

## Composição mineral da casca proteinada de soja para alimentação de ruminantes

### Mineral Composition of Protein Soybean Hull for Feeding Ruminants

Vanessa Peripolli, Júlio Otávio Jardim Barcellos, Ênio Rosa Prates, Cássio André Wilbert & Rúbia Branco Lopes

#### ABSTRACT

**Background:** The industrial by-products vary widely in the mineral composition, therefore is necessary to identify the composition of these products to determine if present risk of toxicity to animals. Heavy metals, once ingested, can accumulate in animal tissue, mainly in the liver, kidneys and muscles. Some elements such as arsenic, cadmium and mercury are often classified as toxic elements because their biological activities are linked to toxic reactions, although all chemical elements, whether metal or not, can be toxic to animals if consumed in amounts above the need of each animal or for a long period. The protein soybean hull (PSH) is the residue coming from the technological process of extraction of soy protein, with is originally called primary sludge. To this is added 50% soybean hull and dried, resulting in the product called protein soybean hull. This work was carried out in order to assess through mineral studies the nutritional potential of the protein soybean hull for feed sheep in replace soybean meal, because currently there is no available scientific studies on the effect of using protein soybean hull in the ruminant animals diet related to mineral metabolism.

**Materials, Methods & Results:** For this, samples of soybean protein hull were collected from a benefited soy industry in different batches to evaluate the variability in mineral composition of experimental material. The samples of soybean protein hull were analyzed for, calcium, phosphorus, potassium, magnesium, sulfur, sodium, iron, manganese, zinc, copper, cobalt. It was also analyzed for fluorine, aluminum, arsenic, cadmium, lead, mercury and vanadium, minerals considered potentially toxic to feeding sheep. The mean values of Ca and P in PSH were 0.52% and 1.22% respectively. The average content of Mg found in the PSH was 0.19% and represents 63% of the amount of Mg present in soybean meal.

The S content in CPS ranged from 0.22 to 0.29%, so the PSH is sufficient to meet the daily requirements of S for sheep in growing / finishing. The PSH showed high levels of Na (0.19%) and iron (16,414 mg / kg) and can cause problems of toxicity, if not provided in a balanced diet. However, the mean levels of Mn (40.29 mg / kg), Zn (61.07 mg / kg), Cu (14.29 mg / kg) and Co (1.15 mg / kg) were suitable for feeding sheep. Considered potentially toxic minerals to feeding sheep (F, Al, As, Cd, Pb, Hg and V), only the F and Al were detected, with values of 100 and 199.43 mg / kg, being within the limits considered toxic to sheep.

**Discussion:** The industrial production process of protein soybean hull was homogeneous due to the small variation in the mineral levels analyzed in seven different batches. The P is an essential element in the diet of sheep that represents the greatest risk of environmental pollution, so the P content of the diet should be adequate for optimal animal performance with minimal environmental impact, but the greater concern in the PSH is related to the Ca: P ratio, because this ratio was less than 1:1 (0,52:1,22) and may affect the absorption of Ca or P, if the diet was not balanced properly. The iron was the only mineral and perhaps the most limiting nutritional potential of the PSH, due to its high concentration may cause problems of toxicity in sheep. The concentration of other minerals is within the maximum tolerable level for sheep. The toxicity of Iron can be better evaluated in animal experiments. In PSH samples analyzed, minerals with direct toxic potential or accumulation (heavy metals) have no major problems, since most of them were not detected in the analysis.

**Keywords:** byproduct, soybean, macrominerals, microminerals, sheep, ruminants.

**Descritores:** macrominerais, soja, microminerais, subproduto, ovinos, ruminantes.

## INTRODUÇÃO

Devido à crescente industrialização no Brasil, a produção de resíduos e subprodutos agroindustriais vem aumentando. Alguns desses não são aproveitados e considerados poluentes, porém, grande parte deles podem ser utilizados na alimentação de ruminantes como fonte alternativa de nutrientes, visando à redução nos custos de produção, resultantes dos elevados preços dos alimentos convencionais. Essa alternativa tende a viabilizar o sistema de pequenos e médios produtores além de reduzir os problemas causados pela deposição dos resíduos no ambiente [3].

A casca proteinada de soja (CPS) é o resíduo oriundo do processo tecnológico de extração da proteína de soja, a qual é inicialmente denominada de lodo primário. A isso é acrescentado 50% de casca de soja, originando o produto denominado CPS, o qual constituiu o material experimental deste trabalho.

Os subprodutos industriais variam amplamente na composição mineral, portanto, é necessário identificar a composição desses subprodutos para saber se não representam riscos de toxicidade para os animais, uma vez que a produção animal, a reprodução, a imunidade e a sobrevivência podem ser prejudicadas quando um mineral está inadequado na dieta.

Atualmente, não há trabalhos científicos disponíveis sobre os efeitos da substituição do farelo de soja pela casca proteinada de soja na dieta de animais ruminantes, relacionado ao metabolismo de minerais, portanto, este trabalho foi conduzido com o objetivo de determinar a composição mineral da CPS para utilização na alimentação de ovinos em terminação.

## MATERIAIS E MÉTODOS

O trabalho foi realizado no Laboratório de Nutrição Animal Professor Dulphe Pinheiro Machado do Departamento de Zootecnia da Faculdade da Agronomia da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS).

Foram avaliadas sete amostras de casca proteinada de soja (CPS) provenientes da indústria beneficiadora de soja Solae Company - Joint-Venture DuPont & Bunge, localizada no município de Esteio, RS. As amostras foram coletadas em diferentes partidas de soja para avaliar a possível variabilidade na composição mineral do material experimental.

As amostras foram acondicionadas em sacos de polietileno e encaminhadas ao Laboratório de Aná-

lise de Solos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS. Foram analisados os teores totais de cálcio (Ca), fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), enxofre (S), sódio (Na), ferro (Fe), manganês (Mn), zinco (Zn), cobre (Cu), cobalto (Co). Também foram avaliados os teores totais de flúor (F), alumínio (Al), arsênio (As), cádmio (Cd), chumbo (Pb), mercúrio (Hg) e vanádio (V), minerais considerados potencialmente tóxicos para a alimentação de ovinos.

A determinação dos teores de minerais foi realizada segundo metodologias descritas por [6].

## RESULTADOS

O valor médio de 0,52% de Ca na CPS (Tabela 1) foi superior ao valor médio tabelado para o farelo de soja (0,38%), provavelmente em função da natureza da amostra, entretanto, pode-se verificar que uma das amostras (sete) foi a responsável pela elevação da média. Eliminando-se esta amostra do cálculo, a média encontrada passa a ser 0,38%, valor idêntico ao encontrado pelo farelo de soja.

A CPS apresentou teor médio de 1,22 % de P (Tabela 1) e assim como no farelo de soja apresenta quantidade excessiva de P em relação ao Ca. Já o teor médio encontrado para o K na CPS foi de 1,27% (Tabela 1) e está de acordo com os níveis normalmente reportados em forragens e grãos. O teor médio de Mg encontrado na CPS foi de 0,19% (Tabela 1) e representa 63% do valor de Mg presente no farelo de soja.

O teor de S na CPS variou de 0,22 a 0,29%, portanto a CPS é suficiente para suprir as exigências diárias de S para ovinos em crescimento/terminação.

A CPS apresentou teor médio de 0,19% de Na (Tabela 1), valor relativamente alto em comparação ao farelo de soja (0,04% de Na). Da mesma forma, o teor médio de ferro encontrado na CPS foi bastante elevado (16.414 mg/kg, tabela 1), superando o limite máximo tolerável para ovinos de 500 mg/kg na matéria seca, podendo causar problemas de toxidez, se não fornecida de forma balanceada na dieta. Entretanto, o teor médio de Mn de 40,29 mg/kg na CPS (Tabela 1) está condizente com os teores reportados pela literatura sendo adequado para a alimentação de ovinos.

A CPS apresentou teor médio de Zn de 61,07 mg/kg (Tabela 1), similar ao valor médio tabelado para o farelo de soja de 62 mg/kg, não apresentando riscos na alimentação de ovinos. A CPS apresentou nível médio de 14,29 mg/kg de Cu (Tabela 1) e está dentro do teor máximo tolerado por ovinos de 15 mg/kg de Cu.

A CPS apresentou teor médio de 1,15 mg/kg de Co (Tabela 1), superior ao teor do farelo de soja (0,10 mg/kg de Co), mas é considerado adequado para a alimentação de ovinos, pois o teor máximo tolerável é de 25 mg/kg desse mineral.

Nas amostras de CPS analisadas os minerais com potencial tóxico direto ou por acúmulo (metais pesados) não apresentam maiores problemas, pois a maioria deles não foi detectada nas análises (Tabela 2).

O flúor foi detectado em apenas uma das sete amostras analisadas (Tabela 2) e em concentração abaixo do teor máximo tolerado para ovinos em crescimento/terminação de 150 mg/kg na matéria seca da dieta.

A CPS não apresenta problemas de toxicidade por Al, pois o nível médio encontrado para esse elemento foi de 199,43 mg/kg (Tabela 2).

**Tabela 1.** Teores de cálcio (Ca, %), fósforo (P, %), potássio (K, %), magnésio (Mg, %), enxofre (S, %), sódio (Na, %), ferro (Fe, mg/kg), manganês (Mn, mg/kg), zinco (Zn, mg/kg), cobre (Cu, mg/kg) e cobalto (Co, mg/kg) das sete amostras de casca proteinada de soja avaliadas.

Parâmetro	Amostras							Média	Desvio Padrão
	1	2	3	4	5	6	7		
Ca (%)	0,33	0,40	0,43	0,40	0,37	0,36	1,32	0,52	0,36
P (%)	1,19	1,19	1,11	1,23	1,20	1,13	1,51	1,22	0,13
K (%)	1,30	1,20	1,30	1,30	1,30	1,30	1,19	1,27	0,05
Mg (%)	0,20	0,19	0,19	0,19	0,20	0,19	0,18	0,19	0,01
S (%)	0,26	0,26	0,26	0,29	0,22	0,27	0,28	0,26	0,02
Na (%)	0,19	0,19	0,18	0,17	0,19	0,18	0,20	0,19	0,01
Fe (mg/kg)	17.300	17.300	15.400	16.900	17.600	16.400	14.000	16.414	1,29
Mn (mg/kg)	42,0	43,0	41,0	42,0	43,0	40,0	31,0	40,29	4,23
Zn (mg/kg)	63,5	60,0	58,0	66,0	63,0	58,0	59,0	61,07	3,11
Cu (mg/kg)	19,0	14,0	14,0	13,0	13,0	13,0	14,0	14,29	2,14
Co (mg/kg)	1,3	1,0	1,2	1,0	1,0	1,1	1,4	1,15	0,17

**Tabela 2.** Teores de flúor (F, mg/kg), alumínio (Al, mg/kg), arsênio (As, mg/kg), cádmio (Cd, mg/kg), chumbo (Pb, mg/kg), mercúrio (Hg, mg/kg) e vanádio (V, mg/kg) das sete amostras de casca proteinada de soja avaliadas.

Parâmetro	Amostras							Média	Desvio Padrão
	1	2	3	4	5	6	7		
F <sup>1</sup> (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	100,00	ND	ND	-	
Al (mg/kg)	210,00	182,00	203,00	197,00	217,00	185,00	202,00	199,43	12,63
As <sup>2</sup> (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	
Cd <sup>3</sup> (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	
Pb <sup>4</sup> (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	
Hg <sup>5</sup> (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	
V <sup>6</sup> (mg/kg)	ND	ND	ND	ND	ND	ND	ND	-	

ND = não detectado. <sup>1</sup>Limite de detecção do método para o Flúor: 10 mg/kg. <sup>2</sup>Limite de detecção do método para o Arsênio: 0,00002 mg/kg. <sup>3</sup>Limite de detecção do método para o Cádmio: 0,002 mg/kg. <sup>4</sup>Limite de detecção do método para o Chumbo: 0,018 mg/kg. <sup>5</sup>Limite de detecção do método para o Mercúrio: 0,0003 mg/kg. <sup>6</sup>Limite de detecção do método para o Vanádio: 0,002 mg/kg.

## DISCUSSÃO

O cálcio é o principal componente estrutural dos ossos e dentes e por estar presente nas plantas em maior quantidade, dificilmente será deficiente para ovinos [7]. As forragens são geralmente fontes satisfatórias de Ca, apresentando teores entre 0,10 e 0,14% [4]. Entretanto, os concentrados apresentam baixos teores deste mineral, pois os cereais e os subprodutos raramente apresentam teores superiores que 0,10 e 0,15% de Ca respectivamente [7], corroborando com os resultados obtidos para a CPS.

O fósforo é um dos elementos essenciais na dieta dos ovinos que representa o maior risco de poluição ambiental, portanto, o teor de P na dieta deve ser adequado para um ótimo desempenho animal com mínimo impacto ambiental [5]. Os cereais apresentam teores adequados de P variando de 0,27 a 0,43% enquanto os teores de P nas forragens variam amplamente, devido principalmente, a concentração mineral do solo, o estágio de maturidade da planta e o clima [7], portanto, dificilmente será deficiente para ruminantes recebendo suplementação. O teor máximo tolerável de P na matéria seca da dieta é 0,60%, mas a maior preocupação com o P está relacionada com a relação Ca:P, pois na CPS essa relação foi menor do que 1:1 (0,52:1,22), podendo afetar a absorção de Ca ou P [5]. Contudo, o teor de 1,22% de P na CPS não compromete a qualidade da ração final, pois este mineral será diluído na ração total.

A deficiência de potássio é rara, pois esse elemento é abundante em concentrados e pastagens. Em subprodutos tratados com amônia ou hidróxido de sódio, os teores de K são reduzidos em aproximadamente 25%. Entretanto os subprodutos que não sofreram tratamento químico como a CPS podem contribuir com 1,0 a 3,8% de K na dieta dos animais [7]. O nível máximo tolerável de K é 2% na matéria seca da dieta [5], mas dificilmente há intoxicação por excesso de K, exceto em consumo prolongado desse mineral. Altos teores de K podem interferir no metabolismo de magnésio no organismo animal [2].

O magnésio é encontrado nos ossos (70%), dentro das células (29%) e nos fluidos extracelulares (1%) sendo necessário em mais de 300 reações metabólicas. O conteúdo de Mg nas forragens variam de 0,18 a 0,36% dependendo espécie, tipo de solo e condições climáticas e os grãos de cereais geralmente contém de 0,11 a 0,13% de Mg [7]. Entretanto os

subprodutos geralmente contribuem com quantidades superiores de Mg que as forragens e cereais na dieta dos animais (0,11 a 0,62%), corroborando com os resultados encontrados para a CPS. A toxidez por Mg é incomum, e o nível máximo tolerável é de 0,60% na matéria seca da dieta [5].

O valor dos alimentos como fonte de enxofre para ruminantes depende da disponibilidade de outros fatores necessários para a síntese de proteína microbiana e o valor nutritivo está mais relacionado com a relação de N:S (nitrogênio:enxofre) do que simplesmente com a concentração de S. Em ovinos a lã e o pêlo apresentam altas concentrações de aminoácidos sulfurados, então para a produção de lã em ovinos é recomendado uma relação de N:S de 10:1. Nas forragens a concentração de S varia de 0,5 a 5,0% dependendo da disponibilidade de S no solo. Os grãos de cereais apresentam baixos teores (0,1%) enquanto os subprodutos são mais ricos (0,22 a 0,49%) em S [7]. A necessidade de suplementação de S se torna obrigatória em ovinos quando a dieta apresenta baixos teores de proteína e/ou alta quantidade de nitrogênio na forma de nitrogênio não protéico. A exigência nutricional de S para ovinos em terminação com 30 kg de peso vivo é de 0,20% [5]. Portanto, a CPS é suficiente para suprir as exigências diárias de S para ovinos dessa categoria.

Os teores de sódio nas plantas de modo geral são insuficientes para suprir a necessidade dos ovinos em pastejo. A deficiência de Na é comum no mundo inteiro porque as forragens e os cereais trazem em sua composição valores baixos desse mineral [2]. A forma mais comum de suplementar a deficiência de Na é através da adição do sal comum (37% Na) na alimentação dos ovinos. O teor médio de 0,19% de Na da CPS não ultrapassa o limite de toxidez de 1,48% na matéria seca [5]. Entretanto, é necessário manter um equilíbrio catiônico:aniônico com os outros minerais, o que pode ser facilmente alcançado pelo fornecimento de um suplemento mineral ou pela inclusão de um premix mineral na ração.

O ferro é o micromineral mais abundante no corpo e 60% deste elemento estão presentes na hemoglobina que é responsável pelo transporte de oxigênio e dióxido de carbono para os tecidos e pulmões. Os níveis de Fe encontrados nos alimentos dependem da espécie de planta, do tipo de solo e do grau de contaminação do solo [5]. Solos com pH ácido favorecem a absorção de Fe pela planta e nesta situação as forragens

e os grãos podem apresentar de 300 a 2.500 mg/kg de Fe. O elevado teor médio de ferro encontrado na CPS pode ser um fator limitante do potencial nutricional, podendo causar problemas de toxidez em ovinos. Entretanto, o potencial de toxicidade do ferro deverá ser melhor avaliado em experimentos com animais.

Os teores de manganês nos subprodutos protéicos de origem vegetal, variam de 35 a 55 mg/kg [7], portanto, o teor médio de 40,29 mg/kg de Mn na CPS está condizente com os teores reportados pela literatura, sendo adequado para a alimentação de ovinos, pois o teor máximo tolerado é de 2.000 mg/kg na matéria seca da dieta [5]. Geralmente a toxicidade do Mn é baixa em todos os níveis, mas existe um antagonismo metabólico mútuo entre o Mn e o Fe, onde altos níveis de Mn podem interferir no metabolismo do Fe e reduzi-lo no plasma. Níveis de Mn entre 3.000 a 4.500 mg/kg podem reduzir o apetite e as taxas de crescimento em ovinos recém desmamados [7].

O zinco é um nutriente importante e essencial no ciclo biológico, sendo vital principalmente para as metaloenzimas [5]. De modo geral, as forragens e grãos possuem teores que variam de 25 a 50 mg/kg, os grãos de cereais contem de 30 a 40 mg/kg e os subprodutos protéicos de origem vegetal apresentam altos teores, variando entre 50 e 70 mg/kg de Zn [7]. O teor de Zn da CPS não apresentou riscos na alimentação de ovinos, pois o teor máximo tolerável deste mineral é de 300 mg/kg na matéria seca da dieta [5].

A toxicidade do cobre de uma forragem, grão ou subproduto depende mais da sua absorção do que da sua própria concentração. As forragens são fontes pobres desse mineral enquanto os cereais são excelentes fontes do mesmo para ovinos [7]. O cobre, molibdênio, enxofre e ferro devem ser considerados juntos na formulação de uma dieta, pois a disponibilidade do cobre é reduzida na presença destes minerais. Entretanto, a adição de molibdênio em uma dieta tóxica

pode reduzir a toxicidade do Cu. Em grãos de cereais a concentração desse mineral varia de 1,5 a 8,4 mg/kg.

Como muitos microminerais, o cobalto está mais concentrado na camada externa do que no próprio grão, assim os subprodutos como a CPS que possuem casca na sua composição apresentam teores de Co mais elevados que forragens e grãos de cereais [7]. A CPS apresentou teores adequados de Co para a alimentação de ovinos. A exigência de Co pelos ruminantes se baseia na necessidade que os microorganismos do rúmen têm desse elemento para a síntese de vitamina B12, que é usada pelo hospedeiro.

O alumínio é o mineral mais abundante no solo e apresenta problemas de excesso em animais em pastejo devido à contaminação da pastagem com solo. Em forragens não contaminadas os teores de Al são baixos, variando de 50 a 100 mg/kg na matéria seca [7]. O Al é considerado tóxico em nível acima de 1.000 mg/kg na dieta [5], portanto a CPS não apresenta problemas de toxicidade por Al, pois o nível médio encontrado para esse elemento foi de 199,43 mg/kg.

#### CONCLUSÃO

Pode-se concluir que o processo de produção industrial da casca proteinada de soja foi bastante homogêneo devido à pequena variação nos níveis de minerais analisados nas sete partidas.

A casca proteinada de soja, pela concentração de minerais, pode ser utilizada na dieta de ovinos em substituição ao farelo de soja sem prejuízos na dieta dos animais. Entretanto, o ferro pode limitar o potencial nutricional da CPS devido a sua alta concentração, podendo causar problemas de toxidez em ovinos. Esta possibilidade necessita ser melhor avaliada em experimentos com animais.

**Declaration of interest.** The authors report no conflicts of interest. The authors alone are responsible for the content and writing of the paper.

#### REFERÊNCIAS

- 1 **Association of Official Methods of Analysis - AOAC. 1995.** *Official Methods of Analysis the Association of Official Analytical Chemists*. 16th edn. Washington: AOAC, 200p.
- 2 **McDowell L.R. 1985.** *Nutrition of grazing ruminants in warm climates*. Orlando: Academic Press, 443p.
- 3 **Mello F.D., Franzolin R., Fernandes L.B., Franco A., Martins V. & Alves T.C. 2008.** Avaliação do resíduo de nabo forrageiro extraído da produção de biodiesel como suplemento para bovinos de corte em pastagens. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*. 9(1): 45-76.
- 4 **Minson D.J. 1990.** Calcium. In: *Forage in Ruminant Nutrition*. San Diego: Academic Press, pp.208-229.
- 5 **National Research Council - NRC. 2007.** *Nutrient requirement of small ruminants: Sheep, Goats, Cervids and New World Camelids*. Washington: National Academic Press, 384p.

**6 Tedesco M.J., Gianello C., Bissani C.A., Bohnen H. & Volkweiss S.J. 1995.** *Análise de solo, plantas e outros materiais*. 2.ed. Porto Alegre: UFRGS, 174p.

**7 Underwood E.J. & Suttle N. 1999.** *The mineral nutrition of livestock*. 3rd edn. New York: CAB International, 624p.