PRODUÇÃO DE BROTOS DE FABACEAE PARA O CONSUMO HUMANO

ANDRELISA LINA DE LIMA

2006

ANDRELISA LINA DE LIMA

PRODUÇÃO DE BROTOS DE FABACEAE PARA O CONSUMO HUMANO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Strito Sensu em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Mestre".

Orientadora

Profa. Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL
2006

Ficha Catalográfica Preparada pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da UFLA

Lima, Andrelisa Lina de.
Produção de brotos de Fabaceae para o consumo humano / Andrelisa Lina de Lima. -- Lavras : UFLA, 2006.
117p. : il.

Orientadora: Maria de Fátima Píccolo Barcelos.
Mestrado (Mestrado) – UFLA.
Bibliografia.

1. Feijão-mungo. 2. Guandu. 3. Germinação para o consumo humano. 4. Composição química. 5. Antinutrientes. I. Universidade Federal de Lavras. II. Título.

CDD-635.652
-641.65652

PRODUÇÃO DE BROTOS DE FABACEAE PARA O CONSUMO HUMANO

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Lavras como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Ciência dos Alimentos, para a obtenção do título de "Mestre".

APROVADA em 31 de agosto de 2006.

Pesquisador Dr. Edmilson José Ambrosano APTA REGIONAL

Profa. Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho UFLA

Profa. Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos
UFLA
(Orientadora)

LAVRAS
MINAS GERAIS - BRASIL

A minha família, pelo apoio constante, não deixando que eu desistisse.

Ao meu filhinho, João Marcos, por saber, tão pequeno, superar a ausência da mãe.

Ao meu marido, Aldo, pela grande paciência e ajuda, sempre me incentivando.

OFEREÇO.

DEDICO

Aos meus pais, Ernesto e Anália, por sempre acreditarem em mim**.**

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter me dado forças e por saber que sempre estava por perto.

À Universidade Federal de Lavras e ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela contribuição a minha formação acadêmica.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), pela concessão da bolsa de estudos.

À minha orientadora, Professora Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos, pelo grande apoio, amizade e, sobretudo, pelo aprendizado que me proporcionou durante todo o curso.

À Professora Dra. Maria Laene Moreira de Carvalho do Departamento de Agricultura Setor de Sementes, pelo grande apoio com sua coorientação.

Ao Professor Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas, coordenador do Programa de Pós-Graduação do Departamento de Ciência dos Alimentos, pelo grande incentivo prestado durante todo o curso.

Ao Pesquisador Dr. Edmilson José Ambrosano/Agência Paulista de Tecnologia dos Agronegocios APTA Regional Polo Centro Sul, IAC– Piracicaba, SP, pela disposição e ajuda.

À APTA Regional Polo Centro Sul, IAC–Piracicaba, SP, pela doação dos grãos de leguminosas.

À Empresa Agropecuária de Minas Gerais (EPAMIG), Lavras, Centro Tecnológico do Sul de Minas, pelo apoio no uso de equipamentos e, em especial, a Samuel Brito, técnico do laboratório.

Ao Departamento de Agricultura (DAG) e às laboratoristas Elza Teodoro Souza e Dalva Elena Andrade Silva, pelo apoio nas análises e uso de equipamentos.

Ao Departamento de Química (DQI) e ao Professor Denílson Ferreira de Oliveira e seu bolsista Hudson Wallace Pereira de Carvalho, pelo apoio no uso de equipamentos.

À profissional voluntária/DCA, Alessandra Honório Ribeiro, pela grande amizade e auxílio na realização das análises químicas, físico-químicas e bioquímicas.

Às laboratoristas do Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) Constantina Maria Braga Torres, Maria Aparecida Corrêa Lima, Creusa Rezende e Sandra Lacerda Silva, pelo apoio técnico, amizade e descontração.

Ao colega Denis, pela grande orientação em estatística.

A minha sogra, Lionita, meus pais, Anália e Ernesto e minha irmã, Andresa, pela companhia que fizeram ao meu filho.

Ao grande companheiro Aldo, pelo apoio e auxílio técnico.

Ao meu filhinho João Marcos, por me fazer rir nas horas em que eu estava tão cansada.

A Viviane, Maria Letícia, Gisele e Thaís, pela grande ajuda e amizade.

Ao funcionário José Maria dos Santos, da Biblioteca Central da UFLA, pela grande ajuda.

À grande equipe de estagiários da UFLA, pelo apoio na seleção de material, montagem do experimento e análises químicas.

Enfim, a todos que colaboraram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

página

RESUMO i

ABSTRACT ii

1 INTRODUÇÃO 1

2 REFERENCIAL TEÓRICO 4

2.1 O consumo de Fabaceae na alimentação humana 4

2.2 Considerações gerais sobre as espécies de Fabaceae deste estudo 6

2.3 Germinação de sementes: benefícios trazidos pelo consumo 9

2.4 Nutrientes presentes em sementes germinadas 15

2.4.1Carboidratos 15

2.4.2 Lipídios 17

2.4.3 Proteínas. 19

2.4.4 Minerais e vitaminas 20

2.5 Importância das fibras e sua presença em sementes germinadas 24

2.6 Fatores antinutricionais presentes em Fabaceae 26

2.6.1 Atividade dos inibidores de tripsina 26

2.6.2 Taninos 28

2.6.3 Nitratos 30

3 MATERIAL E MÉTODOS 33

3.1 Seleção e caracterização das sementes 33

3.2 Obtenção dos brotos de Fabaceae. 36

3.3 Peso, rendimento e comprimento de brotos 38

3.4 Composição centesimal 38

3.5 Minerais 39

3.6 Vitamina C. 39

3.7 Atividade do inibidor de tripsina ..... .39
3.8 Compostos fenólicos. 40
3.9 Nitrato 40
3.10 Análises estatísticas 41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO 42
4.1 Teste de germinação, peso de 100 sementes e nº de sementes por 100g. 42
4.2 Comprimento, peso e rendimento de brotos 46
4.3 Composição centesimal 56
4.4 Vitamina C e Minerais. 74
4.5 Fatores antinutricionais. ..... .91
4.5.1 Atividade do inibidor de tripsina 91
4.5.2 Taninos. 94
4.5.3 Nitrato. 96
5 CONCLUSÕES. 99
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 101
ANEXOS 113

RESUMO

LIMA, Andrelisa Lina de. **Produção de brotos de Fabaceae para o consumo humano.** 2006. 117p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)– Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG. *

A germinação é um dos processos mais antigos, simples e econômicos para melhorar o valor nutricional de grãos, sendo portanto objetivo principal deste trabalho, selecionar dentre três espécies de Fabaceae (Leguminosae), o período adequado de germinação para o consumo humano baseado em características fisiológicas, químicas e bioquímicas. Analisaram-se sementes e brotos de três espécies de Fabaceae (*Vigna radiata* (L) R WilczeK, *Vigna mungo* (L) Hepper e *Cajanus cajan* (L) Millsp. Obtiveram-se brotos de cinco tempos de germinação. Foi verificado o rendimento semente:broto de cada espécie estudada. Sementes e brotos foram analisados quanto à composição centesimal, vitamina C e teor de alguns minerais (K, P, Na, Fe e Ca). Analisaram-se algumas substâncias antinutricionais, atividade dos inibidores de tripsina, compostos fenólicos e nitrato. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em fatorial 6x3,com três repetições, tendo sido realizadas análises de regressão. O mungo-preto se destacou quanto ao rendimento semente:broto, apresentou valores mais elevados que as demais espécies de feijões estudadas quanto aos teores de sódio e ferro, tanto para a semente quanto para os brotos e, apresentou brotos com menores teores de taninos, nitrato e baixa atividades de inibidor de tripsina. O mungo-verde se destacou quanto aos teores de proteínas, tanto na semente quanto no broto, e quanto aos teores de fibra e vitamina C (4,9 vezes mais elevado que o da semente), tendo apresentado menor teor de nitrato e baixa atividade do inibidor de tripsina no broto. O guandu-anão, embora tenha apresentado menor rendimento semente broto, apresentou o mais elevado teor de vitamina C no sexto dia de germinação (3,6 vezes mais elevado que da semente), elevado teores de potássio e sódio e brotos com baixos teores de taninos e nitratos. As três espécies de feijões apresentaram, em relação as variáveis estudadas, diferentes respostas quanto ao rendimento semente:broto, teores de nutrientes e de antinutrientes. Observou-se que seis dias mostrou-se como o período mais indicado para a germinação das três espécies de Fabaceae

---

Comitê Orientador: Dra. Maria de Fátima Píccolo Barcelos – UFLA (orientadora), Dr Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA e Dr Daniel Ferreira Furtado – UFLA.

ABSTRACT

LIMA, Andrelisa Lina de. **Production of Fabaceae sprouts for human consumption.** 2006. 117p. Dissertation (Master in Food Science)-Federal University of Lavras, Lavras , MG. *

Germination is one of the most ancient, simple and economical processes to improve the nutritional value of grains, screening out of three Fabaceae (Fabaceae) species, the adequate germination period for human consumption, basing upon physiological, chemical and biochemical characteristics, being therefore, the main objective of this work. Seeds and sprouts of three species of Fabaceae (*Vigna radiata* (L) R WilczeK*, Vigna mungo* (L) Hepper and *Cajanus cajan* (L) Millsp were investigated. Sprouts of five germination times were obtained. The seed: sprout yield of each species studied was verified. Seeds and sprouts were investigated as regards their centesimal composition, vitamin C and content of some minerals (K, P, Na, Fe and Ca). A few antinutritional substances, activity of the trypsin inhibitors, phenolic compounds and nitrate were studied. The experiential design was in randomized blocks, in 6x3 factorial, with three replicates, regression analyses having been accomplished. The black mung bean stood out concerning seed: sprout yield, presented values higher than the other bean species studied as to their contents of sodium and iron, both for the seed and for the sprouts and showed sprouts with lower contents of tannins, nitrate and poor activities of trypsin inhibitor. The green mung distinguished as to the contents of proteins, both in the seed and in the sprout as for the contents of fiber and vitamin C (4. 9 times as high as that in the seed), its having presented lower content of nitrate and poor activity of trypsin inhibitor in the sprout. The dwarf pigeon pea, although, had presented lower seed: sprout yield, presented the highest content of vitamin C on the sixth day of germination (3. 6 times as high as the one in the seed), elevated contents of potassium and sodium and sprouts with low contents of tannins and nitrates. The three bean species showed relative to the variables studied, different responses as to the seed: sprout yield, contents of nutrients and antinutrients. It was found that six days was the period most indicated to the germination of the three Fabaceae species.

Guidance Committee: Dr. Maria de Fátima Piccolo Barcelos – UFLA (adviser), Dr. Eduardo Valério de Barros Vilas Boas – UFLA and Dr. Daniel Ferreira Furtado – UFLA.

1 INTRODUÇÃO

As Fabaceae são consumidas, comumente, na forma de grãos. Elas contribuem para o fornecimento de proteínas para considerada parte da população, principalmente quando consumidas com os cereais, como o tradicional arroz com feijão na mesa dos brasileiros.

Os grãos de Fabaceae podem ser submetidos ao processo de germinação, obtendo-se os denominados brotos. Trata-se de mais uma forma de consumir as Fabaceae, com considerados teores de macro e micronutrientes, destacando-se proteínas, vitaminas e minerais.

O processo de germinação descaracteriza os grãos das Fabaceae quanto à forma, com modificações na textura e, conseqüentemente, no tempo de cozimento do alimento, no sabor e nas formas de se consumir, individual ou juntamente com outras hortaliças, em saladas (Yuyama, 1997).

O tamanho reduzido de certos grãos de Fabaceae é um dos fatores que contribuem para a obtenção dos brotos com melhor aspecto, considerando o valor comercial. As espécies *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, *Vigna mungo* (L.) Helpper *e Cajanus cajan* (L.) Millsp têm se prestado a esse fim, a exemplo do moyashi (broto de feijão), que é comercializado em várias partes do mundo, inclusive no Brasil.

São inúmeras as vantagens na produção de brotos de Fabaceae, como a não utilização de solo, de agrotóxico e de luz solar direta. Além disso, são produzidos em pouco tempo e o rendimento é consideravelmente compensatório. Acresentem-se fatores como mão-de obra simplificada, produção em espaço pequeno e o fato de não requerer região específica para produzir (Ambrosano et al., 2003).

O processo de germinação também melhora fatores nutricionais, como proteínas que melhoram a qualidade e a digestibilidade dos grãos e aumentam o valor de alguns constituintes químicos, como as fibras, além de reduzir valores antinuricionais como inibidores de tripsina, compostos fenólicos e nitrato, entre outros (Miranda & El-Dash, 2002).

Portanto, durante o processo de germinação, ocorrem alteraçãoes na composição química das difererntes espécies, havendo necessidade da definição do tempo ideal de germinação que proporcione maior valor em componentes químicos e rendimento dos brotos.

É necessário, além do tempo adequado de germinação, estabelecer a presença, ou não, de substâncias antinutritivas no broto, após o encerramento do período de germinação preestabelecido.

Tendo em vista o exposto e baseado no fato de que grande parte da população mundial necessita de alimentos nutritivos e de rápido preparo, o presente trabalho teve como objetivos, os discriminados a seguir.

O objetivo geral foi o de selecionar, para as três espécies de Fabaceae, *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, *Vigna mungo* (L.) Hepper *e Cajanus cajan* (L.) Millsp, o período adequado de germinação para o consumo humano, baseado em características químicas e físico-químicas e bioquímicas.

Mais especificamente, buscaram-se:

- ✓ Analisar, fisica e quimicamente, as sementes das três espécies de Fabaceae*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, *Vigna mungo* (L.) Helpper *e Cajanus cajan* (L.) Millsp.
- ✓ obter brotos de três espécies de Fabaceae em cinco estádios de germinação e analisá-los quanto às seguintes características:
    - ✓ comprimento, peso e rendimento de brotos;

- ✓ composição centesimal, alguns minerais e vitamina C das sementes de Fabaceae, e respectivos brotos;

- ✓ analisar os antinutrientes: atividade do inibidor de tripsina, teores de taninos, bem como de nitratos nas sementes e respectivos brotos de Fabaceae;

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 O consumo de Fabaceae na alimentação humana

A família Fabaceae (Leguminosae) é uma das maiores famílias entre as dicotiledôneas. Ela contém mais de 650 gêneros, que reúnem mais de 18.000 espécies espalhadas em todo o mundo, especialmente nas regiões tropicais e subtropicais (Allen & Allen, 1981). Os grãos de Fabaceae vêm sendo utilizados na alimentação humana desde muito tempo (há cerca de 10.000 anos) (Vieira, 1992).

Cerca de 20 espécies de Fabaceae graníferas são utilizadas na alimentação humana em quantidades apreciáveis, numa parte ou noutra do mundo. É interessante observar que, além dos grãos, outras partes dessas plantas são, muitas vezes, consumidas, dependendo da espécie e dos hábitos alimentares da região de consumo, como: vagens verdes imaturas, folhas, tubérculos radiculares, sementes verdes (apenas fisiologicamente maduras, porém, sem atingirem a maturidade de colheita) e, mesmo, maduras germinadas. As Fabaceae desempenham papel fundamental na dieta da maioria da população mundial, sobretudo quando complementadas pelos cereais (milho, arroz e trigo) (Vieira, 1992; Vieira, 2001).

As Fabaceae graníferas contribuem substancialmente para o conteúdo protéico de grande parte da população mundial, especialmente em locais onde o consumo de proteína animal é relativamente pequeno, em razão da sua escassez ou de tabus culturais. A maioria das Fabaceae contém, naturalmente, fatores antinutricionais (tóxicos) que precisam ser inativados antes de ser consumida, sendo o uso do calor bastante efetivo neste caso, além de outros procedimentos. Essas culturas alimentícias têm outros efeitos benéficos, indiretos, para a agricultura, pois são simbiontes da bactéria *Rhizobium spp.* que formam nódulos

nas raízes da plantas onde as bactérias tomam nitrogênio atmosférico fixando-o no tecido radicular da planta. Indiretamente, elas elevam o nível de nitrogênio do solo, aumentando a produção de cereais que se seguem às Fabaceae em rotação de cultura. Desse modo, oferecendo interessantes possibilidades, tanto do ponto de vista tecológico, como econômico (Teixeira, 1986; Gomes & Silva, 2003).

As mais importantes espécies de Fabaceae para a agricultura mundial são o feijão-comum [*Phaseolus vulgari*(L)], o feijão-guandu *[Cajanus cajan* (L) *Millsp*], o feijão-caupi [*Vigna unguiculata* (L) *Walp*], a ervilha [*Pisum sativum* (L)], a lentilha (*Lens culinaris* Medick), o grão-de-bico (*Cicer arietinum*), a fava (*Vicia faba*), o feijão-arroz (*Vigna umbellata*), o feijão-fava (*Phaseolus lunatus*), o feijão-mungo-verde [*Vigna radiata*(L) R. Wilczek], o feijão-mungo-preto [*Vigna mungo* (L) Hepper], o feijão-adzuki (*Vigna angulares*), a soja [*Glycine Max* (L) Merril] e o amendoim [*Arachis hypogae* (L)]. As duas últimas são cultivadas, em muitos países, mais como oleaginosas do que como grãos para a alimentação humana (Chiaradia & Gomes, 1997).

Fabaceae constituem a base da dieta humana no terceiro mundo (Carvalho, 2002). Os feijões são originários do continente americano, mais especificamente do sul dos Estados Unidos, México, América Central e do norte da América do Sul, particularmente das regiões Incáias (Kaplan, 1965).

A espécie *Phaseolus vulgaris* foi adaptada às regiões ecológicas e de cultivo na América Central há cerca de 7.000 anos, sendo uma das mais antigas plantas de cultivo naquela região. Foi introduzida na Europa no século XVI e, desde então, tem se tornado uma cultura muito importante em várias regiões do globo (Gazzola, 1992).

O feijão tem grande importância na alimentação humana, em função de suas características protéicas e energéticas. No Brasil, tem grande importância econômica e social, por ser responsável pelo suprimento de grande parte das necessidades nutricionais da população de baixa renda e pelo grande número de

pequenos produtores que se dedicam à cultura (Alves, 2002). A cultura do feijoeiro tem importância, particularmente, na América Central e do Sul, onde a dieta tradicional é baseada em milho e feijões (Carpenter, 1981; Rios, 2000).

Quanto à soja, esta planta se encontra disseminada pelo mundo, mas a América do Norte e a América do Sul ultrapassam a Ásia em produção. Os EUA são os maiores produtores, com quase 50% do total mundial, seguidos pelo Brasil com, aproximadamente, 20% desse total. A China, contudo, continua sendo grande produtora com, aproximadamente, 9% do total mundial (Vieira, 2001). A estimativa de produção de soja no Brasil, na safra 2005/2006, conforme dados da Conab (2006), é da ordem de 53,4 milhões de toneladas.

A fração de proteína de soja consumida diretamente pelos brasileiros é ainda muito pequena, representando menos de 0,5% da produção brasileira. Os principais componentes da soja responsáveis pelo seu valor econômico são a proteína e o óleo, encontrados em, aproximadamente, 38% e 18%, respectivamente (Mendes et al., 2002). Apesar dos avanços da tecnologia, a influência dos aspectos sócio-culturais e econômicos sobre os hábitos alimentares é um dos principais fatores limitantes à aceitação e ao consumo habitual dos produtos derivados da soja no Brasil (Mendes et al., 2002).

2.2 Considerações gerais sobre as espécies de Fabaceae deste estudo

O feijão-mungo (com espécies *Vigna radiata* (L) Wilczek e *Vigna mungo* (L) Hepper*)* é importante leguminosa de grão cultivada na Ásia, sendo a Índia o maior produtor mundial, responsável por 47% do total produzido no mundo (Tikoo & Satyanarayana, 1998). A Tailândia, que segue como um dos maiores produtores, é também o maior exportador mundial, para o que destina cerca de 40% de sua produção. Os países vizinhos da Europa e os EUA são os principais importadores (Chainuvat & Charnnarongkul, 1991). No Brasil, a

produção de mungo é incipiente, mas a tendência é crescente, por causa do aumento da demanda pelo broto de feijão (Vieira et al., 2001). Essa antiga e popular cultura é uma excelente fonte de proteína, caracterizada pela alta digestibilidade. É um alimento muito consumido pela população carente nos países do sudoeste asiático e Filipinas (Yuyama, 1997).

O feijão-mungo é planta anual de porte ereto ou semi-ereto, determinado, com altura que varia de 0,3 a 1,5 m e ciclo curto, 80 a 110 dias. As sementes são pequenas, de coloração verde, amarela, marrom, preta ou mosqueada, com pequeno hilo branco. As cultivares utilizadas para a produção de grãos secos, geralmente, têm sementes verde-opacas ou verde-brilhantes (Tomooka et al., 1991).

Na Tailândia, os grãos secos de mungo são utilizados para a extração de amido, resultando no material protéico denominado pó protéico. O amido é utilizado para o preparo de sobremesas chamadas de *salim* ou de *vermicelli*, um tipo de macarrão. Com este último, fazem-se sopas e outros pratos. O pó protéico é usado na Tailândia para o preparo de alimentos que servem de suplemento protéico em diferentes pratos, em substituição à carne. Com a farinha do mungo podem ser preparados biscoitos, produtos para lanche, sobremesas, sopas, etc. Os grãos cozidos também são usados para o preparo de diferentes pratos e sobremesas. Na Índia, cerca de 70% do mungo-verde é consumido como "dhal" (grãos descascados e quebrados) (Prabhavat, 1991).

A germinação das sementes do mungo-verde é realizada para se obter os brotos de feijão (*moyashi*), forma de consumo muito apreciado na China, no Japão e nos EUA, dentre outros países. No Brasil, esta espécie (mungo-verde) só é utilizada para o preparo de brotos. Esta Fabaceae também pode ser usada como feno, adubo verde e cultura de cobertura (Nalampang, 1992, citado por Vieira, 2001). Utiliza-se o mungo-preto, exclusivamente, para o preparo de brotos de feijão. Esta espécie não é adequada para o preparo dos mesmos produtos obtidos

com o mungo-verde, devido ao problema de separação do amido e do paladar (Prabhavat, 1991).

O guandu [*Cajanus cajan* (L) Millsp], por sua vez, é chamado de andu ou guando, nas regiões Norte e Nordeste e de feijão-guandu, no Centro-Oeste do Brasil. Suas plantas são arbustivas, semiperenes, algumas vezes plantadas como anuais. A altura das plantas, na época de maturação das vagens, pode variar de 0,4m a 4m, dependendo, principalmente, da cultivar, da demora para maturação e do fotoperíodo. A semente pode ser oval (o mais comum), quadrada, alongada ou do tipo ervilha, com coloração uniforme ou múltipla, podendo ser branca, creme, cinza, marrom, violeta ou preta. É uma planta que se desenvolve, principalmente, em regiões tropicais (Vieira, 1992; Canniatti-Brazaca, 1996; Vieira, 2001).

Segundo Vavilov (1949/50), o centro de diversidade genética do guandu é a Índia. Desse país, ele espalhou-se pela África, em 2000 anos a.C., surgindo, assim, um segundo centro de diversidade. Ocupa o quinto lugar, em importância alimentar, dentre as Fabaceae alimentícias mais utilizadas no mundo (Vieira, 2001). Cerca de 90% da produção mundial de grãos de guandu é oriunda dos subcontinentes indianos, onde representa importante alimento protéico-energético, sendo consumido na forma de grãos descascados e quebrados, denominada "dhal". Seus grãos verdes e ou secos são utilizados na alimentação humana, *in natura* ou na forma processada, como produtos enlatados ou farináceos, atendendo a diversos segmentos da população da Índia, Paquistão, Afeganistão e de alguns países da América Central (Batistuti & Freitas, 1995). É encontrado no Brasil em quase todos os estados, sendo consumido tanto na forma de feijão verde como seco, principalmente nas zonas rurais, pelas populações de baixo poder aquisitivo, mas, já era cultivado no Brasil há muito tempo, para a produção de forragem e de adubo verde (Sales et al., 1980; Cazeta, 1995).

2.3 Germinação de sementes: benefícios trazidos pelo consumo

A germinação é definida como sendo o reinício do crescimento do eixo embrionário paralisado nas fases finais de maturação da semente. Dessa forma, satisfeitas as condições básicas para o reinício do processo germinativo, a germinação compreende quatro fases, se vista pelo lado puramente fisiológico, quais sejam: embebição em água, alongamento celular, divisão celular e divisão celular em tecidos.

Este mesmo processo, se considerado do ponto de vista fisiobioquímico, pode ser descrito como sendo composto das seguintes fases: reidratação, aumento da respiração, formação de enzimas, digestão enzimática de reservas, mobilização e transportes de reservas, assimilação metabólica e crescimento e diferenciação de tecidos (Popinigis, 1985).

A germinação inicia-se pela embebição de sementes em água, que é um processo físico relacionado com as propriedades dos colóides e sua extensão depende da composição química da semente, da permeabilidade do tegumento da disponibilidade de água no ambiente, da área de contato semente/água, da temperatura, da pressão hidrostática e da condição fisiológica da semente. Bewley & Black (1985), estudando a embebição de água pelas sementes durante o processo germinativo, definiram três fases distintas, em função da velocidade de absorção de água. A primeira é absorção de água pelos grãos, caracterizada pela rapidez determinada pela diferença do potencial hídrico entre o substrato e a semente, de forma que esta fase ocorre tanto em tecidos vivos como em tecidos mortos, independentemente da atividade metabólica da semente, embora o metabolismo inicie-se rapidamente como conseqüência desta hidratação. Na segunda fase, que é determinada por uma redução na velocidade de embebição, a hidratação das partes da semente é completada e as enzimas são ativadas. Nesta fase acontece uma preparação para a germinação pela digestão enzimática das reservas, ou seja, ocorre a degradação das grandes moléculas armazenadas nas

sementes em compostos de cadeia mais simples, possíveis de serem mobilizadas para o eixo embrionário. Esta fase é a mais longa do processo e precede a próxima. A terceira, e última, fase é caracterizada pelo crescimento e desenvolvimento do eixo embrionário, o que acarreta um novo aumento na velocidade de embebição. No início desta última fase acontece o processo de germinação visível e ele torna-se irreversível, de forma que a ausência de um dos fatores, se essencial à germinação, implica na morte da semente.

Algumas etapas da planta de feijão (*Phaseolus vulgaris*) em desenvolvimento, evidenciando o surgimento das folhas primárias, são ilustradas na Figura 1.

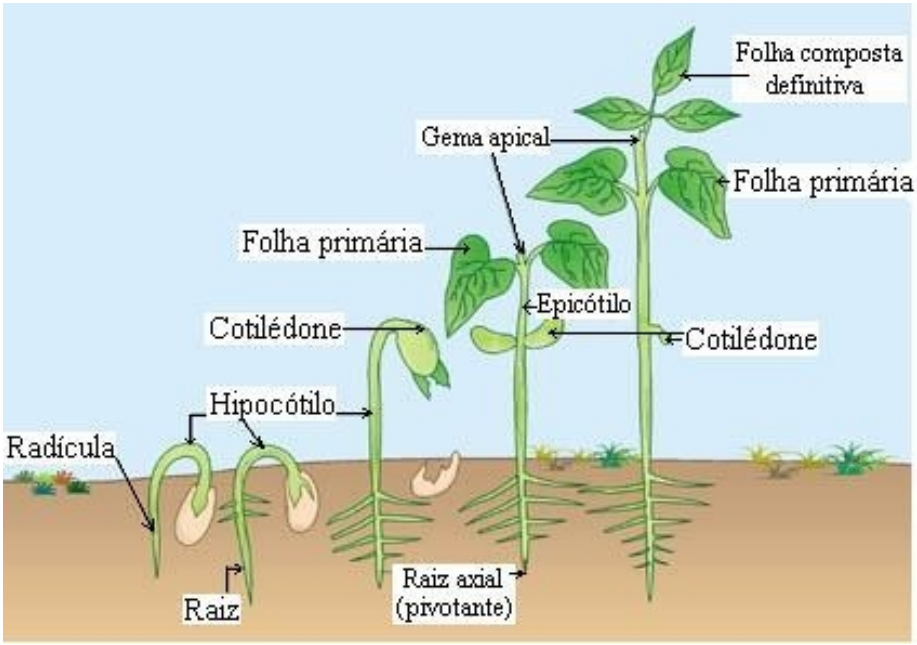

FIGURA 1 Etapas do desenvolvimento da planta de feijão [*Phaseolus vulgaris*(L)], evidenciando o surgimento das folhas primárias Germinação... (2006), com modificações.

Segundo os botânicos fisiologistas, o processo de germinação é completado quando acontece a protusão da radícula, ou seja, o início do crescimento da plântula. Entretanto, do ponto de vista da tecnologia de sementes, o processo de germinação termina no instante em que se tem uma plântula completa, em condições de se desenvolver autotroficamente (Sousa, 2003a).

A maneira pelo qual o eixo caulinar emerge da semente durante a germinação varia de espécie para espécie. Na germinação das sementes de mungo-verde [*Vigna radiata* (L.) R. Wilczek] e mungo-preto [*Vigna mungo* (L.)] Hepper], os cotilédones são levados para cima do solo, devido ao alongamento do hipocótilo (eixo semelhante ao caule abaixo dos cotilédones). A germinação é, então, denominada epígea. Ao contrário, para a germinação de sementes de guandu-anão [*Cajanus cajan* (L.) Millsp], os cotilédones permanecem dentro do solo. Neste caso, é o epicótilo (eixo semelhante ao caule acima dos cotilédones) que se alonga e a germinação e dita hipógea (Raven et al., 2001).

Germinação de uma semente em um teste de laboratório compreende a emergência e o desenvolvimento da plântula a um estádio no qual o aspecto das suas estruturas essenciais indica a maior ou menor possibilidade de se desenvolver em uma planta satisfatória, sob condições favoráveis no solo (Oliveira & Carvalho, 1999).

O reinício do crescimento embrionário ou da germinação da semente depende, portanto, de fatores externos e internos. Entre os fatores externos ou ambientais estão a água, o oxigênio e a temperatura, e algumas ainda requerem exposição à luz para germinar. A maioria das sementes maduras é extremamente seca (5%-20% de água do peso total). Para que possam germinar, precisam, primeiramente, absorver água necessária ao metabolismo. Com isso, enzimas já presentes na semente são ativadas e outras são sintetizadas para a digestão e a

utilização de nutrientes de reserva, presentes nas células da semente durante o período de formação do embrião. Com a divisão celular e, conseqüentemente, o crescimento do embrião, há um requerimento contínuo de água e nutriente. A semente absorve água, intumesce e uma pressão pode ser exercida no seu interior.

Nos estágios iniciais da germinação, a respiração pode ser anaeróbica até que o tegumento seja rompido e, então, a respiração passa a ser aeróbica, requerendo, portanto, oxigênio. Em solos saturados por água, plantas podem se desenvolver incorretamente, pela falta do oxigênio necessário à respiração aeróbica.

Embora muitas plantas germinem dentro de uma ampla faixa de temperatura, elas não germinarão acima ou abaixo de certas faixas de temperaturas específicas para a espécie. A temperatura mínima de germinação, para muitas espécies, está entre 0°C e 5°C; a máxima, entre 45°C e 48ºC e a temperatura ótima de germinação encontra-se entre 25°C e 30°C. Satisfeitas todas as condições externas para que uma semente possa germinar, existem, ainda, aquelas que, mesmo assim, não germinam, devido a fatores internos (como imaturidade fisiológica do embrião e impermeabilidade do envoltório à água e, algumas vezes, ao oxigênio, que são duas das causas de dormência) (Raven, et al., 2001).

A germinação é, possivelmente, um dos processos mais antigos, simples e econômicos empregados para melhorar o valor nutricional de grãos de cereais e Fabaceae (Kumar et al., citados por Miranda, 2002). Trata-se de uma alternativa adequada para a redução dos fatores antinutricionais, como os fitatos, inibidores de proteases, presentes originariamente nestes grãos. Além de converter proteínas vegetais de baixa qualidade nutricional em proteínas de melhor qualidade, também provoca mudanças na composição centesimal, aumento nos teores de certos aminoácidos essencias e vitaminas do complexo B,

aumenta o teor de fibra, causa a degradação parcial de proteínas e amido e melhora a digestibilidade (Carpenter 1989; citado por Miranda, 2002).

O teor protéico da semente germinada mantém-se em torno de 100% da proteína da semente original, considerando o peso seco, consumidas como saladas ou cozidos por um período mais rápido de tempo, comparados ao tempo de cozimento de Fabaceae em grão, os brotos de Fabaceae são saborosos, elevam o conteúdo de fibras e oferecem várias outras vantagens, já citadas por Miranda (2002) (Fordham et al., 1975).

No Egito, muitas sementes de Fabaceae são consumidas após períodos diferentes de germinação. O processo de germinação tem sido desenvolvido em alguns países, por subjugar algumas das desvantagens associadas com sementes não germinadas. Alguns estudos confirmam os benefícios de germinações de Fabaceae, os quais incluem aumento em ácido ascórbico, hidrólise de oligossacarídeos rafinose e estaquiose, que são ligados aos problemas de flatulências e um decréscimo no conteúdo de fitato, aumentando a disponibilidade de muitos elementos essenciais (Fordham et al., 1975; Mostafa & Rahma, 1987).

Miranda & El-Dash (1998a) observaram, em um estudo com farinha integral de trigo germinado, que as composições químicas das farinhas controle (sem germinar) e germinadas por 48, 72 e 96 horas, em base seca, foram as seguintes: 10,04%, 10,70%, 10,83% e 11,02% de proteína; 1,39%, 1,49%, 1,49% e 1,50% de cinza; 2,10%, 2,15%, 2,13%, 2,02% de lipídios e 86,47%, 85,66%, 85,55%, 85,46% de carboidratos, respectivamente. Em estudo com farinha de trigo germinado, realizado por Miranda & El-Dash (2002), os teores dos aminoácidos, ácido aspártico, alanina, valina e lisina aumentaram nas farinhas integrais de trigo germinado em relação à farinha integral controle.

2.4 Nutrientes em sementes germinadas

2.4.1 Carboidratos

Embora os carboidratos sejam um dos principais macronutrientes constituintes de algumas Fabaceae (lembrando que, na soja, são as proteínas e os lipídios que se apresentam em quantidades mais elevadas), o conhecimento sobre sua natureza e suas propriedades é limitado. Isso se deve à vasta heterogeneidade do material, variando de simples açúcar até heteropolissacarídeos complexos e ao fato de a prática de determinação dos mesmos quase sempre ser realizada por métodos indiretos, ou seja, por diferença (Stanley & Aguilera, 1985).

Hamilton & Vanderstoep (1979) verificaram que a germinação de sementes de alfafa por três dias diminui valores de carboidratos. O mesmo foi observado por Donagelo et al. (1995), para soja e feijão-preto, exceto para a espécie *L allbus* cv. Multolupa, para os quais constataram aumento de carboidratos com a germinação.

A composição total de carboidratos de feijões secos varia de 60% a 65%. Ela diferencia-se significativamente entre os tipos de feijões, mas, as maiores diferenças estão na hemicelulose (Nordstrom & Sistrunk, 1979). O principal carboidrato armazenado é o amido, com pequenas quantidades de monossacarídeos e dissacarídeos, como a sacarose. Os carboidratos precisam ser consumidos diariamente, pois são potentes fornecedores de energia (4kcal/g metabolizado).

Outros tipos de carboidratos, os oligossacarídeos rafinose, estaquiose e verbascose, estão presentes em Fabaceae maduras (Geil & Anderson, 1994). A estaquiose (tetrassacarídeo) e a rafinose (trissacarídeo), formadas pelos açúcares simples frutose, glicose e galactose, agem como compostos responsáveis pelo fenômeno indesejável denominado flatulência. As moléculas da estaquiose encontram-se unidas, de forma a conter metade de açúcares não redutores,

sacarose e rafinose e metade de açúcares redutores galactobiose, melobiose e maninotriose. Quando as séries sacarose-galactosídeos são ingeridas, duas enzimas iniciais são necessárias para hidrolisá-las, a invertase e a α-galactosidase. Porém, pelo fato de o trato gastrintestinal humano não possuir essa última enzima, esses dois açúcares não são digeridos e absorvidos pelos humanos, conforme revisão de Barcelos (1998). Conseqüentemente, esses açúcares são fermentados no intestino grosso pela microbiota intestinal para produzir quantidades significantes de hidrogênio, dióxido de carbono e, algumas vezes, metano. A produção desses gases resulta em flatulências e problemas associados a ela (Olson et al., 1982).

Sabe-se que a galactose e os α-galactosídeos rafinose, a estaquiose e a verbascose, em feijões, são razoavelmente bem solubilizados em água, sendo a água bastante utilizada no processo de germinação da semente. Cristofaro et al. 1974, citados por Olson et al. (1982), sugeriram um procedimento de branqueamento-embebição para reduzir o conteúdo desses açúcares em grãos de Fabaceae. Outra sugestão feita por Guimarães et al. (2001) é a de que se bloqueie a síntese de expressão do galactinol, gene que codifica a enzima chave na rota sintética de oligossacarídeos rafinose em sementes, podendo decrescer conteúdo de oligossacarídeos e reduzir flatulências causadas por Fabaceae. Hidrólises de oligossacarídeos podem ser realizadas também por α-galactosidase, invertase ou por ambos. Enquanto a α-galactosidase hidrolisa a α-1,6 linkage da rafinose, produzindo galactose e sacarose, a invertase hidrolisa a α-1,2 linkage produzindo melibiose e frutose. Enzimas α-galactosidases são largamente distribuídas em microrganismos, plantas e animais.

Guimarães et al. (2001) confirmam observações de que o conteúdo de oligossacarídeos rafinose é reduzido, durante a germinação de soja, pelo aumento da atividade da α-galactosidase. Provavelmente, a atividade contra o substrato e o conteúdo de frutose solúvel aumenta, confirmando hidrólise do

conteúdo de frutose em oligossacarídeos. O resultado de relatos prévios confirma que oligossacarídeos rafinose são usados como fonte de energia durante a germinação de sementes.

A hidratação de sementes durante a embebição, possivelmente, induz atividades da α-galactosidase (Herman & Shannon (1985), citados por Viana et al. 2005). Segundo Baú et al. (2000), citados por Viana et al. (2005), a germinação melhora o valor nutricional de sementes de Fabaceae devido à formação de enzimas, incluindo a α-galactosidase, que pode eliminar ou reduzir os níveis de fatores antinutricionais em sementes.

Segundo Yuyama (1997), os valores de carboidratos nos brotos, de soja e feijão moyashi diminuíram, comparados aos grãos não germinados.

Os açúcares rafinose e estaquiose, principais responsáveis pela produção de gases intestinais, ocorrem em menores teores nos grãos do mungo-verde que nos do mungo-preto, do caupi, do grão-de-bico, do guandu e da soja (Savitri & Desikachar, 1985; Vieira, 1992).

2.4.2 Lipídios

Vegetais consumidos na alimentação humana apresentam conteúdo total de lipídios, denominado lipídio bruto ou extrato etéreo, variando de 1% a 50% (Stanley & Aguilera, 1985).

Os lipídios (extrato etéreo) acumulam uma série de indicações nos programas terapêuticos com suporte nutricional. Além de constituírem elevada fonte energética, fornecendo 9 kcal por grama metabolizada, eles são necessários para estruturas de membranas para a termogênese, fornecem vitaminas A, D, E, K e ácidos graxos essências o ácido linolêico (ômega-6) e o ácido α-linolênico (ômega-3) (Ohse, 1999).

O conteúdo de lipídios de Fabaceae não oleaginosas (pois a soja que é uma oleaginosa é da ordem de 20%) é muito baixo, variando de 0,8% a 1,5%, podendo oscilar de acordo com a variedade, a origem, a localização, o clima, as condições ambientais e o tipo de solo no qual elas crescem (Geil & Anderson, 1994).

Mostafa & Rahma (1987) observaram diminuição no conteúdo de óleo de 5,37% e 7,69%, respectivamente, ocorrendo no quinto e no sexto dias de germinação, em amostras de sementes de soja. Ele explica que, provavelmente, o conteúdo de óleo decresce, devido ao consumo deste pela semente como fonte de energia e ou síntese de outros constituintes estruturais nas plântulas jovens.

Yuyama (1997) observou, em dados coletados da tabela intitulada Composição centesimal de grãos de algumas Fabaceae (Adams, 1975), que os valores de lipídios em sementes de feijão e soja foram reduzidos quando essas sementes eram germinadas.

Rabari et al. (1961), estudando o conteúdo de óleo de sementes de amendoim germinadas por 3, 5, 7 e 8 dias, observaram a diminuição do conteúdo lipídico das amostras. Já Donangelo et al. (1995) verificaram, para três espécies diferentes (*Lupinus allbus* cv. *multolupa, Glycine Max* (L.) Merril e *Phaseolus vulgaris* L.), valores de lipídios aumentando quando essas espécies eram germinadas por 48 horas.

Bates et al. (1977) também verificaram que a germinação proporcionou aumento nos valores de lipídios em sementes de soja.

Chavan e Kadam (1989) observaram que o conteúdo de lipídios de brotos de cevada, aveia e trigo eram altos em relação à semente não germinada e citam que, provavelmente, o aumento no conteúdo de lipídios se deve à síntese destes, graças à transformação de desaparecimento do amido.

2.4.3 Proteínas

As proteínas presentes nos alimentos de origem animal são aquelas ditas completas, pois possuem todos os aminoácidos essenciais em quantidades equilibradas, possuem digestibilidade elevada, porém, a alimentação de grandes contingentes populacionais inclui as Fabaceae, as quais são ricas em lisina, porém, deficientes nos aminoácidos sulfurados. Por outro lado, os cereais constituem a principal fonte de proteína na dieta humana, em muitas partes do mundo tropical e subtropical, sendo deficientes em lisinas e a combinação de Fabaceaee cereal as complementa. Dos aminoácidos sulfurados, metionina é essencial para aos animais e cistina é considerada semi-essencial (Teixeira, 1986; Vieira & Nishihara, 1992; Marchini et al., 1994).

Populações economicamente menos favorecidas dependem das Fabaceae e dos cereais para a ingestão de proteínas, visto que fontes animais são comercializadas em preço elevado. Tendo em vista tal situação, misturas de vegetais, como de um cereal e uma Fabaceae, também resultam em mistura protéica de alto valor biológico. No Brasil, a principal fonte protéica da alimentação é derivada da ingestão de arroz e feijão. Essa mistura tem se mostrado adequada em teor de nitrogênio, além de suprir os aminoácidos essenciais e possuir digestibilidade ao redor de 80% (Vieira & Nishihara, 1992; Marchini et al., 1994).

A proteína participa dos processos vitais orgânicos do ser humano e as condições precárias relacionadas à oferta protéica são consideradas os problemas nutricionais predominantes em saúde pública. O conteúdo de proteínas das Fabaceae varia, aproximadamente, de 17% a 40% (Vieira & Nishihara, 1992; Marchini et al., 1994).

Bordingnom et al. (1995) mostraram que a germinação de três cultivares de soja por 72 horas induzia a um relativo aumento do conteúdo de proteína total.

Mostafa & Rahma (1987) observaram um aparente aumento da proteína com o tempo de germinação de sementes de soja, salientando que este aumento foi graças à oxidação e ao consumo de outras classes de compostos pelo processo de germinação.

Donangelo et al. (1995) informaram que a germinação por 48 horas não modifica a composição química de Fabaceae com base em matéria seca, exceto para os valores de carboidratos em soja germinada, com pequeno decréscimo, associada com similar e pequeno aumento em proteína.

Hsu et al, (1980) relataram um leve aumento no conteúdo de proteína total em sementes de ervilhas secas, lentilhas e feijão-fava, após terem sido germinadas por 4 dias.

2.4.4 Vitaminas e minerais

As vitaminas presentes nos tecidos vegetais e animais exercem controle fundamental no organismo, atuando em vários processos metabólicos como coenzimas, algumas com ações antioxidantes e outras em âmbito genético (exemplo disso é a vitamina D, que sintetiza uma proteína necessária para a absorção de cálcio), sendo portanto de grande importância como nutriente essencial (Ohse, 1999).

Muitos fatores influenciam o teor de vitamina C nos alimentos, quer em estado fresco ou após processamento caseiro ou industrial, tais como: espécie, variedade, estado de evolução biológica (tamanho, maturação natural ou acelerada por meios diversos), solo, clima, regime pluvial, época de colheita, colheita, transporte, temperatura de armazenamento, conservação, área geográfica, influência da luz e de raios solares e estação do ano (Lima, 1997; Franco, 1999).

Vários estudos indicam que uma baixa ingestão de vitaminas E, C e pró-vitamina A (beta-caroteno) contribui para a incidência de doenças cardiovasculares. O nível dessas vitaminas essenciais, em contraste com outros mecanismos de defesa do corpo, é determinado, principalmente, pelo suprimento dessas na dieta. E, mesmo havendo controvérsias em resultados de pesquisas sobre o consumo de vitaminas e o risco de doenças cardiovasculares, alguns estudos sugerem que o consumo de vitaminas e minerais pode prevenir o desenvolvimento da arteriosclerose e diminuir o risco de mortalidade por doenças cardiovasculares (Velásquez-Meléndez et al., 1997; Sousa, 2003b).

A vitamina C, a principal vitamina antioxidante hidrossolúvel, diminui a peroxidação lipídica, tanto direta como indiretamente, regenerando a vitamina E oxidada, permitindo, assim, a inibição continuada da peroxidação lipídica (Sousa 2003b). Ela funciona sinergisticamente com os antioxidantes fenólicos sintéticos, como buti-hidroxianisol (BHA), galato propila (GP) e tocoferóis, retardando a oxidação de óleos, gorduras, manteiga e margarina. Exerce ação quelante, ligando-se a metais pesados que funcionem como pró-oxidante, dando maior vida de prateleira a óleos e gorduras. É usada para controlar o escurecimento enzimático em frutas e hortaliças processadas, aplicado em latas de refrigerante para inibir corrosão e em vinho para proteção do sabor, “flavor” e limpidez. Em carnes curadas, é utilizada para desenvolvimento e estabilidade de cor e em panificação para o fortalecimento do glúten e aumento do volume do pão (Benassi, 1990; Araújo, 2004).

Segundo Chayen (1953), citado por Fordham et al. (1975), Young, em 1782, foi o primeiro a observar que germinação de sementes proporcionava propriedades antiescorbuto. Alguns estudos têm mostrado que sementes possuem certa quantidade de vitamina C e, quando essas sementes são germinadas, a quantidade é aumentada (Fordham et al., 1975).

Hsu et al. (1980) observaram um aumento considerável de vitamina C durante a germinação de ervilhas secas, lentilhas e feijão-fava, após 4 dias de germinação.

Kylen & McCready (1975) também observaram pequeno aumento no valor de vitamina C em outras sementes germinadas (alfafa, lentilha, feijão-mungo e soja), mas, quando comparadas com as sementes não germinadas, o aumento era considerado.

Quanto aos sais minerais, esses são reconhecidos como essenciais e são comumente divididos entre macroelementos (cálcio, fósforo, potássio, sódio, cloro, magnésio e enxofre) e microelementos (ferro, cobre, cobalto, manganês, zinco, iodo, flúor, molibdênio, selênio, cromo e silício), de acordo com as quantidades maiores ou menores encontradas no organismo humano (Soares, 2004).

Um grande número de elementos minerais é essencial para a nutrição humana e de outros mamíferos, desempenhando função específica no organismo. Podem-se mencionar como exemplos o cálcio e o magnésio, que atuam na formação dos ossos dentes e tecidos. O potássio, quando associado ao sódio, regulariza o funcionamento do sistema muscular e os batimentos cardíacos. O ferro é um componente das moléculas de hemoglobina, mioglobina, citocromos de alguns sistemas enzimáticos, desempenhando papel essencial no transporte de oxigênio e na respiração celular (Almeida et al., 2002). Como os fosfatos, o fósforo participa de várias funções essenciais do corpo. A exemplo dos fosfolipídios presentes nas membranas celulares, o ácido desoxirribonucléico (DNA) e o ácido ribonucléico (RNA) são baseados em fosfatos. Fosfatos se combinam com íons de cálcio para formar hidroxiapatia, a principal molécula orgânica presente nos dentes e ossos. No entanto, a disponibilidade de minerais, principalmente o ferro, é afetada pela presença de tanino e fibras dietéticas (Chiaradia & Gomes, 1997).

Outro fator que afeta a diponibilidade de minerais é a presença de ácido fítico e essa é a forma em que pode ser encontrado o fósforo que, unindo-se com outros minerais, forma complexos insolúveis, ou seja, faz esses minerais serem inutilizáveis biologicamente. Em dietas vegetarianas, a maior porção de fósforo ocorre como fitato. A fermentação é um dos processos que convertem o ácido fítico em forma solúvel de ortofosfáto (Adsule et al., 1986; Maham & Escott-Stump, 2003).

Chen et al. (1975) relataram que evidências experimentais mostram que o ácido fítico tem um efeito negativo sobre a absorção de Ca, Fe, Mg e Zn e outros elementos traços essenciais, sendo encontrado em sementes secas. Estes autores concluíram que a germinação pode diminuir ácidos fíticos em sementes, devido ao aumento da atividade de fitase, aumentando, portanto, a disponibilidade de certos minerais.

Lestienne et al. (2005), estudando o efeito de embebição de sementes em água sobre o conteúdo total de zinco e ferro, observaram que o conteúdo de ferro de Fabaceae foi, geralmente, alto, em torno de 6,6 a 7,3 mg /100g de matéria seca, quando esses legumes ainda não haviam sido embebidos em água. O conteúdo de ferro de sementes embebidas foi significativamente ($p \leq 0,05$) baixo em relação a sementes não embebidas.

Fordham et al. (1975), estudando a concentração de minerais em sementes e brotos, de variedades de ervilhas e feijões, descobriram uma boa fonte de ferro nas sementes e apreciável quantia nos brotos, considerando o baixo conteúdo de energia. Também observaram alta quantidade de cálcio no broto de feijão-mungo.

Donangelo et al. (1995), estudando o efeito da germinação sobre o valor de minerais, ferro, zinco, cobre e manganês, cálcio e fósforo, observaram que a germinação por 48 horas, na maior parte, não modifica os valores de minerais,

exceto com pequeno decréscimo em ferro e cobre. Estes autores afirmam que isso se deve a perdas na lavagem e na embebição antes da germinação.

O processamento de alimentos, incluindo cozimento e fermentação, sabidamente não afeta apenas a disponibilidade de ferro, mas também a dos fatores que atuam como promotores ou antagonistas da absorção de minerais (Chiaradia & Gomes, 1997).

O consumo adequado de vitaminas e minerais é importante para a manutenção das diversas funções metabólicas do organismo. Assim, a ingestão inadequada desses micronutrientes pode, potencialmente, levar a estado de carência nutricional, sendo conhecidas diversas manifestações patológicas devido a isso (Velásquez-Meléndez et al., 1997).

2.5 Importância das fibras e sua presença em sementes germinadas

A porção fibra presente em Fabaceae, mais especificamente nos feijões, tem sua composição em celulose e hemicelulose, com a quantidade variando de 3% a 7%, em feijões secos e cozidos. A variabilidade, nessas quantidades, ocorre em virtude das definições diferentes e dos métodos de análises de fibras usados (Geil & Anderson, 1994).

As fibras formam um conjunto de substâncias derivadas de vegetais resistentes à ação das enzimas digestivas humanas e podem ser classificadas, de acordo com a solubilidade, em água em fibras solúveis (FS) e fibras insolúveis (FI). A maior parte das pectinas, gomas e certas hemiceluloses é FS, enquanto celuloses, algumas pectinas, grande parte das hemiceluloses e ligninas são FI (Mattos & Martins, 2000). Sementes de Fabaceae contêm mais fibras que sementes de cereais e são melhores fontes de fibras dietética solúveis metabolicamente ativas (Reyes-Moreno e Paredez-López, 1993).

Segundo Donangelo et al. (1995), o conteúdo de fibras em grãos germinados de soja aumenta em relação aos não germinados. Vilas Boas et al. (2002), observando a germinação de sementes de soja e milho por três, quatro, cinco e seis dias, constataram que a fibra aumentou de acordo com o tempo de germinação, tanto para sementes de soja como para sementes de milho. Barcelos et al. (2002) verificaram aumento na porção fibra quando o milho era germinado por quatro dias e queda no valor de fibras para soja germinada também por quatro dias.

As propriedades físico-químicas das frações fibras produzem diferentes efeitos fisiológicos no organismo. As FS são responsáveis pelo aumento da viscosidade do conteúdo intestinal e pela redução do colesterol plasmático. As FI aumentam o volume do bolo fecal, reduzem o tempo de trânsito no intestino grosso e tornam a eliminação fecal mais fácil e rápida. As fibras, quando consumidas em quantidades adequadas e diariamente, regularizam o funcionamento intestinal, o que as torna relevantes para o bem-estar das pessoas e para o tratamento dietético de várias patologias. Além disso, o seu consumo previne a constipação, beneficia a microbiota intestinal, previne o câncer de cólon promovendo imunoativação, regula o conteúdo de açúcar no sangue, inibe a secreção de insulina e glicogênio, previne o diabetes mellitus e a formação de cálculo biliar, diminui a gordura natural, proporcionando o controle do colesterol sanguíneo, previne a obesidade, tem efeito hipotensor e inibe absorção de substâncias prejudiciais (Mattos & Martins, 2000; Almeida et al., 2003; Sousa, 2003b).

2.6 Fatores antinutricionais presentes em Fabaceae

2.6.1 Atividade dos inibidores de tripsina

O baixo valor nutritivo de certos grãos comestíveis crus ou inadequadamente processados, como feijão e ou soja, é, usualmente, atribuído, além da deficiência de aminoácidos sulfurados, à presença de inúmeros fatores tóxicos felizmente instáveis ao calor, incluindo inibidores de tripsina e hemaglutininas (lectinas).

Os principais inibidores de protease presentes em Fabaceae são os de K*unitz* e de *Bowman-Birk*, a partir, sobretudo, dos trabalhos, hoje clássicos, de Liener & Kakade (1969) e Wolf & Cowan (1971). A presença dos inibidores ativos no organismo de várias espécies animais prejudica-lhes o crescimento, causa-lhes hipertrofia pancreática e síntese de enzimas proteolíticas, aumentando-lhes o requerimento de aminoácidos sulfurados e determinando perdas de nitrogênio endógeno, por meio de fezes. A presença das lectinas ou hemaglutininas (glicoproteínas), em Fabaceae cruas e ou inadequadamente processadas, quando ingeridas, contribui para reduzir o peso dos animais experimentais (Gertler et al., 1967; Snyder & Kwon, 1987 e Barcelos, 1998).

Os inibidores das proteases digestivas humanas (tripsina e quimotripsina) podem interferir na digestibilidade de proteínas da dieta, porém, estes inibidores, bem como as lectinas, podem ter suas ações eliminadas pelo aquecimento, melhorando, assim, o valor nutricional de Fabaceae (Chiaradia & Gomes, 1997).

O cozimento elimina, em larga escala, a atividade antitripsina de sementes inteiras e cotilédones. O remanescente ou a atividade resistente ao calor podem ser atribuídos à presença de polifenóis nas partes anatômicas (Fenandez, 1982).

Carvalho et al. (2002) demonstraram o elevado valor de unidades de tripsina inibida (UTI) em amostras de soja cruas e, ainda, após aquecimento,

enfatizando que o tratamento térmico não elimina totalmente esses inibidores. Estes autores salientam que o mecanismo de inativação pode ocorrer, portanto, pela complexação dos inibidores e que, desse modo, com a ação do calor, os inibidores se ligam a outros componentes do grão e se tornam inativos, indicando, assim, que essa inativação não deve ter ocorrido apenas pela desnaturação térmica das moléculas do inibidor. Isso porque, ao serem submetidos à hidrólise enzimática, apresentam-se novamente ativos, mostrando que a ação do calor é benéfica na inativação dos inibidores, porém, não os elimina completamente.

Godbole et al. (1994) observaram aumento na atividade do inibidor de tripsina, que foi significativo entre 4 e 6 dias de germinação da semente de guandu. Entretanto, após 8 dias de germinação, a atividade do inibidor de tripsina foi reduzida a, aproximadamente, 50%, comparada a seis dias de germinação. Concluíram esses autores que a alteração da atividade do inibidor de tripsina nos primeiros estágios de germinação pode ter um papel no combate à invasão de organismos. Em grãos escuros, aproximadamente 86% da atividade do inibidor de tripsina decresceram, durante as primeiras 48 horas de germinação, após o que, sofreram um aumento inesperado.

Suberbie et al. (1981), estudando germinação de soja, constataram diminuição da atividade do inibidor de tripsina, concluindo que essa diminuição deve-se, possivelmente, ao calor interno gerado pela germinação.

Segundo Sathe et al. (1983), a germinação durante 5 dias diminuiu os teores de inibidores de tripsina.

Donangelo et al. (1995), estudando o efeito de 48 horas de germinação sobre a composição química das Fabaceae, feijão-preto e soja, observaram que esse tempo de germinação reduziu a atividade do inibidor de tripsina em 20%, para feijão-preto e 25%, para soja.

2.6.2 Taninos

Fabaceae apresentam outros componentes antinutricionais, além dos inibidores de proteases e das lectinas, os quais são os taninos. Tratam-se de polifenóis que se localizam, principalmente, no tegumento do grão, nas variedades coloridas (Goycoolea et al., 1990; Liener, 1994)

Os vegetais possuem algumas centenas de compostos fenólicos, substâncias que apresentam radicais hidroxilados ligados a um anel benzênico e, por isso, têm caráter ácido, agrupados em diferentes classes, de acordo com sua estrutura (Chitarra & Chitarra,1990; Mesquita, 2005).

Compostos fenólicos são classificados como ácidos fenólicos e derivados, taninos e flavonóides. Os flavonóides são subdivididos em antocianinas, flavonas, flavonóis e substâncias relacionadas (Salunke et al., 1982). Existem, nas plantas, os taninos hidrolisáveis e os condensáveis, também referidos como procianidinas (catequinas e ou leucoantocianidinas) (Deshpande et al., 1986). Os fenólicos são, usualmente, divididos em 3 classes, com base no número de anéis aromáticos (fenólicos) presentes. Os mais simples (monoméricos) são monocíclicos, como os fenóis, o catecol, a hidroquinona e o ácido p-OH-cinâmico. Os dicíclicos (oligoméricos), tais como os flavonóides, têm 2 anéis fenólicos, enquanto que os remanescentes são policíclicos ou polifenóis. De acordo com sua estrutura química e concentração, contribuem para as características de acidez, amargor, coloração e adstringência de frutos e hortaliças, além de inibirem a atividade de enzimas (Lima, 1997). Eles possuem a propriedade de formar complexos coloridos com sais de ferro, compostos insolúveis com sais de chumbo e de sofrer substituição eletrofílica aromática de acoplamento com sais de diazônio e aldeídos. Os taninos presentes nas Fabaceae consistem de uma série de fenóis poliméricos que estão envolvidos no baixo aproveitamento de nutrientes (Bressani, 1993).

Acredita-se que os taninos possuem propriedades antimicrobianas, repelentes a predadores (insentos ou animais), indicando uma possível função como mecanismo de defesa da planta. Isso depende das propriedades combinadas de adstringência que rendem, ao tecido da planta, impalatabilidade e precipitações protéicas, que desnatura proteínas salivares de predadores e inativa enzimas extracelulares de microrganismos (Scalbert, 1991; citado por Sousa, 2003a).

Os polifenóis podem ser responsáveis pelo endurecimento dos feijões, por meio de dois mecanismos: por sua polimerização na casca, ou pela lignificação dos cotilédones, ambos afetando a capacidade de hidratação das sementes; o primeiro dificultando a penetração de água e o segundo limitando a capacidade de absorção de água (Moura, 1998).

Rao & Prabhavathi (1982), estudando alimentos consumidos na Índia, observaram que a maior parte de legumes com casca na semente continha elevado teor de tanino. Segundo esses autores, caupi [*Vigna unguiculata* (L) Walp] possui altas concentrações de tanino e a soja [*Glycine max* (L) Merril], entretanto, possui quantias menores. Após decorticação (retirada da casca), foi detectado muito pouco tanino em cotilédones, indicando que quase todo o tanino da semente está presente na casca.

Rao & Deosthale (1982), citados por Chiaradia & Gomes (1997), observaram que a germinação de feijões reduzia ou eliminava o conteúdo de taninos nas sementes. Os mesmos autores ainda afirmam que a perda de taninos durante a germinação pode ser atribuída à presença de polifenol oxidases e hidrólises enzimáticas. Algumas perdas de taninos durante a germinação também podem ocorrer por causa da lixiviação na água.

Ene-Obong (1995) verificou níveis de antinutricionais em cultivares da África, entre essas, feijão-guandu [*Cajanus cajan* (L.) Millsp], concluindo que

os antinutricionais, entre eles o tanino, podem ser eliminados ou reduzidos pela germinação.

Ologhobo & Fetuga (1984) analisaram vários processamentos sobre antinutrientes, entre estes, germinação sobre conteúdo de tanino, em dez variedades de caupi (*Vigna unguiculata (L) Walpa*) cultivadas na Nigéria. Os resultados confirmaram que a germinação é um tratamento efetivo para a diminuição do conteúdo de taninos nas sementes.

Taninos e proteínas podem interagir, formando complexos insolúveis e solúveis, sendo os primeiros favorecidos pelo pH próximo do ponto isoelétrico da proteína e pelo excesso de ácido tânico. A intensidade de ligações entre taninos e proteínas depende de vários fatores. Esta interação poderá ocorrer tanto com as proteínas dos alimentos quanto com as enzimas do trato gastrintestinal. A ligação com polifenóis pode tornar as proteínas menos susceptíveis à hidrólise enzimática no trato digestivo, aumentando o nitrogênio fecal e diminuindo a digestibilidade da proteína (Chiaradia & Gomes, 1997).

2.6.3 Nitratos

Os nitratos (NO^-_3) e nitritos (NO^-_2) encontram-se naturalmente distribuído no meio ambiente (solo, água, vegetais), em decorrência do ciclo do nitrogênio. Os nitritos originam-se, principalmente, da ação das bactérias nitrificantes sobre o nitrato. A proliferação dessas bactérias é favorecida pela má conservação após o cozimento, pelo armazenamento em condições de temperatura e umidade inadequadas e pela interrupção da baixa temperatura nos produtos congelados. A redução do nitrato a nitrito pode ocorrer tanto em hortaliças frescas como nas submetidas ao processo de cocção (Corrêa, 2000).

O íon nitrato é a base conjugada do ácido nítrico. O ácido nítrico é um ácido forte (pka= 1,37), o qual se dissocia em água, dando íon nitrato e íon

hidroxônio. Sais de nitrato são solúveis, exceto os de mercúrio e bismuto. O íon nitrito é a base conjugada do ácido nitroso, um ácido fraco (pka 3,37). Os sais de nitrito são solúveis, exceto o nitrito de prata. O nitrito, em alimentos, normalmente, corresponde a, aproximadamente, 1% da concentração de nitrato (Wobeto, 2003). O nitrito ingerido em excesso pode agir sobre a hemoglobina e originar a meta-hemoglobinemia, impedindo que ela exerça a função normal de transportar oxigênio. A reação do íon nitrito com aminas e amidas presentes no meio pode dar origem a nitrosaminas e nitrosamidas, substâncias consideradas carcinogênicas mutagênicas e teratogênicas. O nitrato é absorvido do solo pelas plantas e reduzido a nitrito por enzimas produzidas por microrganismos (*micrococcus*) cuja proliferação é favorecida por manuseio e processamento inadequado dos alimentos. As condições ácidas do estômago também promovem a redução do nitrato a nitrito, favorecendo igualmente a meta-hemoglobinemia (Melo Filho et al., 2004).

Leifert, citado por Faquin (2004), sugere que a relação entre níveis de nitrato e câncer gastrintestinal é conflitante e que morte por este tipo de câncer ocorre em menor proporção em pessoas vegetarianas do que em pessoas não vegetarianas.

Para ser metabolizado pela planta, o nitrato absorvido pelas raízes deve ser, necessariamente, reduzido para amônio. Essa redução, na maioria das plantas, ocorre nas folhas em duas etapas: a primeira no citoplasma, onde o nitrato passa a nitrito (medida pela enzima redutase do nitrato com agente redutor NADH), a segunda nos cloroplastos, onde o nitrito passa a amônio (medido pela redutase do nitrito com agente redutor ferredoxina) e, assim, incorporado a compostos orgânicos, formando diversos compostos nitrogenados da planta (Faquin 2004).

Segundo Mídio & Martins (2000), não são estabelecidas tolerâncias ou limites máximos permitidos para nitratos e nitritos naturalmente presentes nos

alimentos de origem vegetal. Mas, a ingestão diária de nitrato e nitritos considerada aceitável (sem riscos à saúde) pela Organização Mundial de Saúde (OMS), é de 5 mg de nitrato/kg de peso corporal e 0,4mg de nitrito/kg de peso corporal.

3 MATERIAL E MÉTODOS

Este trabalho foi conduzido no Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA) e no Departamento de Agricultura (DAG) da Universidade Federal de Lavras (UFLA).

Sementes 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 Agronegocios (APTA) - Pólo Regional Centro Sul de Piracicaba, SP, safra dezembro 2004/março2005, foram germinadas para a obtenção de brotos de Fabaceae.

3.1 Seleção e caracterização das sementes

As sementes de Fabaceae das espécies *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, *Vigna mungo* (L.) Hepper e *Cajanus cajan* (L.) Millsp foram selecionadas visualmente retirando-se sementes com fungos, paus pedras, sementes murchas, sementes trincadas, em fim, tudo o que pudesse atrapalhar a germinação. Registrou-se o peso de 100 sementes das três espécies estudadas registradas em gramas e, em seguida, contou-se o total de sementes presentes em cada cem gramas de sementes pesadas.

Para caracterizção dos materiais foi feito teste de germinação no Laboratório de Sementes do DAG/UFLA segundo Brasil (1992), com quatro repetições de 50 sementes, em germinador tipo Mangelsdorf, regulado a 25°C. A semeadura foi efetuada em papel germipel umedecido com 2,5 vezes seu peso em água destilada, em sistema de rolo para as três espécies. A primeira

contagem foi efetuada aos 4 dias e a segunda contagem aos 7 dias, para as espécies *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek e *Vigna mungo* (L.) Hepper. Para a espécie *Cajanus cajan* (L.) Millsp, a segunda contagem foi aos 10 dias.

Em seguida, as amostras das três espécies estudadas foram separadas em 54 parcelas iguais (100g cada parcela) e devidamente acondicionadas em embalagens de polietileno, identificadas e armazenadas sobre refrigeração (à temperatura de ± 4-5°C) até o momento de sua utilização.

O fluxograma geral do trabalho, envolvendo três espécies de Fabaceae, *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto), *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão), pode ser visto na Figura 2.

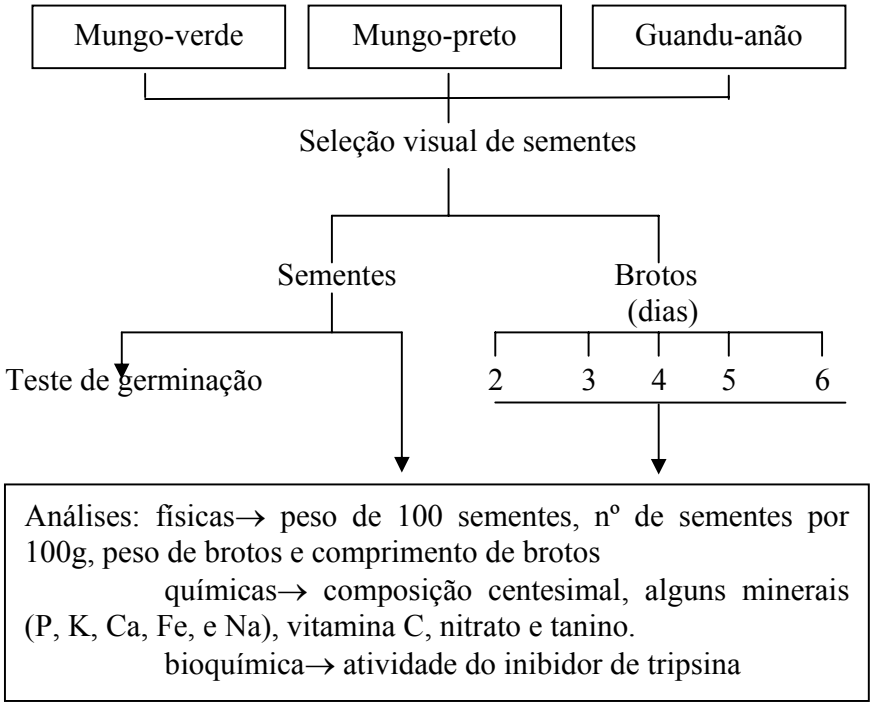

FIGURA 2 Fluxograma representativo dos procedimentos gerais do trabalho.

3.2 Obtenção dos brotos de Fabaceae

Realizou-se a seleção visual de sementes. Em pré-testes de germinação foi verificada a presença de dormência nas sementes de mungo-preto dos lotes utilizados. Dessa forma, as sementes foram submetidas ao tratamento de quebra de dormência, que se constitui na sua escarificação mecânica com lixa n° 1. Foram efetuados, posteriormente, sanitização por imersão em solução de hipoclorito de sódio a 300 ppm por 10 minutos e lavagem com excesso de água, embebição por 10 horas em água potável à temperatura ambiente e, em seguida, germinação na ausência de luz (25ºC) por 2, 3, 4, 5 e 6 dias. Durante o período de germinação, água foi borrifada sobre as amostras, três vezes ao dia.

As sementes foram germinadas 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. Utilizaram-se recipientes esterilizados, de polietileno, com furos na parte inferior para drenagem da água. O material germinado por 2, 3, 4, 5 e 6 dias foi, no final do período, imediatamente congelado e liofilizado ou seco em estufa a 65ºC. Sementes não germinadas serviram como controle.

O fluxograma dos principais passos para a obtenção dos brotos das três espécies de Fabaceae, *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek (mungo-verde*), Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto)*, e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão), encontram-se na Figura 3.

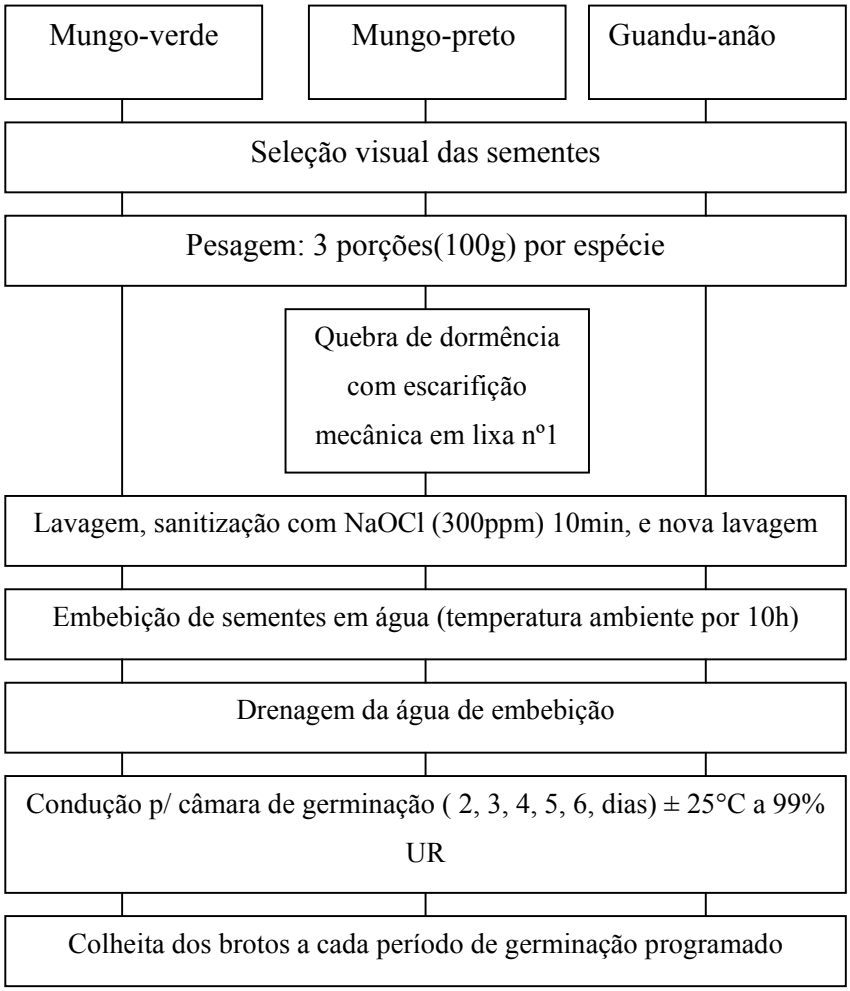

FIGURA 3 Passos para a obtenção dos brotos de Fabaceae

3.3 Peso, rendimento e comprimento de brotos

O peso de brotos foi determinado segundo metodologia de Hsu et al. (1980), pela pesagem direta de brotos obtidos de 100g de sementes e o rendimento obtido pela comparação do peso dos brotos com o peso das sementes. Aleatoriamente, 10% de brotos foram selecionados de cada tratamento, para medir o comprimento total do broto em centímetros (cm), considerando o início da raiz até o folíolo.

3.4 Composição centesimal

A determinação da umidade das sementes das três espécies de Fabaceae e seus respectivos brotos foi realizada em estufa a 105ºC, tendo quantidade conhecida de amostra sido seca até peso constante e a umidade sido obtida por diferença de peso (AOAC, 1995).

A proteína foi determinada pelo método de micro-Kjedahl, conforme procedimentos da AOAC (1995). Após digestão da amostra com sulfato de cobre, sulfato de potássio e ácido sulfúrico, procedeu-se à destilação e, em seguida, à titulação, com a solução de ácido clorídrico. Os resultados foram expressos em g/100g de matéria seca (MS), empregando-se 6,25 como fator de conversão de nitrogênio em proteína.

A fibra foi determinada pelo método gravimétrico, após a hidrólise ácida, segundo metodologia descrita por Van de Kamer & Van Ginkel (1952).

O extrato etéreo (material lipídico) foi determinado pela extração das amostras com éter etílico, usando aparelho de Soxhlet e os resultados foram expressos em g/100g MS (AOAC, 1995).

Os resíduos minerais fixos (cinzas) foram determinados pelo método gravimétrico, pela incineração das amostras até que o material (cinzas) se mostrasse claro ou ligeiramente acinzentado, usando aquecimento a 550ºC,

conforme método do Instituto Adolfo Lutz (1985). Os resultados foram expressos em g/100g matéria seca.

O extrato não nitrogenado (ENN) foi calculado por diferença: ENN = 100 - (umidade + proteína + fibra + extrato etéreo + cinzas).

3.5 Minerais

As determinações de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), ferro (Fe), e sódio (Na) da semente e dos brotos, de cada período de germinação estudado, foram realizadas segundo Sarruge & Haag (1974) e Malavolta et al. (1989). 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. O resultado foi expresso em mg/100g de matéria seca.

3.6 Vitamina C

Determinou-se o teor de vitamina C total das sementes e dos brotos de cada período de germinação estudado, pelo método colorimétrico de Roe e Kuether, descrito por Strohecker & Henning (1967). Extraiu-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 ácido ascórbico como padrão.

3.7 Atividade do inibidor de tripsina

A atividade do inibidor de tripsina foi determinada, na semente e nos brotos (germinados por 2, 3, 4, 5 e 6 dias), segundo técnica descrita por Kakade

et al. (1969) e Kakade et al. (1974). As amostras foram extraídas com solução de NaOH 0,01N, em agitação magnética. Após agitação, uma alíquota do sobrenadante foi usada no ensaio enzimático, empregando-se o benzoil-DL-arginina-p nitroanilida (BapNA) como substrato e a enzima tripsina. A leitura da mistura foi feita a 410 nm. A atividade do inibidor de tripsina foi expressa em termos de unidade de tripsina inibida (UTI)/mg de matéria seca.

3.8 Compostos fenólicos

Os compostos fenólicos foram extraídos das sementes e dos brotos de cada período de germinação estudado, segundo a técnica de Deshpande et al. (1986). Foram feitas três extrações sucessivas com metanol 50%. A determinação foi feita pelo método de Fólin Denis, descrito pela AOAC (1995) e os resultados expressos em mg de ácido tânico/100g de matéria seca.

3.9 Nitrato

O nitrato foi extraído nas sementes e nos brotos, conforme metodologia descrita por Cataldo et al. (1975), a 45ºC, com água deionizada. Na dosagem, um complexo é formado pela nitração do ácido salicílico sob condições altamente ácidas, o qual pode ser lido a 410 nm soluções básicas (pH maior que 12). A absorbância do material é diretamente proporcional à quantidade de nitrato presente, sem a ocorrência da interferência de íons amônio, nitrito ou cloro. Empregou-se, como padrã,o o KNO_3 e os resultados foram expressos em mg de nitrato/100g de MS.

3.10 Análises estatísticas

O experimento constou de dois modelos experimentais. Foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados, em esquema fatorial em três espécies e seis épocas de geminação (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 usuais do *software* Sisvar (Ferreira, 2000).

Modelo estatístico 1: $Y_{ijk} = \mu + \gamma_k + \alpha_i + \beta_j + \alpha\beta_{ij} + e_{ijk}$

Y_{ijk} = valor da parcela que recebe a espécie i, época j no bloco k.

μ = constante geral

γ_k = efeito do bloco k (k= 1,...,3)

α_i = efeito do fator espécie i (i= 1,....,3)

β_j =efeito do fator época j (j = 1,....,6)

$\alpha\beta_{ij}$ = efeito da interação entre a espécie i com a época j

e_{ijk} = erro experimental

Modelo estatístico 2 : $Y_{ijk} = \mu + \alpha_i + e_{ij}$

Y_{ijk} = valor observado na parcela que recebe a espécie i

μ = constante geral

α_i= efeito do tratamento espécie i (i = 1,...3,)

eij = erro experimental

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Teste de germinação, peso de 100 sementes e número de sementes por 100 gramas

Os valores médios da percentagem de germinação, peso de 100 (cem) sementes e número de sementes em cada cem gramas de sementes, de três espécies e de Fabaceae estudadas, encontram-se na Tabela 1.

TABELA 1 Porcentagens de germinação, peso de 100 sementes (g) e número de sementes por 100g, de três espécies de Fabaceae *Vigna radiata*(L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto), *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão).

Fabaceae	Germinação (%)	Peso de 100 sementes (g)	Número de sementes por 100g
Mungo-verde	89,00	7,25	1381
Mungo-preto	63,50	5,33	1886
Guandu-anão	79,50	7,04	1421

Observa-se, pela Tabela 1, que o percentual de germinação das sementes estudadas variou de 63,5% a 89%. O percentual de germinação do mungo-preto, de 63,5%, foi devido à problema de dormência na semente. As sementes adequadas para a produção de brotos devem possuir boa porcentagem de germinação e um bom vigor, bem como estar isentas de qualquer produto químico (Duque et al., 1987).

Hsu et al. (1980), estudando efeito do enxágüe e da solução de cloro sobre porcentagem de germinação de sementes, constataram valores variando em torno de 83,3% de germinação das sementes de ervilha (solução de cloro a 200ppm somente para enxágue) a 94% de germinação (solução de cloro de 200 ppm para embeber a semente e enxágüe em água de torneira).

Considerando que as sementes no presente estudo são orgânicas, ou seja, não possuem nenhum tipo de tratamento químico e nem sofreram nenhum tipo de tratamento antes do teste de germinação (como quebra de dormência, no caso do mungo-preto), o valor de mungo-preto (63,5% de germinação) não pode ser considerado baixo, nem do guandu-anão (79% de germinação). O valor de 89% de germinação para o mungo-verde se encontra dentro da faixa estudada por Hsu (1980).

Vilas Boas et al. (2002), estudando tempo de germinação e características químicas, físicas e sensoriais em brotos de soja e milho em formas isoladas e combinadas, verificaram porcentagem de brotamento (germinação) nos tempos de germinação estudados e encontraram valores de 73% de germinação para soja, aos 3 dias de germinação, um aumento no quarto dia para 88% de germinação, queda no quinto dia, para 84% e continuou diminuindo até 82% de germinação para a soja, aos 6 dias de germinação. Para o milho, observaram valores em torno de 98,67% de germinação no terceiro dia de germinação, 93,33% no quarto e quinto dias e, finalmente, no sexto dia, 94,67% de germinação.

Ambrosano (2003), estudando cultivares de feijão-mungo da espécie *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek, verificou que a média de germinação foi em torno de 86,41%. Valor semelhante ao observado neste presente estudo.

Quanto ao peso de 100 sementes, em ordem crescente, é fácil observar que a semente da espécie mungo-preto apresentou o menor peso (5,32g/100 sementes), seguida pela do guandu-anão (7,06g/100 sementes) e, em seguida, o mungo-verde (7,25g/100 sementes), indicando diferenças no tamanho das sementes de mungo-preto em relação às de mungo-verde e de guandu-anão.

Lin & Alves (2002), estudando o comportamento de linhagens de feijão mungo [*Vigna radiata* (L) R. Wilczek], em Santa Catarina, observaram valores no peso de 100 sementes em torno de 3,38g (linhagem ML267) a 7,64g (linhagem VC4386), no primeiro experimento; no segundo experimento, valores de 3,30g (linhagem ML267) a 7,64g (linhagem VC4386) e, no terceiro experimento, valores variando de 4,45g (linhagem VC4503) a 6,38g (linhagem VC3541).

Ambrosano (2003) observou, em 12 cultivares de feijão-mungo, a média do peso de 100 sementes em torno de 5,4g, semelhante aos resultados apresentados neste estudo.

Duque et al. (1987), estudando 21 cultivares de feijão mungo-verde [*Vigna radiata* (L) R. Wilczek], em Itaguaí, RJ, verificaram que o peso de 100 sementes variou em torno de 2,90g (cultivar V2272) a 7,3g (cultivar V3726). Esses resultados são semelhantes aos encontrados neste estudo.

Vieira & Nishihara (1992), estudando o comportamento de cultivares de feijão-mungo, em Viçosa, MG, verificaram, em três ensaios, valores para peso de 100 sementes em torno de 3,7g (cultivar KY1380) a 6,4g (cultivar KY2184 e VC3920), no primeiro ensaio; 4,2g (cultivar KY 2273) a 6,7g (cultivar KY2184) no segundo ensaio e 3,0g (cultivar V2984) a 5,8g (cultivar KY2184) no terceiro ensaio, valores inferiores aos do presente estudo.

Vieira et al. (2003), estudando o cultivo de feijão mungo-verde (*Vigna radiata*), observaram peso de 100 sementes em torno de 3,5g (cultivar Ouro Verde) a 6,5g (cultivar VC3902).

Barcelos (1998), estudando características da soja em cinco estádios de maturação (estádios de colheitas), verificou peso de 100 sementes em matéria seca variando de 7,07g (primeiro período de colheita) a 16,37g (último dia de colheita). Em comparação com o estudo presente, pode-se observar que o peso de sementes de soja é maior em relação ao peso das sementes de mungo-verde, que apresentou média de peso em torno de 7,25g; mungo-preto com valor de 5,32g e guandu-anão com 7,06g. Esta mesma autora verificou também o peso de 100 sementes, do guandu IAC Fava Larga em matéria seca e apresentou valores em torno de 7,53g no primeiro período de colheita a 12,48g para último período de colheita.

Essa elevada diferença de peso entre diferentes variedades mostra o quanto é importante o tamanho da semente para a obtenção de brotos com melhor aceitação. Sementes maiores produzem brotos maiores e vice-versa, estes últimos com aparência mais aceitável.

Vale salientar que a variedade de guandu utilizada no presente trabalho é diferente (variedade de tamanho reduzido), em termos de tamanho, da variedade estudada por Barcelos (IAC-Fava Larga) (1998).

Singh et al. (1989) verificaram, para sementes de guandu (não anão), peso de 100 sementes em torno de 11g e, para sementes de mungo-preto, valores em torno de 4,5g, em média.

Para o número de sementes por 100 gramas, nota-se que as espécies variaram, aproximadamente, de 1.381 sementes por 100 g a 1.886 sementes por 100g.

Ambrosano (2003), estudando 12 cultivares de feijão-mungo da espécie *Vigna radiata* (L.) R.Wilczek, verificou média do número de sementes por 100 gramas, em torno de 1.923 sementes.

4.2 Comprimento, peso e rendimento de brotos

Os valores médios do comprimento de brotos por 2, 3, 4, 5, e 6 dias (brotos) de três espécies de estudadas encontram-se na Tabela 2

TABELA 2 Comprimento médio de brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação de três espécies de Fabaceae, *Vigna radiata*(L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto), *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão).

	Comprimentos dos brotos (cm)				
	Tempos (dias) de germinação (brotos)				
Fabaceae	2	3	4	5	6
Mungo-verde	2,20[a]	4,50[a]	4,70[a]	6,20[a]	13,80[b]
Mungo-preto	3,17[a]	4,10[a]	5,87[a]	7,10[a]	17,20[a]
Guandu-anão	2,00[a]	4,10[a]	6,03[a]	7,17[a]	8,17[c]
Amostra comercial (moyashi) *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek					9,87
C.V.%	11,02				

C.V = coeficiente de variação

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

Os comprimentos dos brotos identificados na Tabela 2 mostram que, entre as espécies, não se detectaram consideradas alterações, exceto no período que compreendeu o sexto dia de germinação, quando guandu-anão apresentou a menor média (8,17 cm) e o mungo-preto obteve a maior média (17,20 cm).

A análise de regressão do comprimento de brotos por 2, 3, 4, 5, e 6 dias das três espécies de Fabacea estudadas encontra-se na Figura 4.

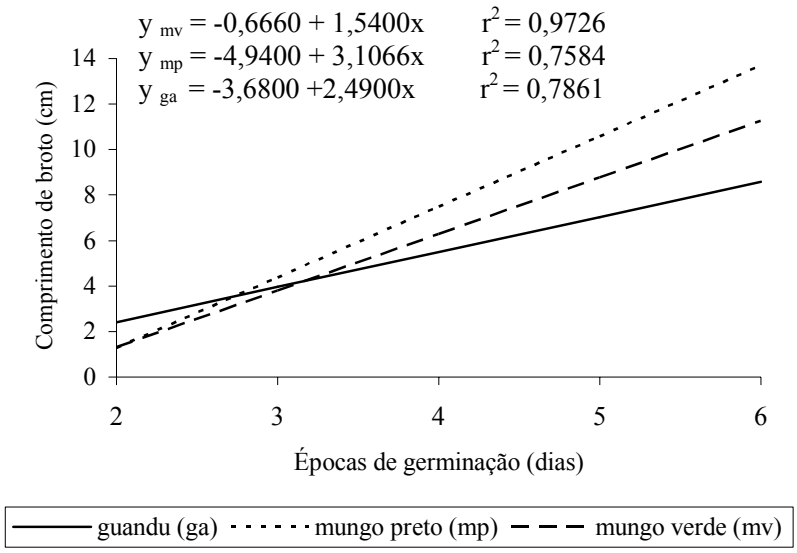

FIGURA 4 Comprimento de brotos das três espécies estudadas, a cada dia de germinação.

Os comprimentos dos brotos aumentaram progressivamente durante os seis dias de germinação, salientando que, no sexto dia, os brotos de mungo-preto e mungo-verde cresceram mais, em relação ao broto de guandu-anão. Tal diferença deve-se, provavelmente, aos diferentes gêneros utilizados neste estudo.

Hsu et al. (1980) estudaram comportamento de ervilhas germinadas e mediram o tamanho de hipocótilos das plântulas com quatro dias de germinação. Estes autores observaram valores variando em torno de 4,43cm (lavagem manual com solução de cloro a 200ppm) a 5,84cm (somente enxaguadas com água de torneira para posterior germinação). Neste estudo, foram medidos os brotos de mungo-verde, mungo-preto e guandu-anão em toda a sua porção (raiz até folíolo), registrando valores, aos quatro dias, variando de 4,70cm (mungo-verde) a 6,03cm (guandu-anão) e que, segundo a estatística, não se diferenciaram ($p>0,05$).

Com o processo de germinação de sementes é interessante observar a ocorrência de mudanças, inicialmente com a protusão da radícula, que é dita raiz primária, o aparecimento do hipocótilo e de cotilédones e de outras partes dentro de determinado período de tempo, transformando-a em brotos, ditos hortaliças não convencionais (Yuyama, 1997).

O processo de germinação de sementes inicia-se com o rompimento do seu tegumento, evidenciando, primeiramente, a radícula. Sob condições ideais para a germinação, ou seja, umidade suficiente, oxigênio e temperatura controlada (e neste estudo foram minuciosamente controlados os referidos parâmetros), nota-se rápido crescimento do eixo embrionário hipocótilo-radícula. Para o gênero Vigna (mungo-verde e mungo-preto), na germinação caracterizada como epígea, observa-se considerado crescimento do hipocótilo abaixo dos cotilédones da planta e rápido crescimento do epicótilo acima dos

cotilédones ocorre no gênero Cajanus (guandu-anão), cuja germinação é denominada hipógea.

Vilas Boas et al. (2002), estudando média do comprimento de brotos de soja e milho, observaram valores para a soja variando em torno de 4,30cm (3 dias de germinação) a 9,80cm (6 dias de germinação) e, para milho, a variação de 3,74cm (3 dias de germinação) a 12,47cm (6 dias de germinação) de germinação. Nota-se que a variação na semente de milho, durante o processo de germinação, foi maior que a da soja e estes valores, quando comparados com os do presente estudo, em que mungo-verde variou de 4,50cm (3 dias de germinação) a 13,80cm (6 dias de germinação), mungo-preto variou de 4,10cm (3 dias de germinação) a 17,20cm (6 dias de germinação) e guandu-anão variou de 4,10 cm (3 dias de germinação) a 8,17cm (6 dias de germinação), fica claro que, no terceiro dia, os dois estudos seriam bem semelhantes se as porções que foram medidas fossem de igual tamanho. Isso porque, no presente trabalho, foi considerada toda a porção da plântula (raiz até folíolo) e Vilas Boas et al. (2002) consideraram a porção sem raiz. Por isso, no sexto dia de germinação, valores de comprimento das amostras seriam menores se fosse desconsiderada a raiz para o tamanho dos brotos, como foi feito por Vilas Boas et al. (2002).

Os valores do peso médio de sementes das três espécies de Fabaceae utilizadas neste estudo e seus respectivos brotos, durante o período de germinação, encontram-se na Tabela 3.

TABELA 3 Peso médio de brotos por 2, 3, 4, 5 e 6 dias de três espécies de Fabaceae, *Vigna radiata*(L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto), *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão), com relação às sementes.

	Peso médio (gramas) de brotos obtidos de 100g de sementes, nos períodos de germinação estudados				
	Tempo de germinação (dias) dos brotos				
Fabaceae	2	3	4	5	6
Mungo-verde	257,06[a]	295,55[a]	357,51[a]	437,75[b]	486,15[b]
Mungo-preto	253,16[a]	297,55[a]	366,55[a]	509,49[a]	617,70[a]
Guandu-anão	257,22[a]	294,01[a]	319,43[a]	335,68[c]	356,25[c]
C.V.%	9,85				

C.V.=coeficiente de variação

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

Os dados da Tabela 3 mostram que, no decorrer da germinação (início e fim considerado neste estudo), de 2 a 6 dias, o peso dos brotos do mungo-verde aumentou em torno de 1,9 vez. Por sua vez, o peso dos brotos do mungo-preto aumentou em torno de 2,5 vezes e, para o guandu-anão, 1,4 vez, o que, em ordem decrescente de rendimento dos brotos, resulta em: mungo-preto, mungo-verde e guandu-anão. Salienta-se que as sementes de mungo-preto são de tamanho mais reduzido que as demais, apresentam maior número de brotos e, conseqüentemente, maior peso de brotos, aos seis dias de gemrinação.

A análise de regressão para o parâmetro peso de brotos por 2, 3, 4, 5, e 6 dias de três espécies de Fabaceae utilizadas neste trabalho encontra-se na Figura 5 e mostrou diferença significativa entre as espécies.

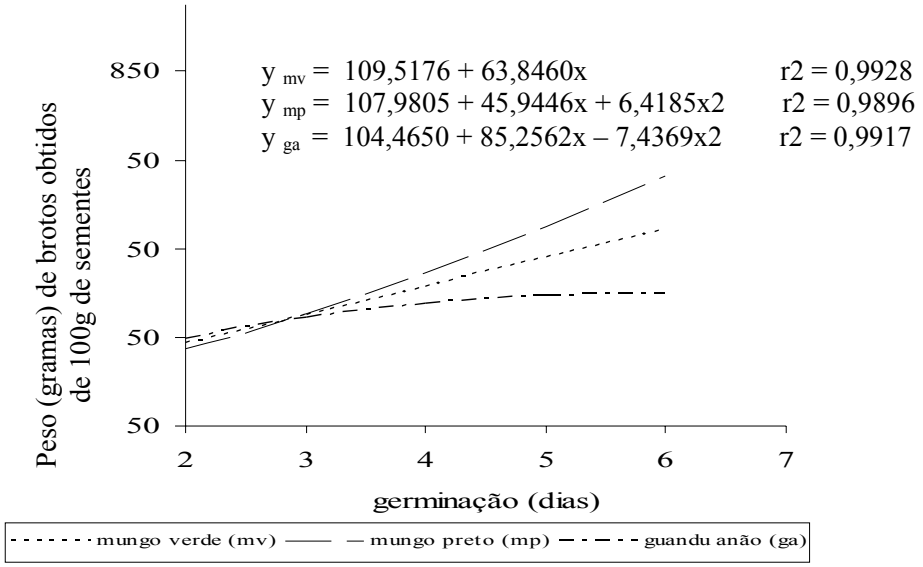

FIGURA 5 Peso (g) de brotos obtidos de 100g de sementes a cada dia de germinação estudado.

O peso de brotos nos diferentes dias de germinação mostra diferenças significativas, indicando grande rendimento de brotos, por parte das sementes, nas espécies estudadas, destacando-se o mungo-preto.

Assim como o comprimento do broto, o peso também foi aumentando, a cada dia de germinação.

É interessante observar (Figura 5) que, no sexto dia de germinação, o mungo-preto ainda tende a aumentar de peso. Para o mungo-verde, isso acontece de forma mais branda e o guandu, por sua vez, tende a se estabilizar já no sexto dia.

Vilas Boas et al. (2002) observaram, em seu trabalho com soja e milho, valor de peso de broto variando, para a soja, em torno de 0,54g (3 dias de germinação), 0,61g (4 dias de germinação), 0,71g (5 dias de germinação) e 0,81g (6 dias de germinação)e, para o milho, em torno de 0,54 (3 dias de germinação), 0,62g (4 dias de germinação), 0,64g (5dias de germinação) e 0,84g (6 dias de germinação).

Os valores médios do rendimento de sementes, de três espécies de Fabaceae *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto) *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão) utilizadas neste estudo e seus respectivos brotos, durante o período de germinação, encontram-se na Tabela 4.

TABELA 4 Rendimento médio de sementes:brotos (peso fresco) verificado ao longo da germinação (2 a 6 dias), de três espécies de Fabaceae, *Vigna radiata*(L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto) *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão).

	Rendimento semente: broto (peso fresco em gramas)		
Germinação (dias)	Mungo-verde	Mungo-preto	Guandu-anão
2	1:2,6	1:2,5	1:2,6
3	1:30	1:3,0	1:3,0
4	1:3,6	1:3,7	1:3,2
5	1:4,4	1:5,1	1:3,4
6	1:4,9	1:6,2	1:3,6

Observando-se a Tabela 4 pode-se deduzir que o tempo de germinação de 6 dias apresentou rendimento mais elevado, quando comparado aos demais dias de germinação estudados, para as três espécies, tendo sido, em ordem decrescente de rendimento (peso sementes:peso broto): mungo-preto (1:6,2), mungo-verde (1:4,9) e guandu-anão (1:3,6).

Em termos práticos, pode-se dizer que, para a espécie *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto) 1kg de semente germinada fornecerá, em média, 6,2kg de brotos; para a espécie *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek (mungo-verde), 4,9kg e, para *Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão), 1kg de semente fornecerá 3,6 kg de brotos, em seis dias de germinação.

Ambrosano et al. (2003), trabalhando com 12 cultivares de feijão-mungo (*Vigna radiata*), encontraram o rendimento (semente:broto) variando de 1:6 (cultivar M-148) a 1:9,4 (cultivar M-22). Esta variação no rendimento mostrou-se bem acima do rendimento semente:broto encontrado neste trabalho (Tabela 4). Estes autores relataram que o rendimento semente:broto é alto, podendo-se produzir, com 1kg de semente, de 5 a 12 kg de brotos. Esse rendimento depende da espécie utilizada e do tempo de germinação.

A água utilizada no processo de germinação é o constituinte que mais contribui para a elevação do peso dos brotos, não devendo ser escassa ou em excesso. A germinação proporciona uma modificação na estrutura física da matéria-prima em questão, ou seja, sementes rígidas (grãos) são transformadas em brotos, os quais são inseridos no grupo das hortaliças, conforme Yuyama (1997). Frente a essa mudança (da forma de grão para a forma de broto), muda-se também a maneira como esse alimento deve ser consumido, podendo ser de forma individualizada ou juntamente com outros vegetais, como saladas, necessitando de tempo bem mais reduzido para a cocção.

Vieira et al. (2001) relata que brotos de mungo, após 4 a 5 dias de germinação, apresentam rendimento em torno de 1:4 a 1:8 peso semente:peso broto.

Adsule et al. (1986) citam que 1kg de sementes secas produzem, aproximadamente, de 6 a 8 kg de brotos

Fordham et al. (1975) observaram a composição nutricional de sementes e respectivos brotos germinados por um período de 4 a 6 dias, estipulando condições para a germinação de sementes, como tempo de embebição, meio de embebição, tempo de brotação e lavagem. Estes autores observaram que, para o mungo-verde, com tempo de 6 horas de embebição em água, por 3 e 4 dias de germinação sem nenhuma lavagem, o percentual de rendimento foi de 80%. Quando se considera o rendimento do presente trabalho, nota-se, aos 3 e 4 dias de germinação, baixo rendimento em relação ao trabalho de Fordham et al. (1975).

Conforme Kylen & McCready (1975) e Duque et al. (1987), os brotos devem ser consumidos frescos, não sendo conveniente armazená-los por muito tempo. Eles podem ser consumidos crus e ou cozidos, em forma de salada ou levemente refogado, para que se aproveitem ao máximo as vitaminas, as enzimas e os sais minerais neles contidos.

O processo de germinação consiste em fazer germinar os grãos sob condições controladas, de modo a obterem-se as plântulas sem tegumento da casca aderente e sem pigmentos, garantindo, assim, sabor e consistência característicos e agradáveis. Deve-se ter o cuidado com o seu consumo na forma crua, devido a substâncias antinutricionais termolábeis que devem ser consideradas.

Os grãos de Fabaceae e seus respectivos brotos, com seis dias de germinação, estão ilustrados na Figura 6.

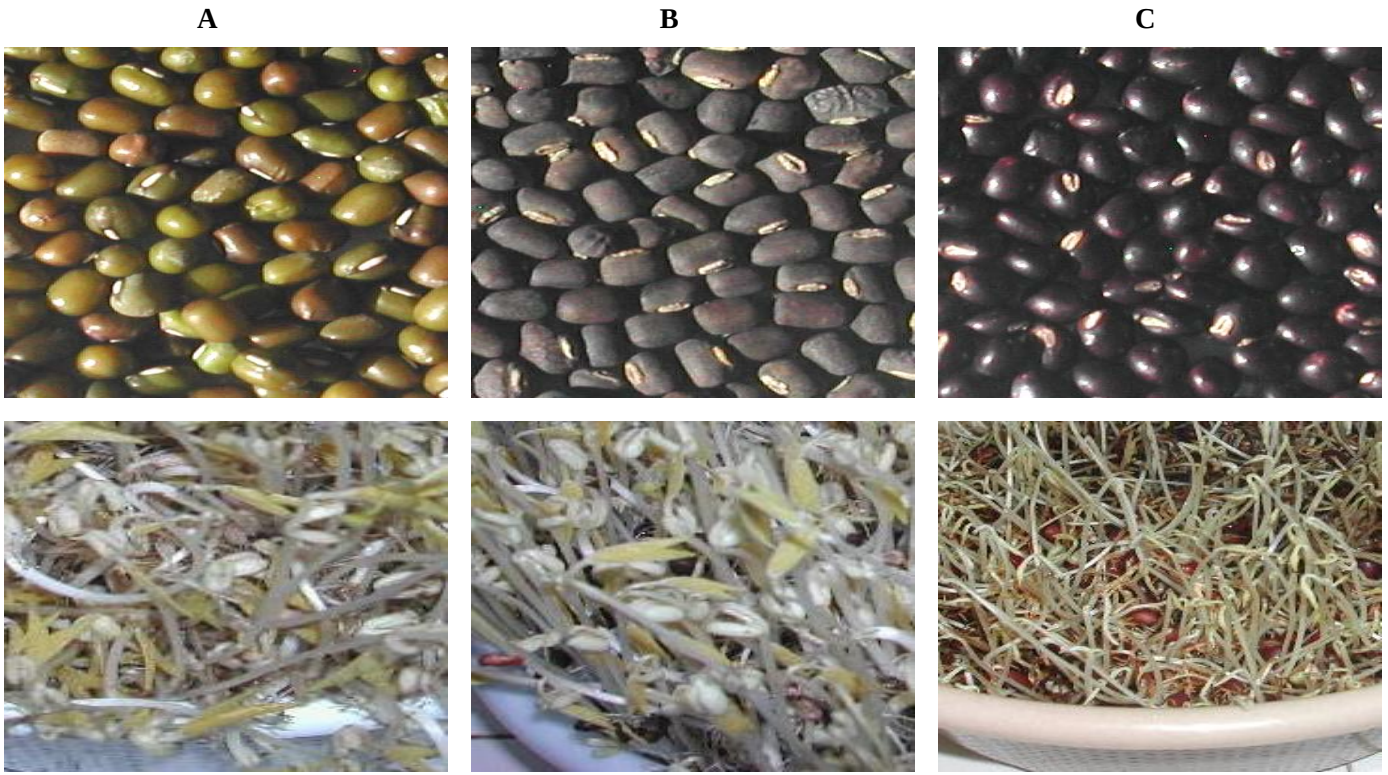

FIGURA 6: Ilustração dos grãos (parte superior) e respectivos brotos (parte inferior) das três espécies estudadas, A *Vigna radiata* (L.) R.. Wilczek (mungo-verde), B *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto) e C *Cajanus* cajan (L.) Millsp (guandu-anão).

4.3 Composição centesimal

Os valores médios da composição química das sementes das três espécies de Fabaceae estudadas e dos respectivos brotos, por 2, 3, 4, 5, e 6 dias, encontram-se na Tabela 5.

TABELA 5 Composição química média das sementes e respectivos brotos, por 2, 3, 4, 5 e 6 dias, de três espécies de Fabaceae estudadas, *Vigna radiata*(L.) R. Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto) *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão) e de amostra comercial *Vigna radiata* (L.) R. Wilczek (moyashi), em matéria seca (MS) (%) e matéria integral (MI) (%).

C.V.%	Componentes químicos	Fabaceae	Teores médios dos constituintes químicos													
			Tempo de germinação (dias) de brotos													
			Semente não germinada		2		3		4		5		6		Broto de feijão comercial (moyashi) *V radiata* (L.) R. Wilczek	
			MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI	MS	MI
		Mv	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		
		Mp	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	Ga	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
		Mv	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		
		Mp	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		
	Lipídeo	Ga	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
		Mv	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		
		Mp	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	Ga	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
		Mv	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		
		Mp	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	Ga	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
		Mv	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		
		Mp	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	Ga	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
		Mv		7,88[b]		72,61[a]		75,85[a]		83,96[a]		85,51[b]		90,93[a]		-
		Mp		9,14[b]		72,69[a]		75,64[a]		83,10[a]		89,06[a]		91,57[a]		
	Umidade	Ga		14,56[a]		68,72[b]		72,84[b]		78,14[b]		80,51[c]		82,15[b]		-
1,96	g/100g	com														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 de significancia.

Verificou-se, com o processo de germinação das sementes, uma interessante mudança física, pois as Fabaceae, inicialmente com aparência de grão, apresentam-se já, mesmo nos dois primeiros dias e ao longo do processo germinativo predeterminado, um aspecto característico inicial de brotos.

Essa mudança física de semente para forma de broto, conseqüentemente, promove alterações na composição química do material e mudanças na textura, sendo necessário mudar o processo de armazenamento e de cozimento para o consumo humano.

Do ponto de vista do produtor de brotos de Fabaceae, observa-se que, provavelmente, este visará produto de maior peso, pois, terá valor mais elevado quando for comercializado, e, sob o aspecto nutricional protéico ou de outros componentes químicos, observa-se que, quanto aos teores de proteína, o broto com 6 dias de germinação apresenta, na matéria seca, 40,18% de proteínas (mungo-verde), 39,08% de proteína (mungo-preto) e 36,70% de proteína (guandu-anão), respectivamente (Tabela 5). Este estádio (6 dias) foi o que apresentou maior teor de proteína, quando comparado aos demais estádios de germinação. Porém, as vitaminas e os minerais são nutrientes cuja presença é mais relevante em hortaliças e, neste estudo, foram determinados os teores de vitamina C e dos minerais fósforo, cálcio, sódio, potássio e ferro. Deve-se destacar que, à medida que os dias de germinação foram aumentando, os teores de vitamina C aumentaram

Os valores médios (%) dos constituintes químicos presentes nos grãos das Fabaceae das três espécies em estudo (Tabela 5) apresentaram-se diferentes ($p \leq 0,05$), em ordem decrescente, os teores protéicos foram de 29,22%, para o mungo-verde (MS), 25,26% para mungo-preto (MS) e de 22,54% para o guandu-anão (MS)

As espécies guandu-anão e mungo-verde apresentaram teores de cinza em torno de 2,4% ($p > 0,05$), enquanto que, para o mungo-preto, foi de 2,2%, teores estes muito semelhantes.

O teor de fibras do grão do guandu-anão foi elevado ($p \leq 0,05$) em relação às demais espécies estudadas.

Os teores de lipídios apresentaram-se diferentes, nas três espécies ($p \leq 0,05$).

Os valores do ENN (representativo da fração glicídica) dos grãos foram (Tabela 5) de 65,92% (mungo-preto), 64,69% (guandu-anão), e 62,92% (mungo-verde).

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 5).

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 na água borrifada, durante todo o processo de germinação tenha contribuído para esta elevação.

A análise de regressão de umidade de sementes e brotos com 2, 3, 4, 5, e 6 dias de germinação de três espécies de Fabaceae estudadas encontra-se na tabela 7.

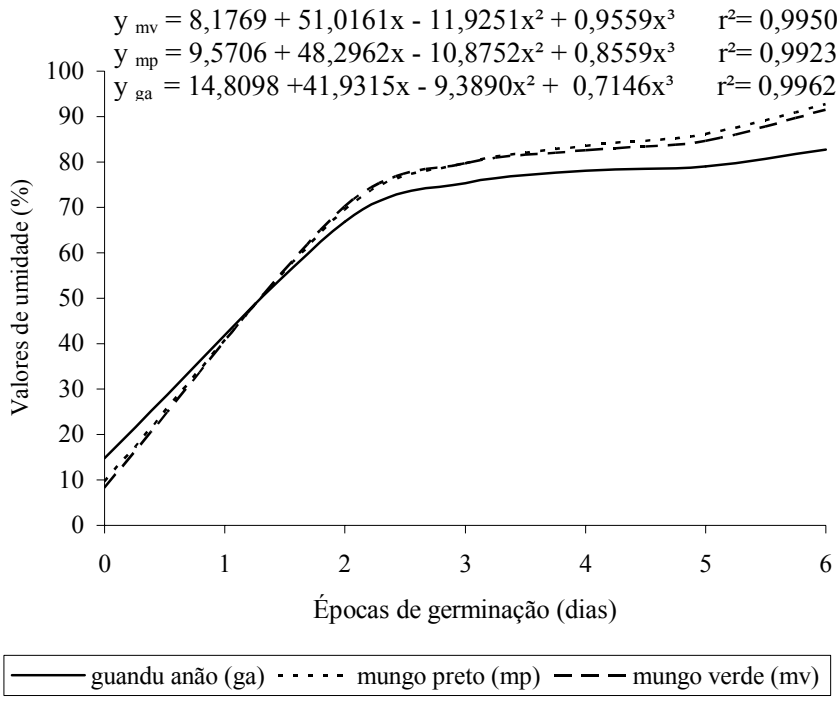

FIGURA 7. Relação entre dias de germinação e valores de umidade de grãos de Fabaceae e respectivos brotos.

O conteúdo de umidade dos brotos cresce progressivamente com o tempo de germinação. A umidade das amostras das três cultivares estudadas aumenta com o tempo de germinação, sendo interessante observar que a elevação é mais brusca no início do processo, na transformação da forma de grão para os brotos, depois se mantém quase que constante e, então, sobe no sexto dia de germinação.

Brígida (2002), analisando teores de umidade em feijão-comum, observou 13,6% de umidade, valor bem alto quando comparado com o gênero mungo (7,88% para o mungo-verde e 9,14% para guandu-anão) e semelhante ao gênero Cajanus (14,56%).

Kylen & McCready (1975), estudando nutrientes em sementes e brotos (três dias) de alfafa, lentilha e feijão-mungo, observaram 10,1% de umidade nas sementes e de 86% a 91% de umidade para brotos de feijão.

Vieira & Nishihara (1992) encontrou, para feijão-mungo, 10,4% de umidade, o que corresponde aos valores encontrados neste estudo.

Fordham et al. (1975) encontraram 10,6% de umidade para sementes de mungo, valor este muito semelhante ao encontrado neste trabalho. Para umidade nos brotos (4-6 dias), encontraram 91,5%.

Sales et al. (1980) encontraram, para grãos de guandu, umidade de 11,2%, valor este baixo quando comparado com os deste estudo. Mas, vale lembrar que a umidade depende muito da época de colheita das sementes, por isso, a umidade pode variar de espécie para espécie.

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.

A análise de regressão de proteína de brotos por 2, 3, 4, 5, e 6 dias das espécies de Fabaceae estudadas neste trabalho encontra-se na Figura 8.

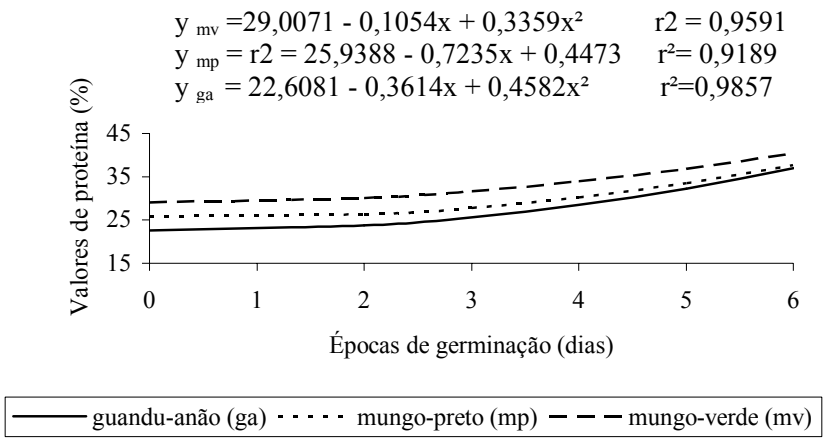

FIGURA 8 Relação entre dias de germinação e valores de proteína de sementes de Fabaceae e brotos.

O teor de proteína foi se elevando nos estádios de germinação. O mungo-verde apresentou os teores de proteína mais elevados e, no guandu-anão, os mais baixos, a não ser no quinto dia, quando o mugo-preto apresentou uma queda no valor de proteína.

Teixeira (1986), estudando espécies de Fabaceae como fonte alternativa de proteína vegetal para alimentação, encontrou valor de proteína médio em torno de 22% em grãos de *Cajanus caján* (L.) Millsp (guandu), valor muito semelhante ao encontrado neste trabalho, que foi de 22,54% de proteína para o guandu-anão. Para amostra de *Vigna spp*, Teixeira (1986) encontrou valor médio de proteína em torno de 24% na matéria seca.

Kakade & Evans (1966), estudando efeito da embebição e germinação sobre o valor nutritivo de feijão, observaram que o valor 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.

Fordham et al. (1975) observaram que o feijão-mungo tinha 26,95% de proteína na matéria seca e que, quando a semente era germinada por 3 a 4 dias, esse valor aumentava (31,76%) em comparação com a semente. Portanto, da semente para os brotos na matéria seca, pode-se observar com clareza o aumento no valor de proteína.

Considerando o presente trabalho, com três e quatro dias, na matéria seca, pode-se notar esse aumento no valor de proteína, tanto para o mungo-verde (29,22% na semente a 35,57%, com 4 dias de germinação), quanto para mungo-preto (25,26% na semente a 29,06%, com 4 dias de germinação) e guandu-anão (22,54% na semente a 28,84%, com 4 dias de germinação). Segundo Fordham et al. (1975), estes estudos mostram que a seleção de variedades de sementes para brotação pode ser uma rica fonte de nutrientes. As concentrações de proteínas e algumas vitaminas e minerais são aumentadas, podendo marcar uma considerável contribuição para a dieta humana, quando se considera a alta relação nutriente/energia em sementes brotadas.

Kylen & McCready (1975), estudando nutrientes em sementes e brotos com três dias de germinação, verificaram que a proteína aumentava nesse período. Estes autores verificaram valores de proteína com base em matéria seca, sendo o da semente do mungo de 25,47% e do broto, com três dias de germinação, de 30,49%. Esses valores são semelhantes aos do presente trabalho, em que o valor de proteína na mesma espécie também aumenta com três dias de germinação (mungo-verde 30,61% de proteína) em relação à semente (mungo-verde 29,22% de proteína).

Hsu et al. (1980) observaram, para brotos de feijão de espécies diferentes das deste estudo, valores de proteína semelhantes aos encontrados no

presente estudo, que foram aumentando com o tempo de germinação por 4 dias. Na semente de ervilha, encontraram 25,3% de proteína na matéria seca; com um dia de germinação 25,8% de proteína; com dois dias de germinação, o valor não se alterou (25,8% de proteína); com três dias de germinação, 26,7% e, no quarto dia de germinação, 26,4% de proteína na matéria seca. Em lentilhas, os valores, seguindo a mesma ordem, foram de 26,7%, 27,1%, 27,7%, 28,0% e 28,9% de proteína, respectivamente, para sementesem germinar e, com um, dois, três e quatro dias de germinação. Para feijão fava, encontrraram valores de 29,7%, 30,8%, 30,5%, 30,4% e 31,1% de proteína também, respectivamente, para a semente sem germinar e, com um, dois, três e quatro dias de geminação. É importante observar que os valores de proteína do presente trabalho, no quarto dia de germinação, são próximos aos encontrados por Hsu et al. (1980).

Donangelo et al. (1995) verificaram aumento no conteúdo de proteína, após 48 horas de germinação, trabalhando com três espécies de Fabaceae, sendo de 38,1%para a semente e 38,4% nos brotos em *L albus* cv. Multolupa; 41,1% de proteína na semente e 45,6% de proteína no broto em soja e 20,7% de proteína na semente para 21,2% de proteína no broto em feijão-preto.

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%). Estes autores relatam que esse aumento ocorre graças ao decréscimo de outros compostos durante a geminação.

Mostafa & Rahma (1987) também verificaram aumento do conteúdo de proteína em sementes de soja durante o processo de germinação por 6 dias, atribuindo-o à oxidação e ao consumo de outras classes no processo de germinação.

Khalil (2006) cita que o aumento de proteína com o processo de germinação deve-se ao fato de os carboidratos diminuírem durante essse período, pela utilização destes, pela germinação, como fonte de energia.

Chavan & Kadam (1989), estudando melhoramento nutricional de cereais por brotação, verificaram que a proteína também aumentava com a germinação e discutiram que o fato deve-se à perda de matéria seca, particularmente carboidratos, por meio da respiração durante a germinação. Citam, ainda, que altas temperaturas de germinação por longos períodos levam, em média, a grandes perdas de matéria seca e a maiores aumentos de proteína.

A análise de regressão de fração lipídica de grãos e brotos por 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação, das três espécies de Fabaceae estudadas, encontra-se na Figura 9.

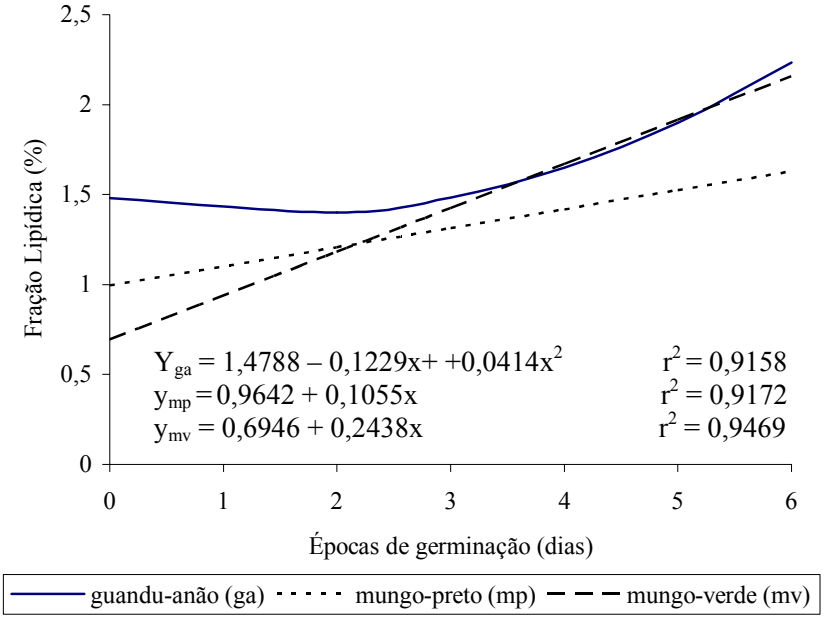

FIGURA 9 Relação entre dias de germinação e valores de extrato etéreo de sementes de Fabaceae e seus respectivos brotos.

A fração lipídica das três espécies de Fabaceae se eleva durante a germinação; para o guandu, mantém-se praticamente igual à do broto até o terceiro dia de germinação, então, após o quê, eleva-se. O mungo-preto cresce até o terceiro dia, permanecendo igual no quarto dia e, então, aumenta um pouco no quinto dia, seguindo até o sexto dia também praticamente igual. O que se modificou mais em termos de aumento de fração lipídica foi o mungo-verde, pois era a espécie que possuía menor quantidade dessa variável e, no final, ao sexto dia, quase ultrapassou o teor de lipídeo do guandu.

Apesar dessa variável (teor lipídico) ter se elevado ao longo do processo de germinação, quando se refere ao conteúdo de lipídeo na matéria integral, o

teor lipídico é baixo, devido ao elevado valor de umidade que se instala no broto, forma (broto integral e não em matéria seca) em que será consumido.

Teixeira (1986) encontrou valores de fração lipídica muito semelhantes aos do presente trabalho, para os gêneros Vigna (1,4% de lipídios) e para Cajanus (1,36% de lipídios).

Fordham et al. (1975) encontraram valor de lipídios para grão de mungo em torno de 2,4% de lipídios e 0,1% nos brotos.

Barcelos (1998), estudando grãos de guandu maiores que os do presente trabalho, relatou teor médio de lipídios de 1,64% no último período de colheita analisado (grãos na maturação de colheita).

Para fração lipídica de sementes e brotos germinados por três dias de feijão-mungo, Kylen & McCready (1975) observaram valores de lipídios em torno de 1,26% na semente e de 0,03% nos brotos (na matéria seca).

Mostafa & Rahma (1997), estudando mudanças químicas e nutricionais em soja durante germinação, observaram que mudanças significativas no conteúdo de óleo ocorrem graças ao processo de germinação durante os quatro primeiro dias. Leves decréscimos de 5,37% de óleo e 7,69%, respectivamente, foram verificados no quinto e no sexto dia de germinação. Relatam os autores que os decréscimos são atribuídos ao fato de a germinação utilizar o óleo como fonte de energia e ou síntese de certas estruturas constituintes em plântulas jovens. No entanto, Vilas Boas et al. (2002) observaram uma queda de lipídios em grãos de milho até o quinto dia de germinação e, em seguida, um aumento no sexto dia. Para sementes de soja, observaram queda da fração lipídica com o processo de germinação (18,85% com três dias de germinação a 10% de lipídios no sexto dia de germinação), com pequeno aumento, no quinto dia, de 15% de lipídios.

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 allbus* cv. Multolupa variou de 7,4% de lipídios nas sementes para 7,6% de lipídios nos brotos na matéria seca; *Glycine max* (L.) Merril (soja) variou de 21,1% de lipídios nas sementes a 22,4% de lipídios nos brotos e *Phaseolus vulgaris* variou de 1,4% de lipídios na sementes e 1,8% de lipídios no brotos).

Bates et al. (1977), estudando soja em maturidade jovem, de colheita e brotos por 4 dias de germinação, verificaram que, germinados, aumentaram valores de lipídios em relação aos grãos verdes e no ponto de colheita, tendo a variação sido em torno de 20,5% para grãos verdes, 21,0% no ponto de colheita e 22,3% para brotos.

A análise de regressão de cinza de brotos por 2, 3, 4, 5, e 6 dias de germinação das três espécies de Fabacea estudadas encontra-se na Figura 10.

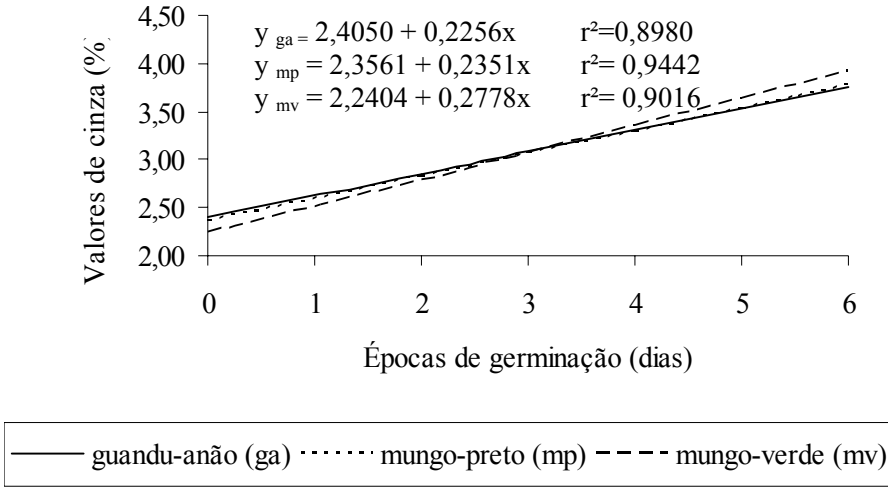

FIGURA 10 Relação entre dias de germinação e valores de cinza de sementes de Fabaceae e respectivos brotos.

O teor de cinzas cresce significativamente, por todo o período de germinação, e quase não se percebe diferença entre as espécies (Figura 8)

Singh et al. (1984), estudando qualidade nutricional de feijão-guandu, verificaram valor médio da semente em torno de 6,57% de cinza, valor este alto quando comparado ao deste estudo, que apresentou valor médio de 2,44% de cinza na mesma semente.

Kylen & McCready (1975) observaram valores de cinza de 3,7% no grão de mungo-verde e, quando o grão era germinado por três dias, o valor tinha uma queda para 4,26% de cinza. Portanto, fica demonstrado que houve aumento durante o processo de germinação, sendo igual ao do presente trabalho (Tabela 5).

Fordham et al. (1975) observaram, para a semente de mungo, valores de cinza em torno de 3,47% na semente e 9,4% de cinza no broto, no período de 4

dias de germinação na matéria seca, confirmando ter havido aumento, assim como no presente trabalho.

Sales et al. (1980), trabalhando com feijão-guandu, observaram valor de cinza no grão em torno de 2,68% na matéria seca. Comparado ao trabalho em questão, o valor é alto (Tabela 5).

Donangelo et al. (1995), trabalhando com três espécies de Fabaceae, por 48 horas de germinação com base na matéria seca, também verificaram aumento do teor de cinza durante o processo de germinação para dois deles. Em *L. albus* cv. Multolupa, a variação foi de 3,5 % de cinza na semente e 3,6% de cinza no geminado; 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.

A análise de regressão de fibra de sementes e brotos de 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação de três espécies de Fabaceae estudadas encontra-se na Figura 11

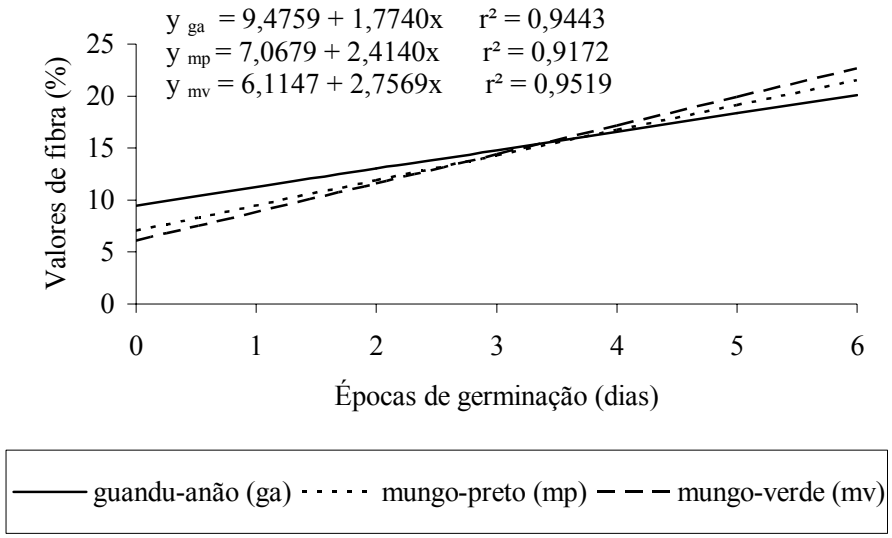

FIGURA 11 Relação entre dias de germinação e valores de fibra de sementes e respectivos brotos.

Pode-se notar, com o processo de germinação dos grãos, que os valores da variável fibra cruzaram-se em relação aos dois gêneros em estudo. Os dos feijões-mungo (*Vigna radiata, Vigna mungo)* se elevaram constantemente, até ultrapassarem o teor de fibra do guandu (*Cajanus cajan),* que se elevou até o terceiro dia de germinação, sendo maior que o mungo e, depois, apresentou uma queda ao quarto dia de germinação.

Kylen & McCready (1975) observaram queda nos valores de fibra sendo, 5,45% na semente de feijão-mungo com base em matéria seca e, para o broto com três dias de germinação, 4,2% de fibra. Estes valores são contrários ao do presente trabalho, em que foi observado aumento considerável de fibras (Tabela 5).

Barcelos (1998), estudando composição química do feijão-guandu, cru e enlatado, em cinco dias de colheita, observou valores de fibra, para o guandu cru, variando em torno de 7,86% a 8,51%, bem mais baixos quando comparados com os deste trabalho, de 8,89% de fibra na matéria seca da semente e 20,59% de matéria seca, no sexto dia de germinação.

A análise de regressão de fração glicídica de sementes e brotos de 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação de três espécies de Fabacea estudadas encontra-se na Figura 12.

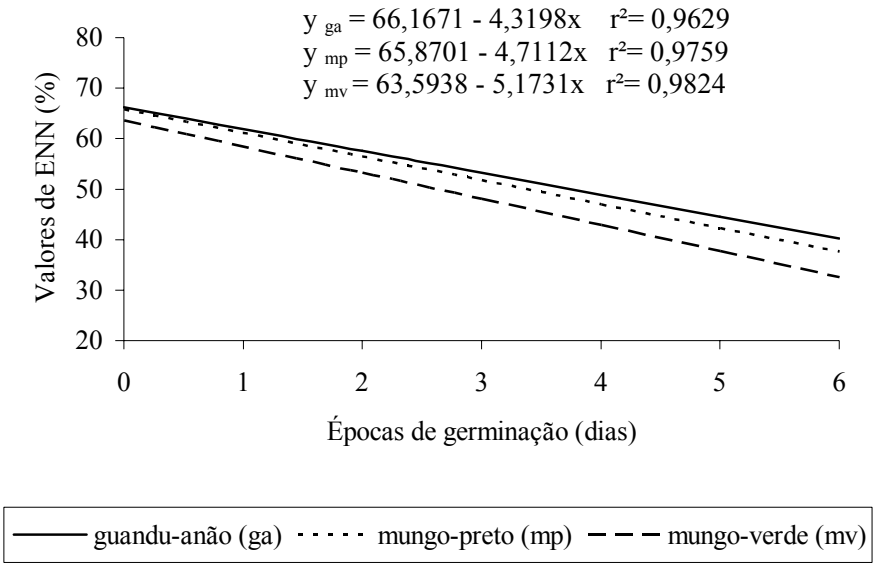

FIGURA 12 Relação entre dias de germinação e valores de fração glicídica de sementes de Fabaceae estudadas e respectivos brotos**.**

A fração glicídica é de 64,9% para o feijão-mungo e de 64,0% para guandu, segundo Chiradia & Gomes (1997).

Sales et al. (1980), estudando valor nutricional e organoléptico de grãos de guandu, constataram 64,19% de carboidratos totais na matéria integral, o que, comparado ao da presente pesquisa, é bem semelhante (64,69% de carboidratos).

Hamilton & Vanderstoep (1979), estudando a germinação e a composição de nutriente de alfafa, verificaram que o valor em carboidratos totais com base em matéria seca diminuiu nos brotos produzidos por três dias, em relação à semente. Os valores na semente de alfafa foram, em média, de 53,41% de carboidratos e, no broto, foram de 11,84% de carboidratos.

Comparando-se os resultados com da presente pesquisa, o mesmo ocorreu com as sementes de mungo-verde, mungo-preto e guandu-anão (Tabela 5).

Donangelo et al. (1995) observaram aumento do conteúdo de carboidratos durante o processo de germinação por dois dias, para a espécie *L albus* cv. Multolupa, de 46,9% de carboidratos na semente para 49,2% no broto. Mas, para feijão-preto e soja, estes autores verificaram queda desses carboidratos, para soja, de 24,8% de carboidratos na semente e 20,6% no broto e, em feijão-preto, 65% de carboidratos na semente e 63% de carboidratos no broto.

Miranda & El-Dash (1998), estudando farinha de trigo integral controle (sem germinar) e de trigo germinado por 48 horas, 72 horas e 96 horas, encontraram composição em carboidratos de 86,47%, 85,66%, 85,55% e 85,46%, respectivamente, seguindo a mesma tendência dos dados deste trabalho.

4.4 Minerais e vitamina C

Os valores médios dos minerais, potássio e sódio das sementes de três espécies de Fabaceae, estudadas e seus respectivos brotos encontram-se na Tabela 6.

TABELA 6 Valores médios (% na matéria seca) de minerais, sódio e potássio das sementes 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.

Pelo fato de não terem sido detectadas diferenças significativas entre a interação espécies de feijões versus época de germinação, mas somente diferença significativa entre as espécies estudadas *Vigna radiata* (L.) R.Wilczek (mungo-verde), *Vigna mungo* (L.) Hepper (mungo-preto) *e Cajanus cajan* (L.) Millsp (guandu-anão), foram colocados, na Tabela 6, apenas os valores médios gerais destes dois micronutrientes (K e Na). Entre as espécies, a que possui maior quantidade de potássio é o guandu e a menor, o mungo-preto. O inverso foi observado para os teores de sódio, tendo o mungo-preto apresentado maior porcentagem e o guandu foi igual ao mungo-verde, estatisticamente.

Assim como as espécies, as épocas de germinação também mostraram diferença significativa, como pode ser mostrado na análise de regressão para valores de potássio. O resultado está apresentado na Figura 13

.

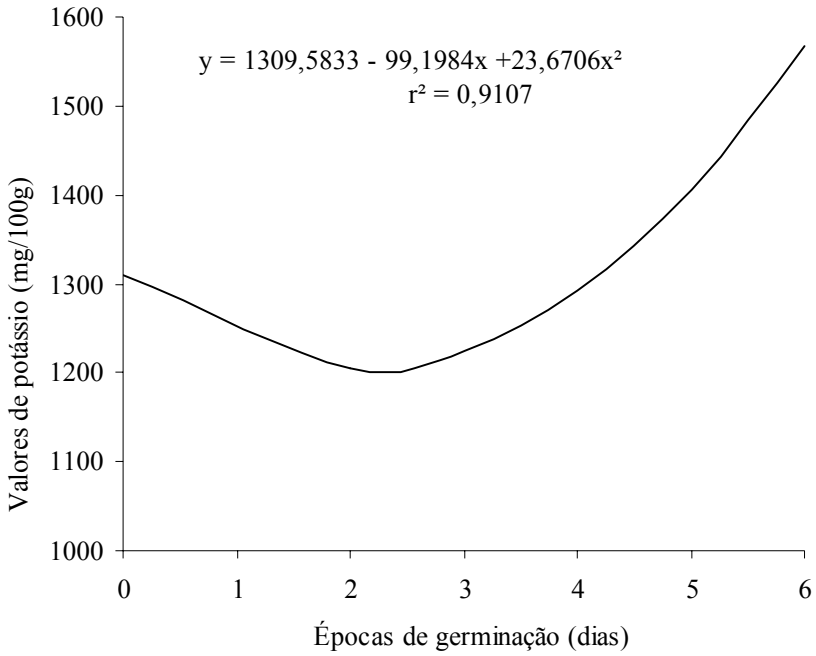

FIGURA 13 Relação entre dias de germinação e valores de potássio de sementes e brotos das espécies estudadas.

Como pode ser visto na análise de regressão, uma queda a partir das sementes não germinadas aconteceu até o segundo dia de germinação; em seguida, houve aumento progressivo até o último dia de germinação.

Os valores de potássio para os grãos de mungo se encontram dentro do observado por Prabhavat (1991), que verificou média de 850 a 1450 mg/100g. Os brotos de feijão, a partir do terceiro dia, vão aumentando, superando os valores dos grãos.

Abdullah & Baudwin (1984), estudando minerais e vitaminas em broto de soja e mungo, verificaram aumento de potássio para a cultivar de soja

SP75051, quando na forma de broto (1.842 mg de potássio/100g) em relação à semente (1.801 mg/100g). Mas, para a outra cultivar de soja, 'Jaeraejong 320-7', o potássio diminui com a germinação (1.756 mg de potássio/100g na semente e 1.705 mg de potássio/100g no broto) e o mesmo foi observado para a amostra de mungo (1.296 mg/100g na semente a 1.268 mg de potássio/100g no broto). Estes autores citam que o conteúdo de minerais dos brotos foi, sem dúvida, influenciado pelo conteúdo mineral da água usada para embeber as sementes, neste caso, a de torneira. O mesmo ocorreu no presente trabalho em que os valores de minerais foram aumentando.

Chen et al. (1975) observaram, para variedades de sementes germinadas de ervilhas, valores de potássio variando de 392,7 a 550, 0 mg/100g e, para sementes de variedades de feijões, valores em torno de 408,2 a 426,8 mg de potássio /100g. Estes valores estão bem baixos, se comparados aos do presente trabalho, que foram da ordem de 1.223,33mg de potássio/100g no mungo-preto (média semente e broto), a 1.464,17mg de potássio/100g no guandu-anão (semente e broto).

Lee & Kurananithy (1990) verificaram que, para amostras de *Vigna radiata* spp., os valores de potássio diminuíram da semente para o primeiro dia de germinação (11.825 μg/g a 11.370 μg/g) e, em seguida, no terceiro e quinto dias, tiveram seus valores aumentados (11.960 μg/g no terceiro dia e 13.305 μg/g no quinto dia).

A análise de regressão da fração sódio de sementes e brotos de 2, 3, 4, 5, e 6 dias de germinação de três espécies de Fabaceae estudadas, na matéria seca, encontra-se na Figura 14.

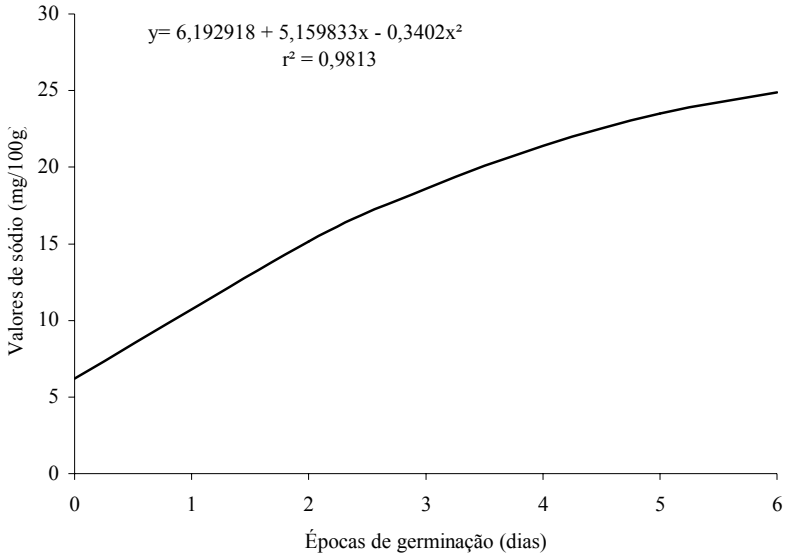

FIGURA 14 Relação entre dias de germinação e valores de sódio de sementes de Fabaceae e respectivos brotos.

O teor de sódio, neste estudo, aumentou constantemente, com pequena queda ao quinto dia. Prabhavat, citado por Vieira & Nishihara (1992), observou valores bem maiores de sódio em feijão mungo, em torno de 30 a 170 mg.

Chen et al. (1975) verificaram valores, para variedades de sementes de ervilha em torno de 67,9mg/100g a 145,5 mg de sódio /100g e, para sementes de variedades de feijões, valores variando de 152,5 a 152,9 mg de sódio /100g. Esses valores são bem mais altos em relação ao trabalho especificado em que a variação foi de 15,56 mg/100g (guandu-anão semente broto) a 22,27 mg de sódio/l00g (mungo-preto semente e broto).

Abdullah & Baldwin (1984), trabalhando com duas cultivares de soja e uma de mungo e respectivos brotos, com três dias de germinação, verificaram aumento dos valores de sódio da semente para o broto (primeira cultivar de soja

0,5 de sódio mg/100g na semente para 37,8 mg de sódio/100g no broto e soja segunda cultivar 0,6mg de sódio/100g, na semente a 41,4 mg de sódio/100, no broto). O mesmo ocorreu nas amostras de mungo, em que a semente tinha 0,5mg de sódio/100g na semente e, quando germinada, passou a ter 48,6 mg sódio/100g

Os valores médios de minerais, fósforo, cálcio e ferro, e vitamina C, das sementes de três espécies de Fabaceae e dos respectivos brotos de 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação na matéria seca, encontram-se na Tabela 7.

TABELA 7 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					
			(sementes)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.

A média de fósforo variou em torno de 343,33 a 590 mg/100g, sendo as espécies mungo-preto e guandu iguais estatisticamente, até o terceiro dia de germinação e inferiores ao mungo-verde. Para cálcio, obteveram-se valores variando entre 97,67 a 141,67 mg/100g e, para ferro, variaram de 3,91 a 7,17mg/100g. Quando se observam os valores de vitamina C, constata-se que nenhuma espécie foi igual nas sementes.

A análise de regressão de fósforo de sementes e brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias de geminação de três espécies de Fabaceae encontra-se na Figura 15.

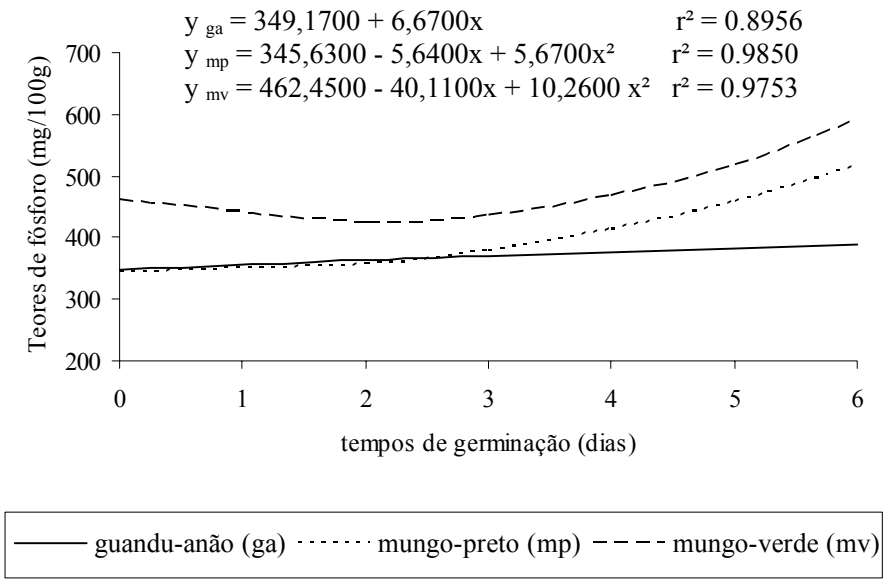

FIGURA 15 Relação entre dias de germinação e valores de fósforo de grãos de Fabaceae não germinadas e germinadas.

Os teores de fósforo se elevaram por todo o processo de germinação. Mungo-verde apresentou uma queda no segundo dia de germinação e retomou no quarto dia. Vilela (1983) observou 395 mg de fósforo/100g para a semente de guandu, semelhante ao deste estudo, de 350mg de fósforo/100g (semente de mungo-preto) a 466,67mg de fósforo/100g (semente de mungo-verde).

Prabhavat (1991) apresentou valores de fósforo em sementes de mungo em torno de 280-580mg/100g, os quais são próximos aos apresentados neste trabalho, para a semente de feijão-mungo.

Chen et al. (1975) verificaram valores médios de fósforo para variedades de ervilhas germinadas por 3 a 4 dias em torno de 133,7 a 161,7 mg/100g de amostra e, para variedades de feijões também germinados por 3 a 4 dias, verificou valores em torno de 137,2 a 137,9 mg/100g de amostra.

Quando se comparam os valores do presente trabalho, com três dias de germinação (370,0 mg de fósforo/100g do guandu-anão a 443,33 mg de fósforo/100g do mungo-verde) e quatro dias de germinação (380,0 mg/100g guandu anão a 476,0 mg/100g mungo-verde), com os valores de fósforo de Chen et al. (1975), nota-se que os deste trabalho são bem mais elevados.

Abdullah & Baldwin (1984), estudando conteúdo de minerais e vitaminas em sementes de soja e mungo e respectivos brotos, por 3 dias de germinação, verificaram que os níveis de fósforo em cultivares de soja foram altos (soja primeira cultivar: 716mg de fósforo/100g da semente e 766mg de fósforo/100g do broto; soja segunda cultivar: 704mg de fósforo/100g da semente e 778mg de fósforo/100g do broto) em relação ao mungo (443mg de fósforo/100g da semente e 515mg de fósforo/100g do broto).

É interessante notar que o valor de fósforo com três dias de germinação, para o mungo-verde, foi igual ao valor de fósforo da semente de mungo no estudo realizado por Abdullah & Baldwin (1984). Os teores de fósforo

aumentaram da semente para o broto, tanto neste trabalho (Tabela 7) quanto no trabalho de Abdullah & Baldwin (1984).

Donangelo et al. (1995) verificaram, para as sementes da espécie *Lalbus* cv. Multolupa, valores de fósforo em torno de 2,90 mg/g de semente e, quando esta semente era germinada, o valor aumentou para 3,07mg/100g. Para sementes de soja, eles também observaram aumento do valor de fósforo nos brotos em relação à semente de soja (4,37 mg de fósforo/g de semente e 4,81 mg de fósforo/g de broto). Mas, no presente trabalho, com 2 dias de germinação e transformando-se os dados de acordo com mesmos valores observados por Donangelo et al. (1995), nota-se uma pequena queda nas amostras mungo-verde, mungo-preto e nenhuma alteração ocorrida com guandu-anão. Só no terceiro dia de germinação ocorreu aumento de fósforo nas amostras (Tabela 7).

A análise de regressão de cálcio de sementes e brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação das três espécies de Fabaceae (*Vigna radiata, Vigna mungo, e Cajanus cajan*), na matéria seca, encontra-se na Figura 16.

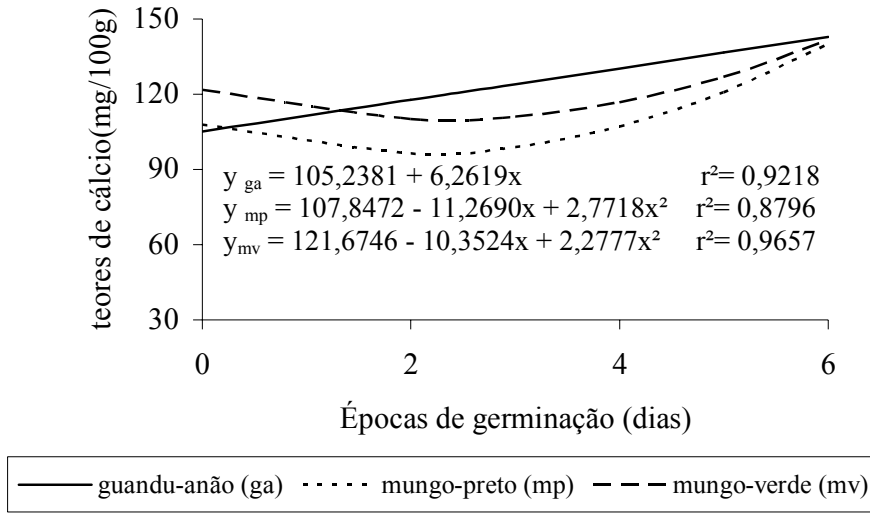

FIGURA 16 Relação entre dias de germinação e valores de cálcio de sementes de Fabaceae e respectivos brotos.

No caso do guandu, o teor de cálcio foi se elevando constantemente. Quanto ao mungo-preto e mungo-verde, houve queda no segundo dia de germinação, depois, prosseguiu crescendo constantemente durante o estádio restante. Algo parecido foi observado por Vilela (1983), nas sementes de guandu, que identificou valores de 100mg de cálcio/100g e por Vieira & Nishihara (1992, 1988), que observou, para sementes de mungo, valores em torno de 80 a 330 mg/100g.

Chen et al. (1975) encontraram valores de cálcio em sementes de ervilha germinadas variando em torno de 56,7 a 163,7 mg/100g e, para amostras de feijões, 70,6 a 254,9 mg de cálcio/100g.

Neste trabalho, pode-se observar que, aos três dias de germinação, os valores variaram de 98,33 (mungo-preto) a 126,67mg de cálcio/100g (guandu-

anão) e, no quarto dia, de 97,67 (mungo-preto) a 131,67 mg de cálcio/100g (guandu-anão). Esses valores são um pouco menores que os observados por Chen et al. (1975).

Donangelo et al. (1995), estudando efeito da germinação sobre a composição química de Fabaceae, verificaram que, em sementes da espécie *L albus* cv multolupa, o valor de cálcio era de 2,02 mg/g e, no broto, aumentava para 2,32 mg de cálcio/g. Em soja, os valores na semente foram de 2,50 mg de cálcio/g e, no broto, 2,80 mg/g, portanto, também com aumento.

De acordo com o presente trabalho, os valores de cálcio também aumentaram com a germinação. Mas, quando comparam-se os valores com dois dias de germinação, que foi o período trabalhado por Donangelo et al. (1995), verifica-se que as amostras de mungo-verde e mungo-preto apresentaram pequena queda de valores de cálcio no segundo dia de germinação. Somente no guandu-anão estes valores aumentaram neste período.

Lee & Karunanithy (1990) também verificaram aumento do valor de cálcio em mungo-verde, sendo, na semente, de 1.230 μg/g; no terceiro dia, o valor foi de 1.036 μg/g e, no quinto dia, 1.613 μg de cálcio/g.

A análise de regressão de ferro, para sementes e os brotos germinados por 2, 3, 4, 5 e 6 dias de três espécies de Fabaceae estudadas, encontra-se na Figura 17.

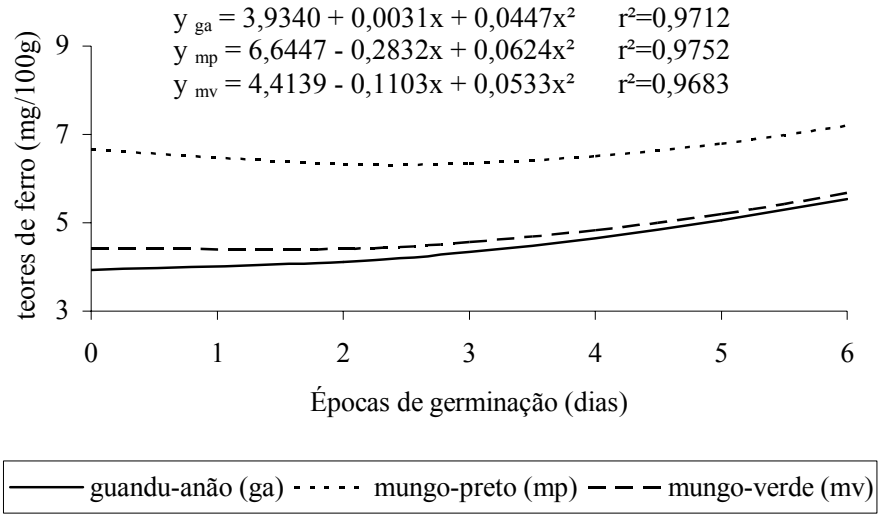

FIGURA 17 Relação entre dias de germinação e valores de ferro de grãos de Fabaceae não germinadas e germinadas.

Os valores de ferro vão se elevando para as três espécies (Figura 15), tendo, para o mungo-preto e o mungo-verde, sido observada pequena queda ao segundo dia de germinação. Nas sementes não germinadas 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 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 demonstrou maior valor de ferro durante todo processo de germinação. O valor de ferro na semente de guandu, observado por Vilela (1983), foi superior ao deste trabalho. Ele encontrou 6,1mg de ferro/100g de grãos de guandu inteiros, 4,0 mg/100g nos cotilédones e 7,3mg/100g na casca.

Chen et al. (1975), estudando sementes germinadas para o consumo humano, observaram que variedades de ervilha germinadas continham em torno de 0,6 a 2,7mg de ferro/100g e, para variedades de feijões, encontram valores em torno de 2,8 a 3,4 mg de ferro/100g.

O presente trabalho apresenta valores de ferro maiores que os encontrados por Chen et al. (1975). No terceiro dia de germinação, podem-se observar valores de 4,37 (guandu-anão) a 6,42 mg de ferro /100g (mungo-preto) e, no quarto dia, de 4,69 (guandu-anão) a 6,49 mg de ferro /100g (mungo-preto).

Abdullan & Baldwin (1984) observaram mudanças no conteúdo de minerais em relação à germinação de soja (duas cultivares) e de guandu-anão. O conteúdo de ferro foi reduzindo para ambos, soja, primeira cultivar (de 8,8mg de ferro/100g na semente para 5,4mg de ferro/100g no broto); soja, segunda cultivar (de 9,2mg de ferro/100g na semente para 5,6mg de ferro/100g no broto) e para o mungo (7,4mg de ferro/100g na semente para 5,3mg de ferro/100g no broto).

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 diminuinuiu da semente (85 μg/g) até o terceiro dia (41 μg/g) e aumentou no quinto dia (52 μg/g) de germinação.

A análise de regressão de vitamina C de sementes e de brotos, germinados por 2, 3, 4, 5 e 6 dias, obtidos de três espécies de Fabaceae estudadas, encontra-se na Figura 18.

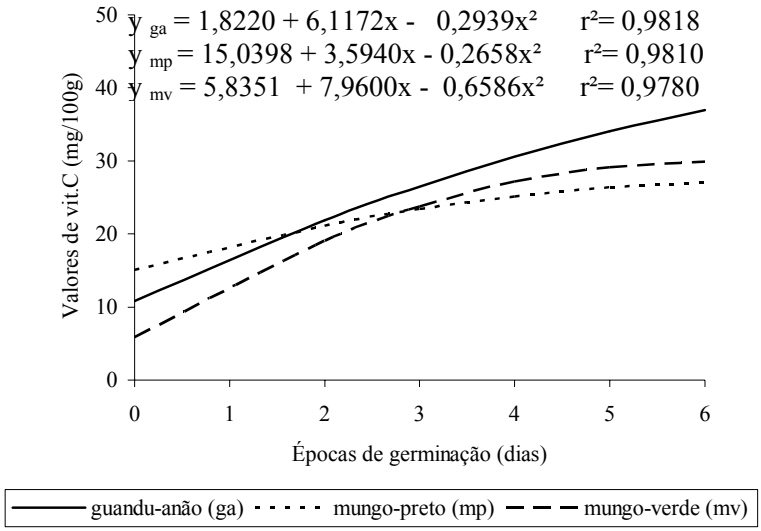

FIGURA 18 Relação entre dias de germinação e valores de vitamina C de sementes de três espécies de Fabaceae e respectivos brotos.

O maior valor de vitamina C (mg/100g) na semente (não germinada) foi observado no mungo-preto. 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 (semente); 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 se mostram 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.

Segundo Fordham et al. (1975), em estudos com variedades de sementes de ervilha e feijões, os valores de vitamina C aumentaram no broto em relação aos valores dos grãos. Duas amostras de sementes de ervilha apresentaram 9,0mg/100g (Early Alaska) e 8,1mg/100g (Wando). Os teores de vitamina C nos brotos foram 44,5mg de vitamina C/100g e 41,2mg de vitamina C/100g, respectivamente. Para as variedades de feijão, na semente de soja, verificaram-se 7,5mg de vitamina C/100g e, para o broto de soja, 21,1mg de vitamina C/100g, enquanto a semente de mungo apresentou 5,4mg de vitamina C/100g e o broto de mungo, 38,3mg de vitamina C/100g.

De acordo com o presente trabalho, o teor de vitamina C, com quatro dias de germinação, aumentou em relação ao grão (para todas as espécies), principalmente o gênero mungo, que foi de 6,10mg de vitamina C/100g na semente e aos quatro dias, 27,45mg de vitamina C/100g, o que, comparado com o trabalho de Fordham et al. (1975), foi baixo.

Hsu et al. (1980) também verificaram aumento da vitamina C com o aumento dos dias de germinação. Em sementes de ervilha, ele observou variação de 2,2mg de vitamina C/100g na semente, 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 sementes 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 na semente e 75,8mg de vitamina C/100g com 4 dias de germinação. Estes valores comparados com os do presente trabalho, mostram-se superiores (Tabela 6).

Wai et al. (1947), estudando oconteúdo de vitaminas (caroteno, tiamina, riboflavina, niacina e ácido ascórbico) em soja, na forma de sementes e de brotos germinados por 24, 48, 54 e 72 horas, em duas situações (sem e com

maceração das sementes por 10 horas antes da germinação), registraram, na primeira situação (sem maceração da semente antes da germinação), valores de 8,83mg/100g de semente 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). Os dois últimos valores registrados foram praticamente iguais. Na segunda situação estudada do referido experimento (desta vez com maceração ou embebimento da semente na água por 10 horas antes da germinação), verificaram-se valores de 10,8 mg de vitamina C/100g de semente 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). Foi interessante observar o acréscimo de vitamina C no material, quando a semente passou por um processo de embebição.

No presente trabalho, após terem sido realizadas também embebições das sementes das três espécies de feijões por 10 horas antes da germinação, registrou-se, com 48 horas de germinação, variação de 17,4mg de vitamina C/100g de broto (mungo-verde) a 23,41mg (guandu-anão). Com 72 horas de germinação, a variação foi da ordem de 23,85mg/100g de brotos (mungo-preto) até 26,98mg de vitamina C/100g de brotos (guandu-anão). Com 144 horas de germinação (6 dias), foi registrado valor máximo de 37,41 mg de vitamina C/100g de broto (guandu-anão).

Pelo observado, no trabalho de Wai et al. (1947), que a soja germinada apresenta valores mais elevados de vitamina C que os feijões germinados dos gêneros *Vigna* e *Cajanus cajans*. Pelo fato da quantidade dietética recomendada de vitamina C por dia ser da ordem de 90mg para homem adulto e 75mg de vitamina C por dia para mulher adulta, é interessante dizer que, ao consumir 100g de broto de feijões (germinados por seis dias), um homem adulto supre em

torno de 42% de suas necessidades diárias de vitamina C e, para a mulher adulta, em torno de 50%.

Rao & Prabhavathi (1982), estudando o conteúdo de tanino e vitamina C em sementes de mungo-verde, verificaram que a vitamina C na semente crua (sem casca e quebrada) apresentou valor 0 (zero). Quando embebida em água por 24 horas, o valor foi de 17,8mg de vitamina C/100g; germinada por 24 horas, o valor foi de 19,5mg de vitamina C/100g; com 48 horas de germinação, o valor aumentou para 24,3mg de vitamina C/100g e, por último, com 72 horas de geminação, o valor chegou a 29,5 mg de vitamina C/100g. É importante observar que a vitamina C apresentou situação contrária à dos teores de tanino na amostra de mungo-verde, que variou, nesta mesma ordem, de 298mg de tanino/100g (amostra crua) a 154mg de tanino/100g (amostra germinada por 72 horas). Comparando-se com o presente trabalho, é importante notar a mesma situação, em que valores de vitamina C nas três espécies estudadas (mungo-verde, mungo-preto e guandu-anão) foram aumentando (Figura 18) e, em contrapartida, os teores de tanino diminuindo (Figura 19).

Abdullah & Baldwin (1984), estudando vitaminas e minerais em sementes e brotos, observaram aumento de vitamina C nos brotos de soja e mungo, em relação à semente. Estes autores citam que o broto de feijão-mungo contém, significativamente, maior quantidade de vitamina C biologicamente ativa (92,07mg/100g), com base em matéria seca, quando comparado com brotos de soja (64,04mg/100g cultivar SP75051 e 65,22mg/100g cultivar Jaeraejong 320-7).

4.5 Fatores antinutricionais

4.5.1 Atividade do inibidor de tripsina

Os valores de atividade do inibidor de tripsina de sementes e brotos com 6 dias, das três espécies de Fabaceae estudadas, encontram-se na Tabela 8.

A atividade do inibidor de tripsina fou um pouco mais elevada nas sementes, que nos brotos aos seis dias de germinação, fez com que as sementes que já apresentavam baixa ação dos inibidores de tripsina, reduzissem ainda mais esses níveis de ação do inibidor. Para sementes a ação dos inibidores de tripsina mostrou-se mais elevada no guandu anão. Quanto ao broto pode-se notar tendência semelhante com a ação dos inibidores de tripsina.

TABELA 8 Atividade do inibidor de tripsina de sementes cruas e respectivos brotos (germinados por 6 dias), também crus, obtidos de três espécies de Fabaceae, expressos em unidades de tripsina inibida (UTI) por mg de amostra seca e desengordurada.

	Unidade de tripsina inibida (UTI)/mg amostra	
Fabaceae	Grão	brotos (germinados por 6 dias)
Mungo-verde	3,51	3,35
Mungo-preto	4,23	2,74
Guandu-anão	8,04	5,02

Carvalho et al. (2002) estudaram os inibidores de tripsina de cinco cultivares de soja e verificaram variações em torno de 122 UTI/mg de amostra crua (Paraná) a 206 UTI/mg de amostra crua (OC-13) e 46 UTI/mg de amostra aquecida e digerida (Paraná) a 95 UTI/mg de amostra aquecida e digerida (OC-13), podendo-se observar uma correlação positiva com os valores de atividade dos grãos crus. Esses valores são bem mais altos quando comparados com os do presente trabalho, em que, para a amostra crua, foram registrados valores de, no máximo, 8,04 UTI/mg de amostra (guandu-anão).

Resultados de estudos realizados por Monteiro et al. (2003) mostraram que, em extratos protéicos obtidos das sementes de soja, verificava-se em torno de 80 a 170 mg de tripsina inibida por g de proteína nas sementes. Nas farinhas de soja, verificou-se em torno de 115 a 158 mg de tripsina inibida por g de proteína.

Monteiro et al. (2004), avaliando a qualidade protéica de farinhas de soja que diferiam entre si com relação à presença de lipoxigenases e ou inibidor de tripsina de Kunitz, verificaram que a digestibilidade protéica das farinhas era maior com ausência de inibidores de tripsina. Mas, os autores salientaram que um tratamento térmico, tanto em amostras de soja com presença ou ausência de inibidores de tripsina, pode melhorar o valor nutricional de ambos os tipos de soja. Sementes de mungo-verde, mungo-preto e guandu-anão, assim como seus respectivos brotos, mostramram-se com baixos índices da atividade do inibidor de tripsina. Vale lembrar que, após um cozimento do broto, provavelmente, ocorreria queda na ação dos inibidores de proteases, embora teste deste tipo não tenha sido realizado neste trabalho.

Cruz et al. (2004) mostraram que variedades de feijões, tais como o mungo e o guandu, mostram baixa ação de inibidores de tripsina, variando em torno de 0,012 a 0,362 mg de tripsina inibida por g de amostra.

Donagelo et al. (1995) observaram que, após o processo de germinação por 48 horas, os inibidores de tripsina presentes em feijão preto e soja tiveram uma redução em torno de 20% e 25%, respectivamente. Para o feijão, observaram variações em torno de 122 UTI/mg de amostra na semente a 98 UTI/mg de amostra nos germinados. Em soja, a variação foi de 130 UTI/mg de amostra na semente para 97 UTI/mg de amostra nos germinados.

Barcelos (1998) determinou a atividade do inibidor de tripsina em grãos de soja e guandu crus e, após o tratamento térmico, ou seja, após o enlatamento dos grãos. Os grãos foram analisados em cinco pontos de colheita, colhidos desde o início da maturidade fisiológica até terem atingido a maturidade de colheita, tendo sido veificada a variação, para o grão de soja crua, de 28,16 UTI/ mg de amostra (grãos de soja verde colhidos logo após a maturidade fisiológica) até 50,85 UTI/ mg de amostra (grãos de soja colhidos na maturidade de colheita). Para os grãos enlatados (ou seja, depois de terem sido submetidos ao tratamento térmico), a variação foi da ordem de 3,63 UTI/ mg de amostra a 7,26 UTI/ mg de amostra, respectivamente. No caso do guandu, foram verificados, para grão verde cru, 3,69 UTI/mg de amostra (no estádio ainda verde, no início da maturidade fisiológica) até 11,42 UTI/mg de amostra e (na maturidade de colheita), após enlatados, essa variação foi da ordem de 1,65 a 1,67 UTI/mg de amostra, respectivamente.

Quando se comparam os valores de UTI/ mg de amostra para o guandu (grãos na maturidade de colheita) obtidos por Barcelos (1998), com os deste trabalho, em que as análises foram feitas no mesmo estádio de maturidade, pode-se dizer que grão de tamanhos maiores apresentam também maiores valores de atividade de inibidores de tripsina (11,42 UTI/mg de amostra) em relação ao observado neste trabalho, de 8,04 UTI/mg de amostra, para o guandu-anão.

Khalil (2006), estudando melhoramento nutricional de uma linhagem de mungo do Egito, observou que tratamentos combinados de germinação por 3

dias com a fermentação reduzem fatores antinutricionais como inibidores de protease (de 6,98 UTI/mg amostra sem tratamento a 1,17 UTI/mg de amostra com germinação e fermentação) quando comparados à fermentação somente (de 6,98 UTI/mg amostra sem tratamento a 5,62 UTI/mg de amostra com fermentação somente).

4.5.2 Taninos

Os valores médios dos taninos, tanto de sementes quanto de brotos obtidos de cinco tempos de germinação, encontram-se na Tabela 9.

TABELA 9 Valores médios dos taninos das sementes e respectivos brotos obtidos de três espécies de Fabaceae. Os valores estão apresentados em matéria seca.

Espécies de Fabaceae	Tanino (mg/100g)
Mungo-verde	543,74[a]
Mungo-preto	456,62[b]
Guandu-anão	442,74[b]
C.V.%	8,4

C.V.= coeficiente de variação

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

Por não terem sido detectadas diferenças significativas entre a interação espécies de Fabaceae e épocas de germinação, os dados da Tabela 9 só mostraram a diferença significativa existente entre as espécies. Valores de taninos nas sementes mostram-se mais elevadas em mungo-verde sendo estatisticamente iguais os valores de taninos nas sementes do guandu-anão e nas de mungo-preto.

A equação de regressão para os valores de taninos sementes e brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias (brotos), das três espécies de Fabaceae estudadas, encontra-se na Figura 19.

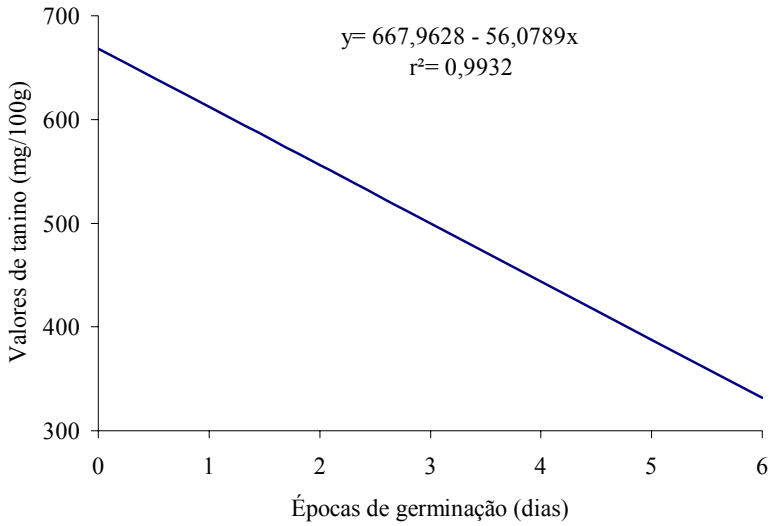

FIGURA 19 Relação entre dias de germinação e valores de tanino de sementes de Fabaceae e seus respectivos brotos.

Os teores de taninos decresceram com o aumento dos dias de germinação neste trabalho. Por isso, vale salientar que o processo de germinação foi de grande importância para diminuir valores de tanino, grande vantagem obtida pelo processo de germinação, quando se pensa que estes compostos são responsáveis pelo baixo aproveitamento de nutrientes nos alimentos.

Rao & Prabhavathi (1982), estudando o conteúdo de taninos em alimentos normalmente consumidos na Índia e sua influência sobre ferro ionizável, perceberam que o conteúdo de tanino decresceu de 30% a 20%. Grãos descascados e quebrados, crus, embebidos por 24 horas, germinados por 24 horas e germinados por 48 horas foram os tratamentos realizados, nos quais a variação de teores de tanino ocorreu nesse sentido, de 570mg/100g, 565mg/100g, 527mg/100g e 465mg/100g, respectivamente. Portanto, o resultado é compatível com o presente estudo, no qual os valores de tanino, em média, diminuíram durante todo o processo de germinação, com grande variação no gráfico de regressão, que vai da ordem decrescente de 667,9628mg de tanino/100g para a semente até 331,4891mg de tanino/100g, com 6 dias de germinação.

4.5.3 Nitrato

Os valores médios de nitrato de sementes e brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação, de três espécies de Fabaceae estudadas, encontram-se na Tabela 10.

TABELA 10 Valores médios de nitrato das sementes e respectivos brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação, de três espécies de Fabaceae. Os valores dos nutrientes estão apresentados em matéria seca.

	(semente)	Tempos de germinação (dias)				
Fabaceae	0	2	3	4	5	6
Mungo-verde	365,17[a]	355,67[a]	323,11[b]	292,83[b]	261,20[b]	208,00[b]
Mungo-preto	301,33[b]	298,50[b]	290,75[c]	274,83[c]	246,17[c]	216,50[b]
Guandu-anão	373,75[a]	356,50[a]	360,33[a]	343,50[a]	342,00[a]	251,17[a]
C.V.%	1,64					

C.V.= coeficiente de variação

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

Observando-se os dados da Tabela 10 é possível notar que mungo-preto foi a espécie que apresentou menor quantidade de nitrato ao longo do tempo de germinação. No sexto dia, valores de nittrato do mungo-verde foram iguais ao do mungo-preto, tendo sido, portanto, o guandu-anão o que apresentou maior quantidade no sexto dia.

A quantidade de nitrato nos brotos de Fabaceae germinados por seis dias, na matéria fresca, foi da ordem de 18,86 mg/100g para mungo-verde, da ordem de 20,72mg/100g para mungo-preto e de 44,83mg/100g guandu-anão. Uma classificação de vegetais em relação ao conteúdo de nitrato foi feita por Corre & Bremer, citados por Walters (1991), em cinco grupos, variando de vegetais com menos de 200mg de nitrato/kg (este grupo inclui aspargos, cogumelos, ervilhas, pimentas, batatas e tomates) até mais altos que 2.500mg de nitrato/kg (este grupo inclui beterraba, aipo, alface, espinafre e rabanete). Dentro desta classificação, observa-se que os brotos de Fabaceae estudados se encontram nos grupos com menores teores de nitrato/kg (188,6mg/kg, para o broto de mungo-verde a 448,3mg/kg, para o broto de guandu-anão).

A análise de regressão de nitrato de sementes e brotos com 2, 3, 4, 5 e 6 dias de germinação, das três espécies de Fabaceae estudadas, encontra-se na Figura 20.

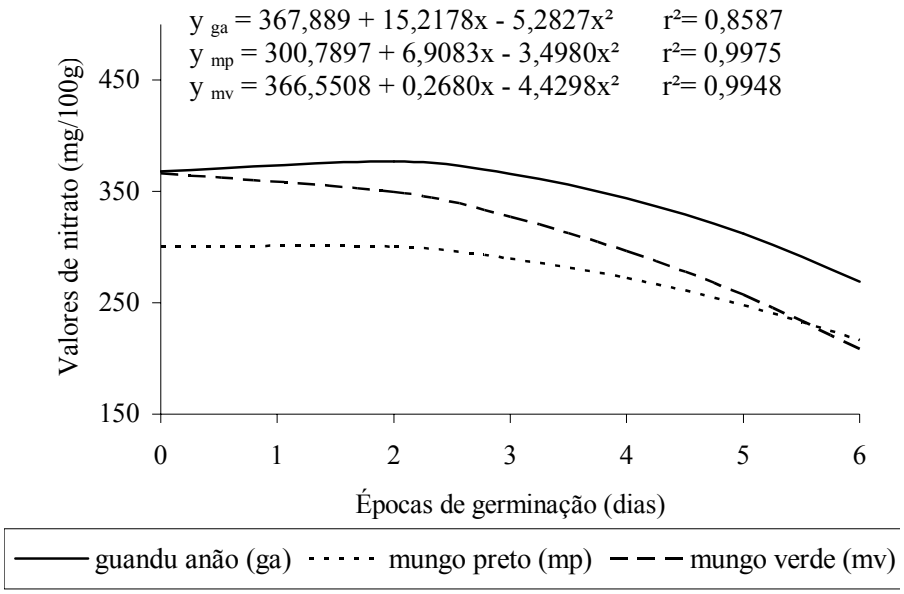

FIGURA 20 Relação entre dias de germinação e valores de nitrato de sementes e seus respectivos brotos.

Observou-se uma queda nos teores de nitrato ao longo das épocas de germinação em estudo, com mungo-preto, mungo-verde e guandu-anão registrando menores quantidades de nitrato nos brotos de Fabaceae, ao sexto dia de germinação.

5 CONCLUSÕES

Diante das condições deste experimento, pode-se concluir que:

a) o período adequado de germinação das sementes de Fabaceae (mungo-verde, mungo-preto e guandu-anão) para o consumo humano, brotos, foi da ordem de seis dias;

b) o processo de germinação por seis dias, das espécies de feijões estudadas, contribuiu para elevar os teores de proteínas, e fibras e reduzir o conteúdo da fração glicídica;

c) a porcentagem de lipídios aumentou ao longo dos seis dias de germinação, tendo o mungo-preto apresentado menor teor;

d) a espécie de leguminosa com maior teor de vitamina C na semente, dentre as espécies estudadas, não foi a que apresentou maior teor de vitamina C no broto;

e) o processo de germinação por seis dias, das três espécies de Fabaceae, elevou o teor de vitamina C e reduziu a atividade de inibidor de tripsina, teores de tanino e de nitrato;

f) o mungo-preto apresentou valores mais elevados que as demais espécies de feijões estudadas quanto aos teores de sódio e ferro, tanto para a semente quanto para os brotos e apresentou brotos com menores teores de taninos, nitrato e baixa atividades de inibidor de tripsina;

g) o mungo-verde destacou-se quanto aos teores de proteína, tanto na semente quanto no broto, igualando-se apenas no sexto dia de germinação com o mungo-preto, e se destacou quanto aos teores de fibra e vitamina C (4,9 vezes mais elevado que o da semente), apresentando menor teor de nitrato e baixa atividade do inibidor de tripisna no broto;

h) o guandu-anão apresentou o mais elevado teor de vitamina C no sexto dia de germinação (3,6 vezes mais elevado que da semente) elevado teores de potássio e sódio, e baixos teores de taninos e nitrato no broto.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABDULLAH, A.; BALDWIM, R.E. Mineral and vitamin contents seeds and sprout of newly available small-seed soybean and smple of mungbeans. **Journal of Food Science**, v.49, n.22, 1984.

ADSULE, R. N.; KADAM, S., S., SALUNKHE, D. K. Chemistry and Technology of green gram (*Vigna radiata L.Wilczec*). **Critical Rewis in food Science and Nutrition**, v.25, n.1, 1986.

ALLEN, O.N.; ALLEN, E.K. **The leguminosae:** a source book of characteristics, uses and nodulation. Madison: University of Wisconsin, 1981. 812p.

ALMEIDA, M.M.B. et al. Determinação de nutrientes minerais em plantas medicinais.**, Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.22, n.1, p.94-97, jan./abr. 2002.

ALMEIDA, M.M.B. et al. Determinação de umidade, fibras, cinzas e sílica em plantas medicinais. **Boletim do CEPPA,** Curitiba, v.21, n.2, p.343-350, jul./dez. 2003.

ALVES,V.G. **Resposta do feijoeiro a doses de nitrogênio no plantio e cobertura e à inoculação de sementes com rizóbio**. 2002. 46p. Disssertação (Mestrado em Fitotecnia)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

AMBROSANO, E.J. et al. **Produção de brotos comestíveis:feijão-mungo (*Vigna radiata*)** In: Anais da III Feira da Pequena Agroindustria, Serra Negra-SP, 26 a 28 de junho, 2003, p.125-135.

ARAÚJO, J.M.A. **Química de alimentos.** 3.ed. Viçosa: UFV, 2004. 478p.

ASSOCIAÇÃO OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. **Official methods of analysis of The Association of the Analytical.** 16.ed. Washington Chemists, 1995.

BARCELOS, M. de F.P. **Ensaio tecnológico, bioquímico e sensorial de soja e guandu enlatados no estádio de maturação de colheita.** 1998. 160p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos Campinas, SP.

BARCELOS, MF.P.; VILAS BOAS, E.V.B.; LIMA, M.A.C. Aspectos nutricionais de broto de soja e de milho combinados.**Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.4, p.817-825, jul./ago. 2002.

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.

BATISTUTI, J.P.; FREITAS, S.D. de. Propriedades de emulsão da farinha e do concentrado protéico de feijão – guandu (Cajanus flavus DC) cultivar fava larga. **Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v.6, p.55-67, 1995.

BENASSI, M.T. **Análise dos efeitos de diferentes parâmetros na estabilidade de vitamina C em vegetais processados.** 1990. 159p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade de Campinas. Faculdade de Engenharia de Alimentos, Campinas, SP.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds:** physiology of development and germination. New York: Plenum, 1985. 367p.

BORDINGNOM, J.R. et al. Effect of germination on the protein content ando n 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.

BRASIL. Ministério da Agricultura. **Regra para análise de sementes**. Brasília, 1992. 365p.

BRESSANI, R. Grain quality of comun bens. **Food Reviews International,** New York, v.9, n.2, p.237-297, 1993.

BRIGIDE, P. **Disponibilidade de ferro em grãos de feijão comum (Phaseolus vulgaris L.) irradiados.** 2002. 58p. Dissertação (Mestrado em Ciência e Tecnologia de Alimentos)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

CANNIATTI-BRAZACA, S.G. et al. Avaliação nutricional do feijão guandu (*Cajanus cajan*). **Ciência e tecnologia de Alimentos**, v.16, n.1, p.36-41, jan./maio 1996.

CARPENTER, K.J. The nutritional contribution of dry beans (*Phaseolus vulgaris)* in perspectives. **Food Technology**, Chicago, v.35, n.3, p.77, Mar. 1981.

CARVALHO, E.A. **Avaliação agronômica da disponibilização de nitrogênio à cultura de feijão sob sistema de semeadura direta.** 2002. 63p.Tese (Doutorado em Agronomia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

CARVALHO, M.R.B. de. et al. Avaliação da atividade dos inibidores de tripsina após digestão enzimática em grãos de soja tratados termicamente. **Revista de Nutrição de Campinas**, v.15, n.3, p.267-272, set./dez. 2002.

CATALDO, .;HAARON, M.; SCHRADER, L.E.; YOUNGS, V.L. Rapid colorimetric determination of nitrate in ploant tisue by nitration of salicylic acid. **Comunication Soil Science and plant analysis**. New York, v. 6, p.71-90, 1975.

CAZETTA, J.O. et al. Comparação de aspectos químicos e tecnológicos de grãos verdes e maduros de guandu com feijão-comum e ervilha. **Alimentos e Nutrição**, São Paulo, v.6, p.39-53, 1995.

CHAINUVATI, C.; CHARNNARONGKUL, S. Mungbean production and its constraints in Tailands. In: THE MUNGBEAN MEETING 90, 1990, Chiang Mai, Thailand. **Proceedings**... Japan: Tropical Agriculture Research Center, 1991. p.1-8.

CHAVAN, J. K.; KADAN, S. .S. Nutritional improvement of cereals by sprouting **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**., v. 28, n.5, p. 401-437, 1989.

CHEN, L. H.; WELLS, C. E.; FORDHAM, J. R. Germinated seds for humam comsumption. **Journal of Food Science**, v.40, n.6, 1975.

CHIARADIA, A.C.N.; GOMES, J.C. **Feijão**: química, nutrição e tecnologia. Viçosa: UFV, 1997. 180p.

CHITARRA, M. I. F.; CHITARRA, A. B. **Pós-colheita de frutos e hortaliças:** fisiologia e manuseio. Lavras: ESAL/FAEPE, 1990.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Série histórica de produção safra 2005/2006.** Disponível em: <http// www.conab.gov.br/>. Acesso em: 15 jul. 2006.

CORRÊA, A.D. **Farinhas de folha de mandioca- (Manihot esculenta Crantz cv. Baiana) efeito de alguns nutrientes e antinutrientes**. 2000. 108p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

CRUZ, G.A.D.R. et al. Avaliação da digestibilidade Protéica, inibidor de proteases e fibras alimentares de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L.*). **Brazilian Journal Food Technology**, v.7, n.2, p.103-109, jul./dez. 2004.

DESPHANDE, S.S.; CHERYAN, M.; SALUNKE, D.K. Tannin analysis of food products. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, Cleveland, v.24, n.4, p.401-449, 1986.

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.; PESSANHA, G.G.; QUEIROZ, P.H.S. de. Estudo preliminar sobre o comportamento de 21 cultivares de feijão mungo em Itaguaí, RJ. **Pesquisa Agropecuária Brasileira,** Brasília, v.22, n.6, p.587-592, jun. 1987.

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.

ENE-OBONG, H.N. Content of antinutrients and in vitro protein digestibility of the African yambean, pigeon and cowpea. **Plant Food for Human Nutrition**, v.48, p.223-225, 1995.

FAQUIN, V.; ANDRADE, A. T. **Nutrição miineral e diagnose do estado nutricional de hortaliças**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2004. 88p.

FERNANDEZ, R.; ELIAS, L.G.; BRAHAM, J.E. Trypsin inibtors and hemaglutinins in beans (Phaseolus vulgares) and their relationship with the content of tannins associated polyphenols. **Journal of Agricultural and Food Chemistry,** v.30, n.4, p.734-739, 1982**.**

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.

FORDHAM, J.R.; WELLS, C.E.; CHEN, L.H. Sprouting of seed and nutrient composition of seeds and sprouts. **Journal of Food Science,** v.40, p552-554, 1975.

FRANCO, G. **Tabela de composição química de alimentos.** 9.ed. São Paulo: Atheneu, 1999. 307p.

GAZZOLA, J. **Avaliação de cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L)* cozidos através dos coeficientes de eficácia protéica e valor protéico relativo**. 1992. 61p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Escola Superior de Agricultura de Lavras, Lavras, MG..

GEIL, P.B.; ANDERSON, J.W. Nutrition and health implications of dry beans: a review. **Journal of the American College of Nutrition**, v.13, n.6, p.549-558, 1994.

GERMINAÇÃO de feijão. Figura. Disponível em: <www.google.com.br>. Acesso em:19 jul. 2006.

GERTLER, A., BIRK, Y.; BONDI, A. A comparative study of the nutrition and physiolgical significance of purê soybean trypsin innibitor and ethanol-extracted soybean meals in chiks and rats. **Journal of nutrition, Bethesda**, v.91, p.358-370, 1967

GOBOLE, S.A.; KRISHINA, T.G.; BAHIA, C.R. Changes in protease inhibitory activity from Pigeon Pea (*Cajanus cajan* (L) Milkp) during seed development and germination. **Journal Science Food Agriculture**, v.66, n.4, p.497-501, 1994.

GOMES, J.C.; SILVA, C.O. Elaboração e análises físico-químicas de farinha de feijão. **Revista Ceres**, Viçosa, v.50, n.292, p.687-697, 2003.

GOYCOOLEA, F.; GONZALES, E.; BARRON, J.M. Efecto de los tratamientos caseros en las preparaciones de frijol pinto *(Phaseolus vulgares*) sobre el contenido de taninos y valor nutritivo de las proteínas. **Arch. Latinoam. Nutri**., v.15, n.2, p.263-273, 1990.

GUIMARÃES, V.M. et al. Charactherization of α-galactosidases from germinating soybean seed and their use for hidrolysis of oligosaccharides. **Phitochemistry,** v.58, p.67-73, 2001.

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.

KAKADE, M.L.; SIMONS, N.; LIENER, I.E. An evaluation of natural vs. synthetic substrates for measuring the antitryptic activity of soybean samples. **Cereal Chemistry.,** St. Paul, v.46, n.5, p.518-526, 1969.

KAKADE, M.L. et al. Determination of trypsin inhibitor activity of soy product: A collaborative analysis of an improved procedure. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.51, n.3, p.376-382, 1974.

KAPLAN, L. Archeology and domesticam in American Paseolus (beans). **Economy Botany**, New York, v.19, n.4, p.358-368, Oct./Dec. 1965.

KHALIL, A.A. Nutritional improvement of na Egyptian breed of mung bean by probiotic lactobacilli. **African Journal of Biotechnology,** v.5, n.2, p.206-212, 2006.

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.

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.

LESTIENNE, I. et al. Effect of soacking whole cereal e legume seed on iron, zinc and phitate contents. **Food Chemistry**, v.89, p.421-425, 2005.

LIENER, I.E. Implications of antinutritional componentsin soybean foods. **Critical Reviews in food Sciense and Nutrition**, Boca Rato, v.34, n.1, p.31-67, jan. 1994.

LIENER, I.E.; KAKADE, M.L. Protease inibitors. In: LIENER, I.E.; KAKADE, M.L. **Toxic constituintes of plant foodstuffs**. New York: Academic Press,1969. Chap. 2, p.8-53.

LIMA, L.C. de O. **Tecido esponjoso em manga Tommy Atkins: Transformações químicas e bioquímicas no mesocarpo durante armazenamento.** 1997. 148p. Tese (Doutorado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

LIN, S.S.; ALVES, A.C. Comportamento de linhagens de feijão mungo (*Vigna radiata L.*) em Santa Catarina. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v.32, n4, p.553-558, 2002.

MAHAM, L. K.; ESCOTT-STUMP, S. **Krause: Alimentos Nutrição e Dietoterapia** 10ª ed São Paulo:Roca, 2003, 1157p.

MALAVOLTA , E.; VITTI, G.C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nuticional de plantas**. Piracicaba: Potafos, 1989. 201p.

MARCHINI, J.S. et al. Cálculo das recomendações de ingestão protéica: aplicação a pré-escolar, escolar e adulto utilizando alimentos brasileiros .**Revista Saúde Pública**, v.28, n.2, p.146-152, 1994.

MATTOS, L.L. de; MARTINS, I.S. Consumo de fibras alimentares em população adulta. **Revista de Saúde Pública**, v.34, n.1, p.50-55, fev. 2000.

MELO FILHO, A.B. de; BISCONTINI, T.M.B.; ANDRADE, S.A.C. Níveis de nitrito e nitrato em salsichas comercializadas na região metropolitana do recife. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v.24, n.3, p.390-392, jul./set. 2004.

MENDES, A.C. et al. Formulação de um doce á base de extrato hidrossolúvel de soja:Avaliação de preferência, aceitabilidade e características físico-químicas. **Revista Higiene Alimentar,** v.16, n.96, p.23-28, maio 2002.

MESQUITA, F.R. **Linhagens de feijão:** composição química e digestibilidade protéica. 2005. 44p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

MIDIO, A. F.; MARTINS, D. I. **Toxicologia de Alimentos**. São Paulo: Varela, 2000.

MIRANDA, M.Z.; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado.1. Caracterização química. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE ALIMENTO 16., 1998, Rio de Janeiro. **Anais,** Rio de Janeiro, 1998. v.2, p.1297-1300.

MIRANDA, M.Z.; EL-DASH, A. Farinha integral de trigo germinado: características nutricionais e estabilidade ao armazenamento. **Ciência e Tecnologia de Alimentos,** v.22, n.3, p.216-223, set./dez. 2002.

MOSTAFA, M.M.; RAHMA, E.H. Chemical and nutrition changes in soybean during germination. **Food Chemistry**, v.23, p.257-275, 1987.

MONTEIRO, M.R.P. et al. Avaliação da digestibilidade protéica de genótipos de soja com ausência e presença do inibidor de tripsina kunitz e lipoxigenases. **Brazilian Journal of Food Technology**, v.6, n.1, p.99-107, jan./jun. 2003.

MONTEIRO, M.R.P. et al. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do inibidor de tripsina Kunitz e das enzimas lipoxigenases.**Revista de Nutrição de Campinas,** v.17, n.2, p.195-205, abr./jun. 2004.

MOURA, A.C. de C. **Análises físico-químicas, químicas e enzimáticas antes e após armazenamento em grãos de feijão** *(Phaseolus vulgares)* **submetidos a diferente tipos e tempos de secagem** 1998. 70p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG

NORDSTROM, C.L.; SISTRUNK, W.A. Effect of type of bean moisture level, blanch treatment and storage time on quality attributes and nutrient content of canned dry beans. **Journal of Food Science**, v.44, n.2, p.392-403, 1979.

OHSE, S. **Rendimento, composição centesimal e teores de nitrato e vitamina C em alface sob hidroponia** 1999. 103p. Tese (Doutorado em Agronomia. Fitotecnia)-Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, SP.

OLIVEIRA, J.A.; CARVALHO, M.L.M. **Análise de sementes**. Lavras: UFLA/FAEPE,1999. 104p.

OLSON, A.C.; GRAY, G.M.; GUMBMANN, M.R. Nutrient composition of and Digestive response to whole and extracted dry beans. **Journal Agriculture Food Chemistry,** v.30, p.26-32, 1982.

OLOGHOBO, A.D.; FETUGA, B.L. Effect of processing on the trypsin inhibitor, haemagglutinin, tannic acid and phytic acid contents of seeds of ten cowpea varieties. **Tropical Agriculture**, v.61, n.4, p.261-264, 1984.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: Agiplan, 1985. 289p.

PRABHAVAT, S. Mungbean utilization in Thailand. In: THE MUNGBEAN MEETING 90, 1990, Chiang Mai, Thailand. **Proceedings…** Japan: Tropical Agiculture Research Center, 1991. p.9-15.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 6.ed. Rio de Janeiro Guanabara Koogan, 2001. 906p.

RABARI, L.F.; PATEL, R.D.; CHOHAN, J.G. Studies on germinating peanut seeds. **Journal Amer. Oil. Chem.,** v.38, p.4-5**,** 1961.

RAO, B.N.; PRABHAVATHI, T. Tannin content of food commonly consumed in Indiaand its influence on ionisable iron. **Journal Science Food Agriculture**, v.33, n.1, p.89-96, 1982.

REYES-MORENO, C.; PAREDEZ-LOPEZ, O. Hard-to-cook phenomenon in common beans a reviews. **Critical Reviews in food Science and Nutrition**, v.33, n.3, p. 227-286, 1993.

RIOS, A.O. **Avaliação da época de colheita e armazenamento no escurecimento e digestibilidade de três cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris L*).** 2000. 59p. Dissertação (Mestrado em Ciência dos Alimentos)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

SALES, A.M. et al. A. Feijão-Guandu. I. Avaliação organoléptica e nutricional para fins de alimentação humana. **Boletim do ITAL,** Campinas, n.17, v.2, p. 181-188, abr./jun. 1980.

SALUNKE, D.K.; JADHAV, S.J.; KADAM, S.S. Chemical biochemical and biological Significance of polyphenols in cereals and legumes. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition,** v.17, n.3, p.277-305, 1982.

SARRUGE, J.R.;HAAG , N.P. **Análise química em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 59p.

SATHE, S.K. et al. Effects of germination on proteins, rafinose oligosacharides, and antinutritional factors in the Great Northern Beans. **Journal of Food Science**, v.48, p.1796-1800, 1983.

SAVITRI, A.; DESIKACHAR, H.S.R. A comparative study of flatus productionin relation to the oligosaccharide content of some legumes. **Nutr. Rept. Intern.,** v.31, p.337-344, 1985.

SINGH, U. et al. Nutricional quality of vegetable pigeonpeas (Cajanus cajan (L) Millsp) dry mater accumulation, carbohydrates and proteins. **Journal Food Science**, v.49, n.3, 1984.

SINGH, U. et al. Phisical characteristics of pigeonpea and mung bean starches and their noodle quality. **Journal of Food Science**, v.54, n.5, p.1293-1297, 1989.

SOARES, L.M.V. et al. Composição mineral de sucos concentrados de frutas brasileiras. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.24, n.2, p.202-206, abr./jun. 2004.

SOUSA, L.V. **Estimação de parâmetros genéticos e fenotípicos associados com a qualidade fisiológica de sementes de feijão**. 2003a. 53p. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG..

SOUSA, P.H.M. de; SOUZA NETO, M. A. de; MAIA, G.A. Componentes funcionais nos alimentos. **Boletim da SBCTA**, Campinas, v.37, n.2, p.127-135, jul./dez. 2003b.

STANLEY, D.W.; AGUILERA, J.M. A review the textural defects in cooked reconstituted legumes- The influence of estrucuture and composition. **Journal Food Biochemistry,** v.9, p.27-323, 1985.

STROHECKER , R.; HENNING, H.M. **Análises de vitaminas: métodos comprovados. Madri: Paz Montalvo**, 1967. 428p.(1967)

SUBERBIE, F.; MENDIZABAL, D.; MENDIZABAL, C. Germination of fects on the quality of full-fact soy flours. **JAOCS,** v.58, n.3, p.192-194, 1981.

TEIXEIRA, J.P.F. Espécies Fabaceae como fontes alternativas de proteína vegetal para alimentação. **O Agrônomo**, Campinas, v.38, n.3, p.257-264, 1986.

TICKOO, J.L.; SATYANARAYANA, A. Progress in mugnbean breeding research with special emphasis on disease and insect resistence, constraints, and future directions. In: INTERNATIONAL CONSULTATION WORKSHOP ON MUNGBEAN, 1997, New Delhi, India. **Proceedings…** Tainan, Taiwan: AVRDC, 1998. p.58-77.

TOMOOKA, N. et al. Center of genetic diversity, dissemination pathways and landrace diffrentiation in mungbean. In: MUNGBEAN MEETING 90, 1990, Chaing Mai, Thailand. **Proceedings…** Japan: Tropical Research Center, 1991. p.47-71.

KAMER, J.H. VAN de; GINKEL, L.VAN (1952). Rapad determination of crude fiber in cereais. **Cereal Chemistry**, St. Paul, v.29, n.4, p.239-251, July/Aug. 1952.

VANDERSTOP, J. Effect of germination on the nutritive value of legumes. **Food Technology**, v.35, n.3, p.83-85, 1981.

VAVILOV, N.I. The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants. **Chronic Botanica**, v.13, p.1-366, 1949/50.

VELÁSQUEZ-MELÉNDEZ, G. et al. Consumo alimentar de vitaminas e minerais em adultos residentes em área metropolitana de São Paulo, Brasil. **Revista de Saúde Pública,** v.31, n.2, p.157-162, abr. 1997.

VIANA, S. de, F. et al. Hydrolysis of oligosaccharides in soybean flour by soybean α-galactosidase. **Food Chemistry,** v.93, p.665-670, 2005.

VIEIRA, C. Leguminosas de grãos: importância na agricultura e na alimentação humana. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v.16, n.174, p.5-11, 1992.

VIEIRA, R.F.; NISHIHARA, M.K. Comportamento de cultivares de mungo-verde (*Vigna radiata*) em Viçosa, Minas Gerais. **Revista Ceres**, v.39, n.221, p.60-83, 1992.

VIEIRA, R.F.; OLIVEIRA, V.R.; VIEIRA, C. Cultivo do feijão-mungo-verde no verão em Viçosa e Prudente de Morais. **Horticultura Brasileira**, v.21, n.1, p.37-43, jan./mar. 2003.

VIEIRA, R.F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R.F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa, 2001. 206p.

VILAS BOAS, E.V.B.; BARCELOS, M.F.P.; LIMA, M.A.C. Tempos de germinação e características físicas,químicas e sensoriais dos brotos de soja e de milho nas formas isoladas e combinadas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.26, n.1, p.148-156, jan./fev., 2002.

VILELA, E.R. **Produção, caracterização e extrusão de farinha de guandu** 1983. 149p.Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos-Cereais)-Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, SP.

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.

WALTERS, C.L.; Nitrate and nitrite in foods. In HILL, M. **Nitrates and nitrites in food and water**, New York: Ellis Horwood, chap. 5p. 92-112, 1991.

WOBETO, C. **Nutrientes e antinutrientes da farinha de folhas de mandioca (Manihot esculenta cantranz) em três idades da planta.** 2003. 82p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica e Agrobioquímica)-Universidade Federal de Lavras, Lavras, MG.

WOLF, W.J.; COWAN, J.C. Soybean as a food source. **Critical Reviews in Food Thechnology**, Palo Alto, v.2, p.81-158, Apr. 1971.

YUYAMA, K. Feijão Moyashi. In: CARDOSO, M.O. (Coord.). **Hortaliças não convencionais da Amazônia**. Brasília: Embrapa-SPI / Manaus: Embrapa/CPAA, 1997. 150p.

ANEXO

ANEXO A **Página**

TABELA 1 A Resumo das análises de variância de comprimento dos brotos das três, espécies de Fabaceae estudadas.. 114

TABELA 2 A Resumo das análises de variância de peso dos brotos das três, espécies de Fabaceae estudadas..... 114

TABELA 3 A Resumo das análises de variância para dados de umidade, proteína, lipídios, fibra, cinza e extratos não nitrogenados de sementes e brotos das três espécies de Fabaceae estudadas..... 115

TABELA 4 A Resumo das análises de variâncias para os dados de minerais, potássio, sódio, fósforo, cálcio e ferro, e vitamina C das sementes e brotos das três espécies de Fabaceae estudadas..... 116

TABELA 5 A Resumo das análises de variâncias para os dados de antinutrientes, tanino, nitrato e, das sementes e brotos das três espécies de Fabaceae estudadas..... 117

TABELA 1 A Resumo das análises de variâncias para os dados de comprimento dos brotos de três espécies de Fabaceae estudadas.

FV	GL	Quadrado médio
		Comprimento
Espécie	2	15,1207*
Época	4	147,3230*
Espécie*Época	8	12,7782*
Bloco	2	0,1940 ^{NS}
Resíduo	28	0,5009
CV (%)		11,02
Média geral (%)		6,42

* Significativo, a 5% , pelo teste de Tukey.

TABELA 2 C Resumo das análises de variâncias para os dados de pesos, das sementes e brotos de três espécies de Fabaceae, estudadas.

FV	GL	Quadrado médio
		Peso de brotos obtidos de 100g de sementes
Espécie	2	29177,9727*
Época	5	167857,0105*
Esp*Época	10	9374,9023*
Bloco	2	2369,4409^{NS}
Resíduo	34	987,2725
CV (%)		9,85
Média geral (%)		318,9478

Significativo, a 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 3 A Resumo das análises de variâncias para os dados de umidade, proteína, lipídeo, cinzas, fibras e extrato não-nitrogenado (ENN) das sementes e brotos, das três espécies de Fabaceae estudadas.

		Quadrado médio					
FV	GL	Umidade	Proteína	Lipídeo	Cinza	Fibra	ENN
Espécie	2	83,5362*	135,3912*	0,5278*	0,0032^{NS}	0,3568^{NS}	139,4374*
Época	5	7641,7152*	210,9301*	1,1079*	2,5829*	234,1142*	959,9909*
Esp*Ép	10	29,2646*	4,7808*	0,1386*	0,1152*	5,5439*	5,5686*
Bloco	2	8,8278*	1,0976^{NS}	0,0094^{NS}	0,0009^{NS}	0,4237^{NS}	4,7044^{NS}
Resíduo	34	1,8086*	0,3761	0,0077	0,0029	0,2409	1,0335
CV (%)		1,96	2,00	5,78	1,72	3,21	2,06
Média geral (%)		68,6029	30,7366	1,5154	3,1546	15,2694	49,4278

Significativo, a 5%, pelo teste de Tukey.

ENN= extrato não nitrogenado

TABELA 4 A Resumo das análises de variâncias para os dados de minerais, potássio, sódio, fósforo, cálcio e ferro, e vitamina C, das sementes e brotos das três espécies de Fabaceae estudadas.

		Quadrado médio					
FV	GL	Potássio	Sódio	Fósforo	Cálcio	Ferro	Vit C
Espécie	2	266156,0180*	223,9412*	57087,3888*	1405,5379*	1,9428*	99,3583*
Época	5	177607,1296*	434,0967*	19833,5555*	946,8379*	22,1928*	530,1026*
Esp*Ép	10	8450,4629^{NS}	12,9902^{NS}	3013,2777*	258,9157*	0,1484*	28,8065*
Bloco	2	17586,5740*	59,0754*	293,0555^{NS}	334,6435*	0,0562^{NS}	3,7002^{NS}
Resíduo	34	4763,0446	6,4901	377,3693	91,1043	0,0506	2,3478
CV (%)		5,17	13,93	4,60	7,97	4,19	6,,36
Média geral (%)		1333,9814	18,2894	422,0000	119,7685	5,3633	24,1084

*Significativo, a 5%, pelo teste de Tukey.

TABELA 5 A Resumo das análises de variâncias para os dados de antinutientes, tanino, nitrato, das sementes e brotos, das três espécies de Fabaceae estudadas.

		Quadrado médio	
FV	GL	Tanino	Nitrato
Espécie	2	53947,4848*	20939,3228*
Época	5	132991,3583*	18337,0404*
Esp*Época	10	2845,9743^{NS}	932,4670 *
Bloco	2	439,5548^{NS}	90,9030 ^{NS}
Resíduo	34	1631,8148	24,8997
CV (%)		8,40	1,64
Média geral (%)		481,0330	303,9061

*Significativo, a 5%, pelo teste de Tukey.