensed tannins can reduce the use of the nutrients and the intake of feed, in ruminant and non ruminant animals. Low levels of condensed tannins can help to control of gastric parasites and mitigation of enteric methane in ruminant. Despite the good acceptability of leucaena and pigeon pea by the animals, to assure the proper use of those tannin rich leguminous plants in the diets, it is advisable an evaluation of the content of the phenolic compounds and, mainly, the quality of those compounds upon the ruminal fermentation and animal performance. The leucaena and pigeon pea present great potential to be used in the feeding of ruminant in different forms, such as protein bank, supplements, among other, seeking to develop stable systems of agriculture-livestock exploration and economically viable.

Introdução

As plantas superiores contêm tipos e quantidades variáveis de compostos fenólicos e outros produtos secundários, cujas funções metabólicas, em sua maioria, são desconhecidas. Também não há consenso entre químicos, geneticistas de plantas e nutricionistas animais quando se discute se fenóis e taninos são prejudiciais ou benéficos aos animais (CAYGILL; MUELLER-HARVEY, 1999).

A diversidade estrutural dos compostos fenólicos é tão grande quanto a de suas funções. Características desses compostos os distinguem de outras substâncias secundárias: a facilidade com que são oxidados para formar produtos intermediários altamente reativos do tipo ortoquinonas ou radicais semiquinonas; a habilidade de reagir com proteínas, por causa da formação de pontes de hidrogênio; e a afinidade para formar complexos com metais iônicos. As funções dos compostos fenólicos podem ser amplas, realizadas por fenóis de estrutura simples, ou especializadas, efetuadas por compostos fenólicos específicos. Isso inclui a participação em interações ecológicas das plantas com animais e microrganismos (SALISBURY; ROSS, 1985; ZAPROMETOV, 1992). Os taninos pertencem ao último grupo.

Taninos são polifenóis com peso molecular entre 500 e 3.000 daltons, capazes de formar complexos com proteínas, polissacarídeos, saponinas,

alcaloides e outras macromoléculas. São encontrados em quase todos os gêneros vegetais, presentes em folhas, lenho, flores, frutos e sementes (LEINMÜLLER et al., 1991; MUELLER-HARVEY; MCALLAN, 1992). Tradicionalmente, os taninos são divididos em dois grupos: condensados e hidrolisáveis, divisão baseada nos tipos estruturais. Os taninos hidrolisáveis são poliésteres de ácidos fenólicos (ácido gálico, ácido hexahidroxi-difênico ou seus derivados), os quais são prontamente hidrolisados por ácidos, ou enzimas, em açúcar, ou álcool polihídrico relacionado e ácido carboxílico fenólico. A natureza deste último determinará a subdivisão em galotaninos e elagiotaninos. Os taninos condensados são polímeros de derivados fenólicos complexos, ligados por pontes carbono-carbono, cujas ligações são mais resistentes à ruptura do que aquelas dos taninos hidrolisáveis. São também denominados de proantocianidinas ou leucoantocianinas (BROWN, 1964; CAYGILL; MUELLER-HARVEY, 1999; HASLAM, 1966, 1981). As proantocianidinas são mais largamente distribuídas do que os taninos hidrolisáveis e são responsáveis pelos pigmentos vermelhos, roxos e azuis nas flores, frutos, sementes, caules e folhas.

Essas substâncias podem ser sintetizadas para auxiliar no mecanismo de defesa das plantas contra predadores, como patógenos, pássaros, insetos e herbívoros de maior porte (FEENEY, 1976). Os mecanismos propostos para explicar a atividade antimicrobiana e antifúngica incluem a inibição de enzimas microbianas extracelulares, a privação dos substratos necessários para o crescimento do microrganismo, a ação direta sobre o metabolismo do patógeno, por meio da inibição da fosforilação oxidativa, e a indisponibilidade do ferro para o microrganismo, por meio de quelação (SCALBERT, 1991). Fatores exógenos, como efeitos abióticos sazonais, luz, temperatura e fertilidade do solo, estão implicados na síntese de taninos (MÜELLER-HARVEY; MCALLAN, 1992). Essa habilidade das plantas em desviar metabólitos primários (carboidratos, por exemplo) em metabólitos secundários pode ser considerada um mecanismo de adaptação que ocorre em certas condições de estresse, como circunstâncias não favoráveis ao crescimento – ataques de agentes bióticos ou condições abióticas adversas, por exemplo (HASLAN, 1985, 1986).

Nos animais, os taninos apresentam alta afinidade por proteínas e formam complexos tanino-proteína. Em ruminantes e monogástricos, a ingestão de plantas que contêm taninos condensados pode reduzir a utilização dos nutrientes e o consumo de alimentos. Níveis baixos de taninos condensados podem auxiliar no controle de parasitos gástricos e mitigação de metano entérico em ruminantes. A ingestão de plantas com altos níveis de taninos hidrolisáveis pode causar toxicidade e levar à morte. A diversidade de efeitos dos taninos em animais é devida às diferenças nas capacidades fisiológicas destes e às reações químicas dos grupos de taninos, fato que demonstra a correlação entre o nicho familiar e a espécie animal (HAGERMAN et al., 1992).

Capítulo 1

Nutrientes e síntese de compostos fenólicos nas plantas

O conteúdo de taninos nas plantas pode ser afetado tanto pela fenologia quanto pelo estresse ambiental (HORNER, 1988). Desse modo, mudanças no teor de substâncias relacionadas ao metabolismo secundário, como os compostos fenólicos, podem ocorrer em resposta a desordens nutricionais. A variação no teor desses compostos, incluindo os taninos, pode ser causada por mudanças na atividade de enzimas ligadas à biossíntese dos fenóis, como a fenilalanina amônia-liase, ou pela mudança no suprimento de substratos (CHISHAKI; Horiguchi, 1997).

A diminuição do crescimento vegetal é devida a diversos fatores químicos específicos e suas interações (MARSCHNER, 1991). Cerca de 70% dos solos da América Tropical são ácidos e pouco férteis em condições naturais, sendo o fósforo deficiente em mais de 95% da área dessas regiões (SANCHES; SALINAS, 1981). Solos ácidos limitam o crescimento das plantas. A magnitude desse problema em solos tropicais e subtropicais pode ser avaliada pelos dados obtidos por Lopes (1975), em 518 amostras superficiais compostas (camada de 0 a 20 cm) coletadas em solos sob vegetação natural de cerrado. Cerca de 50% dos solos possuíam acidez elevada, com pH em água abaixo de 5,0. Menos de 2% apresentaram pH, em água, igual ou superior a 6,0.