

AVALIAÇÃO DE COMPONENTES QUÍMICOS EM BROTOS DE FABACEAE PARA O CONSUMO HUMANO

Evaluation of chemical compounds in Fabaceae sprouts for the human consumption

Andrelisa Lina de Lima Machado¹, Maria de Fátima Piccolo Barcelos²,
Alessandra Honório Ribeiro Teixeira³, Denismar Alves Nogueira⁴

RESUMO

Na busca de um alimento de fácil preparo, com melhor valor nutritivo e sendo a promoção da germinação um processo simples, econômico e que melhora o valor nutricional dos grãos, objetivou-se com este trabalho estudar três espécies de Fabaceae baseado nas características químicas. Grãos e brotos foram analisados quanto à composição química, minerais e vitamina C. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em fatorial 6x3, com três repetições. O mungo-preto apresentou valores mais elevados que as demais espécies de feijões estudadas quanto aos teores de sódio e ferro, tanto para os grãos quanto para os brotos. O mungo-verde se destacou quanto aos teores de proteínas, tanto no grão quanto no broto, e quanto aos teores de fibra e vitamina C (4,9 vezes mais elevado que o do grão). O feijão guandu-anão apresentou, o maior teor de vitamina C no sexto dia de germinação (3,6 vezes mais elevado que o do grão) e elevados teores de potássio e sódio. Observou-se que, seis dias mostrou-se como o período mais indicado, para a germinação das três espécies de Fabaceae, para a obtenção dos brotos.

Termos para indexação: Brotos, composição centesimal, minerais e vitamina C.

ABSTRACT

In the search for a food of easy preparation, with a better nutrition value, and germination being an easy and economic process that improves the nutritional value of grains, this work was aimed at studying three Fabaceae species based on chemical characteristics. Grains and sprouts were analyzed for the chemical composition, minerals and vitamin C. The experimental design was in randomized blocks, in a 6x3 factorial structure, with three replications. The black mungo bean presented higher values than the other species of bean studied, concerning the contents of sodium and iron, both in grains and sprouts. The green mungo bean has distinguished itself for its protein contents both in grains and sprouts, and for its fiber and vitamin C contents (4.9 times higher than the contents of the grains). The dwarf guandu bean presented the highest content of vitamin C at the sixth day of germination (3.6 times higher than the grains) and high contents of potassium and sodium. It was observed that the six-day period was the most indicated for the germination of the three Fabaceae species in order to obtain sprouts.

Index terms: Sprouts, centesimal composition, minerals and vitamin C.

(Recebido em 10 de abril de 2007 e aprovado em 13 de junho de 2008)

INTRODUÇÃO

As Fabaceae ou leguminosas, contribuem para o fornecimento de proteínas, desempenhando papel fundamental na dieta de grande parte da população mundial, sobretudo quando complementadas com os cereais. Normalmente, são consumidas na forma de grãos ou sementes fisiologicamente maduras, porém não totalmente secas ainda verdes ou como vagens verdes, ou ainda germinadas, além de outros. Sabe-se que promover a germinação do grão é um dos processos mais antigos,

simples e econômicos destinados a melhorar o valor nutricional dos grãos pois trata-se de uma forma de consumo de alimento bastante apreciada na China, no Japão e nos EUA e que, no Brasil, vem se expandindo. O feijão mungo é considerado a Fabaceae mais utilizada para esse processo, onde de sua germinação obtém-se o broto de feijão, dito, *moyashi* (germinação obtida da espécie Mungo verde). Em outros países, o feijão mungo é utilizada de outras formas, como para extração do amido utilizado no preparo de sobremesas chamadas *salim*, e o *vermicelli*, um tipo de macarrão, com o qual se preparam sopas e outros pratos.

¹Mestrado em Ciência dos Alimentos – Lavras, MG – deisa.lina@yahoo.com.br

²Doutorado em Ciência da Nutrição – Ciência dos Alimentos /DCA – Universidade Federal de Lavras, MG – Cx. P. 37 – Lavras, MG – piccolob@ufla.br

³Graduada em Nutrição – Lavras, MG – alessandra.hr.teixeira@hotmail.com

⁴Doutorado em Estatística Experimental – Departamento de Ciências Exatas/DCE – Universidade Federal de Alfenas/UNIFAL – R: Gabriel Monteiro da Silva, 700 – 37130-000 – Alfenas, MG – denismar@efoa.br

No Brasil, essa espécie é destinada somente para a obtenção do broto de feijão (LIMA, 2006; MIRANDA & EL-DASH, 2002; PRABHAVAT, 1991; VIEIRA et al., 2001).

As vantagens do processo de germinação incluem pouco espaço, pois é feita em bandejas, ou em recipientes que contenham furos para escoar a água excedente; não necessita luz solar direta, no caso do mungo, os grãos são germinados no escuro (considerando que existem espécies que germinam com luz, exemplo alfafa); são produzidos em pouco tempo, com até seis dias colhem-se brotos com tamanho adequado ao consumo; o rendimento é compensatório, pois com um quilograma de grãos consegue-se em média 6,2 quilogramas de brotos, utiliza-se mão de obra simplificada e não requer região específica para produzir os brotos (LIMA, 2006). Quanto às vantagens nutricionais: com a germinação elevam-se os teores de proteína melhorando a sua qualidade, pois aumenta a sua digestibilidade e reduzem-se os fatores antinutricionais existentes.

Objetivou-se neste trabalho, analisar três espécies de Fabaceae quanto à composição centesimal, alguns minerais e vitamina C, durante seis dias de germinação.

MATERIALE MÉTODOS

As análises foram realizadas no laboratório do Departamento de Ciência dos Alimentos da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Grãos de Fabaceae das espécies *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto) e *Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão), provenientes da Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegócios (APTA) - Pólo Regional Centro Sul de Piracicaba, SP, safra dezembro 2004/março 2005, foram postas a germinar para a obtenção dos respectivos brotos.

Obtenção dos brotos de Fabaceae

Após realizar a seleção visual dos grãos, foram feitos pré-testes de germinação em que verificou-se a presença de dormência apenas nos grãos de mungo-preto do lote utilizado em estudo. Dessa forma, apenas os grãos dessa espécie foram submetidas ao tratamento de superação de dormência, que constitui-se na escarificação mecânica com lixa nº 1. Foram efetuados, posteriormente, sanitização por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 300 ppm por 10 minutos, lavagem com água, em abundância. Os grãos limpos foram embebidas por 10 horas em água potável à temperatura ambiente (25°C) e, em seguida, colocados para germinar (54 parcelas de cem gramas cada) em recipientes esterilizados, de polietileno,

com furos na parte inferior para drenagem da água, na ausência de luz por 2, 3, 4, 5 e 6 dias. Durante o período de germinação, água foi borrifada sobre as amostras, três vezes ao dia. A germinação foi realizada em câmara de germinação, modelo MA-401, marca Marconi, série 9311904, dimensões A-915 x L-600 x P-550mm, com circulação de ar, umidade relativa 100% e controlador de temperatura variando de 20°C a 50°C, em que a temperatura utilizada para o experimento foi em torno de 25°C a 30°C. O material germinado (brotos) por 2, 3, 4, 5 e 6 dias foi, no final do período, imediatamente congelado e liofilizado ou seco em estufa a 65°C. Grãos não germinados serviram como controle.

Análises químicas

A determinação da umidade dos grãos e brotos foi realizada em estufa até peso constante. O teor de proteína foi determinada pelo método de micro-Kjedahl empregando-se 6,25 como fator de conversão de nitrogênio em proteína. O extrato etéreo (material lipídico) foi obtido por extração contínua em aparelho tipo Soxhlet e o de resíduos minerais fixos (cinzas) por meio de mufla a 570°C (AOAC, 1995).

A fibra foi determinada pelo método de Kamer & Ginkel (1952) e a fração glicídica foi obtida por diferença.

As determinações dos minerais fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), ferro (Fe), e sódio (Na) dos grãos e dos brotos, de cada período de germinação, foram realizadas segundo Malavolta et al. (1989) e Sarruge & Haag (1974). Os extratos das amostras foram obtidos por digestão nitroperclórica; P foi determinado por colorimetria (AOAC, 1995); Ca e Fe por espectrofotometria de absorção atômica e K por fotometria de chama. Os resultados foram expressos em mg/100g de matéria seca.

Determinou-se o teor de vitamina C total dos grãos e dos brotos de cada período de germinação, pelo método colorimétrico de Roe e Kuether, descrito por Strohecker & Henning (1967). Extraíu-se o ácido ascórbico das amostras com ácido oxálico 0,5g/100mL e Kiesselgur, em agitação. Após filtração, dosou-se a vitamina C no extrato, utilizando-se o comprimento de onda de 520nm e o ácido ascórbico como padrão.

Análises estatísticas

Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial em três espécies e seis épocas de germinação (18 tratamentos) e três repetições, totalizando 54 parcelas. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de significância. As análises de variância e testes de médias foram realizadas segundo técnicas do *software* Sisvar (FERREIRA, 2000).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os brotos obtidos após a germinação, em períodos de 2, 3, 4, 5, 6, dias, apresentaram teores crescentes (MS) de quase todos os nutrientes, tendo apenas o extrato não nitrogenado, representante da fração glicídica, decrescido com a germinação (Tabela 1). Provavelmente, a germinação ao longo dos seis dias proporcionou a transformação de carboidratos em proteínas específicas, lipídios e fibras, pois os referidos constituintes químicos têm em comum cadeias básicas de carbono. Conforme Duque et al. (1987), na germinação há um processo de metabolismo intenso que transforma as substâncias de reserva das sementes em compostos mais simples, prontamente utilizáveis pela plântula como aminoácidos, açúcares, enzimas e vitaminas, tornando-a de fácil digestibilidade para o homem.

É interessante observar que o total de cinzas (sais minerais) foi aumentando com o processo de germinação. Provavelmente, a composição da água utilizada não só no processo de embebição dos grãos (fase inicial de germinação), bem como a água borrifada, durante todo o processo de germinação tenham contribuído para essa elevação por causa da água ser potável. Também é interessante observar que, durante o processo de germinação, as enzimas existentes na semente, entre elas a fitase, são rapidamente ativadas por simples hidratação (IRVING & FONTAINE, citados por LABORIAU, 1983). Com a ativação da fitase, o ácido fítico é hidrolisado, liberando H_3PO_4 , Mg^{2+} , Ca^{2+} (LABORIAU, 1983) e inositol. Consequentemente, durante a germinação ocorrem reduções nos teores de ácido fítico, o qual possivelmente aumentará a disponibilidade de minerais (RIBEIRO et al., 1999).

Kylen & McCready (1975), estudando nutrientes em grãos e brotos (três dias) de alfafa, lentilha e feijão-mungo, observaram 10,1% de umidade nas sementes e de 86% a 91% para brotos de feijão. Abdulan & Baldwin (1984) encontraram, para o mungo, 9,3% de umidade para o grão e 79,3% para o broto (3 dias), valores bem parecidos aos do presente trabalho.

Kakade & Evans (1966), estudando o efeito da embebição do grão antes da germinação e o efeito da germinação sobre o valor nutritivo de feijão, observaram que o teor de proteína diminui com a embebição, decrescendo de 23,6% de proteína (nenhum dia de embebição) até 20% (4 dias de embebição) e aumentando, com a germinação, no período de 1 dia (24,88% de proteína) a 4 dias de germinação (26,31% de proteína). Caso semelhante ao deste estudo, em que a proteína foi aumentando com o período de germinação.

Bordingnon et al. (1995) constataram aumento do conteúdo de proteína com base em matéria seca das três cultivares de soja estudadas em relação ao controle, após 72 horas de germinação (Santa Rosa = 15,17%, FT-2 = 12,65% e Davis = 8,69%). O mesmo pode ser visto neste trabalho (mungo verde, 29,22% de matéria seca no grão e 30,61% no broto com três dias; mungo preto, 25,26% de matéria seca no grão e 28,31% no broto com três dias; guandu-anão, 22,54% de matéria seca no grão e 24,49% no broto com três dias). Estes autores relatam que esse aumento ocorre graças ao decréscimo de outros compostos durante a germinação.

Donangelo et al. (1995), estudando o efeito de germinação, por 48 horas, de legumes em composição química, verificaram aumento dos lipídios para os três legumes estudados (*Lupinus albus* L.cv. Multolupa variou na matéria seca de 7,4% de lipídios nos grãos para 7,6% de lipídios nos brotos; *Glycine max* (L.) Merrill (soja) variou de 21,1% de lipídios nos grãos a 22,4% de lipídios nos brotos e *Phaseolus vulgaris* L. variou de 1,4% de lipídios nos grãos e 1,8% de lipídios nos brotos). Esses mesmos autores também verificaram aumento do teor de cinza durante o processo de germinação para duas das três espécies estudadas. Em *L. albus* cv. Multolupa, a variação foi de 3,5% de cinza na semente e 3,6% de cinza no germinado; para feijão, foi de 4,2% de cinza na semente e 4,6% de cinza no germinado e só em soja houve pequena queda, com variação de 5,4% de cinza na semente e 4,8% de cinza no germinado.

Bates et al. (1977), verificaram que brotos de soja após 4 dias de germinação, apresentaram valores mais altos de lipídeos, 22,3%, quando comparados com grãos verdes, 20,5%, e no ponto de colheita, 21,0%.

Quanto ao teor de fibra bruta nos grãos de mungo-verde, mungo-preto e guandu-anão respectivamente foram de 4,84%; 5,68%; 8,89%. Barcelos (1998), estudando composição química do feijão-guandu, cru e enlatado, observou teores de fibra bruta, para o grão de guandu-cru, próximos aos valores deste trabalho (7,86% a 8,51%).

O teor de carboidrato total (matéria seca) em grãos de mungo-verde, mungo-preto e guandu-anão diminuiu nos brotos produzidos por três dias. O mesmo ocorreu com o teor de carboidrato total de alfafa que diminuiu nos brotos produzidos por três dias, em relação à semente segundo trabalho descrito por Hamilton & Vanderstoep (1979). Os valores nos grãos de alfafa foram, em média, de 53,41% de carboidratos e, no broto, foram de 11,84% de carboidratos.

Tabela 1 – Composição química média dos grãos e respectivos brotos, germinados por 2, 3, 4, 5 e 6 dias, de três espécies de Fabaceae estudadas, *Vigna radiata* (mungo-verde), *Vigna mungo* (mungo-preto) e *Cajanus cajan* (guandu-anão) e de amostra comercial *Vigna radiata* (moyashi), em matéria seca (MS) (%) e matéria integral (MI) (%).

C.V.%	Componentes químicos	Teores médios dos constituintes químicos																	
		Tempo de germinação (dias) de brotos																Brotos de feijão comercial (moyashi)	
		grãos		2		3		4		5		6		MI	MS				
	Fabaceae	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI
		29,22 ^a	26,92	29,88 ^a	8,18	30,61 ^a	7,39	35,57 ^a	5,71	36,70 ^a	5,32	40,18 ^a	3,64						
		25,26 ^b	22,95	27,90 ^b	7,62	28,31 ^b	6,90	29,06 ^b	4,91	31,82 ^b	3,48	39,08 ^a	3,29						
	Proteína	22,54 ^c	19,26	24,41 ^c	7,64	24,49 ^c	6,65	28,84 ^b	6,30	32,68 ^b	6,37	36,70 ^b	6,55						
2,00	g/100g com													36,74	1,54				
		0,60 ^c	0,55	1,33 ^a	0,36	1,48 ^a	0,36	1,69 ^a	0,27	1,72 ^a	0,25	2,23 ^a	0,20						
		0,92 ^b	0,84	1,22 ^b	0,33	1,42 ^a	0,35	1,46 ^b	0,25	1,50 ^b	0,16	1,57 ^b	0,13						
	Lipídico	1,44 ^a	1,23	1,48 ^a	0,46	1,49 ^a	0,40	1,66 ^a	0,36	1,73 ^a	0,34	2,33 ^a	0,42						
5,78	g/100g com													2,67	0,11				
		2,42 ^a	2,23	2,73 ^a	0,75	2,84 ^b	0,69	3,37 ^a	0,54	3,46 ^a	0,50	4,18 ^a	0,38						
		2,22 ^b	2,02	2,88 ^b	0,79	3,26 ^a	0,79	3,32 ^a	0,56	3,51 ^a	0,38	3,65 ^b	0,31						
	Cinza	2,44 ^a	2,08	2,60 ^c	0,81	3,33 ^a	0,90	3,36 ^a	0,73	3,52 ^a	0,69	3,70 ^b	0,66						
1,72	g/100g com													6,2	0,25				
		4,84 ^b	4,46	13,79 ^{ab}	3,78	13,98 ^a	3,38	16,74 ^b	2,69	20,93 ^a	3,03	21,54 ^a	1,95						
		5,68 ^b	5,16	13,54 ^b	3,70	13,95 ^a	3,40	17,99 ^a	3,04	19,45 ^b	2,13	20,08 ^b	1,69						
	Fibra	8,89 ^a	7,60	14,53 ^a	4,54	14,85 ^a	4,03	15,37 ^c	3,36	18,12 ^c	3,53	20,59 ^{ab}	3,68						
3,21	g/100g com													18,75	0,7				
		62,92 ^b	57,96	52,26 ^c	14,31	51,09 ^b	12,34	42,64 ^c	6,84	37,19 ^c	5,39	32,00 ^c	2,90						
		65,92 ^a	59,89	54,46 ^b	14,87	53,06 ^b	12,93	48,17 ^b	8,14	43,73 ^b	4,78	35,66 ^b	3,00						
	ENN	64,69 ^{ab}	55,27	56,98 ^a	17,60	55,83 ^a	15,16	50,77 ^a	11,10	43,95 ^a	8,57	38,38 ^a	6,85						
2,06	g/100g com													35,65	1,54				
		7,88 ^b	7,88 ^b	72,61 ^a	72,61 ^a	75,85 ^a	75,85 ^a	83,96 ^a	83,96 ^a	85,51 ^b	85,51 ^b	90,93 ^a	-						
		9,14 ^b	9,14 ^b	72,69 ^a	72,69 ^a	75,64 ^a	75,64 ^a	83,10 ^a	83,10 ^a	89,06 ^a	89,06 ^a	91,57 ^a	-						
	Umidade	14,56 ^a	14,56 ^a	68,72 ^b	68,72 ^b	72,84 ^b	72,84 ^b	78,14 ^b	78,14 ^b	80,51 ^c	80,51 ^c	82,15 ^b	-						
1,96	g/100g com													95,77-	95,77-				

mv= mungo-verde. mp= mungo-preto. ga= guandu-anão; com = comercial (moyashi); MS= matéria seca; MI= matéria integral, C.V = coeficiente de variação.

ENN=extrato não nitrogenado (fração glicídica), obtido por diferença médias seguidas de mesma letra nas colunas, dentro de cada componente químico, são iguais estatisticamente, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Tabela 2 – Valores médios (% na matéria seca) de minerais, sódio e potássio dos grãos de Fabaceae e seus respectivos brotos, nas três espécies estudadas.

Espécies de Fabaceae	Minerais (mg/100g)	
	Potássio	Sódio
Mungo-verde	1314,44 ^b	17,03 ^b
Mungo-preto	1223,33 ^c	22,27 ^a
Guandu-anão	1464,17 ^a	15,56 ^b
C.V.%	5,17	13,93

C.V = coeficiente de variação

Médias seguidas de mesma letra nas colunas são estatisticamente iguais, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Para a composição mineral não foram detectadas diferenças significativas na interação entre espécies de feijões e época de germinação, havendo diferença significativa somente entre as espécies estudadas *Vigna radiata* (mungo-verde), *Vigna mungo* (mungo-preto) e *Cajanus cajan* (guandu-anão).

Entre as espécies, a maior quantidade de potássio foi observada no guandu, enquanto que, o menor teor foi no mungo-preto. O inverso foi observado para os teores de sódio, tendo o mungo-preto apresentado maior porcentagem e o guandu foi igual ($p > 0,05$) a do mungo-verde.

Estudos conduzidos com *Vigna radiata*, mostraram que os teores de potássio diminuíram do grão para o primeiro dia de germinação (11.825 $\mu\text{g/g}$ a 11.370 $\mu\text{g/g}$) e, em seguida, tiveram seus valores aumentados no terceiro (11.960 $\mu\text{g/g}$ no terceiro dia) e quinto dias (13.305 $\mu\text{g/g}$ no quinto dia) (LEE & KURANANITHY, 1990).

Devido à presença do ácido fítico nos grãos em geral na forma de fitato como sais de potássio-magnésio, o que possivelmente reduzirá a disponibilidade de minerais (LOLAS et al., 1976; O'DELL & DEBOLAND, 1976), tenha-se a impressão que, com a hidrólise do fitato no processo de germinação, esses minerais aumentassem. A verdade é que esses minerais estariam mais prontamente disponíveis. No caso deste trabalho em que a determinação de minerais não foi por método de disponibilidade e sim por análise corriqueira de minerais, tanto quelados como prontamente disponíveis, esses minerais são quantificados. Portanto, o aumento desses minerais possivelmente ocorrem pelo uso da água potável.

Quanto aos teores de sódio a variação foi de 15,56 mg/100g (guandu-anão, grão e broto) a 22,27 mg de sódio/100g (mungo-preto, grão e broto). Chen et al. (1975) verificaram teores de sódio, para variedades de ervilha (grão) em torno de 67,9mg/100g a 145,5 mg de sódio /100g e, para variedades de feijões (grãos), teores em torno de

152,5 a 152,9 mg de sódio /100g. Esses valores são bem mais altos em relação ao trabalho especificado.

O teor de fósforo aumentou com os dias de germinação, sendo as espécies mungo-preto e guandu iguais ($p > 0,05$), até o terceiro dia de germinação e inferiores ao mungo-verde. Para cálcio, foram verificados valores variando entre 97,67 a 141,67 mg/100g e, sendo que o feijão guandu apresentou teores mais altos do referido mineral. As três espécies estudadas foram diferentes quanto aos teores de vitamina C, sendo o guandu-anão a espécie que apresentou valor mais elevado, com seis dias de germinação.

Abdullah & Baldwin (1984), estudando o conteúdo de minerais e vitaminas em grãos e brotos de soja e mungo germinado por três dias verificaram que os níveis de fósforo em grãos de soja foram em média 710mg/100g e no broto de soja 772mg/100g. O mungo apresentou 443mg/100g no grão e 515mg/100g no broto.

Em estudos conduzidos com grãos da espécie *L. albus* cv Multolupa, o valor de cálcio era de 2,02 mg de cálcio /g e, no broto, aumentava para 2,32 mg de cálcio/g (DONANGELO et al., 1995). O mesmo autor verificou em soja que os valores no grão foram de 2,50 mg de cálcio/g e, no broto, 2,80 mg de cálcio /g, portanto, também com aumento.

Lee & Karunanithy (1990) também verificaram aumento do teor de cálcio em mungo-verde, sendo, no grão, 1.230 $\mu\text{g/g}$; enquanto que, no terceiro dia de germinação, o teor foi de 1.036 $\mu\text{g/g}$ e, no quinto dia, 1.613 $\mu\text{g/g}$ de cálcio/g.

Os valores de ferro foram se elevando com a germinação para as três espécies, embora, o mungo-preto e o mungo-verde, apresentassem uma pequena queda no teor ao segundo dia de germinação. Nos grãos e no quinto dia de germinação, o mungo-verde foi o que apresentou maior teor quando comparado ao guandu. A partir do segundo dia de germinação, até o quarto dia, mungo-verde

Tabela 3 – Valores médios de minerais, fósforo, cálcio, ferro e vitamina C das sementes e brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação, das três espécies diferentes estudadas. Os valores dos nutrientes estão apresentados em matéria seca.

C.V.%	Minerais e Vitamina C	Fabaceae	Teores médios dos constituintes químicos (matéria seca)					
			Tempo de germinação (dias) dos brotos					
			(grãos)0	2	3	4	5	6
4,60	Fósforo ¹ mg/100g	Mv	466,67 ^a	406,62 ^a	443,33 ^a	476,00 ^a	513,33 ^a	590,00 ^a
		Mp	350,00 ^b	343,33 ^b	383,33 ^b	420,00 ^b	465,00 ^b	510,00 ^b
		Ga	353,33 ^b	353,33 ^b	370,00 ^b	380,00 ^c	383,33 ^c	383,33 ^c
7,97	Cálcio ¹ mg/100g	Mv	121,67 ^a	111,67 ^a	108,00 ^{ab}	116,67 ^{ab}	130,00 ^a	140,00 ^a
		Mp	105,17 ^{ab}	105,00 ^a	98,33 ^b	97,67 ^b	123,00 ^a	141,67 ^a
		Ga	100,00 ^b	123,33 ^a	126,67 ^a	131,67 ^a	135,00 ^a	140,00 ^a
4,19	Ferro ¹ mg/100g	Mv	4,45 ^b	4,35 ^b	4,53 ^b	4,82 ^b	5,36 ^b	5,58 ^b
		Mp	6,66 ^a	6,26 ^a	6,42 ^a	6,49 ^a	6,84 ^a	7,17 ^a
		Ga	3,91 ^c	4,17 ^b	4,37 ^b	4,69 ^b	4,86 ^c	5,64 ^b
6,36	Vit C ¹ mg/100g	Mv	6,10 ^c	17,40 ^b	25,79 ^{ab}	27,45 ^a	27,81 ^b	30,38 ^b
		Mp	14,74 ^a	21,83 ^a	23,85 ^b	24,37 ^b	25,83 ^b	27,59 ^b
		Ga	10,27 ^b	23,41 ^a	26,98 ^a	28,32 ^a	34,43 ^a	37,41 ^a

mv= mungo-verde; mp= mungo-preto; ga= guandu-anão, C.V.= coeficiente de variação médias seguidas de mesma letra nas colunas, dentro de cada componente químico, são estatisticamente iguais, pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

e guandu não apresentaram diferença significativa. No sexto dia de germinação, o teor de ferro do guandu aumentou, ficando novamente igual ao mungo-verde. O mungo-preto foi o que mostrou maior valor de ferro, durante todo processo de germinação.

Lee & Karunanithy (1990), estudando o efeito da germinação sobre a composição química de feijões por 1, 3 e 5 dias de germinação, verificaram que o conteúdo de ferro diminuiu do grão (85 µg/g até o terceiro dia (41 µg/g) e aumentou no quinto dia (52 µg/g) de germinação.

Os valores de vitamina C aumentaram durante o processo de germinação, sendo observado, para o mungo-preto, maior valor de vitamina C, no início do processo de germinação (grão); após o terceiro dia, foi observada queda dos valores em relação aos das duas outras espécies estudadas; mungo-preto e guandu-anão germinados por dois dias não se diferenciaram ($p>0,05$). No terceiro dia de germinação, o guandu-anão foi o que apresentou maior teor de vitamina C. No quarto dia, guandu-anão e mungo-verde mostraram-se iguais e maiores que o mungo-preto. No quinto e sexto dias, prevaleceu o guandu-anão apresentando valores maiores de vitamina C em seus brotos.

Hsu (1980) também verificou aumento da vitamina C com o aumento dos dias de germinação. Em grãos de

ervilha, o autor observou variação de 2,2mg de vitamina C/100g no grão, para um valor de 64,1mg de vitamina C/100g, com 4 dias de germinação. Em lentilhas, a variação foi de 0,90mg de vitamina C/100g em grãos para 77,5mg de vitamina C/100g, em 4 dias de germinação. Para o feijão-fava, a variação ocorreu de 1,4mg de vitamina C/100g no grão e 75,8mg de vitamina C/100g com 4 dias de germinação. Wai et al. (1947), estudando o conteúdo de vitaminas em soja, na forma de grãos e de brotos germinados por 24, 48, 54 e 72 horas, em duas situações (sem e com maceração dos grãos por 10 horas antes da germinação), registraram, na primeira situação (sem maceração dos grãos antes da germinação), valores de 8,83mg/100g de grãos no tempo zero e aumento da vitamina C durante o processo de germinação, sendo: 27,36mg de vitamina C/100g de broto de soja (germinado por 24 horas), 51,7mg (48 horas), 62,75mg (54 horas) e 62,63mg (72 horas). Na segunda situação estudada (dessa vez com maceração ou embebição do grão na água por 10 horas antes da germinação), verificaram-se valores de 10,8 mg de vitamina C/100g de grãos no tempo zero, sendo registrados 19,98mg de vitamina C (24 horas), 58,23mg (48 horas de germinação); 59,99mg (54 horas) e 70,52mg de vitamina C/100g broto de soja (72 horas). Salienta-se o acréscimo de vitamina C no material, quando o grão passou por um processo de embebição.

CONCLUSÕES

Dentre as três espécies estudadas o maior teor de vitamina C no grão, não correspondeu ao maior teor de vitamina C no broto; sendo, com seis dias de germinação, o guandu-anão o que apresentou maior teor de vitamina C.

No período de seis dias de germinação, os teores de potássio foram maiores na espécie guandu-anão em que o sódio teve seu teor menos pronunciado, o que é bom.

Os teores de fósforo total foram maiores na espécie mungo-verde.

Os teores de ferro foram mais bem identificados na espécie mungo-preto.

No período de seis dias de germinação, a proteína foi melhor evidenciada na espécie mungo-verde.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABDULLAH, A.; BALDWIM, R. E. Mineral and vitamin contents seeds and sprout of newly available small-seed soybean and simple of mungbeans. **Journal of Food Science**, v. 49, n. 22, 1984.
- ASSOCIAÇÃO OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of The Association of the Analytical**. 16. ed. Washington, DC, 1995.
- BARCELOS, M. de F. P. **Ensaio tecnológico, bioquímico e sensorial de soja e guandu enlatados no estágio de maturação de colheita**. 1998. 160 f. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos) - Universidade de Campinas, Campinas, 1998.
- BATES, R. P.; KNAPP, F. W.; ARAUJO, P. E. Protein quality gree-mature, dry mature and sprouted soybean. **Journal Food Science**, v. 42, p. 271-272, 1977.
- BORDINGNOM, J. R. et al. Effect of germination on the protein content and on the level of lspecific activity of lipoxygenase-1 in seedlings of there soybean cultivars. **Archivos Latinoamericanos de Nutricion**, v. 45, n. 3, p. 222-226, 1995.
- CHEN, L. H.; WELLS, C. E.; FORDHAM, J. R. Germinated seds for human consumption. **Journal of Food Science**, v. 40, n. 6, 1975.
- DONANGELO, C. M. et al. Effect of germination of legume seeds on chemical composition and on protein and energy utilization in rats. **Food Chemistry**, v. 53, p. 23-27, 1995.
- DUQUE, F. F.; SOUTO, S. M.; ABROUD, A. C. Mungo proteína em forma de broto de feijão. **A Lavoura**, p. 21-23, abr./jun. 1987.
- FERREIRA, D. F. Análises estatísticas por meio do SISVAR para Windows 4.0. In: REUNIÃO ANUAL DA REGIÃO BRASILEIRA DA SOCIEDADE INTERNACIONAL DE BIOMETRIA, 45., 2000, São Carlos. **Programas e Resumos...** São Carlos: UFSCar, 2000. p. 255-258.
- HAMILTON, M. J.; VANDERSTOEP, J. Germination and nutrient composition of alfafa seeds. **Journal of Food Science**, v. 44, n. 2, p. 443-445, 1979.
- HSU, D. Effect of germination on nutritive value and baking properties of dry peas, lentils, and faba beans. **Journal of Food Science**, v. 45, p. 87-92, 1980.
- INSTITUTO ADOLPHO LUTZ. **Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: métodos químicos e físicos de análises de alimentos**. 3. ed. São Paulo: Guanabara Dois, 1985. v. 1.
- KAKADE, M. L.; EVANS, R. J. Effect of soaking and germination on the nutritive value of navy beans. **Journal Food Science**, v. 31, n. 5, 1966.
- KAMER, J. H. van de; GINKEL, L. van. Rapad determination of crude fiber in cereais. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 29, n. 4, p. 239-251, July/Aug. 1952.
- KYLEN, A. M.; McCREADY, R. M. Nutrients in seeds and sprouts of alfafa, lentils, mung beans and soybeans. **Journal of Food Science**, v. 40, p. 1008-1009, 1975.
- LABOURIAU, L. G. **A germinação da sementes**. Washington, DC: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983. 171 p.
- LEE, C. K.; KARUNANITHY, R. Effect of germination on the chemical composition of *Glycine* and *Phaseolus* Beans. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 51, n. 4, p. 437-445, 1990.
- LIMA, A. L. de. **Produção de brotos de Fabaceae para o consumo humano**. 2006. 117 p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2006.

- LOLAS, G. M.; PALAMIDAS, N.; MARKAKIS, P. The phytic acid-total phosphorus relationship in barley, oats, soybeans, and wheat. **Cereal Chemistry**, Saint Paul, v. 53, n. 6, p. 867-871, 1976.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional de plantas**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201 p.
- MIRANDA, M. Z.; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado: características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 22, n. 3, p. 216-223, set./dez. 2002.
- O'DELL, B. L.; DeBOLAND, A. R. Complexation of phytate with protein and cations in corn germ and oilseed meals. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, Easton, v. 24, n. 4, p. 804-808, 1976.
- PRABHAVAT, S. Mungbean utilization in Thailand. In: THE MUNGBEAN MEETING, 90., 1990, Chiang Mai, Thailand. **Proceedings...** Tokio: Tropical Agriculture Research Center, 1991. p. 9-15.
- RIBEIRO, M. L. L.; IDA, E. I.; OLIVEIRA, M. C. N. de. Efeito da germinação de soja cv. BR-13 e Paraná sobre o ácido fítico, fósforo total e inibidor de tripsina. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 34, p. 31-36, jan. 1999.
- SARRUGE, J. R.; HAAG, N. P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 59 p.
- STROHECKER, R.; HENNING, H. M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados**. Madri: Paz Montalvo, 1967. 428 p.
- VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa: UFV, 2001. 206 p.
- WAI, K. N. T. et al. The vitamin content of soybean and soybeans sprouts as a functions of germination time. **Plant Physiology**, v. 22, n. 2, 1947.