**CONTRIBUIÇÃO AO MELHORAMENTO DO FEIJOEIRO
(*Phaseolus vulgaris* L.) VISANDO AUMENTAR A QUANTIDADE
E MELHORAR A QUALIDADE DA PROTEÍNA**

AUGUSTO TULMANN NETO

Eng.º Agr.º, Mestre

Pesquisador da Seção de Radiogenética do
Centro de Energia Nuclear na Agricultura
ESALQ - USP - CNEN

PROF. DR. AKIKIHO ANDO
Orientador

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz" da
Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor.

P I R A C I C A B A
Est. São Paulo - Brasil
1975

Aos meus pais e irmão

à minha esposa e filhos

ao meu primo José Carlos Moreira (em memória)

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Expresso os meus sinceros agradecimentos a todos os que contribuíram para a realização deste trabalho, especialmente às seguintes pessoas e instituições:

- Prof. Dr. Akihiko Ando, orientador, pela orientação, estímulo, atenção e amizade sempre demonstradas desde o início de minha carreira.*
- Profs. Drs. Admar Cervellini, Diretor e Eneas Salati, Coordenador do Projeto Feijão, ambos do Centro de Energia Nuclear na Agricultura, pelo apoio demonstrado às pesquisas de melhoramento.*
- Prof. Dr. Hervásio Guimarães de Carvalho, Presidente da Comissão Nacional de Energia Nuclear, pelo apoio às pesquisas do CENA.*
- Prof. Dr. Otto Jesu Crocomo, pelas sugestões valiosas na leitura do manuscrito e pelas análises químicas efetuadas.*
- Dr. Stig Blixt, pelas idéias valiosas dadas a este trabalho.*
- Prof. Dr. José Eduardo Dutra de Oliveira, da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, pelos ensaios biológicos realizados.*
- À Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas, na pessoa do Dr. Eduardo Bulizani, pelo fornecimento do material utilizado.*
- À Estação Experimental de Tietê, na pessoa de seu Diretor Dr. Ari de Arruda Veiga, onde foi feita a multiplicação de parte de material utilizado neste trabalho.*
- Ao Departamento de Genética, na pessoa de seu Diretor, Prof. Dr. Ernesto Paterniani e aos Profs. Drs. João Lúcio de Azevedo, José Branco de Miranda Filho e Natal Vello, pela colaboração prestada.*
- Aos funcionários do CENA que direta ou indiretamente colaboraram para a realização deste trabalho, entre eles Srs. Luiz Messias e Lineu Domingos Mazzonetto Delfine, pela indispensável ajuda na coleta dos dados.*

I N D I C E

	<u>Página</u>
1. INTRODUÇÃO	01
2. OBJETIVOS	03
3. REVISÃO DA LITERATURA	05
3.1. O valor nutritivo do feijão	05
3.2. Algumas estratégias para o melhoramento visando aumentar o valor nutritivo em feijão	08
3.3. Influência do ambiente no teor e qualidade da proteína em feijão	11
3.4. Variação entre e dentro de plantas no teor de proteína da semente de feijão	14
3.5. Distribuição do teor de proteína nos componentes da semente de feijão	16
3.6. Avaliação da quantidade e qualidade da proteína em diferen- tes germoplasmas de feijão	17
4. MATERIAL E MÉTODOS	21
4.1. Material	21
4.1.1. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente	21
4.1.2. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente	22
4.1.3. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente	22
4.1.4. Caracterização proteica. Contribuição dos componen- tes da semente para o teor de proteína. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabi- lidade	22
4.1.5. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quan- to ao teor de proteína da semente	23
4.1.6. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito va- riedades de feijão através de ensaio biológico	24
4.2. Métodos	24
4.2.1. Análises químicas	24
4.2.2. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente	25
4.2.3. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente	26

4.2.4. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente . . .	27
4.2.5. Caracterização proteica de oito variedades de feijão	27
4.2.6. Contribuição dos componentes de semente para o teor de proteína da semente	28
4.2.7. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade	29
4.2.8. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína da semente	30
4.2.9. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico . . .	30
5. RESULTADOS	32
5.1. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente	32
5.1.1. Determinação da influência da competição na produção	32
5.1.2. Determinação da influência da competição no teor de proteína da semente	33
5.2. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente	34
5.3. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente	36
5.4. Caracterização proteica de oito variedades de feijão . . .	36
5.5. Contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína da semente	39
5.6. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade	42
5.7. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína da semente	44
5.8. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico	44
6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS	46
6.1. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente	46
6.2. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente	48
6.3. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente	49
6.4. Caracterização proteica de oito variedades de feijão . . .	50

Página

6.5. Contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína da semente	55
6.6. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade	59
6.7. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína da semente	60
6.8. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico	62
7. RESUMO E CONCLUSÕES	65
8. SUMMARY AND CONCLUSIONS	69
9. LITERATURA CITADA	73
10. TABELAS	80
11. FIGURAS	133

1. INTRODUÇÃO

Os hábitos alimentares das populações de diferentes países variam de acordo com uma série muito grande de fatores, facilmente identificáveis, quando se deseja analisar com profundidade as distintas situações.

Embora a época atual seja caracterizada por drásticas transformações em todos os setores, é possível notar-se que, no referente a certos hábitos alimentares, existe uma tendência às suas manutenções. Assim é que certos povos continuam dando preferência ao consumo de café, enquanto outros ao de chá, apesar dos grandes interesses envolvidos que tentam, às vezes, alterar estas preferências.

As situações expostas servem de base para se discutir o consumo de feijão pelo povo brasileiro. O Brasil não só é o maior produtor, mas o país onde se observa um dos maiores consumos per capita de feijão. As es-

tatísticas demonstraram que este grande consumo não tem diminuído com o correr dos anos e pode-se inferir que a curto e médio prazo, esta situação deverá continuar. Estes fatos devem servir de orientação ao Governo, para estimular constantemente a cultura de feijão e aos pesquisadores que com ela trabalham, pois são ainda inúmeros os problemas não solucionados.

O feijão apresenta um teor de proteína elevado e um preço relativamente baixo, sabendo-se que para as camadas de menor poder aquisitivo, ele constitui a principal fonte proteica. Nos últimos anos o melhoramento das diferentes culturas, tem dado ênfase ao aspecto da quantidade e qualidade da proteína. No Brasil, para o caso do feijoeiro, apesar de sua importância como fonte proteica, devido ao grande número de itens ainda a serem estudados, o melhoramento visando o aspecto proteico ainda não pode ser profundamente pesquisado, como já o foi em alguns países.

Os resultados das pesquisas em outros países, que estudaram o aspecto proteico do feijão, podem e devem ser utilizados no Brasil. Entretanto, devido a uma série de condições distintas, reconhece-se que certos estudos básicos devem ser realizados em nossas instituições. Isso de importância especialmente para o pesquisador que pretende se dedicar ao melhoramento do feijoeiro como um todo, e em particular visando o aspecto proteico, como ocorre na presente situação.

Portanto, o presente trabalho pretende ser uma contribuição ao melhoramento do feijoeiro visando aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da proteína. Espera-se que esta pesquisa possa dar informações gerais sobre o assunto tratado, ao melhorista que trabalhe com a cultura. De um modo específico espera-se também que para as pessoas e instituições envolvidas neste trabalho, os problemas surgidos durante a sua realização e a metodologia utilizada para resolvê-los, possam habilitá-las para estudos futuros na mesma linha de pesquisa.

2. OBJETIVOS

O presente trabalho foi constituído por uma série de experimentos que procuraram a obtenção de informações básicas para o melhoramento do feijoeiro, visando aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da proteína.

Embora a natureza distinta das pesquisas realizadas, todas elas procuraram esclarecer certos fatores que o melhorista ou outros especialistas devem levar em consideração quando se pretende trabalhar com a cultura de feijoeiro sob o aspecto considerado. Assim é que os experimentos foram conduzidos com os seguintes objetivos:

- a. Determinação da influência dos seguintes fatores no teor de proteína da semente: competição entre as plantas; posição da vagem na planta; posição que a semente ocupa na vagem.

- b. Caracterização proteica (quantitativa e qualitativa) de algumas variedades de interesse para o melhoramento.
- c. Contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína da semente.
- d. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade.
- e. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína.
- f. Avaliação de variedades de feijão através de ensaio biológico.

3. REVISÃO DA LITERATURA

Para maior facilidade de apresentação, a revisão de literatura será feita na forma de diversos itens. Nestes itens, serão descritas pesquisas que direta ou indiretamente, estarão relacionadas com os diferentes experimentos que fazem parte do presente trabalho.

3.1. O valor nutritivo do feijão

A denominada "Revolução Verde", refere-se aos recentes aumentos rapidamente obtidos na produção e produtividade de trigo, arroz e milho em alguns países em desenvolvimento. Um dos responsáveis por estes aumentos, *BORLAUG (1973)*, cita que infelizmente, a produção de uma série de leguminosas, entre as quais o feijão, permaneceu em um nível de baixa produtividade, ocorrendo estagnação ou mesmo decréscimo nos totais observados. Es-

ta situação sem dúvida deve ser corrigida pois sabe-se bem da importância do feijão e outras leguminosas, para a alimentação humana, especialmente para determinados países.

BRESSANI et alii (1973) destacam o grande consumo de leguminosas para os países da América Latina, citando que no Brasil, estimou-se que 64,4 g de alimentos provenientes de leguminosas são consumidas diariamente. Como dentre estas leguminosas destaca-se tanto para o Brasil como para os demais países da América Latina, o feijão (*Phaseolus vulgaris* L.), o seu papel nutritivo deve ser enfatizado.

LITZENBERGER (1973), citando estudos comparativos de custos das principais fontes de proteína na alimentação humana, conclui que o custo por quilo de proteína proveniente de plantas é bem inferior ao de proteína de origem animal. Assim é que este tipo de comparação indicou que para o feijão, o custo foi cerca de 14 vezes menor que o de carne bovina. Através destes números, torna-se clara a importância que o feijão apresenta para a alimentação de uma série de países ainda em desenvolvimento, como o caso do Brasil. Tanto isto é verdade que, *MEDINA (1972)*, relata que utilizando-se média de três anos de consumo (1966 a 1968), estimou-se que o brasileiro consumiu 68,4 g de feijão por dia, sendo este valor maior que o estimado para outras fontes proteicas tais como carne em geral e peixe. Felizmente este alto consumo observado no Brasil e em outros países, é acompanhado por um alto valor nutritivo. De fato, alguns estudos como os de *CANUTO CARDONA & MANCINI (1960)*, *BRESSANI (1967)*, *GOMEZ BRENES (1970)* e *JAFFÉ (1973)*, realizados em vários países, reconhecem o elevado valor nutritivo do feijão. Estes trabalhos, em geral, concluíram pelo alto teor de proteína (ao redor de 23%), ferro, cálcio, magnésio e fósforo, apontando-se também as deficiências nutricionais encontradas.

ZUCAS et alii (1972) destacam o grande papel do feijão como fonte proteica para as populações brasileiras. Entretanto, como bem lembram estes autores, o feijão, sendo considerado como o alimento das classes pobres, é por estas posto de lado, como óbvios prejuízos, quando a renda familiar aumenta e permite a aquisição de outros alimentos (macarrão, batatas, refrigerantes).

Já está bem estabelecido que o valor nutritivo de um alimento depende, entre outros fatores, não apenas do seu conteúdo de proteína, mas também do seu teor de aminoácidos essenciais, desde que estes são as uni-

dades usadas pelo organismo para o crescimento e manutenção. A utilidade de uma proteína é portanto definida, pelo aminoácido essencial presente em menor quantidade, denominado aminoácido limitante. Logo, quando se comparam teores dos diferentes aminoácidos essenciais de uma série de fontes proteicas com os teores de aminoácidos de um padrão considerado ideal, pode-se ter idéia do valor nutritivo daquelas fontes proteicas. Quando se fez tal tipo de comparação, utilizando-se uma série de leguminosas com o padrão da FAO (FAO, 1964), evidenciou-se que para o feijão e demais leguminosas, é muito baixo o teor total de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina). De fato, o padrão indica 270 mg/gN para tais aminoácidos enquanto que o feijão apresenta apenas 120 mg/gN quando somados os teores de metionina e cistina. O mesmo tipo de comparação indicou o triptofano como o segundo aminoácido limitante e revelou o alto teor de lisina encontrado, fator de grande importância nutritiva, principalmente quando o feijão é considerado como suplemento para cereais. Aliás, a diferença encontrada na qualidade de proteína entre leguminosas e cereais está relacionada com as várias frações de diferentes composições de aminoácidos. Estas frações de proteína são classificadas como albuminas, globulinas, prolaminas e glutelinas. Como cita KAMRA (1971) nos cereais, encontram-se grandes quantidades de prolaminas e glutelinas, sendo que nas prolaminas existem quantidades muito pequenas dos aminoácidos essenciais lisina e triptofano. Já para as leguminosas, as globulinas estão presentes em maiores quantidades, sendo que um dos componentes principais das globulinas (fração 7 S, de acordo com ROBERTS & BRIGGS, citado por KAMRA, 1971) apresenta um teor de metionina extremamente baixo. Isto faz com que o teor de metionina das sementes de leguminosas, seja baixo, o que tem levado à suposição que se a síntese da fração 7 S pudesse ser bloqueada ou suprimida geneticamente, o teor de metionina poderia ser aumentado.

Mas existem ainda outros aspectos que devem ser citados pois podem influenciar o valor nutritivo do feijão. BRESSANI (1973) cita oito fatores antimetabólicos que podem afetar o valor nutritivo das leguminosas. Alguns destes fatores não são encontrados em feijão e a maioria é eliminada pela cocção, constituindo-se portanto em problema apenas quando são servidos grãos crus, o que limitaria a utilização para a alimentação de animais. Entretanto, um destes fatores não é eliminado pela cocção, como o relacionado com a flatulência. De fato, HELLENDORF (1969), entre outros autores, em experimentos com Homens e animais, concluiu que a alimentação com feijão cozido produziu um grande aumento na flatulência. Embora para al-

guns indivíduos analisados este aumento fosse menor, para outros, a flatulência e distúrbios intestinais correlatos, constitui um problema que inclusive pode limitar um alto consumo de feijão.

Outro aspecto que deve ser considerado é a baixa digestibilidade da proteína do feijão, resultando em perdas significativas, detectadas nas fezes. *JAFFÉ (1968)* relata porcentagens de digestibilidade situadas entre 76,8 a 84,1%, de acordo com a variedade estudada.

Enfim, do que se apresentou até agora, parece possível concluir-se que devido ao seu preço relativamente baixo, o feijão é consumido em grande escala em diversos países. Este alto consumo é vantajoso devido ao elevado teor de proteína apresentado, devendo-se entretanto anotar a deficiência para alguns aminoácidos essenciais, a presença de fatores antimetabólicos e a relativamente baixa digestibilidade da proteína. Estudos devem ser realizados para se tentar elevar mais ainda o valor nutritivo do feijão, o que parece poder ser conseguido pesquisando-se todos os aspectos que atualmente limitam a obtenção de uma maior eficiência nutritiva.

3.2. Algumas estratégias para o melhoramento visando aumentar o valor nutritivo em feijão

No Brasil, talvez devido a uma série grande e prioritária de fatores limitantes à produção de feijão, o melhoramento visando o aspecto proteico não tem sido muito estudado. *ZUCAS et alii (1972)*, citam trabalhos realizados por autores brasileiros. Nestes trabalhos são destacadas análises do teor de proteína e aminoácidos de uma série de cultivares de feijão. Infelizmente, entretanto, estas pesquisas não tem sido feitas de uma maneira sistemática, com a colaboração do melhorista, que junto com outros especialistas, podem contribuir significativamente para a resolução do problema. Para outros países, já existem metas pré-fixadas em torno das quais se reúnem pesquisadores de diversos ramos, cada um contribuindo com sua parte para o melhoramento proteico.

Julga-se portanto de interesse, uma visão de uma série de linhas de pesquisas que, aparentemente seguindo caminhos distintos, procuram entretanto, um único objetivo que é o aumento no valor nutritivo em feijão.

De acordo com *SILBERNAGEL (1970)* existem vários meios que podem

ser utilizados para se aumentar o valor nutritivo do feijão através de um programa de melhoramento: 1) Melhorar a qualidade de proteína pelo aumento dos níveis dos aminoácidos atualmente limitantes; 2) Aumentar o conteúdo total de proteína para cerca de 30,0%; 3) Reduzir ou eliminar os elementos tóxicos; 4) Aumentar a digestibilidade, incluindo a eliminação da flatulência. Relata ainda que em seu meio de trabalho, desde 1966 o melhoramento proteico do feijão tem se concentrado nas seguintes áreas: 1) Procura de materiais com altos teores de proteína total, tanto em variedades comerciais como em germoplasma de diferentes origens; 2) Estudos de algumas variáveis ambientais que podem influenciar o teor de proteína ou metionina ou ambos; 3) Início de um programa de cruzamento entre linhas de diferentes teores de proteína para se estudar a herdabilidade do teor de proteína; 4) Estudos comparativos do teor de proteína dos principais componentes da semente (cotiledones, embrião e tegumento) para determinar se eles poderiam ser responsáveis pelos diferentes teores de proteína entre variedades ou de variações dentro de uma variedade.

GOMES BRENES (1970) sugere a possibilidade de se iniciar a seleção em feijão visando maior quantidade de proteína e maiores teores de lisina e triptofano, aminoácidos deficientes no milho. Além disto, segundo este autor, a seleção deveria visar feijão com menor quantidade de substâncias tóxicas, que estão relacionadas aos efeitos anti-digestivos e a flatulência. Verifica-se que tal autor sugeriu estas investigações, baseado em outros alimentos comumente consumidos com o feijão em alguns países. Daí a razão de destacar um aumento em feijão, para os aminoácidos lisina e triptofano, pois o feijão é normalmente consumido com o milho em muitos países da América Central, região onde o autor realizou uma série de investigações.

ADAMS (1973) realça que a produtividade do feijão deve ser alta, do contrário, outras culturas irão substituí-lo. Portanto, baseado nas correlações negativas encontradas entre teor de proteína e produtividade em feijão, recomenda que a estratégia a ser adotada, visando melhorar tanto qualidade de proteína como produtividade, seria: 1) Não procurar selecionar para teores altos de proteína; 2) Objetivar a obtenção de teores de proteína ao redor de 20,0 a 22,0%; 3) Concentrar com estes teores, a seleção para aumentar o teor de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) e a produtividade. Este autor faz uma abordagem que na verdade foi originada com a descoberta do opaco-2 em milho. Uma vez obtido o milho opaco-2, com

maior teor de lisina, observou-se que em muitos países ele não teve a importância esperada devido a dificuldade de mercado. Isto tem levado uma série de pesquisadores, como por exemplo *MUNCK (1969)* a pedirem com urgência o desenvolvimento de sistemas relevantes de pagamento para culturas beneficiadas com um melhoramento da qualidade nutritiva. Deste modo, os produtores seriam encorajados a cultivarem a variedade melhorada, sendo pagos pela qualidade do fator introduzido e os melhoristas seriam mais incentivados a produzirem tais variedades. Mas tudo isto, evidentemente, depende da demanda dos consumidores, pelas variedades melhoradas em qualidade, o que provavelmente não seja difícil de acontecer, embora talvez em futuro não próximo.

EVANS (1973) também conclui que até que uma maior variação tenha sido explorada ou tenha sido originada em progênies obtidas de cruzamentos, a estratégia do melhorista que trabalha com feijão, deve ser primeiramente selecionar para alta produção de sementes e dentro destas linhas, selecionar teores médios de proteína total, assegurando assim, a maior produção de proteína por unidade de área.

MEINERS & LITZENBERGER (1973) destacam que a primeira prioridade de um programa de melhoramento com leguminosas, é o aumento na produtividade. Citam que existem amplas evidências para países em desenvolvimento, que isto acarretaria substanciais aumentos no fornecimento de alimentos provenientes de tais leguminosas. Secundariamente, admitem que sejam empregados esforços para se melhorar a qualidade destes alimentos, através do melhoramento visando alto teor de proteína, melhor balanceamento de aminoácidos e menores teores de elementos tóxicos.

KELLY (1973) cita que a contribuição nutritiva das leguminosas pode ser aumentada através do melhoramento seja na produtividade seja no teor de proteína ou ainda na qualidade de proteína e que sucessos podem ser obtidos em quaisquer das alternativas. O resultado ideal seria obtido quando as três alternativas fossem conseguidas ao mesmo tempo. Realça contudo, que como objetivo mínimo, deve-se procurar aumentar qualquer um destes fatores, sem o correspondente decréscimo nos outros dois.

KAUL (1973) também dá sua colaboração ao tema tratado, citando que metas importantes no melhoramento de leguminosas seriam: 1) Aumentar a capacidade de produção; 2) Aumentar o teor de proteína total sem o decréscimo

mo na capacidade de produção ou na qualidade; 3) Melhorar a qualidade de proteína pela seleção de genótipos ricos em aminoácidos sulfurados (metionina e cistina) e ricos em triptofano; 4) Aumentar a digestibilidade pela redução ou remoção de antimetabólitos normalmente encontrados; 5) Aumentar a produção de lisina; 6) Melhorar as qualidades organolépticas.

É então evidente a complexidade envolvida em um programa de melhoramento visando aumentar o valor nutritivo do feijão. Apesar disto, parece ter ficado claro que as diferentes alternativas a serem seguidas dependem das condições e da realidade encontrada para cada situação. Deste modo, um programa com tal objetivo só poderá ter êxito se diferentes especialistas (bioquímicos, economistas, melhoristas, nutricionistas, etc.) derem sua parcela de contribuição. Esforços isolados realizados em países com recursos limitados para pesquisa, tendem a se tornarem ineficientes para a resolução do conjunto de problemas.

Diante da importância do feijão para a alimentação do povo brasileiro, parece já estar em atraso o estabelecimento de metas reais a serem alcançadas com vistas ao aumento no valor nutritivo do feijão, mesmo que se respeitem as demais prioridades envolvidas nesta cultura.

3.3. Influência do ambiente no teor e qualidade da proteína em feijão

Para uma série de culturas, existem exemplos que evidenciam a grande influência do ambiente no teor e qualidade de proteína, este aspecto, pela importância que tem para o melhoramento, será analisado para a cultura de feijão.

ESHE & BASU (1959) analisaram a influência no teor de proteína, de acordo com a local e linhagem em várias leguminosas. Concluíram que foi possível observar-se variações no teor de proteína de uma variedade, da ordem de 60%, dependendo da linhagem e da localidade onde era conduzido o cultivo. Isto levou-os a sugerir que estudos deveriam ser feitos em diferentes regiões de um país para se ter idéia da variação do teor de proteína de acordo com as condições de clima e solo.

BRESSANI (1967, 1973), estudando 25 variedades de feijão em duas localidades, concluiu que tanto o teor de proteína, como o de metionina,

lisina e triptofano, sofreram a influência da localidade e que a interação "variedade x localidade" também foi significativa. Relata ainda estudos de adubação, conduzidos com diversas concentrações de enxofre e molibdênio. As sementes obtidas foram incorporadas em dietas, em ensaio biológico com ratos, sendo que em um dos casos, uma certa combinação de enxofre com molibdênio produziu feijão que provocou um melhor crescimento dos ratos, em comparação com a testemunha. Este resultado teria sido obtido devido a um aumento de metionina na proteína, com a consequente elevação de seu valor nutritivo.

Um trabalho de interesse, que deve ser citado, apesar de não ter incluído o feijão, refere-se ao realizado por *SCHWEIZER & RIES (1969)*. Tais autores, em pesquisa com trigo e aveia, conseguiram através de adubação nitrogenada e tratamento químico, elevar o teor de proteína em sementes provenientes de plantas com aqueles tratamentos, sementes estas chamadas de fortificadas; nas plantas delas provenientes foram feitas uma série de observações. Assim, a produção obtida através de sementes fortificadas, foi significativamente maior que a das sementes controle. Os autores concluíram que o maior teor de proteína das sementes tratadas, provocaria um melhor crescimento das plântulas, maior desenvolvimento e produção. Trata-se portanto de um exemplo que não só evidencia a influência do ambiente no teor de proteína da semente, mas demonstra que este efeito pode ser observado até na segunda geração de plantas.

AMIRSHAHI & TAVAKOLI (1970) analisaram o teor de proteína de cerca de 150 variedades de feijão, cultivados em duas localidades durante 2 (dois) anos. Observaram que o teor de proteína das variedades variou nos diferentes locais e épocas. Mas a comparação entre o teor de proteína de diferentes variedades em diferentes anos, revelou que aquelas com maiores teores em um dado ano, apresentavam também os maiores teores nos anos seguintes. Tal fato, segundo os autores, indicaria que apesar da influência das condições ambientais, o caráter em questão é herdado, o que possibilitaria a obtenção de variedades com maiores conteúdos de proteína através dos métodos tradicionais de melhoramento.

RUTGER (1970) analisou os efeitos ambientais no teor de proteína em oito variedades de feijão. Encontrou efeitos altamente significativos devido a ano, localidade e variedade. As interações "ano x localidade",

"variedade x ano", foram também significativas, o que o levou a enfatizar a necessidade de se cultivar todo o material em um único ambiente antes de se analisar o conteúdo proteico. Concluiu também que devido ao baixo coeficiente de variação obtido para proteína, um número relativamente menor de repetições é suficiente neste estudo, quando se compara por exemplo com produção, em que maior número de repetições são necessárias.

SIBERNAGEL (1970) relata resultados que devem ser citados pois de certa forma contrariam os apresentados por outros autores. Este autor relata que para se observar o efeito da adubação no teor e qualidade de proteína, foram realizadas pesquisas que incluíram a adubação com nitrogênio, fósforo e zinco. Na adubação nitrogenada, variou-se não só a concentração, mas a fonte de nitrogênio utilizada. Todos os resultados indicaram a ausência de influências, tanto no teor de proteína como no de metionina.

SOUZA et alii (1973), por sua vez, estudando o efeito de diversas combinações de nitrogênio, fósforo e potássio na produção e no valor nutritivo do feijão, concluíram pela variação no teor de proteína. Observaram também um significativo aumento no coeficiente de utilização proteica em algumas combinações e sugeriram que alguns aminoácidos também tenham sido alterados.

Julga-se que apenas estes trabalhos citados sirvam para se ilustrar a influência do ambiente no teor e qualidade de proteína. Mas como a maioria dos autores acima citados reconhece, maior número de investigações, incluindo-se outros aspectos, devem ser realizadas. Sabe-se, por exemplo, que as plantas respondem de maneira acentuada à presença ou ausência de plantas vizinhas. *ZINSLEY et alii (1971)* estudaram o efeito da competição entre as plantas de milho na produtividade. Estes autores incluíram três graus de competição: completamente competitivas, com meia competição e sem competição. Concluíram que a produção por planta foi tanto maior quanto maior a falta de competição. Para o feijão, julga-se que a mesma situação deva ocorrer. Pode-se então pretender saber se a falta de competição iria ou não afetar o teor de proteína. Este esclarecimento é necessário nos casos onde se deve fazer a análise de proteína de sementes provenientes de plantas de feijão próximas a falhas. Parece não existir investigação à respeito, resolvendo-se então incluí-la como um dos experimentos do presente trabalho.

3.4. Variação entre e dentro de plantas no teor de proteína da semente de feijão

No ítem anterior, citaram-se exemplos de influência do ambiente externo no teor de proteína da semente de feijão. Mas a literatura cita também casos em que se observou variação no teor de proteína entre e dentro de plantas pertencentes à uma mesma variedade. O conhecimento destas variações é de interesse para a determinação da melhor técnica de amostragem a ser utilizada em análises de proteína. Pode permitir também a seleção de plantas com maiores teores médios de proteína e aminoácidos dentro da própria população.

FREYTAG (1956) em trabalho com feijão, notou que a variação no conteúdo de proteína dentro de uma variedade era desconhecida. Segundo ele, isto poderia ser determinado, analisando-se individualmente o teor de proteína de várias plantas da mesma variedade, o que também daria uma idéia mais exata do próprio conteúdo da proteína da variedade.

STUBER et alii (1962) determinaram a variação entre e dentro de plantas no teor de proteína de sementes de trigo, encontrando diferenças significativas tanto dentro como entre plantas pertencentes à uma mesma variedade. As variações encontradas dentro das plantas ocorreram em sementes provenientes do terço superior da espiga, onde se observou menor teor de proteína. Observaram também variação entre espigas de uma mesma planta e sugeriram que isto poderia ser atribuído a diferenças na data de florescimento e peso da espiga. Outro resultado de interesse foi que a variação foi mais alta na variedade com alto teor de proteína do que na variedade com baixo teor de proteína. Isto indicaria que os efeitos ambientais seriam mais pronunciados em variedades com alto teor de proteína do que em variedades com baixo teor de proteína. Tal conclusão, se extrapolada para o caso do feijão, poderia explicar certas contradições encontradas quando se observa a influência do ambiente no teor de proteína, pois os resultados poderiam estar na dependência do maior ou menor conteúdo de proteína das variedades estudadas.

KAUL (1970) e MIKAELSEN & KARTOPRAWIRO (1973) em trabalhos com arroz, concluíram que panículas de uma mesma planta poderiam apresentar diferenças no teor de proteína. Os dois últimos autores, analisaram a correlação entre o teor de proteína e esterilidade, e tamanho da panícula, não se observando diferenças significativas.

SILBERNAGEL (1970) relata experimento em feijão, em que se analisou individualmente o teor de proteína de plantas pertencentes a um mesmo material. As linhas com alto e baixo teor de proteína foram multiplicadas e testadas por várias gerações. Algumas linhas mostraram-se relativamente estáveis para alto ou baixo teor de proteína, entretanto, a maioria apresentou grande variação de ano para ano. Concluiu que em alguns casos, estaria ocorrendo segregação, mas em outros, as diferenças no teor de proteína poderiam ser explicadas devido à diferenças na sensibilidade a fatores ambientais que podem influenciar o teor de proteína.

KELLY (1973) embora sem entrar em detalhes, cita que observou variação no teor de proteína entre vagens de uma mesma planta de feijão e entre sementes de uma mesma vagem. Segundo ele, esta variação foi menor para metionina.

WOOLFE & HAMBLIN (1974) realizaram experimento para identificar as fontes de variação no teor de proteína entre e dentro de genótipos de feijão. Analisaram sementes pertencentes à uma mesma vagem e concluíram que o teor de proteína foi semelhante, independentemente da posição que a semente ocupava na vagem. Este estudo incluiu também a análise do teor de proteína de vagens pertencentes a diferentes internódios da planta. Quando foram analisadas vagens de diferentes internódios em variedades de hábito de crescimento determinado, demonstrou-se que não havia variação significativa no teor de proteína. Entretanto, para estas mesmas variedades, notaram diferenças entre o teor de proteína de vagens pertencentes a um mesmo internódio. Para variedades de hábito de crescimento indeterminado, concluíram que se a variedade apresentasse grande número de internódios, ocorria um decréscimo no teor de proteína à medida que as vagens ocupavam posições superiores na planta. Estes autores analisaram ainda o teor de proteína de plantas individuais de variedades reconhecidas como geneticamente homozigotas. Dentro de duas variedades encontraram diferenças estatísticas significativas e concluíram que parece que algumas variedades são mais sensíveis que outras para pequenas mudanças ambientais.

Infelizmente, para o feijão, não se encontram na literatura, muitos exemplos tentando analisar a variação entre e dentro de plantas, razão pela qual se resolveu fazer alguns experimentos neste sentido no presente trabalho.

Através dos poucos exemplos citados, percebe-se que estes traba-

lhos podem ser muito úteis na obtenção de uma amostra representativa, que é essencial para qualquer trabalho analítico. Quando se realiza a análise de plantas individuais, convém saber qual variação deve ser esperada entre plantas dentro de uma linha ou bloco, entre vagens de uma mesma planta ou entre sementes de uma mesma vagem.

3.5. Distribuição do teor de proteína nos componentes da semente de feijão

Informações concernentes à distribuição de proteína dos componentes da semente de feijão são de interesse quando se visa um aumento no seu valor nutritivo.

SINGH et alii (1967) separaram e analisaram os nutrientes nos componentes da semente de feijão, que foram denominados tegumento, embrião e cotilédones. Concluíram que com relação à contribuição em peso de cada componente, para o peso total da semente, o embrião apresentou o menor valor (0,99%) seguido pelo tegumento (8,64%) sendo que os cotilédones, apresentaram o maior valor (90,37%). Com relação ao teor de proteína, o embrião foi o componente mais rico (68,3%) seguido pelos cotilédones (34,0%) e tegumento (8,2%). Considerando-se entretanto o peso de cada componente, os cotilédones é que contribuíram com maior porcentagem de proteína (94,0%) para o total de proteína da semente, sendo que o embrião e tegumento contribuíram com o restante (2,0%, cada). Devido também à alta contribuição do peso dos cotilédones para o peso total da semente, os maiores valores dos outros nutrientes (fósforo, cálcio e ferro), foram também encontrados nos cotilédones.

ZIMERMAN (1967) também separou os componentes da semente de feijão e analisou a distribuição da proteína, metionina e atividade anti-tríptica. Mas tal autor só se preocupou com os cotilédones, dividindo-os em duas camadas, que denominou de interna e externa. Na camada externa foram detectados os maiores teores de proteína, lisina, metionina e atividade anti-tríptica.

SILBERNAGEL (1970), separou e analisou o teor de proteína dos três componentes da semente de feijão de três variedades que apresentavam teores diferentes de proteína na semente. Obteve resultados semelhantes aos

de *SINGH et alii* (1967), concluindo pela grande contribuição dos cotilédones (95,0%) para o total de proteína da semente.

WOOLFE & HAMBLIN (1974) analisaram o teor de proteína nos componentes da semente de feijão, utilizando duas variedades que apresentavam diferenças no tamanho das sementes. Tais autores, em virtude do baixo valor esperado da contribuição do embrião para o total de proteína da semente, não se preocuparam em separá-lo, incluindo-o junto com os cotilédones. Concluíram que tanto para a variedade com sementes grandes, como para a de sementes pequenas, a contribuição em peso do cotilédone e tegumento para o peso total da semente, foi semelhante. Observaram também os baixos teores de proteína obtidos para o tegumento e os altos valores para os cotilédones, em ambas as variedades.

3.6. Avaliação da quantidade e qualidade da proteína em diferentes germoplasmas de feijão

A análise do teor de proteína, aminoácidos e outros elementos em diferentes germoplasmas de feijão, pode fornecer ao especialista, informações preciosas sobre a variabilidade genética existente. Serão citados alguns exemplos de análises efetuadas em distintos germoplasmas de feijão, bem como a maneira com que alguns pesquisadores sugeriram ou utilizaram a aplicação dos resultados obtidos.

BRESSANI (1960) analisou o teor de proteína e aminoácidos de cerca de 40 variedades provenientes da América Central. Concluiu pela grande variação quanto ao teor de proteína. No que se refere aos três aminoácidos analisados, o conteúdo de lisina foi o mais variável, seguindo-se o triptofano e com menor variação, a metionina. Supôs que, se a variação encontrada fosse de origem genética, os melhoristas teriam um bom material para o início de trabalho visando o aumento no valor nutritivo em feijão. Observou ainda uma correlação positiva significativa entre o teor de proteína e lisina, e proteína e metionina.

EVANS & BANDEMER (1967) analisaram o teor de aminoácidos e realizaram ensaios biológicos com ratos, em uma série de leguminosas, entre as quais o feijão. Em todos os materiais analisados, havia deficiência de metionina e cistina, de acordo com os padrões da FAO. Ratos alimentados com

dietas suplementadas com metionina, cresciam normalmente o que não acontecia quando o feijão destas dietas não era suplementado. A maioria das leguminosas quando não cozidas, continham substâncias inibidoras do crescimento. No caso de uma variedade de feijão utilizada, nem o cozimento destruiu tais substâncias tóxicas.

BRUCHER et alii (1969) compararam uma série de populações de feijão selvagem (*Ph. aborigineus*) e feijão comum (*Ph. vulgaris* L.) em relação ao teor de fitohemaglutininas. As hemaglutininas de feijão apresentam interesse pois induzem mitose em linfócitos humanos. Foi constatado que tanto nas populações selvagens como nas de feijão comum, poderia ou não ocorrer a presença de hemaglutininas. Quando analisaram plantas dentro de uma determinada população, observaram que algumas plantas apresentavam hemaglutinina e outras não, o que evidenciaria a falta de pressão de seleção para tal caráter. Concluíram que tal caráter é determinado pela presença de um único gen dominante. Este tipo de pesquisa é de importância, pois evidencia que muitos dos fatores antimetabólicos existentes no feijão, podem ser eliminados através de um programa de melhoramento. Sob este aspecto, são de muita importância os trabalhos que visam diminuir a flatulência ocasionada pela ingestão de feijão, já iniciados por vários pesquisadores. (*MURPHY, 1973*).

BRESSANI (1969) analisou 268 diferentes linhas de feijão para o teor de proteína e 129 para metionina, cistina e lisina. Observou teores de proteína situados entre 16,8 a 28,3%. A variação para metionina foi de 0,087 a 0,355%, observando-se valores entre 0,075 a 0,208% para cistina e de 0,80 a 2,39% para lisina.

SILBERNAGEL (1970) cita que, após a análise de grande número de linhagens de feijão, identificaram-se as mais promissoras com relação ao teor de proteína, e cruzamentos foram feitos entre elas para se conhecer a herança do teor de proteína em feijão. Além destas linhas com altos teores de proteína, relatou que foram encontradas outras, com altos teores de metionina, cistina e triptofano, que deveriam ser cruzadas com as primeiras. Para esse autor, anos de extensivas e expensivas pesquisas seriam necessários, mas poderia ser possível o desenvolvimento de um feijão que fosse tão boa fonte de proteína na dieta como a carne.

RUTGER (1970), analisando 343 linhas de feijão, observou que o

teor de proteína variou de 19,0 a 31,0%. Este teor foi positivamente correlacionado com maturação e negativamente correlacionado com o peso da semente e teor de óleo. O autor acentua que, embora significativas, estas correlações foram pequenas. Não encontrou correlação significativa entre produção e teor de proteína, embora o valor do coeficiente de correlação obtido fosse negativo. Devido à suposição que a América Central seja o centro de origem do feijão, é nesta área que se espera a ocorrência de maior variabilidade. Assim, dividiu o material estudado de acordo com a sua origem e observou que a frequência de linhas com maiores teores de proteína, foi maior nas coleções provenientes da América Central, do que de outras regiões.

Alguns autores relatam que uma alternativa para se obterem maiores teores de proteína ou de aminoácidos, seria a indução de mutação. De fato, *MICKE (1970)* sugere que nas leguminosas, existem boas chances de serem obtidas mutações sob o aspecto proteico. Alguns autores têm procurado seguir esta linha. Assim é que *BRAVO (1970)* cita início de trabalho visando a obtenção de mutantes proteicos em feijão. Em outra pesquisa, *MOH (1975)*, relata que mutante de feijão, de coloração branca, induziu ganho de peso em ratos, duas vezes superiores ao feijão preto (tipo parental original).

KELLY (1971) analisando 3.600 cultivares de feijão, selecionou 82 que possuíam teor de metionina no mínimo 33% maior que uma variedade considerada como padrão. Alguns destes cultivares foram cultivados por dois ou três anos e o alto teor de metionina observado anteriormente, foi mantido. Concluiu que o teor de metionina em feijão é determinado geneticamente e suficiente variação existe para permitir o melhoramento através de cruzamento e seleção.

MORAES & ANGELUCCI (1971) relatam a composição química de 12 variedades de feijão comumente encontradas nos mercados brasileiros. O teor de proteína variou de 21,9 (variedade Bico de Ouro) a 28,3% (variedade Goiano Precoces). As variedades foram ricas em lisina e treonina e pobres em metionina, isoleucina, valina, triptofano e leucina quando comparadas com o padrão da FAO para aminoácidos essenciais.

BALDI & SALAMINI (1973) analisaram o teor de aminoácidos essenciais em sementes de 22 espécies do gênero *Phaseolus*. Em geral, estas espécies apresentaram quantidades abaixo das necessárias para a nutrição,

com relação a metionina e cistina. Porém, levando-se em conta a variabilidade nas porcentagens destes aminoácidos, concluíram também que tal gênero apresenta uma possibilidade teórica de síntese de proteína com um balanceamento adequado de metionina e cistina. Citam à este respeito, um material proveniente de *Ph. phyllanthus* que apresentou teor de tais aminoácidos cerca de 1,5 vezes maior que o maior valor encontrado para *Ph. vulgaris*. Sugerem portanto a utilização daquela espécie em programa de cruzamento.

TOBIN (1975) examinou o valor nutritivo em experimento com ratos, de 25 variedades de feijão de interesse ao melhoramento em seu país. Dentre as variedades estudadas, encontrou algumas que apresentaram maior coeficiente de utilização proteica e que portanto tinham um maior valor nutritivo.

Na literatura, encontram-se mais exemplos do assunto tratado. Entretanto, julga-se que os diferentes trabalhos citados, servem de ilustração para evidenciar a existência de variabilidade genética a ser explorada no melhoramento.

4. MATERIAL E MÉTODOS

4.1. Material

Devido à natureza distinta dos experimentos realizados, uma série de linhas ou variedades foram utilizadas. Em alguns casos, escolheram-se variedades para as quais havia um interesse especial em sua caracterização proteica. Em outros, onde não existia tal interesse, foram utilizadas sementes disponíveis na ocasião, na suposição que os resultados obtidos pudessem ser generalizados para outras variedades. O material utilizado em cada um dos experimentos, será discriminado a seguir.

4.1.1. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente

Neste experimento, foram utilizadas sementes da variedade "Dark

Red Kidney", obtidas na Federal Experiment Station (FES-Mayaguez, Porto Rico). Esta variedade é de hábito de crescimento determinado e foi escolhida por ser disponível no local onde o experimento foi conduzido (Mayaguez, Porto Rico).

4.1.2. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente

Em um dos experimentos com tal objetivo, foram utilizadas sementes da variedade Carioca, de hábito indeterminado, obtidas da Seção de Leguminosas do Instituto Agronômico de Campinas (IAC) e da variedade Jamapa, de hábito de crescimento semi-determinado, obtidas da FES de Mayaguez. No outro experimento, com o mesmo objetivo, utilizou-se a variedade Goiano Precoce, de hábito de crescimento determinado, obtida também no IAC.

4.1.3. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente

Para esta etapa do trabalho utilizou-se também a variedade Goiano Precoce, com as características e fonte de origem já citadas.

4.1.4. Caracterização proteica. Contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade

Existe uma série de variedades de interesse ao melhoramento do feijão no Estado de São Paulo. Devido a este interesse, resolveu-se fazer um estudo, em algumas destas variedades, com o objetivo de caracterizá-las quantitativa e qualitativamente sob o aspecto proteico. Este estudo incluiu também a contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína e determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade. Deste modo, foram escolhidas oito variedades obtidas da Seção de Leguminosas do IAC e cujas características gerais são as seguintes: a) Rosinha G₂ - de hábito de crescimento indeterminado; uma das variedades mais aceitas pelos consumidores; b) Carioca - de hábito de crescimento indeterminado; demonstra ultimamente ser uma das variedades de maior produtivi-

dade no Estado; c) Piratã - de hábito de crescimento indeterminado; uma nova variedade recentemente introduzida; d) Bico de Ouro e Goiano Precoce - ambas de hábito determinado, tendo a última a característica de precocidade (60 dias) quando comparada com as outras do experimento (ciclos de 90 a 100 dias); e) Venezuela 350 e Rico 23 - ambas de coloração preta, sempre demonstrando boa produtividade, tendo entretanto baixa aceitação pelos consumidores devido a sua coloração; f) Iguassú - de coloração preta e hábito de crescimento indeterminado; uma nova variedade recentemente introduzida.

4.1.5. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína da semente

Com o objetivo de se tentar isolar linhas com alto teor de proteína, foram analisados diferentes germoplasmas. Assim é que foram analisadas 82 linhas que fazem parte da Coleção de Uberaba (Uberaba, Minas Gerais) e 110 linhas da Coleção de Lamprecht proveniente do Weibullshohn Plant Breeding Institute, Suécia. Este último material compreende 70 linhas de *Phaseolus vulgaris* L. e 40 linhas de híbrido interespecífico entre *Ph. vulgaris* e *Ph. coccineus*.

A parte da Coleção Uberaba analisada, incluiu uma série de variedades que são cultivadas em diversos Estados do Brasil. Desta maneira, encontram-se sementes de diversas colorações, tamanhos e formas, existindo variedades que apresentam ciclo precoce e outras, tardias. Além disto, inclui todos os hábitos de crescimento descritos para tal cultura. A Coleção de Lamprecht apresenta igualmente grande variação para os caracteres citados.

Todos estes materiais estão sendo observados à procura de características agrônômicas de interesse. Particularmente no caso do híbrido interespecífico, existe a possibilidade de se encontrar resistência a algumas doenças mais comuns do feijão pois o *Ph. coccineus* tem sido citado como fonte de resistência. Segundo o que se sabe deste material (*BLIXT, comunicação pessoal*), este híbrido foi obtido cruzando-se as duas espécies e a seguir foi realizado um número não determinado de retrocruzamentos com as linhas de *Ph. vulgaris* originais.

4.1.6. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico

Este experimento foi realizado no Laboratório de Nutrição do Departamento de Clínica Médica da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto.

As oito variedades que fizeram parte deste estudo foram as mesmas descritas anteriormente (item 4.1.4.).

A avaliação do valor nutritivo da proteína destas variedades foi realizada utilizando-se o método da AOAC (1965). Empregou-se ratos brancos recém-desmamados com peso inicial uniforme distribuídos ao acaso entre os grupos experimentais e comparou-se os resultados com um grupo semelhante de animais recebendo uma dieta padrão de caseína.

4.2. Métodos

4.2.1. Análises químicas

As análises dos teores de proteína dos diferentes materiais, foram realizadas no Laboratório de Centro Nuclear de Porto Rico (Mayaguez, Porto Rico) ou na Seção de Bioquímica de Plantas do Centro de Energia Nuclear na Agricultura (Piracicaba, Brasil). Em ambos os casos, o método utilizado foi o de microKjeldahl. Cada amostra analisada foi constituída por 100 sementes, a não ser no caso de análise individual de plantas, em que apenas 50 sementes foram utilizadas. De cada amostra foram realizadas duas análises e utilizou-se a média destas análises para a apresentação dos resultados. Quando toda a semente foi utilizada, o material foi moído, seco em estufa até peso constante e analisado para nitrogênio total. Para se calcular a porcentagem de proteína, multiplicou-se o valor de nitrogênio total obtido pelo fator 6,25. A porcentagem de proteína total obtida em cada determinação foi transformada em $\arcsen \sqrt{\%}$ para as análises estatísticas efetuadas.

As determinações de aminoácidos foram realizadas na Seção de Bioquímica de Plantas do CENA, utilizando-se o analisador de aminoácidos Beckman, modelo 120. Para tal análise, após a moagem, realizou-se a hidrólise com ácido clorídrico 6N, seguida de evaporação em Evapomix.

Quando as análises incluírem porções das sementes, as sementes foram mantidas em água a 60°C, durante 15 minutos, descascadas e separadas em seus componentes. Embora se saiba que o embrião da semente de feijão incluía os cotilédones para as finalidades do presente trabalho, resolveu-se denominar os componentes da semente de: tegumento, cotilédones e embrião (que inclui o epicótilo, plúmula, hipocótilo e radícula). Após a separação, estes componentes sofreram os mesmos processos descritos e foram analisados.

4.2.2. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente

Este experimento foi realizado em Mayaguez durante o ano de 1973, com a finalidade de se determinar a influência da competição na produção e porcentagem de proteína da semente. A variedade Dark Red Kidney foi plantada no campo, utilizando-se o delineamento de blocos ao acaso com três repetições. Cada tratamento constou de três linhas, sendo que somente as plantas da linha central foram colhidas, considerando-se as duas laterais como bordaduras. O espaçamento utilizado foi de 0,4 m entre linhas e 0,1 m entre plantas. O comprimento da linha foi de 4,2 m, semeando-se duas sementes por cova e 10 dias após a germinação, foi realizado o desbaste, deixando-se apenas uma planta em cada cova. Neste mesmo dia, foi eliminado quando necessário, determinado número de plantas da linha central, de tal modo que se obtivessem os tratamentos que fizeram parte do experimento e que foram os seguintes, segundo a denominação dada:

- 1- Competição total: A planta a ser colhida (aquela a ser analisada) estava ladeada por duas plantas, uma de cada lado.
- 2- Meia competição: A planta a ser colhida estava ladeada por pelo menos duas plantas em um lado e nenhuma planta no outro lado.
- 3- Competição parcial: A planta a ser colhida estava ladeada por somente uma planta em um lado e nenhuma planta no outro lado.
- 4- Ausência de competição: A planta a ser colhida não tinha nenhuma outra em ambos os lados.

A Figura 1 mostra os diferentes casos estudados.

Depois da colheita, foram anotadas: a) Produção por plantas; b) Peso de 100 sementes; c) Número de vagens por plantas; d) Número de sementes por vagem; e) Porcentagem de proteína. Após a determinação do teor de umidade, todos os valores relacionados a peso, foram extrapolados para um teor de 0% de umidade. A porcentagem de proteína foi determinada pelo método descrito (4.2.1.).

4.2.3. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente

Este experimento, realizado com o objetivo de determinar a possível variação da porcentagem de proteína de acordo com a posição ocupada pela vagem na planta, foi dividido em dois.

No primeiro, realizado em Mayaguez durante o ano de 1973, foram utilizadas as variedades Carioca e Jamapa, de hábito de crescimento indeterminado e semi-determinado, respectivamente. No segundo, realizado no Instituto de Genética em Piracicaba durante o ano de 1974, utilizou-se a variedade Goiano Precoce, de hábito de crescimento determinado.

No primeiro experimento, as parcelas foram dispostas em blocos ao acaso com três repetições. No segundo experimento, onde se utilizou apenas uma variedade, semeou-se um total de 12 linhas no campo e, de cada grupo de quatro linhas, trabalhou-se apenas com uma das duas linhas centrais, sendo a outra linha central utilizada para outro experimento (item 4.2.4.).

Em ambos os experimentos as sementes foram semeadas no campo com espaçamento de 0,6 m entre linhas e 0,1 m entre plantas, colocando-se duas sementes por cova em linhas de 4,0 m de comprimento. Dez dias após a germinação realizou-se o desbaste deixando-se apenas uma planta por cova. De cada linha foram colhidas apenas as plantas totalmente competitivas, as quais foram separadas em três partes: inferior, central e superior. De cada uma delas foram colhidas de duas a quatro vagens por planta e o número de plantas utilizadas variou de 15 a 20 por parcela. As vagens das diferentes plantas e pertencentes à mesma posição, foram agrupadas e debulhadas, seguindo-se para a análise química o mesmo processo descrito anteriormente (item 4.2.1.).

Para o primeiro experimento, anotou-se o peso de 100 sementes das vagens colhidas para se analisar a possível influência da posição da vagem neste caráter e relacioná-la com o teor de proteína correspondente. A análise estatística deste experimento foi feita de maneira similar ao caso de parcelas sub-divididas no tempo, de acordo com *STEEL & TORRIE (1960)*. Para o segundo experimento, a análise foi efetuada à semelhança de experimento inteiramente casualizado.

4.2.4. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente

Este experimento foi realizado em Piracicaba durante o ano de 1974 para verificar a possível influência da posição que a semente ocupava na vagem sobre o teor de proteína da semente. A variedade utilizada foi Goia no Precoce e a semeadura, condução no campo e espaçamento utilizado foram as mesmas já descritas no experimento anterior (item 4.2.3.), utilizando-se neste caso a linha central não utilizada para aquele experimento.

Na época da maturação, as plantas competitivas foram levadas ao la boratório e da posição central foram selecionadas duas a quatro vagens por planta, e o número de plantas utilizadas variou de 15 a 20 por parcela. As vagens selecionadas possuíam cinco sementes totalmente desenvolvidas, sendo este o único critério de seleção. Para cada uma das sementes foi dada uma posição, de 1 a 5, de acordo com a proximidade da semente em relação ao pedicelo. Assim é que a semente da posição 1, se encontrava mais próxi ma ao pedicelo, enquanto que a da posição 5 mais adiante.

As sementes das diferentes plantas pertencentes à mesma posição foram agrupadas, seguindo-se para a análise química o mesmo processo descrito anteriormente (item 4.2.1.).

A análise estatística foi feita à semelhança de experimento inteiramente casualizado.

4.2.5. Caracterização proteica de oito variedades de feijão

Devido à necessidade da caracterização proteica de algumas varieda

des de interesse para o Estado de São Paulo, realizou-se um ensaio com as variedades citadas anteriormente (item 4.1.4.). O ensaio foi conduzido em Piracicaba, e consistiu do plantio de oito variedades, no delineamento em blocos casualizados com quatro repetições, semeando-se em outubro de 1974. Em cada repetição, cada variedade foi representada por quatro linhas, de 4,0 m espaçadas de 0,5 m, sendo a distância entre as plantas de 0,2 m. Em cada linha, foram semeadas cinco sementes por cova e após o desbaste, feito dez dias após a germinação, restaram duas plantas por cova. A colheita foi efetuada em janeiro de 1975, aproveitando-se para este experimento, apenas as duas linhas centrais; as duas linhas laterais, foram consideradas como bordaduras. Anotou-se o número de plantas colhidas por tratamento que foram debulhadas, pesadas (peso extrapolado para 0% de umidade) e analisadas para proteína total e aminoácidos, segundo os métodos descritos (item 4.2.1.).

A partir da produção média por planta e com o espaçamento utilizado, calculou-se a produção por hectare. Utilizando-se esta produção e o teor de proteína de cada variedade, calculou-se a produção de proteína por unidade de área.

Foram realizados estudos de correlação entre produção e teor de proteína. Uma vez que dentre os 17 aminoácidos analisados existiam 7 aminoácidos essenciais, também foram calculadas as correlações entre estes aminoácidos.

4.2.6. Contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína da semente

Para este estudo, foram utilizadas as mesmas variedades e sementes obtidas do ensaio anterior (item 4.2.5.), sendo que das quatro repetições daquele experimento, foram utilizadas apenas três. As sementes foram separadas em três componentes (tegumento, embrião e cotilédones) utilizando-se o método já descrito (item 4.2.1.).

Partindo-se do peso de cada componente, calculou-se a porcentagem com que cada um deles contribuía para o peso total da semente. Em seguida, através da análise química, calculou-se a porcentagem de proteína de cada componente para as oito variedades estudadas. A partir de ambos es-

ses dados calculou-se a contribuição em proteína dos diferentes componentes para a porcentagem de proteína da semente.

4.2.7. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade

Com a finalidade de se verificar se existe variabilidade fenotípica intra-varietal no teor de proteína, foram feitas análises em 8 variedades já citadas (4.1.4.). Tal estudo foi realizado aproveitando-se as plantas do campo que não haviam sido utilizadas no ensaio descrito anteriormente (4.2.5.). Estas plantas foram colhidas individualmente, tendo sido analisadas 80 plantas de cada variedade com exceção da variedade Goiano Precoce onde apenas 49 foram analisadas. A porcentagem de proteína obtida em cada planta, representou a média de duas determinações. Após a análise, para representação gráfica dos resultados, agruparam-se os teores de proteína em classes, com intervalo de 1%.

Para se investigar as diferenças entre variedades utilizou-se o sistema de classificação hierárquico, onde o efeito entre variedades foi testado contra o efeito de plantas dentro de variedades. Este último, por sua vez, foi decomposto, obtendo-se uma estimativa da variância fenotípica dentro de cada variedade. Estas variâncias foram comparadas utilizando-se o teste F, onde a variedade que apresentou o menor valor do Quadrado Médio (QM) serviu como denominador nos diversos testes F.

Em um estudo de caráter exploratório, resolveu-se calcular a herdabilidade no sentido amplo, para o teor de proteína. Neste caso, foram utilizadas as progênies de cinco variedades (Carioca, Goiano Precoce, Rosinha G₂, Piratã e Iguassú) que também foram analisadas. Para isto, as progênies para as quais se dispunha de número suficiente de sementes, foram plantadas no campo, em Piracicaba (fevereiro de 1975). Utilizaram-se linhas de 2 m de comprimento, espaçadas de 1 m, semeando-se duas sementes por cova (distanciadas de 0,20 m) deixando-se apenas uma planta após o desbaste, realizado 10 dias após a germinação. A colheita destas progênies foi feita em maio de 1975 e para a análise química, seguiu-se o método já descrito.

A herdabilidade no sentido amplo, para o teor de proteína, entre

as plantas parentais e as progênies, foi calculada a partir do coeficiente de regressão (b), segundo o método citado por *FALCONER (1971)*.

4.2.8. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína da semente

Com a finalidade de se conhecer o teor de proteína de parte do material pertencente às Coleções de Uberaba e de Lamprecht, foi efetuado o plantio em Piracicaba (outubro de 1974). O espaçamento utilizado foi de 1,0 m entre linhas (4,0 m de comprimento) e 0,20 m entre plantas, semeando-se uma semente por cova. A colheita foi realizada em janeiro de 1975 e o procedimento para a análise química foi o mesmo utilizado para os casos anteriores.

Os teores de proteína obtidos em cada material foram agrupados em classes, em intervalos variando de 1%.

4.2.9. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico

A avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão, descritas anteriormente (item 4.1.4.) foi realizado através de um ensaio biológico utilizando ratos.

Os ratos foram alimentados com nove tipos de dieta, procurando-se colocar nestas dietas o mesmo nível proteico, sendo a única variável a fonte de proteína. Para este ensaio, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado com seis repetições, considerando-se um rato como uma repetição.

A fonte de proteína e o nível proteico das dietas utilizadas são apresentadas a seguir:

Dieta	g de proteína/%	Fonte de Proteína
1	9,68	Caseína (dieta padrão)
2	9,81	Var. Carioca
3	9,18	Var. Goiano Precoce
4	9,12	Var. Rosinha G ₂
5	9,55	Var. Piratã
6	9,06	Var. Iguassú
7	9,62	Var. Rico 23
8	9,68	Var. Venezuela 350
9	9,62	Var. Bico de Ouro

Os ratos foram alimentados com tais dietas durante quatro semanas. Através da quantidade de alimento ingerido, calculou-se a eficiência alimentar (ganho de peso adquirido com a ingestão de 1 g da dieta) e a ingestão proteica em porcentagem (teor de proteína na dieta/ingestão total). Finalmente a partir da ingestão proteica calculou-se o coeficiente de utilização proteica (CUP, ganho/ingestão proteica).

Os valores dos coeficientes de utilização proteica para as nove dietas foram analisados estatisticamente através do teste F.

Foram feitas correlações entre os valores de CUP, e os teores totais dos 17 aminoácidos, e os teores dos 7 aminoácidos essenciais determinados anteriormente (item 4.2.5.) para as oito variedades.

5. RESULTADOS

5.1. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente

5.1.1. Influência da competição na produção

Os resultados da determinação da influência da competição na produção média por planta, encontram-se na Tabela 1 e subdivisões (Tabelas 1.1., 1.2. e 1.3.). Os dados relacionados à produção média por planta (Tabela 1.1.), indicam uma tendência a se aumentar a produção à medida que aumenta a falta de competição entre as plantas. Assim é que para as plantas onde existiu competição total, a produção média foi de 4,19 g enquanto que para o caso onde ocorreu ausência total de competição, este valor foi de 11,55 g. O valor de F obtido para os tratamentos (Tabela 1.2.) mostrou-se significativo ao nível de 1%, indicando que haviam diferenças na produção média por planta. A comparação entre as médias dos diferentes tratamentos (Tabe-

la 1.3.) utilizando-se o teste Duncan ao nível de 5%, demonstrou que não houve diferença significativa entre os tratamentos envolvendo competição total e meia competição. O mesmo ocorreu entre competição parcial e ausência de competição. Porém, estes dois grupos, mostraram-se significativamente diferentes. Estes resultados indicam que em determinados casos, a falta de competição afetou a produção média por planta, observando-se um aumento à medida que faltava a competição entre as plantas.

Os resultados da determinação da influência da competição no peso de 100 sementes, encontram-se na Tabela 2 e subdivisões (Tabelas 2.1., 2.2. e 2.3.). Estes dados seguem as mesmas tendências descritas para o caso anterior, observando-se que, de acordo com a situação de competição, ocorre um aumento no peso de 100 sementes, com a falta de competição. Isto pode indicar que o tamanho da semente aumenta, se existirem falhas ao redor da planta colhida.

Quanto ao número médio de vagens por planta, os resultados encontram-se na Tabela 3 e subdivisões (Tabelas 3.1., 3.2. e 3.3.). As médias para tal caráter (Tabela 3.1.) e o resultado da análise estatística (Tabela 3.2.) indicam que existe uma tendência para aumentar o número de vagens por planta à medida que aumenta a falta de competição. A comparação entre as médias dos tratamentos (Tabela 3.3.) revelou resultados semelhantes aos anteriores, apenas que para este caso, o número médio de vagens nos casos de competição total e meia competição, são significativamente diferentes, o que não ocorreu para os caracteres anteriores.

Através dos dados da Tabela 4 e subdivisões (Tabelas 4.1. e 4.2.), pode-se observar a influência da competição no número médio de sementes por vagem. Embora os resultados do número médio de sementes (Tabela 4.1.) pudessem sugerir que haveria uma leve tendência a se aumentar o número de sementes à medida que falta a competição, os resultados do teste F (Tabela 4.2.) foram não significativos. Isto indica que não houve influência da falta de competição no número médio de sementes por vagem.

5.1.2. Influência da competição no teor de proteína da semente

Os resultados da determinação da influência da competição no teor de proteína, encontram-se na Tabela 5 e subdivisões (Tabelas 5.1. e 5.2.).

Na Tabela 5.1., encontram-se as porcentagens de proteína obtidas para cada caso, nas diferentes repetições. Os resultados da análise da variância (Tabela 5.2.) indicam que o valor de F obtido para os tratamentos não foi significativo. Pode-se inferir portanto, que a porcentagem de proteína foi a mesma, independentemente das plantas analisadas sofrerem ou não competição das plantas vizinhas.

5.2. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente

Como descrito anteriormente (ítems 4.1.2. e 4.2.3.) este experimento foi dividido em dois.

Os resultados do primeiro experimento, com as variedades Carioca e Jamapa encontram-se nas Tabelas 6. e 7 e subdivisões. Na Tabela 6.1. enumeram-se os dados relativos ao peso de 100 sementes das duas variedades, de acordo com a posição que a vagem ocupa na planta. Os dados parecem indicar que à medida que as vagens ocupam posições superiores na planta, ocorre uma diminuição no peso de 100 sementes. Assim, o peso de 100 sementes das vagens da parte inferior da variedade Jamapa, é de 19,18 g enquanto que para parte superior, este valor diminui para 15,24g. A análise da variância, semelhante a experimento conduzido em parcela subdividida no tempo, encontra-se na Tabela 6.2. Inicialmente, tanto para o peso de 100 sementes como para a porcentagem de proteína, a análise havia sido feita incluindo-se a interação "Posição x Blocos", própria em tal tipo de delineamento. Como para ambos os casos, tal interação resultou ser não significativa, resolveu-se incluí-la no resíduo (b) e deste modo são apresentados os resultados correspondentes.

A Tabela 6.2. revela que tanto para parcela (variedades) como para sub-parcelas (posição) os tratamentos apresentaram diferenças significativas. Para o caso das variedades, isto indica que a variedade Carioca apresentou peso de 100 sementes maior do que a variedade Jamapa, como pode se perceber através da Tabela 6.1. Quanto à posição, o fato do valor de F ser significativo para posição e não o ser para a interação "Posição x Variedade", indica que existe influência da posição que a vagem ocupa na planta, sobre o peso de 100 sementes e que tal influência independe das variedades estudadas. A comparação entre as médias do peso de 100 sementes de

acordo com a posição da vagem, efetuada através do teste Duncan, ao nível de 5%, encontra-se na Tabela 6.3. Para a variedade Carioca, observou-se que as médias do peso da posição inferior e central (23,63 e 23,68 g, respectivamente) não diferiram entre si, mas foram significativamente maiores que a da posição superior (19,64 g). Já para a variedade Jamapa, as três médias apresentaram diferença estatística, embora as médias do peso da posição inferior e central apresentem valores próximos (19,18 e 18,09 g, respectivamente). Pode-se concluir portanto, de uma maneira geral, que o peso de 100 sementes das vagens situadas na posição superior da planta, foi menor do que o peso na posição inferior.

Na Tabela 7.1. encontram-se os dados relativos a porcentagem de proteína das duas variedades, de acordo com a posição que a vagem ocupava na planta. As médias das diferentes posições, para uma mesma variedade, apresentam valores bem próximos, variando de 23,3 a 24,4% para a variedade Carioca e de 26,4 a 26,5% para a variedade Jamapa. A análise da variância encontra-se na Tabela 7.2. e pelo valor de F obtido, pode-se concluir que tanto entre variedades como para as diferentes posições dentro de uma mesma variedade, não houve diferença estatística significativa. Portanto, a porcentagem de proteína foi a mesma, independentemente da posição da vagem na planta e da variedade analisada (interação "Posição x Variedade" não significativa). Os resultados dos coeficientes de variação, tanto para variedade (5,31%) como para posição (1,00%) foram baixos o que seria de se esperar em tal tipo de experimento.

Os resultados do segundo experimento, com a variedade Goiano Precoce, realizado em Piracicaba, encontram-se na Tabela 8, e subdivisões (Tabelas 8.1. e 8.2.).

Na Tabela 8.1. observa-se a porcentagem de proteína nas vagens que ocupavam posições diferentes nas plantas. Através das médias obtidas, percebe-se que houve pouca variação entre as diferentes posições (26,0 a 26,3%). A análise da variância, através de teste F, realizado em delineamento semelhante ao experimento inteiramente casualizado, demonstrou de fato que não havia diferença significativa na porcentagem de proteína de sementes proveniente de vagens de distintas posições da planta. Também para este caso, pode-se observar o baixo valor do coeficiente de variação obtido (1,17%).

5.3. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente

Os resultados deste experimento encontram-se na Tabela 9 e subdivisões (Tabelas 9.1. e 9.2.). Na Tabela 9.1., enumeram-se as porcentagens de proteína das sementes que ocupavam diferentes posições na vagem. Pode-se observar através destes dados, a pequena variação apresentada para tais valores (25,2 a 25,7%). De fato, a análise estatística, cujos resultados encontram-se na Tabela 9.2., demonstrou que não havia diferença estatística significativa entre os tratamentos. O baixo coeficiente de variação obtido (0,57%) foi típico dos experimentos realizados em laboratório.

Portanto, pode-se concluir que para a variedade e condições estudadas, a porcentagem de proteína da semente foi a mesma, independentemente da posição que a semente ocupava na vagem.

5.4. Caracterização proteica de oito variedades de feijão

Para que se pudessem fazer considerações não apenas à respeito da quantidade e qualidade de proteína das oito variedades em estudo, resolveu-se também fazer anotações sobre dados de produção.

Os números relativos à produção de sementes por hectare das oito variedades ensaiadas encontram-se na Tabela 10 e subdivisões (Tabelas 10.1., 10.2. e 10.3.). Através da Tabela 10.1., observa-se que a variedade Carioca foi a mais produtiva (2411,0 kg/ha). Outros ensaios de produção realizados no Estado de São Paulo, tem de fato confirmado que atualmente esta variedade vem continuamente sendo uma das mais produtivas. A variedade Piratã, recém introduzida, foi a que produziu menos (1499,0 kg/ha), não se possuindo no momento, muitas informações à respeito de sua produtividade em outras áreas.

Os resultados da análise da variância para a produção (Tabela 10.2.) indicam que existem diferenças entre a produção das diferentes variedades. A comparação entre as médias segundo o teste Duncan (Tabela 10.3.), indicou que realmente a variedade Carioca foi uma das mais produtivas, destacando-se de todas as demais, com exceção da Iguassú, em que não se notou diferença significativa. Para as outras variedades, o teste não revelou

diferença estatística.

Os dados sobre o peso de 100 sementes, podem ser vistos na Tabela 11, e subdivisões (Tabelas 11.1., 11.2. e 11.3.). Na Tabela 11.1., observa-se que o peso de 100 sementes variou de 15,44 (variedade Rico 23) até 28,60 g (variedade Goiano Precoce). A análise da variância (Tabela 11.2.) revelou que as variedades apresentaram diferenças significativas no peso de 100 sementes. A comparação entre as médias do peso de 100 sementes entre as diferentes variedades pode ser vista na Tabela 11.3. Observa-se que a variedade Goiano Precoce apresentou peso de 100 sementes (28,60 g) significativamente maior do que todas as outras, seguida da variedade Carioca, cujo peso de 100 sementes (21,40 g) também diferiu das demais. As variedades Rico 23 e Iguassú, apresentaram os menores valores para o caráter em questão, 15,44 e 16,27 g, respectivamente. As demais variedades apresentaram valores intermediários.

Os resultados da porcentagem de proteína das oito variedades (Tabela 12.1.) mostram que houve variação de 22,7 (variedade Carioca) até 26,7% (variedade Goiano Precoce). Na Tabela 12.2. encontram-se os resultados da análise estatística, observando-se que existem diferenças significativas entre as porcentagens de proteína das variedades em estudo. A comparação entre as médias das variedades (Tabela 12.3.) revelou que a variedade Goiano Precoce foi a que apresentou a maior porcentagem de proteína (26,7%) entre as variedades estudadas, seguida da variedade Venezuela 350 (25,1%). As variedades Carioca e Bico de Ouro, apresentaram os menores teores de proteína que foram de 22,7 e 22,9%, respectivamente. As variedades Iguassú, Rosinha G₂, Piratã e Rico 23, apresentaram teores intermediários de proteína, em redor de 24,0%. Quatro das oito variedades estudadas, haviam sido incluídas no estudo de *MORAES & ANGELUCCI (1971)* e os resultados dos teores de proteína obtido, foram semelhantes nos dois casos.

Os resultados da produção de proteína de cada variedade, encontram-se nas Tabelas 13 e subdivisões (Tabelas 13.1., 13.2. e 13.3.). Através da Tabela 13.1., observa-se que a produção de proteína variou de 361,0 a 546,0 kg/ha. O teste F (Tabela 13.2.) revelou diferenças significativas entre os tratamentos. A comparação entre as médias dos tratamentos (Tabela 13.3.) indica que as variedades Carioca e Iguassú apresentaram as maiores produções de proteína por unidade de área, sendo que para as demais, não houve diferença significativa.

Os teores dos diferentes aminoácidos analisados, encontram-se nas Tabelas 14 a 30 e subdivisões. Nestas Tabelas, são apresentados os teores de cada aminoácido nas quatro repetições, em cada uma das oito variedades analisadas e a respectiva análise estatística. Para melhor visualização do conjunto de todos os aminoácidos analisados, foi elaborada a Tabela 31 em que se enumeram as médias das quatro repetições de cada aminoácido e os totais de aminoácidos para cada variedade. Através desta Tabela, observa-se que em geral, as variedades apresentaram pouca variação para os aminoácidos analisados. Assim é que por exemplo para a leucina (aminoácido essencial) o valor mínimo obtido foi de 5,80 (variedade Iguassú) enquanto que o máximo foi de 6,87% de aminoácido na proteína (variedade Piratã). Para a metionina (aminoácido essencial) que, juntamente com a cistina, constitui o primeiro aminoácido limitante em feijão, a variação encontrada foi menor ainda: de 0,60 (Iguassú e Venezuela) até 0,78% de aminoácido na proteína (variedade Piratã). Observou-se porém, um caso em que a variação foi um pouco maior. Ocorreu para o aminoácido lisina que também é essencial, onde foram obtidos valores de 5,53 (variedade Rosinha G₂) até 7,28% de aminoácido na proteína (variedade Bico de Ouro).

Entretanto, tanto para a lisina como para os demais aminoácidos, a análise estatística, cujos valores podem ser observados nas Tabelas correspondentes, revelou que não houve diferença significativa. Tal fato indica portanto, que nas variedades estudadas, o teor de aminoácidos analisados é semelhante.

Ainda através da Tabela 31, observando-se os totais de aminoácidos encontrados nas oito variedades, observa-se que a variedade Iguassú foi a que apresentou menor teor no total de aminoácidos: 69,90% de aminoácidos na proteína. A variedade Piratã, foi a que apresentou maior teor sob este aspecto: 83,53%. Embora o resultado da análise do teor de aminoácidos entre variedades resultasse não significativo para todos os aminoácidos analisados, a variação nos totais de aminoácidos citada anteriormente, permite nova linha de investigação. Isto porque poderiam existir pequenas diferenças que não seriam detectadas através de análise estatística, mas poderiam aparecer quando somados os teores dos 17 aminoácidos analisados. Assim é que resolveu-se explorar se o total de aminoácidos encontrado nas diferentes variedades apresentava ou não diferença estatística. Para isto, utilizando-se os dados das Tabelas 14 a 30, construiu-se a Tabela 32 e subdivisões, onde são colocados os totais dos 17 aminoácidos analisados para cada uma das variedades estudadas (Tabela 32.1.) e a respectiva análise

estatística (Tabela 32.2.). A análise estatística revelou que não havia diferença significativa entre os totais dos aminoácidos analisados.

Os resultados das correlações entre os teores dos sete aminoácidos essenciais analisados neste trabalho, encontram-se na Tabela 33. Através desta Tabela, percebe-se que existiram correlações positivas significativas entre os aminoácidos: valina e leucina ($r = 0,75$), metionina e fenilalanina ($r = 0,71$), isoleucina e leucina ($r = 0,75$), leucina e fenilalanina ($r = 0,72$).

5.5. Contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína da semente

Os resultados da contribuição porcentual em peso do tegumento, embrião e cotilédones encontram-se na Tabela 34. Observa-se que os cotilédones contribuíram para a maior parte do peso da semente (87,66% em média), vindo a seguir o tegumento (10,48% em média) e por último o embrião (1,69% em média). Apesar do número restrito de variedades estudadas, pode-se observar que existe certa variação no peso dos diversos componentes. Assim é que para o tegumento, observa-se valores que variaram de 9,21 (variedade Goiano Precoce) a 11,14% (variedade Piratã) do peso total da semente. Para o embrião, a variação foi de 1,39 (variedade Bico de Ouro) a 2,01% (variedade Piratã) e finalmente para os cotilédones, observam-se valores de 86,85 (variedade Piratã) até 89,35% (variedade Goiano Precoce) do peso total da semente.

As análises estatísticas da contribuição porcentual em peso de cada componente entre as oito variedades estudadas, encontram-se nas Tabelas 35, 36, 37 e subdivisões. Através dos valores de F obtidos (Tabelas 35.1., 36.1. e 37.1.) pode-se concluir que houve diferenças significativas na contribuição porcentual em peso do tegumento, embrião e cotilédones, entre as variedades estudadas.

Para o peso do tegumento, a comparação entre as médias das oito variedades, através do teste Duncan (Tabela 35.2.) indicou três grupos de variedades. Um grupo onde a porcentagem em peso do tegumento em relação ao peso total da semente foi menor (variedade Goiano Precoce e Carioca), outro onde a contribuição em peso do tegumento foi maior (variedades Ro-

sinha G₂, Iguassú, Rico 23, Piratã e Venezuela). A variedade Bico de Ouro situou-se entre estes dois grupos com relação ao aspecto analisado.

Para o peso do embrião, a comparação entre as médias (Tabela 36.2.) indicou que para as variedades Bico de Ouro e Goiano Precoce foi onde se obteve a menor contribuição em peso do embrião para o peso total da semente. Já para as variedades Piratã e Rico 23 obteve-se a maior contribuição e as demais variedades situaram-se em posição intermediária.

A comparação entre as médias, para o peso dos cotilédones em relação ao peso total da semente (Tabela 37.2.) mostrou que a variedade Goiano Precoce apresentou uma porcentagem em peso (89,35%) significativamente maior que todas as demais. Para a variedade Carioca, tal valor também foi alto (88,92%) sendo menor apenas ao da variedade Goiano Precoce. As médias das demais variedades não apresentaram diferenças entre si.

Quanto ao teor de proteína dos diferentes componentes da semente, os resultados encontram-se na Tabela 38. Observa-se que o embrião apresenta o mais alto teor de proteína (41,28% em média), seguindo-se os cotilédones (24,91% em média) e o tegumento, com o menor teor de proteína (6,13% em média).

A análise estatística do teor de proteína do tegumento (Tabela 39) revelou que não existem diferenças significativas entre as oito variedades. Já para o teor de proteína do embrião, o valor de F foi significativo (Tabela 40.1.) indicando que existem variedades que apresentam diferentes teores de proteína no embrião. A comparação entre as médias através do teste Duncan (Tabela 40.2.) revela que apesar da maioria das variedades não apresentarem diferenças, a variedade Goiano Precoce apresenta teor de proteína no embrião significativamente maior (46,08%) do que as outras.

Com relação ao teor de proteína dos cotilédones, o valor de F obtido (Tabela 41.1.) também foi significativo, indicando diferenças entre as variedades. A comparação entre as médias (Tabela 41.2.) revela que várias considerações podem ser feitas pois existem vários grupos de variedades onde as médias não diferem dentro do grupo, mas são significativamente diferentes entre os grupos. Assim é que, por exemplo a variedade Carioca foi a que apresentou menor teor de proteína nos cotilédones (22,94%) diferindo de todas as demais variedades. Deve-se destacar porém, novamente, a variedade Goiano Precoce, que apresentou o maior teor de

proteína nos cotilédones (27,85%) entre as oito variedades estudadas.

Os valores da contribuição porcentual para o teor de proteína, dos diferentes componentes da semente nas oito variedades estudadas, encontram-se na Tabela 42. Observa-se a grande contribuição dos cotilédones (94,20%) para a proteína da semente.

As análises estatísticas da contribuição do teor de proteína de cada componente para a porcentagem de proteína da semente, encontram-se nas Tabelas 43, 44, 45 e subdivisões.

Para o tegumento, os resultados obtidos (Tabela 43.1.) revelaram que existem diferenças significativas entre as variedades. As comparações entre as médias (Tabela 43.2.) indicam que existem variedades onde a contribuição do tegumento para o teor de proteína é menor. A variedade Carioca, por exemplo, apresenta um valor menor (2,67%) do que a variedade Iguassú (3,19%), para o caráter em questão. Dentre as variedades estudadas, a que apresentou o menor valor da contribuição do tegumento para o teor de proteína, foi a variedade Goiano Precoce (2,00%).

A análise estatística para os valores encontrados no embrião (Tabela 44.1.) revelou a existência de diferenças significativas entre as variedades. A comparação entre as médias (Tabela 44.2.) mostrou que as variedades Piratã e Rico 23 apresentaram as maiores contribuições do embrião para o teor de proteína da semente (3,40 e 3,57%, respectivamente). As variedades Goiano Precoce e Bico de Ouro, apresentaram os menores valores (2,55 e 2,62%, respectivamente).

Também para os cotilédones observaram-se diferenças significativas (Tabela 45.1.) entre as variedades. A comparação entre as médias (Tabela 45.2.) revela grupos de variedades que não diferem entre si, existindo porém, diferenças entre os grupos. Pode-se concluir que existem variedades em que a contribuição do teor de proteína dos cotilédones para o teor de proteína na semente, é maior do que em outras. Destaca-se neste aspecto, a variedade Goiano Precoce, onde os cotilédones contribuem com 95,44% da proteína encontrada na semente.

No presente estudo, como descrito anteriormente (item 4.2.1.), para facilidade de separação dos seus componentes, as sementes foram pré-aquecidas em água. Para se comprovar que tal método não influencia o teor de

proteína obtido para os diferentes componentes, é necessário que o teor de proteína da semente, calculado a partir de seus componentes, seja semelhante ao teor de proteína obtido através da análise química de toda a semente. É o que foi realizado sendo que o resultado do teor de proteína de cada variedade, obtido através de cálculo usando os teores de proteína dos componentes, e obtido através da análise (Tabela 12.1.), encontram-se na Tabela 46. Através destes dados observa-se que os dois valores são bem semelhantes e as variedades mantêm aproximadamente as mesmas diferenças quanto ao teor de proteína, através dos dois métodos. Tal fato evidencia que o método utilizado para separação dos componentes foi eficiente no tipo de estudo efetuado.

5.6. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade

Os resultados das análises de proteína dentro de oito variedades, distribuídos em classes bem como a média geral de todas as plantas analisadas, encontram-se nas Figuras de 2 a 9.

Para as diversas variedades, observaram-se as seguintes amplitudes de variação e médias:

18,0 a 25,0% e média de 21,6% para a variedade Carioca (Figura 2);

22,0 a 30,0% e média de 26,9% para a variedade Goiano Precace (Figura 3);

19,0 a 27,0% e média de 23,6% para a variedade Rosinha G₂ (Figura 4);

18,0 a 30,0% e média de 23,9% para a variedade Piratã (Figura 5);

18,0 a 30,0% e média de 22,8% para a variedade Iguassú (Figura 6);

18,0 a 29,0% e média de 23,0% para a variedade Rico 23 (Figura 7);

19,0 a 31,0% e média de 24,0% para a variedade Venezuela 350 (Figura 8);

16,0 a 29,0% e média de 23,0% para a variedade Bico de Ouro (Figura 9).

Estas mesmas variedades haviam sido anteriormente analisadas sendo o teor de proteína obtido através de mistura de sementes de diversas plantas. Comparou-se então a média obtida nestas análises com a média do teor de proteína obtido através da análise individual das plantas. As médias para estes dois casos encontram-se na Tabela 47, onde se pode observar a concordância dos resultados. A variedade Carioca, por exemplo, apresentou média de 21,6% na análise individual, enquanto que na população de plantas o teor de proteína foi de 22,7%. Nos dois casos, tal variedade foi a que apresentou o menor teor de proteína. A mesma semelhança de médias foi obtida para a variedade Goiano Precoce, que foi a que apresentou maior teor de proteína nas duas situações apresentadas. Para as demais variedades, os resultados foram igualmente concordantes.

Na Tabela 48, são apresentados os resultados da análise estatística segundo o sistema de classificação hierárquico. O valor de F obtido entre variedades foi significativo, confirmando resultado anterior (Tabela 12.2.) sobre a existência de diferença no teor de proteína entre as variedades estudadas. Mas deve-se realçar nesta Tabela, os valores dos QM obtidos entre as plantas dentro de variedades. Observa-se que o QM variou de 1,03 (variedade Carioca) a 2,73 (variedade Piratã). Desprezando-se os erros associados às estimativas de variâncias, aceita-se que os menores valores do QM são estimativas das menores variâncias fenotípicas.

Os valores de F obtidos para as sete variedades comparadas com a variedade Carioca, indicaram que certas variedades (Goiano Precoce e Rosinha G₂) não apresentaram diferença estatística significativa. Por outro lado, o valor do teste F foi significativo para as demais variedades.

Nas Figuras 10 a 14, apresentam-se os resultados do cálculo da herdabilidade no sentido amplo para o teor de proteína, envolvendo as cinco variedades estudadas sob este aspecto, bem como os teores de proteína dos pais e de suas progênes.

Na Figura 10, os resultados indicam que para a variedade Carioca, a herdabilidade foi de 0,28, sendo que a média do teor de proteína das progênes (cultivadas em 1975) foi ligeiramente superior à média dos pais (cultivados em 1974).

A Figura 11, indica que para a variedade Goiano Precoce, a herdabi

lidade pode ser considerada nula (-0,02) e ao contrário do caso anterior, a média do teor de proteína das progênes (24,8%) foi bem inferior a média dos pais (26,9%). Para a variedade Rosinha G₂ (Figura 12) a herdabilidade também pode ser considerada nula (-0,04), observando-se novamente que a média do teor de proteína das progênes (21,6%) foi inferior à média dos pais (23,5%). Na Figura 13, observa-se que a herdabilidade para a variedade Piratã foi de 0,16, sendo que neste caso, as médias dos teores de proteína dos pais e das progênes foram semelhantes (23,6 e 23,4%). Finalmente para a variedade Iguassú (Figura 14) a herdabilidade foi de 0,01 e a média do teor de proteína das progênes (19,7%) foi bem inferior à média dos pais (22,9%).

5.7. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína da semente

A distribuição dos teores de proteína para os três casos estudados encontram-se nas Figuras 15 a 17.

Para a Coleção de Uberaba (Figura 15), observou-se um valor médio de 23,0%, encontrando-se teores de proteína que variaram de 19,0 a 26,0% (amplitude de 7,0%).

Para a Coleção de Lamprecht de feijão (Figura 16) os teores encontrados variaram de 19,0 a 34,0%, com uma amplitude de 15,0%, sendo o valor médio obtido de 25,7%.

Nos casos dos híbridos interespecíficos (Figura 17) a variação foi de 20,0 a 30,0% (amplitude de 10,0%), com um teor médio de 24,3%.

5.8. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico

Os resultados do coeficiente de utilização proteica (CUP) das oito variedades estudadas e da dieta padrão, encontram-se na Tabela 49 e subdivisões (Tabelas 49.1., 49.2. e 49.3.). Através dos dados da Tabela 49.1., observa-se que as médias do CUP variaram de 0,59 (variedade Iguassú) a 2,66 (caseína). A análise estatística (Tabela 49.2.) revelou a existência

de diferenças significativas entre os valores do CUP obtidos para as diferentes dietas. A comparação entre as médias através do teste Duncan (Tabela 49.3.) indica que o valor do CUP para a dieta com caseína foi significativamente maior que os valores do CUP obtidos para as oito variedades. A comparação entre as médias do CUP revela que o CUP obtido para a variedade Bico de Ouro foi significativamente maior do que o obtido para as variedades Goiano Precoce e Iguassú. Para as demais variedades, não houve diferença significativa.

Deve-se realçar o alto coeficiente de variação (27,0%) obtido neste ensaio que, na verdade, é encontrado algumas vezes em experimentos nutricionais conduzidos com ratos em laboratório. Portanto, os resultados apresentados e a serem discutidos, estarão sujeitos a restrições, determinadas por este alto valor do coeficiente de variação.

O resultado da correlação entre os valores do CUP obtidos para as oito variedades e seus respectivos teores totais dos 17 aminoácidos analisados encontram-se na Tabela 50. Observou-se que o valor do coeficiente de correlação foi de 0,24 e o teste t indicou que não havia significância estatística.

O resultado da correlação entre os valores do CUP e os totais dos 7 aminoácidos essenciais para as oito variedades estudadas, encontram-se na Tabela 51. Também foi verificado que o coeficiente de correlação ($r = 0,39$) não foi significativo quando se efetuou a análise através do teste t.

Portanto, os resultados das correlações efetuadas indicam que não há correlação entre o CUP e os totais de aminoácidos ou aminoácidos essenciais analisados nas oito variedades ensaiadas.

6. DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

6.1. Determinação da influência da competição na produção e teor de proteína da semente

Como já realçado quando da revisão da literatura (*ZINSLEY et alii*, 1971) constitui fato bem conhecido que a falta de competição entre as plantas pode alterar uma série de características das plantas. Como os melhoristas conhecem tal situação, procuram evitar que em seus programas de seleção, surjam enganos acarretados pela falta de competição entre as plantas. Alguns preferem fazer anotações apenas em plantas competitivas. Mas, como para o caso do milho, existem fórmulas que permitem a correção dos valores de produção, nos casos onde ocorrem certa porcentagem de falhas. Também pode-se aplicar análise da covariância para a correção da produção média por planta em função do "stand".

O experimento em discussão, cujos resultados foram descritos ante-

riormente (item 5.1.) e vistos nas Tabelas de 1 a 5, teve por principal objetivo a determinação da influência da competição na porcentagem de proteína, uma vez que já se sabia da existência de tal efeito, para a produção. Mas resolveu-se analisar inclusive a influência sobre a produção e componentes, para que se pudesse comprovar que os diferentes estados de competição imaginados estavam sendo realmente eficientes.

Através dos resultados obtidos, pode-se inferir que à medida que aumentou a falta de competição entre as plantas, a produção média por planta também aumentou (Tabela 1). Este aumento foi devido ao aumento do número médio de vagens (Tabela 2) e do tamanho da semente (Tabela 3) já que o número de sementes foi semelhante para os quatro casos de competição estudados (Tabela 4).

Quanto à influência da competição na porcentagem de proteína, uma vez comprovado que a competição afetou a produção média por planta, os resultados indicaram que não houve tal influência, independentemente do estado de competição. No decorrer deste trabalho (item 5.5.) demonstra-se a distribuição percentual da proteína total nos componentes da semente. Os presentes resultados mostraram que apesar do tamanho da semente ter aumentado nos casos onde aumentou a falta de competição (Tabela 2), a porcentagem de proteína dos diferentes tratamentos não foi estatisticamente diferente. Isto poderia indicar que o aumento no tamanho da semente ocorreu de tal modo que a contribuição de cada componente da semente (tegumento, cotilédones e embrião) para a porcentagem de proteína, continuou a ser a mesma do tamanho original (competição total).

O fato da porcentagem de proteína não sofrer influência da competição, pode ser de importância quando em programa de melhoramento visando o aspecto proteico. Isto porque os procedimentos já citados anteriormente (utilização de planta totalmente competitivas ou ajuste de médias) poderiam não ser os mais indicados para tal tipo de melhoramento. Baseando-se nos resultados deste trabalho, pode-se inferir que o caráter a ser analisado for porcentagem de proteína, não se incorrerá em erro se a planta em questão não for totalmente competitiva. O mesmo não ocorre entretanto, se o objetivo da seleção for a produção média por planta, que é bastante afetada pela falta de competição entre as plantas. Evidentemente, deve-se sugerir que este tipo de experimento seja ampliado e repetido antes de algumas generalizações serem feitas. Deve-se mesmo reconhecer que se trabalhou com um número muito baixo de parcelas, o que não é recomendável em ex

perimentos deste tipo. Entretanto, apesar destas restrições, observando-se os valores de F obtidos e os baixos coeficientes de variação, o experimento em questão pode ser considerado como válido, bem como as conclusões que ele sugere.

6.2. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente

Os resultados dos dois experimentos apresentados anteriormente permitem que se possa supor que não existe influência na posição que a vagem ocupa na planta, com relação à porcentagem de proteína. Os experimentos incluíram três variedades, cada uma apresentando um hábito de crescimento distinto e o resultado obtido foi independente da variedade e do hábito de crescimento em questão. Estes resultados concordam em parte com os apresentados por *WOOLFE & HAMBLIN (1974)*. Tais autores concluíram que para variedades de hábito de crescimento determinado, não houve diferença entre a porcentagem de proteína de vagens provenientes de diferentes internódios da planta de feijão. Porém, quando fizeram o mesmo tipo de análise para variedades de crescimento indeterminado, o resultado dependia da variedade em questão. Se a variedade fosse de crescimento indeterminado porém com número baixo de internódios, não havia diferença significativa. Entretanto, quando utilizaram variedades com número grande de internódios, concluíram que havia uma diminuição significativa no teor de proteína de sementes provenientes de vagens de internódios situados nas posições mais altas da planta.

É interessante notar-se que no primeiro experimento, observou-se a mesma diminuição significativa no peso de 100 sementes, de acordo com os resultados da Tabela 6. Ocorreu uma diminuição significativa no peso de 100 sementes para as duas variedades estudadas, à medida que as vagens pertenciam às partes mais altas da planta. Apesar desta diminuição no peso da semente, a porcentagem de proteína não sofreu redução, sugerindo que esta diminuição não afetou o teor de proteína dos componentes da semente.

No experimento ora em discussão, procurou-se trabalhar com variedades de hábito de crescimento distintos, já se prevendo que este fator pudesse influenciar o estudo em questão. Apesar disto, deve-se reconhecer que foram utilizados apenas três variedades, sendo que somente uma (Carlo-

ca) pode ser classificada como de hábito de crescimento indeterminado. Portanto, as conclusões deste experimento devem estar sujeitas à estas limitações antes de se recomendar que vagem de qualquer parte da planta possa ser colhida para a análise do teor de proteína. Mesmo com estas limitações, baseando-se nos dados deste trabalho e dos apresentados por aqueles autores, parece confirmar-se um fato: que para as variedades de hábito de crescimento determinado, não existe influência da posição da vagem na planta com relação à porcentagem de proteína.

Deve-se mesmo recomendar que mais estudos sejam feitos nesta mesma linha de pesquisa. Sabe-se que variedades de hábito de crescimento indeterminado podem apresentar diferenças na maturação das vagens, pois as flores da parte apical surgem posteriormente às das partes mais centrais da planta. Já para as variedades de hábito determinado, existe uma maior uniformidade sob este aspecto. O melhorista que trabalha com feijão, em época de chuva durante a colheita, pode se ver obrigado a colher o material no campo sem que todas as vagens da planta tenham ainda atingido o mesmo grau de maturação. Pode-se imaginar portanto, que para o caso de hábito indeterminado, se o objetivo for melhoramento de proteína, certos aspectos devem ser considerados. Quando se realizar a análise de proteína em plantas individuais que incluíram vagens colhida em diferentes estados de maturação, certos enganos podem ser cometidos se sementes destas vagens apresentarem diferentes teores de proteína.

Nos experimentos em discussão, as plantas foram deixadas no campo até que todas as vagens apresentassem visualmente o mesmo grau de maturação. Sugere-se portanto, que mais estudos sejam feitos com o mesmo objetivo, incluindo número maior de variedades e repetições, e distintos graus de maturação das vagens. Estes experimentos servirão para que o melhorista tenha maior base para obter uma amostragem mais representativa quando o seu objetivo for o teor de proteína.

6.3. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína da semente

Os resultados (item 5.3.) do experimento em questão indicaram a inexistência da influência da posição que a semente ocupava na vagem com relação à porcentagem de proteína. Estes resultados concordam com os

apresentados por *WOOLFE & HAMBLIN (1974)* que trabalharam com variedades de hábito de crescimento indeterminado e determinado e não apenas com as do último tipo, como no presente caso. Tais autores, analisando sementes de diferentes posições na vagem em uma série de vagens, concluíram que não haviam diferenças nos teores de proteína quanto à posição das sementes, mas encontraram diferenças entre vagens pertencentes à um mesmo internódio. Este fato levou-os a concluir que seria aconselhável colher todas as vagens de um internódio e misturar suas sementes para propósitos analíticos.

Mas também para este experimento, deve-se insistir que outras alternativas devem ser seguidas. Tanto para o caso em discussão como na pesquisa daqueles autores, houve o cuidado em se escolher vagens bem formadas, que apresentavam um número igual de sementes (5 para esta pesquisa e 6 para aquela). Mas se as vagens analisadas apresentassem número desigual de sementes, a situação poderia ser outra. Apesar dos estudos de *MIKAELSEN & KARTOPRAWIRO (1973)* em arroz terem demonstrado que não havia correlação entre a porcentagem de proteína e a esterilidade da panícula, para o feijão, não existem dados à respeito. Sem dúvida, este é mais um dos pontos a serem pesquisados em trabalhos que visam melhorar a técnica de amostragem quando o objetivo é o teor de proteína.

6.4. Caracterização proteica de oito variedades de feijão

Com relação à produtividade das oito variedades estudadas, os resultados apresentados na Tabela 10 demonstraram que a produtividade média obtida foi de 1.763,0 kg/ha. Este valor pode ser considerado baixo quando comparado com a produtividade obtida em alguns países, mas muito alto quando o mesmo tipo de comparação é feita com a produtividade média obtida para o feijoeiro no Brasil (700,0 kg/ha). Como era de se esperar, baseado em ensaios de produção realizados no Estado de São Paulo (*VIEIRA et alii, 1972*) a variedade Carioca foi a que apresentou a maior produtividade (2.411,0 kg/ha) dentre as ensaiadas. Deve-se destacar também o bom comportamento da variedade Iguassú (1.981,0 kg/ha) recentemente introduzida, apesar que sua coloração preta poderá sofrer restrição por parte dos consumidores do Estado de São Paulo. Apesar do ensaio não revelar diferenças entre as médias das demais variedades, os mesmos ensaios de produção referidos acima, situam as variedades Rosinha G₂ e Bico de Ouro como umas das últimas em produtividade. As variedades Rico 23 e Venezuela 350, ainda se-

gundo aqueles resultados, vem sempre apresentando produtividades maiores que as duas anteriores. A mesma tendência foi observada no ensaio ora em discussão sendo que o fato não esperado foi a relativamente alta produtividade da variedade Goiano Precoce (1.695,0 kg/ha) que tradicionalmente tem apresentado produtividade menor que a Rosinha G₂ e Bico de Ouro. Por outro lado a baixa produtividade da variedade Piratã (1.499,0 kg/ha) não era esperada, em virtude de ser material de recente introdução. Mas na verdade, ensaios realizados em Piracicaba e Tietê, não incluídos neste trabalho, parecem confirmar que tal variedade ainda deverá sofrer um processo de refinamento na seleção para produtividade. Portanto, de uma maneira geral, dentro das restrições enunciadas e dos limites de um ensaio de produção realizado apenas em uma localidade e em um ano, pode-se dizer que as produtividades obtidas não estão longe das normalmente obtidas em outros ensaios de produção.

Quanto ao peso de 100 sementes, os resultados (Tabela 11) permitiram o reconhecimento de sementes que serão classificadas arbitrariamente de sementes grandes (Carioca e Goiano Precoce), intermediárias (Piratã, Venezuela 350, Bico de Ouro e Rosinha G₂) e pequenas (Rico 23 e Iguassú).

Com relação à porcentagem de proteína, observou-se uma amplitude de apenas 4%, entre as 8 variedades estudadas (22,7 a 26,7%). É de interesse notar-se que o maior teor de proteína obtido foi para a Variedade Goiano Precoce (26,7%) de hábito de crescimento determinado e ciclo curto (60 dias). Este fato vem confirmar a discordância de resultados obtidos por diferentes autores. FREYTAG *et alii* (1956), por exemplo, mostraram que o alto teor de proteína está associado com sementes pequenas, esféricas e plantas de hábito de crescimento indeterminado. Já outros resultados (RUTGER, 1970) indicam que o alto teor de proteína está correlacionado com maturação tardia e independem do hábito de crescimento. Na presente situação, a variedade Goiano Precoce, apresentou um teor de proteína que pode ser considerado como relativamente alto. Tal variedade apresenta sementes que podem ser consideradas como grandes (Tabela 11) e esféricas e é de maturação precoce e de hábito de crescimento determinado. Percebe-se, portanto, que de certa maneira, tal variedade contraria as tendências gerais apontadas para variedades de alto teor de proteína, indicadas nos trabalhos citados. Esse fato não é inesperado, pois, os próprios autores desses trabalhos reconhecem que as correlações obtidas embora significativas, eram baixas. Isto entretanto ratifica o que se vem dizendo desde o início do presente trabalho, que tais estudos devem ser feitos aproveitando

as condições locais e variedades existentes.

Outro resultado que deve ser realçado, refere-se à variedade Carioca, que apresentou o menor teor de proteína (22,7%) e a maior produtividade (2.411,0 kg/ha) entre as variedades ensaiadas. À este respeito, a correlação entre produção e teor de proteína calculada com dados deste experimento (item 5.4.) indicou que o coeficiente de correlação obtido foi pequeno e não significativo, embora negativo ($r = -0,32$, $t = 0,83$, não significativo). Pode-se concluir portanto que produção e teor de proteína não apresentaram correlação significativa. Este resultado concorda com os de RUTGER (1970) que trabalhando com 10 linhas de feijão, obteve valor de $r = -0,32$, que testado, mostrou-se não significativo, concluindo também pela falta de correlação entre produção e teor de proteína. Entretanto, LELEJI *et alii* (1972) encontraram correlação negativa significativa ($r = -0,446$) para estes dois caracteres, em cruzamentos envolvendo linhas com diferentes teores de proteína. Porém, estes autores consideram que ocorreu suficiente variação, levando à possibilidade de se selecionar plantas que combinassem produções relativamente altas, com teores também relativamente altos de proteína. Portanto, como indicam os dados destes trabalhos acima citados e os obtidos no presente experimento, parece possível combinar-se a alta produtividade da variedade Carioca com o alto teor de proteína da variedade Goiano Precoce (ou outras variedades), de modo tal que se obtenham linhas da variedade Carioca que apresentem alta produtividade e teor médio de proteína maior que o atual. Esta possibilidade está sendo explorada em cruzamentos envolvendo as oito variedades estudadas.

Quanto à produção de proteína por unidade de área, pode-se notar que os resultados (Tabela 13.3.) acompanham de perto aos resultados obtidos para a produção de sementes (Tabela 10.3.). Isto é, a variedade Carioca foi a primeira, tanto em produção de sementes quanto em produção total de proteína por unidade de área. Para as demais variedades, praticamente a mesma relação, "produção sementes/produção proteína", foi obedecida. À primeira vista, os dados obtidos confirmam os encontrados na literatura (item 3.2.), onde alguns autores indicaram que, para se obter maior produção de proteína por unidade de área, deve-se aumentar a produtividade das culturas. Devido à baixa produtividade atual da cultura de feijão no Brasil, é óbvio que o mais rápido aumento na produção de proteína, seria obtido pelo aumento da produtividade. É de se acreditar que a produtividade do feijoeiro venha a ser aumentada pois para uma série de culturas isto

tem sido conseguido no Brasil. Muitos argumentam que uma vez obtida esta maior produtividade, o preço do feijão seria menor e o seu consumo maior, obtendo-se no final do ciclo, um maior consumo de proteína proveniente de feijão, do que o atual. Mas à este respeito, certas considerações devem ser feitas. Já se citou que o consumo de feijão no Brasil, é um dos maiores do mundo e como o feijão é um dos principais alimentos das classes menos favorecidas, deve-se supor que o preço do feijão não tem sido até agora, um impecilho maior ao seu consumo. Deste modo, pode-se argumentar que mesmo que o preço do feijão diminua (devido a um aumento na sua produtividade) o brasileiro não iria aumentar significativamente seu consumo de feijão. Além disto, conforme citado anteriormente (*HELLENDORN, 1969; BRESSANI, 1973*) deve-se reafirmar que existem razões fisiológicas que devem impedir um consumo exagerado de feijão, pelo menos se forem mantidas as qualidades dos feijões consumidos atualmente.

Portanto, tudo leva a crer que sem se descuidar com o aumento da produtividade (e isto nunca pode ser ignorado pelos melhoristas) deve-se desde já ir pensando em se aumentar a produção de proteína por kg de feijão (naturalmente, sem se esquecer também em melhorar sua qualidade).

Quanto ao teor de aminoácidos, os dados das Tabelas 14 a 30 revelaram que para os 17 aminoácidos analisados, não houve diferença estatística significativa. De acordo com o esperado, conforme o que foi visto na Revisão da Literatura, o teor de metionina foi baixo e além disto, houve pequena variação entre as variedades estudadas (0,60 a 0,78% da proteína). Estes resultados concordam com os normalmente citados na literatura (*KELLY, 1973*) para o feijão. Porém, não são coincidentes com os do trabalho de *MORAES & ANGELUCCI (1971)* que analisaram 12 variedades brasileiras de feijão, quatro das quais foram incluídas no presente trabalho. Segundo tais autores, a variedade Bico de Ouro apresentou teor de metionina 5 vezes maior do que a variedade Carioca, enquanto que esta pesquisa revelou teores de metionina semelhantes (0,68 e 0,67% da proteína, respectivamente).

O presente trabalho, devido ao modo de preparo das amostras a serem analisadas no Analisador Automático de Aminoácidos, não incluiu a análise de cistina e triptofano, sendo de especial importância o primeiro aminoácido, para o qual, conforme visto anteriormente (item 3.1.) o feijão apresenta teores baixos, juntamente com metionina. Além disto, foram analisadas apenas oito variedades. Isto talvez explique o baixo número de correlações positivas encontradas entre os sete aminoácidos essenciais ana

lisados (Tabela 33). De fato, *DICKSON & HACKLER (1973)* estudando correlações entre os mesmos sete aminoácidos incluídos neste trabalho, em 21 variedades de feijão, revelaram que em apenas alguns pares de aminoácidos, não foram obtidas correlações positivas significativas.

Como está indicado na Tabela 33, em apenas quatro casos houve significância estatística nas correlações efetuadas entre os sete aminoácidos. Deve-se dizer, entretanto, que a maioria das correlações obtidas, embora não significativas, foram todas positivas. Se um maior número de variedades fossem incluídas, talvez se obtivessem resultados semelhantes aos dos autores citados anteriormente. Como realçado no trabalho de *DICKSON & HACKLER (1973)*, estas correlações positivas são de interesse prático uma vez que indicam uma boa chance de seleção para mais de um aminoácido de uma única vez.

Deve-se mesmo dizer, antes que se façam extrapolações sobre a pequena variação encontrada no teor de aminoácidos, nas variedades utilizadas no presente trabalho, que serão necessárias análises de um número maior de variedades cultivadas no país. A este respeito, recorde-se alguns dos trabalhos citados anteriormente (item 3.6.) em que grande número de materiais foram analisados, podendo-se observar variações significativas, mesmo no caso de metionina.

Apesar de não existirem diferenças significativas entre os teores de lisina determinados para as oito variedades, foram observadas para esse aminoácido, valores de 5,53 a 7,28% proteína (Tabela 3). Outros autores (*BRESSANI, 1969; KELLY, 1973*) observaram também grandes variações para tal aminoácido. É provável que quando em maior número de materiais pertencentes a coleções brasileiras de feijão for analisado, se encontre também alta variação no teor de lisina. Se esta variação for de origem genética, existiriam boas perspectivas de um aumento no teor de lisina em feijão. Deve-se ainda dizer que os métodos rápidos de análise química de um grande número de amostras, necessários ao melhoramento, já são disponíveis para lisina. Para metionina, há a necessidade de um maior aperfeiçoamento nestes métodos e mesmo a elaboração de novas técnicas.

Evidentemente, se o melhoramento visar aumentar o teor de lisina em feijão, a metionina necessária à nutrição, deveria ser proveniente de outros alimentos. Como no Brasil o feijão é frequentemente consumido junto com arroz, que tem maior teor de metionina do que lisina, este caminho

sugerido deve ser considerado. Alguns estudos realizados no Brasil, como os de *SOUZA & DUTRA DE OLIVEIRA (1969)* sobre o valor nutritivo de misturas de arroz e feijão, chegaram a determinar a mistura que apresentava maior valor nutritivo (85% de proteína proveniente de arroz e 15% de proteína do feijão). Através de ensaios biológicos, pode-se determinar quais os aumentos de lisina no feijão que poderiam trazer respostas significativas em dietas envolvendo misturas de arroz e feijão.

Aliás, já se relatou anteriormente, que há necessidade de um exato conhecimento dos hábitos alimentares da população, antes que se pretenda melhorar o valor nutritivo dos alimentos consumidos. Mesmo no Brasil, sabe-se que existem regiões onde o consumo de feijão não é acompanhado por arroz, mas sim, de mandioca. *DUTRA DE OLIVEIRA & MENEZES SALATA (1971)* em ensaio utilizando ratos, demonstraram que houve um aumento no valor nutritivo de mistura de farinha de mandioca com feijão, quando o primeiro alimento foi suplementado com metionina. Neste caso não haveria a necessidade de um aumento no teor de metionina em feijão. Mas, como reconhecem aqueles autores, no Nordeste do Brasil, a maior parte da farinha de mandioca consumida é elaborada nos domicílios, eliminando-se a possibilidade de seu enriquecimento com metionina. Portanto, poderia haver a necessidade de um programa de melhoramento envolvendo o aumento no teor de metionina, específico para determinadas regiões. Esta solução, válida teoricamente, na prática iria encontrar barreiras intransponíveis quando se imagina que o feijão consumido em muitas regiões é em muitas ocasiões, proveniente de áreas de cultivos distantes.

Percebe-se portanto a complexidade do problema, mas nem por isto deve-se deixar de tentar modificar a situação encontrada. Existe no Brasil uma situação bem definida que é o alto consumo de feijão. Os resultados deste e de outros trabalhos demonstraram que o feijão apresenta deficiências em alguns aminoácidos essenciais. Através da variabilidade natural existente e ainda por meio de indução de mutação, parece existir possibilidade de um aumento no valor nutritivo de feijão.

6.5. Contribuição dos componentes da semente para o teor de proteína da semente

No Brasil, são cultivadas uma série de variedades de feijão que em

geral são diferentes nos vários estados. A variação encontrada entre as sementes destas variedades é bastante grande. Como uma introdução para futuras investigações sobre a influência dos componentes da semente para o teor de proteína, foi realizado um estudo utilizando-se apenas oito variedades. Os resultados obtidos foram indicados nas Tabelas 34 a 45. Apesar do número restrito de variedades, foi possível notar-se a existência de diferenças entre elas, no que se refere à porcentagem em peso com que cada componente contribui para o peso da semente. Isto também foi verificado para o teor de proteína entre os componentes e para a contribuição de proteína de cada componente para a porcentagem de proteína da semente.

Observou-se que o embrião contribuiu com o menor valor para o peso da semente (1,69%, Tabela 34) mas constituiu-se no componente mais rico da semente com relação ao teor de proteína (41,28%, Tabela 38). Mas justamente devido ao fato de o embrião se constituir na menor parte da semente, a sua contribuição para a proteína da semente é pequena (3,01%, Tabela 42).

Quanto ao tegumento, observou-se que ele contribuiu com 10,48% em média para o peso da semente, constituindo-se no componente mais pobre da semente com relação ao teor de proteína (6,13%, Tabela 38). Deste modo, quando se analisou a contribuição do tegumento para a proteína da semente, observou-se o menor valor (2,79%, Tabela 42) entre os três componentes.

Já para os cotilédones, como ele contribuiu com a maior parte (87,66%, Tabela 34) para o peso da semente, apesar de apresentar teor de proteína menor do que o embrião (24,91%, Tabela 38), constituiu-se no componente que contribuiu com o maior valor (94,20%, Tabela 42) para a proteína da semente.

Deve-se realçar o fato de que estes resultados obtidos para os três componentes, concordaram com pequenas variações com os obtidos por *SINGH et alii* (1968), *SILBERNAGEL* (1970) e *WOOLFE & HAMBLIN* (1974) em estudos semelhantes. Tal concordância é de importância devido às diferentes metodologias empregadas nestes trabalhos. Além disso, os resultados (Tabela 46) demonstraram que o método utilizado para a separação dos componentes da semente (pré-aquecimento em água) não influenciou no teor de proteína correspondente.

Já que existem diferenças significativas entre as variedades para os componentes e caracteres estudados, pode-se tentar relacionar estas di-

ferenças com as encontradas para os teores de proteína entre as variedades estudadas. Através da Tabela 12.3., observa-se que existem variedades cujos teores de proteína podem ser considerados como baixos, intermediários e altos. Para se tentar relacionar os valores dos componentes com a diferença encontrada no teor de proteína entre duas variedades escolheu-se a variedade Goiano Precoces, como a de maior teor de proteína (26,7%) e a Carioca, com o menor teor de proteína (22,7%). Quanto ao peso contribuído pelo tegumento com relação ao peso total da semente, pode-se dizer que estas variedades tiveram comportamento semelhante (Tabela 35.2.). Já para a contribuição do embrião, na variedade Goiano Precoces, observou-se um valor menor (Tabela 36.2.) enquanto que para os cotilédones, o maior valor foi para a variedade Goiano Precoces (Tabela 37.2.). Analisando-se agora o teor de proteína para cada componente, observa-se que com relação ao tegumento, as duas variedades apresentaram valores semelhantes (Tabela 39, valor de F não significativo). Com relação ao embrião, a variedade Goiano Precoces, foi a que apresentou o maior teor de proteína (Tabela 40.2.). O mesmo fato foi verificado para os cotilédones (Tabela 41.2.). Quanto à contribuição de proteína de cada componente para o teor de proteína da semente, observa-se que com relação ao tegumento, a variedade Goiano Precoces apresentou uma média menor do que a Carioca (Tabela 43.2.), o mesmo acontecendo para o embrião (Tabela 44.2.). Entretanto, para os cotilédones, foi a variedade Goiano Precoces que se apresentou com uma média superior (Tabela 45.2.).

Como observado na presente discussão, devido ao fato da baixa contribuição do peso do embrião para o peso total da semente e do baixo valor de proteína encontrado no tegumento, a contribuição de proteína destes dois componentes para a proteína da semente, é bastante baixa. Portanto, apesar das diferenças encontradas nestes dois componentes, para as variedades em questão, não seriam elas as responsáveis pela grande diferença (4,0%) encontrada no teor de proteína entre as variedades Goiano Precoces e Carioca. Desta maneira, toda a atenção pode ser voltada para os cotilédones. Ao se comparar a contribuição do peso, teor de proteína e contribuição proteica dos cotilédones para as duas variedades, talvez se possa explicar a diferença no teor de proteína entre as duas variedades. De fato, para a variedade Goiano Precoces, examinando-se os cotilédones, sempre se observou uma maior contribuição do peso, teor de proteína e contribuição para o total de proteína, do que para a variedade Carioca. Portanto, a variedade Goiano Precoces apresentaria maior teor de proteína do que a Carioca, porque em última análise, ela apresenta valores médios maiores nos cotilédones para os caracteres analisados (peso, teor de proteína e contribuição para o to-

tal de proteína).

Mas a situação não parece ser tão simples assim. Isto pode ser exemplificado quando se tenta por exemplo aplicar o mesmo tipo de raciocínio para se comparar as variedades Venezuela 350 (a segunda em valor mais alto de proteína) com a variedade Carioca. Neste caso, utilizando-se os resultados já apresentados, irá se chegar à conclusão que apenas os valores determinados para os cotilédones, não conseguem explicar a diferença encontrada (2,4%) no teor de proteína entre as duas variedades. Pode ocorrer que, quanto menor a diferença no teor de proteína entre as variedades, maior seria a participação dos componentes tegumento e embrião, para explicarem estas diferenças.

Aliás, *SILBERNAGEL (1970)* também relatou o que denominou de frustração, devido às inconsistências observadas, quando tentava relacionar valores dos componentes das sementes com a diferença encontrada no teor de proteína entre duas variedades. Tal autor concluiu que ainda muitos estudos básicos devem ser feitos à respeito, mas que embora não se possa entender a razão da diferença encontrada no teor de proteína, entre variedades, o fato é que se sabe que elas realmente apresentam esta diferença. Cabe portanto ao melhorista saber usar esta variação da melhor maneira possível em seus programas.

De qualquer modo, mesmo levando-se em conta a alta participação dos cotilédones no estudo efetuado, os resultados apresentados parecem indicar que, tanto quanto for praticamente possível, a redução relativa do tegumento e o aumento do embrião devem favorecer a elevação do teor médio de proteína da semente. Decréscimo relativo da casca poderia ser obtido pelo aumento do tamanho da semente ou diminuição de sua espessura. Ambos os caminhos tem entretanto, nítidas limitações pois os consumidores poderão não aceitar sementes grandes e a espessura da casca certamente possui um limite genético além do qual não poderá ser reduzida. No entanto, esforços devem ser feitos a fim de que uma combinação ótima possa ser alcançada.

Deve-se dizer que o presente trabalho não incluiu análise de aminoácidos nos diferentes componentes da semente, mas estas análises deverão ser realizadas. Estas novas informações poderão indicar a melhor alternativa a ser seguida visando-se combinar alto teor com melhor qualidade de proteína.

6.6. Determinação do teor de proteína intra-varietal e de sua herdabilidade

Os resultados da determinação do teor de proteína intra-varietal (ítem 5.6.) demonstraram que certas variedades (Piratã, Iguassú, Rico 23, Venezuela 350 e Bico de Ouro) apresentaram maior variabilidade fenotípica, quando comparadas com a variedade Carioca. Se esta variabilidade for de origem genética, a variação encontrada dentro das variedades, pode ser utilizada para o melhoramento, sem que as características gerais destas variedades sejam muito alteradas. Deste modo, bastaria a seleção das plantas com maiores teores de proteína dentro de uma variedade, seguida de posteriores comparações com a variedade original, principalmente sob o aspecto da produção. Maiores complicações poderia ocorrer se houver necessidade de cruzamentos para se aumentar o teor de proteína de uma variedade na qual se pretende tal objetivo.

Os resultados dos estudos da herdabilidade no sentido amplo, para o teor de proteína (ítem 5.6.) em cinco variedades estudadas, demonstraram que a herdabilidade pode ser considerada nula nos casos das variedades Goiano Precoce, Iguassú e Rosinha G₂. Para a variedade Piratã, a herdabilidade foi de 0,16 e o maior valor observado ocorreu na variedade Carioca, onde se obteve 0,28. Para o caso do feijão, existem poucos exemplos na literatura, sobre valores de herdabilidade, que possam ser comparados com os do presente trabalho, especialmente devido a metodologia utilizada. Mas pelos resultados obtidos, pode-se concluir que para a maioria das variedades estudadas, o valor da herdabilidade no sentido amplo foi baixo, evidenciando que o componente ambiental da variabilidade fenotípica foi relativamente alto. Como consequência, pode-se prever que existirão dificuldades para a seleção visando alto teor de proteína, devido à grande influência ambiental. Este fator trará ainda maiores dificuldades se ficar comprovado que em feijão, linhas com altos teores de proteína sofrem maior influência ambiental, como ocorre para outras culturas.

Observando-se as diferenças entre as médias dos teores de proteína dos pais (plantio de 1974) e das progênies (plantio de 1975), chega-se à conclusão que certas variedades sofreram grande influência do ano de cultivo, no teor de proteína. Na revisão da literatura (ítem 3.3.) foram citados vários exemplos da influência do ambiente no teor de proteína e os resultados obtidos neste experimento, ilustram mais uma vez esta influência.

Portanto, a idéia inicial de se explorar a variabilidade fenotípica intra-varietal para a seleção de plantas com maiores teores de proteína, sofre a limitação devido aos baixos valores de herdabilidade obtidos, que evidenciam a grande influência do ambiente. Aliás, *SILBERNAGEL* (1970) havia chegado à mesma conclusão quando selecionou dentro de uma população, plantas com altos teores de proteína. Mas mesmo este autor, citou que embora para poucas plantas, os altos teores anteriormente detectados, foram mantidos. Tal fato evidencia a possibilidade de se explorar tal procedimento, especialmente para as variedades atualmente em cultivo no Estado de São Paulo, onde se observa que existe grande mistura de genótipos dentro de uma variedade. Este procedimento poderia ter maior sucesso nas variedades Carioca e Piratã, onde os valores da herdabilidade foram mais altos. Também é interessante notar-se que linhas com mais alto teor de proteína poderiam ser isoladas, mesmo no caso de variedades que apresentassem variabilidade fenotípica relativamente baixa, como a observada para a variedade Carioca, que entretanto apresentou o maior valor da herdabilidade.

6.7. Avaliação de diferentes germoplasmas de feijão quanto ao teor de proteína da semente

Através dos resultados apresentados (item 5.7.), observou-se que o teor de proteína variou de um mínimo de 19,0 até o máximo de 34,0%. Este valor mínimo encontrado está de acordo com os mínimos encontrados por outros autores em trabalhos semelhantes. Entretanto, quanto ao valor máximo obtido (34,0%, Coleção de Lamprecht), algumas considerações devem ser feitas. De fato, observando-se alguns dos maiores valores citados na literatura, determinados entre uma série de linhas de feijão, encontram-se altos teores ao redor de 31,0 (*RUTGER*, 1970), ou 33,0% (*SILBERNAGEL*, 1971). *BALDI e SALAMINI* (1973) citam valor de 35,21%, determinado porém em material denominado selvagem, de origem mexicana. Como já descrito anteriormente (item 3.3.) o teor de proteína pode ser muito influenciado pelo ambiente. É possível que para a presente situação, sendo o material não adaptado às nossas condições haja ocorrido grande influência do ambiente o que explicaria o alto valor obtido. Novos plantios serão feitos incluindo-se os valores máximos e mínimos determinados para os três germoplasmas para se analisar a possível influência do ambiente.

É de interesse notar-se que a amplitude encontrada (16,0%) quando

se observa o conjunto de dados dos três germoplasmas foi quatro vezes maior que a observada para as oito variedades (4,0%), analisadas em experimento anterior (item 5.4.).

Particularmente a Coleção de Lamprecht de feijão e os híbridos interespecíficos mostraram amplitudes de 15,0 e 10,0%, respectivamente, no teor de proteína, sendo maiores que a de Uberaba (7,0%) que incluiu variedades cultivadas em muitos estados brasileiros. Este fato (aliado aos maiores teores de proteína encontrados para aquelas coleções) sugere à primeira vista, que para se elevar o teor médio de proteína das variedades brasileiras, haveria a necessidade de se introduzir materiais de outras origens. Mas antes que isto seja sugerido, é preciso que se recorde que apenas parte da Coleção de Uberaba foi analisada. Portanto, o caminho mais natural seria analisar-se todas as Coleções disponíveis no Brasil, à procura de linhas com altos teores de proteína. Outra alternativa a ser seguida, seria analisar-se individualmente plantas pertencentes à uma determinada variedade para a qual se deseja aumentar o teor médio de proteína. Os resultados apresentados anteriormente (item 5.6.) permitiram a conclusão que existe grande variabilidade fenotípica intra-populacional no teor de proteína em determinadas variedades analisadas. Esta é outra alternativa a ser seguida antes que se recomende introdução de material não adaptado. Mas por outro lado, se existir a necessidade deste material ser utilizado, deve-se recordar que algumas das linhas dos híbridos interespecíficos (item 4.1.5.) analisados, podem ser resistentes a doenças. Se estas mesmas linhas tiverem associadas alguns dos altos teores de proteína encontrados, um programa de cruzamento convergente com variedades brasileiras poderá ser um bom investimento à longo prazo. Esta possibilidade está sendo investigada.

Estas coleções não foram analisadas quanto ao teor de aminoácidos essenciais mas tais análises já estão programadas. Uma vez obtidos estes dados é provável que se encontre variabilidade genética em alguns destes aminoácidos, como a obtida para outros autores (KELLY, 1971). Desta maneira, o conjunto de informações obtidas (teor de proteína e de aminoácidos) para estas coleções e as futuras informações obtidas em outras coleções brasileiras, servirão de base para o programa de melhoramento quanto ao aspecto proteico.

6.8. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico

Os resultados apresentados (item 5.8.), como esperados, evidenciam a alta qualidade nutritiva da dieta com caseína, onde se obteve o maior valor do coeficiente de utilização proteica (CUP). Como todas as dietas participaram com o mesmo nível proteico, se os valores do CUP obtidos para as dietas fossem diferentes, uma das explicações para este fato seria que a fonte de proteína deveria apresentar diferenças qualitativas no teor de aminoácidos essenciais. Desta maneira, poderia ser explicado o valor significativamente maior obtido para a dieta com caseína, que apresenta um melhor balanceamento nos aminoácidos essenciais.

Observando-se os valores do CUP nos casos em que as fontes de proteína foram as oito variedades (Tabela 49.3.), concluiu-se que as únicas diferenças observadas ocorreram entre as variedades Bico de Ouro (1,01) e Iguassú e Goiano Precoce (0,59 e 0,60, respectivamente).

Para os casos onde não foram observadas diferenças significativas entre o CUP, a explicação poderia ser a mesma citada acima, concluindo-se pela igualdade do balanceamento de aminoácidos, nas variedades em questão. Mas, onde esta diferença existir, a explicação pode não ser tão simples. Isto porque pelos resultados dos 17 aminoácidos analisados, concluiu-se pela inexistência de diferença entre os aminoácidos nas oito variedades estudadas. Portanto, não seria a diferença em um ou mais destes 17 aminoácidos que poderia explicar o maior valor do CUP obtido para a variedade Bico de Ouro.

Já se relatou anteriormente que os aminoácidos limitantes em feijão são os sulfurados e o triptofano, e que a cistina e o triptofano não foram analisados no presente trabalho. Portanto, uma primeira explicação seria que a variedade Bico de Ouro pudesse apresentar um maior teor para estes aminoácidos, especificamente para a cistina, que é um dos mais limitantes para o feijão. *MORAES & ANGELUCCI (1971)* relatam em seu trabalho que a variedade Bico de Ouro apresentou teor de cistina cerca de duas vezes maior que a variedade Goiano Precoce (tais autores não analisaram a variedade Iguassú). A hipótese levantada acima poderia portanto estar comprovada, se não fossem as limitações impostas ao fato de que os dados do presente experimento e os daqueles autores provavelmente não podem ser com

parados. Aliás, já foram citadas as discrepâncias nos valores encontrados na análise de aminoácidos para este e para aquele trabalho (item 6.4.). Portanto, a suposição levantada anteriormente deve permanecer como uma boa hipótese, mas novas devem ser procuradas até que resultados completos de análise de aminoácidos sejam obtidos na variedade e condições utilizadas para o presente trabalho. Estas análises já estão sendo programadas.

Uma outra hipótese para explicar a maior eficiência nutritiva da variedade Bico de Ouro (em relação a Iguassú e Goiano Precoces) seria a de se tentar correlacionar o CUP com os totais dos aminoácidos analisados. De fato, através da Tabela 32.1., pode-se observar que houve certa variação nos teores totais de aminoácidos para as oito variedades. Justamente para a variedade Iguassú, observou-se o menor teor dos 17 aminoácidos somados (69,91% de aminoácidos na proteína), enquanto que para a variedade Bico de Ouro observou-se valor relativamente maior (78,68% de aminoácidos na proteína). Mesmo sabendo-se que a análise estatística não revelou diferenças entre estes teores (Tabela 32.2.), resolveu-se fazer tais correlações, cujos resultados foram apresentados anteriormente (item 5.9.). É de interesse notar que o coeficiente de correlação entre o CUP e os totais dos 7 aminoácidos essenciais ($r = 0,39$, Tabela 51) foi maior que o obtido quando foram utilizados os totais dos 17 aminoácidos ($r = 0,24$, Tabela 50). Tal fato seria uma indicação que o valor do CUP seria melhor correlacionado com os totais de aminoácidos essenciais do que com os totais dos 17 aminoácidos analisados. Entretanto, os valores de r obtidos foram pequenos e não significativos, não permitindo que se discuta correlação entre os caracteres. Mas como foram positivos, tal fato deve permanecer como uma indicação para futuros estudos que incluam maior número de variedades e repetições.

Deve-se repetir que, entre os 17 aminoácidos analisados, não foram incluídos a cistina e o triptofano e se as variedades estudadas diferissem quanto a estes aminoácidos, as correlações obtidas acima poderiam ser diferentes. Isto poderia ter ocorrido, especialmente se a cistina houvesse sido incluída. De fato, *PORTER et alii* (1974) estudando variedades de feijão que apresentavam diferenças significativas entre os valores CUP, realizaram estudos de correlação entre o CUP e o teor de aminoácidos sulfurados (metionina e cistina). Concluíram que correlações positivas significativas eram detectadas apenas nos casos em que tanto os teores de metionina como os de cistina eram incluídos. Portanto, as correlações envolvendo apenas o CUP e metionina ou cistina, não eram significativas (embora posi-

tivas). No presente trabalho, a variedade Bico de Ouro, apresentou maior valor para o CUP e teor relativamente maior (não significativo) de aminoácidos essenciais (29,04% de proteína) do que as variedades Goiano Precoce e Iguassú (27,53 e 25,70% de proteína, respectivamente). Portanto, como já dito acima, se a variedade Bico de Ouro apresentasse maior teor de cistina do que as outras duas variedades, as correlações envolvendo CUP e aminoácidos essenciais poderiam ter resultado significativas, explicando-se o maior valor de CUP obtido para a variedade Bico de Ouro.

Evidentemente, ainda restam outras hipóteses a serem exploradas, pois como cita *JAFFÉ (1973)*, na avaliação do valor nutritivo de feijão, não apenas o teor de proteína e quantidades de aminoácidos sulfurados devem ser levados em conta. Na verdade, as variedades podem apresentar diferenças no teor de hemaglutininas tóxicas e digestibilidade, e estes fatores contribuiriam para um maior ou menor valor nutritivo. Se no experimento ora em discussão, a dieta com a variedade Bico de Ouro apresentasse maior digestibilidade de proteínas do que Goiano Precoce e Iguassú, tal fato poderia explicar o maior valor do CUP obtido para a primeira variedade. Para se explorar esta possibilidade, serão realizados ensaios de digestibilidade com dietas envolvendo as variedades utilizadas no presente ensaio.

Enfim, como se tem dito ao longo do presente trabalho, o melhoramento visando o aspecto proteico em feijão, só pode ter sucesso se forem conjugados esforços de uma série de especialistas. Se uma variedade apresentar vantagens num ensaio de avaliação nutritiva, parece ser necessário que estes vários especialistas contribuam com sua parcela para a explicação dos resultados.

O experimento ora em discussão, embora limitado a um número pequeno de variedades e repetições, parece indicar que mais estudos devem ser realizados no mesmo sentido pois é amplo o germoplasma existente no Brasil, a ser explorado sob este aspecto.

7. RESUMO E CONCLUSÕES

O presente trabalho objetivou oferecer uma contribuição ao melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) visando aumentar a quantidade e melhorar a qualidade da proteína. Para isto, foram realizados vários experimentos que, embora de natureza distinta, foram dirigidos para o objetivo fixado. A partir destes experimentos e dos resultados citados por outros autores, as seguintes conclusões podem ser apresentadas:

7.1. Através de ensaio realizado para se determinar a influência da competição entre plantas na produção e teor de proteína da semente de feijão, concluiu-se que a produção média por planta foi tanto maior quanto maior a falta de competição entre as plantas vizinhas. A porcentagem de proteína da semente foi a mesma, independentemente da situação de competição entre as plantas. Estes resultados sugerem que devem ser tomados certos cuidados quando se pretende fazer a seleção para alta produção em feijão, se existirem falhas próximas às plantas selecionadas. Aparentemente,

estes cuidados seriam menores no caso de seleção para teor de proteína, embora outras metodologias devam ser utilizadas neste mesmo tipo de estudo, antes que extremas generalizações sejam efetuadas.

7.2. Experimentos para a determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor de proteína da semente, realizados com variedades de hábito de crescimento distintos, indicaram que o teor de proteína da semente independia da posição que a vagem ocupava na planta. Devido ao número restrito de variedades utilizadas, sugere-se que estudos incluam maior número de materiais, especialmente de hábito de crescimento indeterminado com grande número de internódios, em que outros autores concluíram pela existência de tal influência. Para variedades de crescimento determinado, os resultados deste e de outros trabalhos sugerem que vagens de qualquer posição da planta podem ser utilizadas para representar o teor de proteína da semente. Mas recomenda-se que sementes provenientes de várias vagens de uma mesma posição, sejam utilizadas para a análise.

7.3. O estudo para determinar a possível influência da posição da semente na vagem sobre o teor de proteína, revelou que o teor de proteína da semente foi o mesmo, independentemente da posição que a semente ocupava na vagem. Como em tal estudo utilizaram-se apenas vagens que continham o mesmo número de sementes, sugere-se que mais pesquisas sejam efetuadas comparando-se o teor de proteína de vagens com diferentes números de sementes.

7.4. Oito variedades de feijão de interesse ao melhoramento no Estado de São Paulo, foram estudadas sob o aspecto proteico. Os resultados indicaram diferenças entre algumas variedades quanto à produção de sementes, porcentagem de proteína e produção de proteína. A análise revelou que as variedades apresentaram teores semelhantes nos 17 aminoácidos analisados, observando-se para todas as variedades, um baixo teor de metionina. A correlação entre produção de sementes e teor de proteína foi negativa mas não significativa, o que indica a possibilidade de se obterem linhas com alta produção e teor médio de proteína maior que o atual, para estas variedades. Sugere-se que além de se tentar aumentar o teor de metionina, a seleção poderia ser feita no sentido de se aumentar o teor de outros aminoácidos essenciais como a lisina. Isto devido ao fato que, no Brasil, é alto o consumo de feijão com arroz, sendo este último deficiente em lisina. As correlações positivas entre sete aminoácidos essenciais, obtidas neste e em outros trabalhos, sugerem que a seleção pode ser feita para

um aminoácido específico, sem que ocorra a diminuição correspondente em outro aminoácido.

7.5. Foi realizado um experimento para se determinar a contribuição dos diferentes componentes (tegumento, embrião e cotilédones) para o teor de proteína da semente de feijão. Apesar de apenas oito variedades serem incluídas, concluiu-se pela existência de diferenças significativas entre algumas delas no que se refere à contribuição em peso dos componentes para o peso total da semente, teor de proteína dos componentes e contribuição dos componentes para o teor de proteína da semente. Concluiu-se também, que apesar do embrião ser o componente da semente com o mais alto teor de proteína, devido à sua baixa contribuição para o peso total da semente, ele contribui com baixo teor para o total de proteína da semente. O mesmo ocorreu com o tegumento que apresenta um baixo teor de proteína e baixa contribuição para o peso da semente. Deste modo, os cotilédones, com um teor de proteína mais baixo que o embrião, mas devido à sua alta contribuição para o peso da semente, contribuem com a maior parte para o teor de proteína da semente. Apesar disto, sugere-se que o aumento do tamanho do embrião e a diminuição relativa do tegumento podem ser explorados para favorecer a elevação do teor médio de proteína da semente.

7.6. Através do experimento para se determinar o teor de proteína intra-varietal, observou-se que certas variedades apresentaram variabilidades fenotípicas maiores do que outras. Entretanto, a herdabilidade no sentido amplo, calculada para cinco variedades, geralmente foi baixa. Concluiu-se que eram elevados os componentes ambientais que faziam parte das variabilidades fenotípicas anteriormente determinadas. Este fato limitaria a seleção de plantas com alto teor de proteína dentro das variedades estudadas. Porém, apesar destas restrições devido à certas vantagens que o método apresenta, sugere-se o seu emprego, principalmente nos casos onde a herdabilidade foi maior. O fato de a maioria das variedades em cultivo no país apresentarem visível mistura de genótipos, também indica que, paralelamente à utilização de outros métodos, deve ser tentada a seleção dentro da população a ser melhorada para teor de proteína. Qualquer que seja o método a ser adotado, os resultados demonstraram que, sendo grande a influência do ambiente no teor de proteína, o melhoramento visando aumentar o teor de proteína será dificultado por este fator.

7.7. A avaliação de diferentes germoplasmas de feijão, que incluíram parte da Coleção de Uberaba e parte da Coleção de Lamprecht, revelou

a existência de teores de proteína que variaram de 19,0 a 34,0%. Estes diferentes germoplasmas apresentaram linhas com teores de proteína maiores que as variedades normalmente cultivadas no Estado de São Paulo. Sugere-se que estes germoplasmas possam ser utilizados em programa de cruzamento com tais variedades. É sugerida também a necessidade de se avaliar um maior número de materiais existentes no Brasil, não só para teor de proteína, mas para qualidade de aminoácidos.

7.8. A avaliação de oito variedades de feijão através de ensaio biológico com ratos, revelou a existência de diferenças quanto ao coeficiente de utilização proteica. Foram sugeridas algumas hipóteses para a explicação destas diferenças, baseadas em uma possível diferença no teor de cistina ou de digestibilidade de proteína. As correlações entre os coeficientes de utilização proteica e o total de 17 aminoácidos ou o total de sete aminoácidos essenciais, foram positivas, porém não significativas. Sugere-se que estes ensaios biológicos sejam realizados com maior número de variedades e que se procure identificar exatamente as causas das diferenças encontradas, que podem servir de elementos valiosos quando se objetiva elevar o valor nutritivo do feijão.

7.9. Ao longo do trabalho, procurou-se destacar a grande importância do feijão, para a alimentação do povo brasileiro, devido ao seu preço relativamente baixo e ao elevado valor nutritivo. Concluiu-se que mesmo respeitando-se as demais prioridades da cultura, esforços devem ser empregados para se tentar elevar ainda mais este valor nutritivo, apesar da complexidade envolvida. Algumas sugestões foram feitas neste sentido e reconheceu-se que o aumento no valor nutritivo em feijão só poderá ter êxito se uma equipe de diferentes especialistas reunirem seus esforços visando tal objetivo.

8. SUMMARY AND CONCLUSIONS

The main objective of the present work is to contribute to the improvement of beans (*Phaseolus vulgaris* L.) as far as quantity and quality of protein are concerned. Several experiments, although of distinct nature, were carried out with this objective. From the results obtained through the present work and also through various works by other authors, the following conclusions were drawn:

8.1. Experiments which were carried out to determine the influence of competition on grain yield and percentage of protein in bean seed indicate that the average yield per plant increases with absence of competition among neighbouring plants. The average protein content in seed, however, remained unchanged. These results suggest that care should be taken in screening works for high yield, especially when there are some blanks close to the selected plants. Apparently such care will not be so

necessary when experiments are realized for screening of protein content, although another methodology can be applied in study of this type before an extreme generalization is presented.

8.2. Experiments were carried out in order to determine the influence of position of pod in plant on protein percentage of seed, using varieties with different growth habits. The results show that protein content in seed does not depend on the position of pod in plant. Considering restricted number of varieties used, it is suggested that more studies should be done with a large number of varieties, especially of those with indeterminate growth habits and with more internodes. The results also suggest that pods in any position in plant may be analysed for determination of protein content. It is recommended, however, that seeds from various pods in the same position can be mixed and used for analysis.

8.3. Studies realized to determine the influence of seed position in pod on protein percentage proved that protein content is the same, irrespective of seed position in pod. As only those pods that contain the same number of seeds were used in these experiments, further studies should be done in order to compare protein content using pods with different number of seeds.

8.4. Some aspects related to grain yield and protein yield were studied and analysed for eight varieties which are of interest from the point of bean improvement in the State of São Paulo. The results show that the relation is somewhat different in some varieties. It was generally observed that content of 17 aminoacids analysed is the same and that methionine content is very low in these eight varieties. Correlation between grain yield and protein percentage was negative but not significant, which suggests a possibility of obtaining lines with higher yield and higher protein content than the original ones. It is also suggested that, besides trying to increase methionine content, screening could be made for increasing of other essential aminoacids such as lysine. This is due to the fact that, in Brasil, rice and beans consumption is very high and rice is deficient in lysine. The positive correlation among percentage of seven essential aminoacids which was observed in the present work and also in works of other authors implies that screening can be made for one specific aminoacid without any sacrifice of other ones.

8.5. Experiments were carried out to determine the contribution of different components (tegument, embryo and cotyledons) to protein content. Although only eight varieties were analysed, significant differences were observed in some of them with regard to: contribution of components to total seed weight, protein content of components, and contribution of components to seed protein content. Although embryo is one of seed components and has the highest protein content, its contribution to total seed protein content is low. This is due to its low contribution to total seed weight. The same occurs with tegument which shows low protein content and low contribution to total seed weight. On the other hand, cotyledons, with lower protein content but high contribution to total seed weight, represent the highest protein sources in bean seed. More studies, however, should be realized to increase average protein content of seed, raising embryo size or decreasing relative contribution of tegument.

8.6. In experiments conducted to determine intra-varietal protein content, it was noted that phenotypical variability is higher in some varieties. However, heritability in broad sense which was calculated for five varieties is low in general. It was concluded that environmental components which comprise the previously determined phenotypical variability are very high. This fact may be a limiting factor for selection work high protein plants within the varieties tested. In spite of this restriction, the use of the present method was suggested for its advantages, especially in cases where heritability is higher. In view that most varieties cultivated in Brasil show visible mixture of various genotypes, a selection work within a population to be improved for protein content should also be tried in parallel with the use of other methods. The results also indicate that the environment can be a hampering factor to bean improvement for protein content, irrespective of the methods used.

8.7. Evaluation of different bean germplasms which include part of Uberaba Collection and Lamprecht Collection was made. It was shown that in these samples protein content varies from 19.0 to 34.0%. These different germplasms revealed lines with higher protein content than the ones normally cultivated in the State of São Paulo. A larger number of material existing in Brasil should be also tested, not only for protein content but also for aminoacid quality.

8.8. A biological assay was carried out with eight bean varieties, using rats. The results indicate that there are differences in protein utilization coefficient. Some hypotheses were presented to explain these differences, based on a possible difference in cystine content or protein digestibility. Correlation between protein utilization coefficient and total of 17 aminoacids, or total of seven essential aminoacids was positive but not significant. Further biological assays should be made with a larger number of varieties in an attempt to identify exact causes of these differences, which is valuable element when trial is made for increasing the nutritional value of beans.

8.9. The great importance of beans, not only in the economic aspect (relatively low cost) but also in their high nutritional value (principal protein source for Brazilian people), was emphasized in the present work. It was concluded that, apart from the established priorities, an effort should be exerted in an attempt to increase nutritional value of beans, in spite of the complexity of the work involved. Some suggestions were made in this aspect, and without doubt this aim can be attained if scientist in several field work together in a team for bean improvement.

9. LITERATURA CITADA

ADAMS, M.W. - 1973. On the quest for quality in the field bean. In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein advisory group, held at the Food and Agriculture Organization. Rome, Italy, 3-5. July 1972:143-149.

AMIRSHAHI, M.C. & TAKAVOLI, M. - 1970. Protein content of different varieties of five species of pulse crop. In: Improving plant protein by nuclear techniques. Proceedings of a Symposium Vienna, 8-12, June 1970. IAEA, Vienna:333-341.

AOAC - 1965. Biological evaluation of protein quality (20) - official, final action. In: Official methods of analysis of the Association of Official Agricultural Chemists, Washington:785-786.

BORLAUG, N.E. - 1973. Building a protein revolution on grain legumes.

In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein advisory group, held at the Food and Agriculture Organization. Rome, Italy, 3-5 July 1972:7-14.

BRAVO, A. - 1973. Improvement of protein content and quality in grain legumes and wheat by mutation breeding. In: Nuclear techniques for seed protein improvement. Proceeding of a research co-ordination meeting, Neuherberg, 26-30 June 1972, IAEA, Vienna:263-264.

BRESSANI, R.; MÉNDEZ, J.; SCRIMSHAW, N.S. - 1960. Valor nutritivo de los frijoles centro americanos. Archivos Venezolanos de Nutricion. 10(2):71-84.

- 1967. Maiz, Arroz y Frijol; su valor nutritivo y formas de mejorarlo. In: Reunion Anual del Programa Cooperativo Centro-Americano para el mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 11^a. Panamá - Panamá, Marzo, 17-19:1-9.

- 1969. Variacion en el contenido de nitrogenio, metionina, cistina y lisina de selecciones de frijol. In: Reunion Anual del Programa Cooperativo Centro-Americano para el Mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 15^a. S.Salvador - El Salvador, Febrero, 24-28:1-3.

; FLORES, M.; ELIAS, L.G. - 1973. Acceptability and value of food legumes in the human diet. In: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Proceedings of a Seminar, Cali, Colombia. February, 26; March 1, 1973:26-63.

BRUCHER, O.; WECKSLER, M.; LEVY, A.; PALOZZO, A.; JAFFÉ, W.G. - 1969. Comparison of phytohemagglutininins in wild beans (*Phaseolus aborigineus*) and in common beans (*Phaseolus vulgaris*) and their inheritance. Phytochemistry 8:1739-1743.

CANUTO CARDONA, A. & MANCINI, M. - 1960. El valor nutritivo del frijol. Agricultura Tropical. 16(1):42-55.

- CHEAH, C.H. & EVANS, A.M. - 1973. Correlating crude protein percentage with seed yield in segregating generation of *Phaseolus vulgaris* crosses. Annual report of the bean improvement cooperative. 16:29-31.
- DICKSON, M.H. & HACKLER, L.R. - 1973. Protein quantity and quality in high-yielding beans. In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein advisory group, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July 1972:185-192.
- DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. & MENEZES SALATA, E.B.Z. - 1971. Methionine fortified manioc flour to combat protein malnutrition. Nutrition Reports International, 5:291-294.
- ESH, G.C. & BASU, U.P. - 1959. Influence of genetic strain and environment on the protein content of pulses. Science 129:148-149.
- EVANS, R.J. & BANDEMER, S.L. - 1967. Nutritive value of legume seed proteins. Agricultural and food chemistry, 15(3):439-443.
- EVANS, A.M. - 1973. Genetic improvement of *Phaseolus vulgaris*. In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein advisory group, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July 1972:107-115.
- FALCONER, D.S. - 1971. Heredabilidad. In: Introducción a la genética cuantitativa. Mexico, Compañía Editorial Continental. Cap 10:201-224.
- FAO - 1964. Legumes in nutrition. FAO Nutritional Studies. N° 19, FAO, Rome.
- FREYTAG, G.F.; CRAVIOTO, R.O.; JESÚS GUZMÁN, G.; GUILLERMO MASSIEU, H. - 1956. Estudio sobre las propiedades nutritivas del frijol. Folleto Técnico n° 19, Secretaría de Agricultura y Ganadería, Mexico, D.F., 1:27.
- GOMEZ BRENES, R. - 1970. Importancia del frijol en la América Central y variabilidad en su composición química. In: Reunión Anual del Programa Cooperativo Centro-Americano para el mejoramiento de Cultivos Alimenticios, 16°, Antigua, Guatemala, Febrero 25-30:1-13.

HELLENDORF, E.W. - 1969. Intestinal effects following ingestion of beans. Food technology 23:87-91.

JAFFÉ, W.G. - 1968. Factores toxicos en leguminosas. Archivos Venezolanos de Nutricion 18:205-211.

_____ - 1973. Factors affecting the nutritional value of beans. In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein advisory group, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July 1972:43-48.

KAMRA, O.P. - 1971. Genetic modification of seed protein quality in cereals and legumes. Z. Pflanzenzuchtg 65:293-306.

KAUL, A.K.; DHAR, R.D.; SWAMINATHAN, M.S. - 1970. Microscopic and other dye-binding techniques of screening for proteins in cereals. In: Improving plant protein by nuclear techniques. Proceedings of a symposium. Vienna, 8-12 June 1970. IAEA, Vienna:253-263.

_____ - 1973. Mutation breeding and crop protein improvement. In: Nuclear techniques for seed protein improvement. Proceedings of a research co-ordination meeting, Neuherberg, 26-30, June 1972. IAEA, Vienna:1-107.

KELLY, J.F. - 1971. Genetic variation in the methionine levels of mature seeds of common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of the American Society for Horticultural Science 96(5):561-563.

_____ - 1973. Increasing protein quantity and quality. In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein advisory group, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July 1972:179-184.

LELEJT, O.I.; DICKSON, M.H.; CROWDER, L.V.; BOURKE, J.B. - 1972. Inheritance of crude protein percentage and its correlation with seed yield in beans, *Phaseolus vulgaris* L. Crop Science, 12:168-171.

- LITZENBERGER, S.C. - 1973. The improvement of food legumes as a contribution to improved human nutrition. In: Potentials of field beans and other food legumes in Latin America. Proceedings of a Seminar, Cali, Colombia, February 26 - March 1, 1973:1-26.
- MEDINA, J.C. - 1972. Aspectos gerais. I. O feijão no Brasil. In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Feijão. Campinas, 22 a 29 de agosto de 1971 - Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 2º volume:3-118.
- MEINERS, J.P. & LITZENBERGER, S.C. - 1973. Breeding for nutritional improvement. In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein advisory group, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July 1972: 131-142.
- MICKE, A. - 1970. Genetic aspects of selection for protein after mutation induction. In: Improving plant protein by nuclear techniques. Proceedings of a symposium Vienna, 8-12 June 1970. IAEA, Vienna: 229-236.
- MIKAELSEN, K. & KARTOPRAWIRO, M.I. - 1973. Studies on inter and intraplant variation in seed protein content of rice. In: Nuclear techniques for seed protein improvement. Proceedings of a research co-ordination meeting Neuherberg 26-30, June 1972. IAEA, Vienna:199-202.
- MOH, C.C. - 1975. Mutation breeding in beans (*Phaseolus vulgaris*). In: The application of Nuclear Energy to Agriculture. Triennial Report, July 1, 1972 - June 30, 1975. Turrialba, Costa Rica:24-30.
- MORAES, R.M. & ANGELUCCI, E. - 1971. Chemical compositional and aminoacid contents of brazilian beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Food Science:493-494.
- MUNCK, L. - 1969. Genotype - environment interaction in protein production and utilization. In: New Approaches to breeding for improved plant protein. Proceedings of a panel, Rostanga, 17-21 June 1968, IAEA, Vienna:173-184.

- MURPHY, E.L. - 1973. The possible elimination of legume flatulence by genetic selection. In: Nutritional improvement of food legumes by breeding. Proceedings of a symposium sponsored by protein. Advisory group, held at the Food and Agriculture Organization, Rome, Italy, 3-5 July 1972:273-276.
- PORTER, W.M.; MANER, J.H.; AXTELL, J.D.; KEIM, W.F. - 1974. Evaluation of the nutritive quality of grain legumes by an analysis for total sulfur. Crop Science, 14:652-654.
- RUTGER, J.N. - 1970. Variation in protein content and its relations to other characters in beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Report of the tenth dry bean research conference. Agricultural Research Service:59-69.
- SCHWEIZER, C.J. & RIES, S.K. - 1969. Protein content of seed: increase improves growth and yield. Science 165:73-75.
- SILBERNAGEL, M.J. - 1970. Bean improvement works by USDA - bean and pea investigations. Report of the tenth dry bean research conference. Agricultural Research Service:70-83.
- SINGH, S.; SINGH, H.D.; SIKKA, K.C. - 1967. Distribution of nutrients in the anatomical parts of common indian pulses. Cereal Chemistry 45: 13-18.
- SOUZA, N. & DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. - 1969. Estudo experimental sobre o valor nutritivo de misturas de arroz e feijão. Revista Brasileira de Pesquisas Médico-Biológicas 2:175-180.
- _____; MACHADO, J.R.; NAKAGAWA, J.; SANTOS, J.E.; DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. - 1973. Efeito do nitrogênio, fósforo e potássio na produção e valor nutritivo do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Archivos LatinoAmericanos de Nutricion 23:123-134.
- STEEL, R.G.R. & TORRIE, J.H. - 1960. Analysis of variance IV: Split-plot designs and analysis. In: Principles and procedures of statistics. New York, Mc Graw Hill Books Company. Cap. 13:232-251.

- STUBER, C.W.; JOHNSON, V.A.; SCHMIDT, J.W. - 1962. Intraplant and interplant variation of grain protein content in the parents and the F1 of a cross of *Triticum aestivum* L. *Crop Science* 2:286-289.
- TOBIN, G. - 1975. Nutritive value of *Phaseolus vulgaris* L. Annual report of the bean improvement cooperative. 18:80-81.
- VIEIRA, C. - 1972. Botânica, Genética e Melhoramento de Variedades. Anais do I Simpósio Brasileiro de Feijão. Campinas, 22 a 29 de agosto de 1971. Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 1º Volume: 143-200.
- WOOLFE, J.A. & HAMBLIN, J. - 1974. Variation in crude protein content of *Phaseolus vulgaris* L. *Euphytica* 23:121-128.
- ZIMMERMANN, G.; WEISSMANN, S.; YANNAI, S. - 1967. The distribution of protein, lysine and methionine, and antitryptic activity in the cotyledons of some leguminous seeds. *Journal of Food Science*, 32: 129-130.
- ZINSLY, J.R.; MIRANDA FILHO, J.B.; PATERNIANI, E. - 1971. Efeito da competição entre as plantas de milho na produtividade. Relatório Científico de 1971 do Departamento e Instituto de Genética da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo:223-228.
- ZUCAS, S.M.; LOURENÇO, E.I.; POURCHET CAMPOS, M.A. - 1972. Os feijões: valor nutritivo e substâncias indesejáveis. In: Anais do I Simpósio Brasileiro de Feijão. Campinas, 22 a 29 de agosto de 1971, Imprensa Universitária da Universidade Federal de Viçosa, 2º volume:539-570.

10. TABELAS

Tabela 1. Determinação da influência da competição na produção média (g) por planta.

1.1. Produção média nas diferentes repetições

Estado de Competição	R e p e t i ç ã o			Média
	I	II	III	
Total	4,14	5,83	2,61	4,19
Meia	5,15	6,14	5,16	5,48
Parcial	11,64	8,72	7,18	9,18
Ausência	14,05	11,74	8,87	11,55

1.2. Análise da variância da produção média

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	17,0984	8,5492	4,11 n.s.
Tratamentos	3	102,6325	34,2109	16,46 **
Resíduo	6	12,4687	2,0781	
Total	11	132,1996		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 18,94%

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = $7,60 \pm 0,83$

1.3. Comparação entre a produção média através do teste Duncan

	Estado de Competição			
	Total	Meia	Parcial	Ausência
média ¹	4,19	5,48	9,18	11,55

¹ : As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes

Tabela 2. Determinação da influência da competição no peso (g) de 100 sementes.

2.1. Peso de 100 sementes nas diferentes repetições

Estado de Competição	R e p e t i ç ã o			Média
	I	II	III	
Total	39,7	37,8	34,2	37,2
Meia	38,1	37,2	33,5	36,2
Parcial	46,7	39,4	40,4	42,1
Ausência	45,0	44,3	39,0	42,7

2.2. Análise da variância do peso de 100 sementes

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	62,75	31,37	10,70 *
Tratamentos	3	99,98	33,33	11,36 **
Resíduo	6	17,60	2,93	
Total	11	180,33		

* = significativo ao nível de 5%

Coefficiente de variação = 4,32%

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 39,61 ± 1,00

2.3. Comparação entre o peso de 100 sementes através do teste Duncan

	Estado de Competição			
	Meia	Total	Parcial	Ausência
Média ¹	36,2	37,2	42,1	42,7

¹ = As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes

Tabela 3. Determinação da influência da competição no número médio de vagens por planta.

3.1. Número médio de vagens nas diferentes repetições

Estado de Competição	R e p e t i ç ã o			Média
	I	II	III	
Total	5,26	5,66	3,78	4,90
Meia	7,00	5,84	6,08	6,30
Parcial	8,35	7,67	7,29	7,77
Ausência	10,63	8,95	7,95	9,17

3.2. Análise da variância do número médio de vagens, transformado em $\sqrt{N}$.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,1686	0,0843	5,91*
Tratamentos	3	1,1247	0,3749	26,27**
Resíduo	6	0,0857	0,0143	
Total	11	1,3790		

* = significativo ao nível de 5% Coeficiente de variação = 4,56%

** = significativo ao nível de 1% Média Geral = $2,63 \pm 0,07$

3.3. Comparação entre o número médio de vagens através do teste Duncan

	Estado de Competição			
	Total	Meia	Parcial	Ausência
Média ¹	4,90	6,30	<u>7,77</u>	<u>9,17</u>

¹ : As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 4. Determinação da influência da competição no número médio de sementes por vagem.

4.1. Número médio de sementes nas diferentes repetições.

Estado de Competição	Repetição			Média
	I	II	III	
Total	1,99	2,73	2,03	2,25
Meia	1,94	2,82	2,54	2,43
Parcial	3,00	2,89	2,44	2,77
Ausência	2,94	2,96	2,86	2,92

4.2. Análise da variância do número médio de sementes, transformado em $\sqrt{N}$.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,0469	0,234	2,38 n.s.
Tratamentos	3	0,0838	0,0279	2,83 n.s.
Resíduo	6	0,0592	0,0099	
Total	11	0,1899		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 6,21%

Média Geral = $1,61 \pm 0,06$

Tabela 5. Determinação da influência da competição no teor (%) de proteína da semente.

5.1. Porcentagem de proteína nas diferentes repetições.

Estado de Competição	R e p e t i ç ã o			Média
	I	II	III	
Total	22,1	18,1	22,1	20,8
Meia	21,5	19,1	19,3	20,1
Parcial	21,1	19,0	20,9	20,3
Ausência	21,9	19,1	18,4	19,4

5.2. Análise da variância da porcentagem de proteína, transformada em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	8,00	4,00	6,46*
Tratamentos	3	0,91	0,30	0,49 n.s.
Resíduo	6	3,72	0,62	
Total	11	12,63		

n.s. = não significativo

* = significativo ao nível de 5%

Coeficiente de variação = 2,96%

Média Geral = $26,67 \pm 0,45$

Tabela 6. Determinação da influência da posição da vagem na planta no peso (g) de 100 sementes. Experimento I

6.1. Peso de 100 sementes nas diferentes repetições.

Variedade	Posição da vagem	R e p e t i ç ã o			Média
		I	II	III	
Carioca	Inferior	26,21	21,81	22,88	23,63
	Central	25,93	22,44	22,66	23,68
	Superior	21,50	17,38	20,04	19,64
Jamapa	Inferior	20,24	18,12	19,18	19,18
	Central	18,49	17,97	17,80	18,09
	Superior	16,27	14,62	14,82	15,24

6.2. Análise da variância do peso de 100 sementes.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	23,2155	11,6078	4,57 n.s.
Variedades (V)	1	104,3531	104,3531	41,10*
Resíduo (a)	2	5,0777	2,5389	
Posição (P)	2	55,7597	27,8799	128,72**
P x V	2	1,3513	0,6757	3,12 n.s.
Resíduo (b)	8	1,7331	0,2166	
Total	17	191,4904		

n.s. = não significativo

* = significativo ao nível de 5%

** = significativo ao nível de 1%

Coefficiente de variação para variedades = 7,99%

Coefficiente de variação para posição = 2,34%

6.3. Comparação entre o peso de 100 sementes através do teste Duncan

		Posição da vagem na planta		
		Inferior	Central	Superior
Média ¹	Carioca	23,63	23,68	19,64
	Jamapa	19,18	18,09	15,24

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 7. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor (%) de proteína da semente. Experimento I

7.1. Porcentagem de proteína nas diferentes repetições.

Variedade	Posição da vagem	R e p e t i ç ã o			Média
		I	II	III	
Carioca	Inferior	24,0	23,8	24,3	24,0
	Central	23,2	23,9	22,8	23,3
	Superior	23,9	24,4	24,9	24,4
Jamapa	Inferior	24,7	29,2	25,4	26,4
	Central	25,2	29,3	25,2	26,5
	Superior	25,4	28,6	25,4	26,4

7.2. Análise da variância da porcentagem de proteína (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	7,02	3,51	1,37 n.s.
Variedades (V)	1	12,83	12,83	4,99 n.s.
Resíduo (a)	2	5,14	2,57	
Posição (P)	2	0,40	0,20	2,22 n.s.
P x V	2	0,51	0,26	2,89 n.s.
Resíduo (b)	8	0,73	0,09	
Total	17	26,63		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação para variedades = 5,31%

Coeficiente de variação para posição = 1,00%

Tabela 8. Determinação da influência da posição da vagem na planta sobre o teor (%) de proteína da semente. Experimento II.

8.1. Porcentagem de proteína nas diferentes linhas

Posição da vagem	Linhas ¹			Média
	I	II	III	
Inferior	26,4	26,1	26,5	26,3
Central	25,3	26,1	26,7	26,0
Superior	25,2	26,1	26,4	26,0

¹ : Linhas utilizadas para a colheita de plantas, de acordo com o texto (item 4.2.3.).

8.2. Análise da variância da porcentagem de proteína ($\arcsen \sqrt{\%}$).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F.
Posição	2	0,14	0,07	0,54 n.s.
Resíduo	6	0,80	0,13	
Total	8	0,94		

n.s. = não significativo

Coeficiente de Variação = 1,17%

Tabela 9. Determinação da influência da posição da semente na vagem sobre o teor (%) de proteína da semente.

9.1. Porcentagem de proteína nas diferentes linhas

Posição da semente na vagem	L i n h a s ¹			Média
	I	II	III	
1a.	25,3	25,4	24,9	25,2
2a.	25,3	25,3	25,4	25,3
3a.	25,3	25,6	25,6	25,5
4a.	25,0	25,4	25,9	25,4
5a.	25,6	25,7	25,8	25,7

¹ : Linhas utilizadas para a colheita de plantas, de acordo com o texto (item 4.2.4.).

9.2. Análise da variância da porcentagem de proteína (arc sen $\sqrt{\%}$)

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Posição	4	0,22	0,06	2,00 n.s.
Resíduo	10	0,32	0,03	
Total	14	0,54		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 0,57 %

Média Geral = 30,3 ± 0,1

Tabela 10. Produção de sementes (kg/ha) de oito variedades de feijão.

10.1. Produção nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	2332,0	2420,0	2072,0	2818,0	2411,0
G.Precoce	1704,0	1738,0	1542,0	1794,0	1695,0
Rosinha G ₂	1358,0	1386,0	1738,0	1598,0	1520,0
Piratã	1140,0	908,0	2232,0	1714,0	1499,0
Iguassú	2112,0	1746,0	2356,0	1710,0	1981,0
Rico 23	1618,0	1450,0	2038,0	1660,0	1692,0
Venezuela 350	2058,0	1860,0	1388,0	1640,0	1737,0
Bico de Ouro	1714,0	1680,0	1350,0	1552,0	1574,0

10.2. Análise da variância da produção.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	170515,38	56838,46	0,56 n.s.
Tratamentos	7	2568065,88	366866,55	3,65 **
Resíduo	21	2113103,63	100623,98	
Total	31	4851684,88		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 17,99%

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 1763,0 ± 159,0

10.3. Comparação entre a produção segundo o teste Duncan

Médias¹ das Variedades

Piratã	Rosinha G ₂	Bico de Ouro	Rico 23	Goiano Precoce	Venezuela 350	Iguassú	Carioca
1499,0	1520,0	1574,0	1692,0	1695,0	1737,0	1981,0	2411,0

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 11. Peso (g) de 100 sementes de oito variedades de feijão.

11.1. Peso de 100 sementes nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	21,51	21,99	20,77	21,33	21,40
G.Precoce	29,16	27,64	28,40	29,19	28,60
Rosinha G ₂	19,77	17,81	18,81	18,40	18,70
Piratã	17,63	17,13	16,31	18,02	17,27
Iguassú	16,66	15,61	15,61	17,18	16,27
Rico 23	14,74	15,23	16,16	15,63	15,44
Venezuela 350	18,74	17,91	15,63	18,73	17,75
Bico de Ouro	17,68	19,78	16,65	17,06	17,79

11.2. Análise da variância do peso de 100 sementes.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	4,5425	1,5142	1,90 n.s.
Tratamentos	7	495,7225	70,8175	88,94 **
Resíduo	21	16,7202	0,7962	
Total	31	516,9851		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 4,66%

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 19,15 ± 0,45

11.3. Comparação entre o peso de 100 sementes segundo o teste Duncan

Médias ¹ das Variedades							
Rico 23	Iguassú	Piratã	Venezuela 350	Bico de Ouro	Rosinha G ₂	Carioca	Goiano Precoce
15,44	16,27	17,27	17,75	17,79	18,70	21,40	28,60

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 12. Teor (%) de proteína de oito variedades de feijão.

12.1. Porcentagem de proteína nas diferentes repetições.

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	22,0	22,5	23,4	22,7	22,7
G.Precoce	27,2	26,0	27,6	26,1	26,7
Rosinha G ₂	23,8	23,2	23,9	25,0	24,0
Piratã	23,8	24,3	24,7	23,3	24,0
Iguassú	25,3	22,7	23,3	24,0	23,8
Rico 23	24,0	23,7	24,4	23,7	24,0
Venezuela 350	24,5	25,0	25,5	25,5	25,1
Bico de Ouro	22,5	23,7	22,7	22,8	22,9

12.2. Análise da variância da porcentagem de proteína (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,58	0,19	0,94 n.s.
Tratamentos	7	20,39	2,21	14,08 **
Resíduo	21	4,34	0,21	
Total	31	25,31		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 1,56%

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 29,4 ± 0,23

12.3. Comparação entre a porcentagem de proteína segundo o teste Duncan

Médias ¹ das Variedades							
Carioca	Bico de Ouro	Iguassú	Rosinha G ₂	Piratã	Rico 23	Venezuela 350	Goiano Precoce
22,7	22,9	23,8	24,0	24,0	24,0	25,1	26,7

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 13. Produção de proteína (kg/ha) de oito variedades de feijão.

13.1. Produção de proteína nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	513,0	545,0	486,0	639,0	546,0
G.Precoce	464,0	451,0	425,0	468,0	452,0
Rosinha G ₂	323,0	321,0	415,0	399,0	365,0
Piratã	271,0	220,0	552,0	400,0	361,0
Iguassú	533,0	397,0	550,0	411,0	473,0
Rico 23	389,0	344,0	499,0	384,0	404,0
Venezuela 350	504,0	466,0	353,0	418,0	435,0
Bico de Ouro	385,0	398,0	307,0	354,0	361,0

13.2. Análise da variância da produção de proteína (produção de sementes/ha x porcentagem de proteína transformada em $\arcsen \sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	17334,09	5778,03	0,66 n.s.
Tratamentos	7	192616,22	27516,60	3,16*
Resíduo	21	182820,66	8705,75	
Total	31	392770,97		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 18,0%

* = significativo ao nível de 5%

Média Geral = 518,0 ± 47,0

13.3. Comparação entre a produção de proteína, segundo o teste Duncan

Médias ¹ das Variedades							
Piratã	Bico de Ouro	Rosinha G ₂	Rico 23	Venezuela 350	Goiano Precoce	Iguassú	Carioca
361,0	361,0	365,0	404,0	435,0	452,0	473,0	546,0

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 14. Teor de Lisina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

14.1. Teor de lisina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	6,35	4,58	4,69	7,85	5,89
G.Precoce	5,99	6,19	7,29	5,32	6,20
Rosinha G ₂	5,68	4,07	6,38	6,00	5,53
Piratã	7,01	6,85	6,10	5,73	6,42
Iguassú	5,51	5,24	5,36	7,57	5,92
Rico 23	6,70	5,00	6,29	7,29	6,32
Venezuela 350	5,70	6,39	8,29	4,90	6,32
Bico de Ouro	6,84	7,49	8,65	6,15	7,28

14.2. Análise da variância do teor de lisina ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	4,90	1,63	0,92 n.s.
Tratamentos	7	10,36	1,48	0,83 n.s.
Resíduo	21	37,41	1,78	
Total	31	52,67		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 9,22%

Média Geral = $14,42 \pm 0,67$

Tabela 15. Teor de Histidina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

15.1. Teor de histidina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	2,13	2,71	1,80	2,74	2,35
G.Precoce	2,03	2,07	2,52	1,87	2,12
Rosinha G ₂	2,09	1,40	2,27	2,16	1,98
Piratã	2,22	2,30	2,26	1,95	2,18
Iguassú	1,86	1,75	1,81	2,25	1,92
Rico 23	2,34	1,72	2,22	2,45	2,18
Venezuela 350	1,93	2,17	2,80	1,80	2,18
Bico de Ouro	2,35	2,56	2,89	2,13	2,48

15.2. Análise da variância do teor de histidina ($\arcsen \sqrt{\%}$)

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,95	0,32	0,64 n.s.
Tratamentos	7	3,35	0,48	0,98 n.s.
Resíduo	21	10,27	0,49	
Total	31	14,56		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 8,28%

Média Geral = $8,45 \pm 0,35$

Tabela 16. Teor de Amônia (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

16.1. Teor de amônia nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carloca	2,33	0,68	0,74	1,84	1,40
G.Precoce	1,62	1,59	1,78	1,08	1,52
Rosinha G ₂	1,61	1,05	1,92	1,61	1,55
Piratã	1,47	1,53	1,69	1,74	1,61
Iguassú	1,33	0,87	0,98	1,76	1,24
Rico 23	1,72	1,25	1,84	1,75	1,64
Venezuela 350	1,10	1,58	2,30	1,60	1,65
Bico de Ouro	1,81	1,80	2,02	1,99	1,91

16.2. Análise da variância do teor de amônia (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	2,09	0,70	0,77 n.s.
Tratamentos	7	5,32	0,76	0,83 n.s.
Resíduo	21	19,31	0,91	
Total	31	26,55		

n.s. = não significativo

Coefficiente de variação = 13,14%

Média Geral = 7,23 ± 0,48

Tabela 17. Teor de Arginina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

17.1. Teor de arginina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	5,42	4,35	5,23	6,83	5,46
G.Precoce	5,03	3,20	4,46	4,03	4,18
Rosinha G ₂	5,83	3,58	5,97	5,19	5,14
Piratã	6,52	5,88	5,15	4,94	5,62
Iguassú	4,73	4,48	4,20	6,38	4,94
Rico 23	5,94	3,85	5,11	5,72	5,16
Venezuela 350	4,79	5,27	7,20	4,22	5,37
Bico de Ouro	5,91	6,08	6,80	4,86	5,91

17.2. Análise da variância do teor de arginina ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	8,03	2,68	1,91 n.s.
Tratamentos	7	13,92	1,99	1,42 n.s.
Resíduo	21	29,44	1,40	
Total	31	51,40		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 8,97%

Média Geral = 13,16 $\pm$ 0,60

Tabela 18. Teor de Ácido Aspártico (% de proteína da semente) de oito variedades de feijão

18.1. Teor de ácido aspártico nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	10,19	7,62	9,18	9,72	9,18
G.Precoce	8,09	10,29	12,16	9,50	10,01
Rosinha G ₂	8,79	12,26	10,32	10,14	10,38
Piratã	11,37	11,27	9,95	10,21	10,70
Iguassú	9,51	10,27	9,27	11,52	10,14
Rico 23	11,09	7,76	9,31	10,56	9,68
Venezuela 350	9,16	11,78	10,19	10,26	10,35
Bico de Ouro	11,24	8,51	10,12	9,62	9,87

18.2. Análise da variância do teor de ácido aspático ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,30	0,10	0,06 n.s.
Tratamentos	7	5,85	0,84	0,53 n.s.
Resíduo	21	33,32	1,59	
Total	31	39,48		

n.s. = não significativo

Coefficiente de variação = 6,83%

Média Geral = 10,45 ± 0,63

Tabela 19. Teor de Treonina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

19.1. Teor de treonina nas diferentes repetições

Variedades	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	3,88	2,86	3,25	3,48	3,37
G.Precoce	2,64	3,26	3,78	3,04	3,18
Rosinha G ₂	3,30	4,50	3,70	3,45	3,74
Piratã	4,15	4,09	3,45	3,85	3,89
Iguassú	3,57	3,02	3,34	3,06	3,25
Rico 23	3,80	2,64	3,13	3,49	3,27
Venezuela 350	3,07	4,08	3,53	3,67	3,59
Bico de Ouro	5,30	3,09	3,71	3,53	3,91

19.2. Análise da variância do teor de treonina ($\arcsen \sqrt{\%}$).

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,76	0,25	0,37 n.s.
Tratamentos	7	6,08	0,87	1,27 n.s.
Residuo	21	14,41	0,69	
Total	31	21,25		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 7,69%

Média Geral = $10,80 \pm 0,42$

Tabela 20. Teor de Serina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

20.1. Teor de serina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	4,98	3,71	4,07	4,42	4,30
G.Precoce	3,72	4,59	5,38	4,24	4,48
Rosinha G ₂	4,24	5,88	4,44	4,17	4,68
Piratã	5,37	5,40	4,37	4,69	4,96
Iguassú	4,56	3,93	4,01	4,30	4,20
Rico 23	5,43	3,62	4,27	4,67	4,50
Venezuela 350	4,34	5,56	4,64	4,73	4,82
Bico de Ouro	5,19	4,09	4,80	4,54	4,66

20.2. Análise da variância do teor de serina (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,62	0,21	0,28 n.s.
Tratamentos	7	2,52	0,36	0,49 n.s.
Resíduo	21	15,34	0,73	
Total	31	18,48		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 6,92%

Média Geral = 12,29 $\pm$ 0,43

Tabela 21. Teor de Ácido Glutâmico (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

21.1. Teor de ácido glutâmico nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	13,66	10,78	12,73	12,98	12,54
G.Precoce	11,50	15,85	18,85	13,04	14,81
Rosinha G ₂	12,41	16,60	13,86	13,28	14,04
Piratã	15,13	14,90	13,81	14,38	14,56
Iguassú	11,90	10,73	11,71	10,83	11,29
Rico 23	15,34	10,48	13,01	14,30	13,28
Venezuela 350	11,93	16,12	14,31	14,41	14,19
Bico de Ouro	14,69	11,26	13,22	12,46	12,91

21.2. Análise da variância do teor de ácido glutâmico (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	1,81	0,60	0,25 n.s.
Tratamentos	7	27,66	3,95	1,63 n.s.
Residuo	21	50,84	2,42	
Total	31	80,31		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 7,27%

Média Geral = 21,47 ± 0,78

Tabela 22. Teor de Prolina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

22.1. Teor de prolina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	3,26	2,66	2,89	2,78	2,90
G.Precoce	2,48	2,94	3,62	2,83	2,97
Rosinha G ₂	2,86	3,79	3,47	3,36	3,37
Piratã	3,42	3,99	3,65	3,36	3,61
Iguassú	2,86	2,63	2,98	2,39	2,72
Rico 23	3,34	2,42	3,08	3,29	3,03
Venezuela 350	2,84	3,63	3,37	3,44	3,32
Bico de Ouro	3,42	2,58	3,15	3,04	3,05

22.2. Análise da variância do teor de prolina ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	1,11	0,37	0,96 n.s.
Tratamentos	7	6,26	0,89	2,31 n.s.
Resíduo	21	8,12	0,39	
Total	31	15,49		

n.s. = não significativo

Coefficiente de Variação = 6,12%

Média Geral = $10,13 \pm 0,31$

Tabela 23. Teor de Glicina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

23.1. Teor de glicina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	3,43	2,73	3,18	3,15	3,12
G.Precoce	2,57	3,13	3,67	2,96	3,08
Rosinha G ₂	2,36	4,09	3,43	3,45	3,33
Piratã	3,75	3,50	3,49	3,55	3,57
Iguassú	2,17	2,86	3,10	2,76	2,72
Rico 23	3,34	2,57	3,09	3,42	3,11
Venezuela 350	2,73	3,72	3,48	3,45	3,35
Bico de Ouro	3,56	2,74	3,28	3,23	3,20

23.2. Análise da variância do teor de glicina ($\arcsen \sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	1,63	0,54	1,14 n.s.
Tratamentos	7	5,30	0,76	1,59 n.s.
Resíduo	21	9,98	0,48	
Total	31	16,91		

n.s. = não significativo

Coefficiente de variação = 6,72%

Média Geral = 10,27 $\pm$ 0,35

Tabela 24. Teor de Alanina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

24.1. Teor de alanina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	3,54	2,27	3,19	3,22	3,06
G.Precoce	2,64	3,18	3,78	2,93	3,13
Rosinha G ₂	3,06	4,13	3,49	3,71	3,60
Piratã	4,10	3,64	3,60	3,64	3,75
Iguassú	3,13	2,60	2,98	2,83	2,89
Rico 23	3,57	2,64	3,18	3,53	3,23
Venezuela 350	2,76	3,85	3,57	3,53	3,43
Bico de Ouro	3,76	2,84	3,45	3,31	3,34

24.2. Análise da variância do teor de alanina (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	1,06	0,35	0,70 n.s. .
Tratamentos	7	5,94	0,85	1,70 n.s.
Resíduo	21	10,51	0,50	
Total	31	17,52		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 6,80%

Média Geral = 10,44 $\pm$ 0,35

Tabela 25. Teor de Valina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

25.1. Teor de valina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	4,22	2,58	4,17	3,82	3,70
G.Precoce	3,33	3,96	4,92	3,69	3,98
Rosinha G ₂	3,42	4,96	4,55	5,30	4,56
Piratã	4,92	4,02	4,68	3,11	4,18
Iguassú	3,78	3,04	3,97	3,55	3,59
Rico 23	4,00	3,06	4,01	4,26	3,83
Venezuela 350	3,12	4,62	4,58	4,56	4,22
Bico de Ouro	4,54	3,28	4,02	4,14	4,00

25.2. Análise da variância do teor de valina (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	4,41	1,47	1,51 n.s.
Tratamentos	7	5,74	0,82	0,84 n.s.
Resíduo	21	20,40	0,97	
Total	31	30,54		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 8,52%

Média Geral = 11,50 $\pm$ 0,49

Tabela 26. Teor de Metionina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

26.1. Teor de metionina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	0,72	0,57	0,71	0,68	0,67
G.Precoce	0,72	0,63	0,82	0,64	0,70
Rosinha G ₂	0,64	0,85	0,74	0,70	0,73
Piratã	0,81	0,75	0,74	0,83	0,78
Iguassu	0,60	0,63	0,63	0,54	0,60
Rico 23	0,77	0,54	0,58	0,66	0,64
Venezuela 350	0,57	0,74	0,37	0,72	0,60
Bico de Ouro	0,81	0,52	0,75	0,65	0,68

26.2. Análise da variância do teor de metionina ($\arcsen \sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,15	0,05	0,32 n.s.
Tratamentos	7	1,47	0,21	1,39 n.s.
Resíduo	21	3,17	0,15	
Total	31	4,79		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 8,35%

Média Geral = $4,67 \pm 0,19$

Tabela 27. Teor de Isoleucina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

27.1. Teor de isoleucina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	3,41	2,29	3,74	3,42	3,22
G.Precoce	2,96	3,40	4,06	3,27	3,42
Rosinha G ₂	3,04	4,13	3,53	6,15	4,21
Piratã	3,67	3,31	3,96	3,70	3,66
Iguassú	3,11	2,61	3,55	3,15	3,11
Rico 23	3,40	2,71	3,42	3,77	3,33
Venezuela 350	2,96	4,05	3,71	3,75	3,62
Bico de Ouro	3,74	2,09	3,47	3,36	3,17

27.2. Análise da variância do teor de isoleucina (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	7,42	2,47	2,84 n.s.
Tratamentos	7	8,27	1,18	1,36 n.s.
Resíduo	21	18,28	0,87	
Total	31	33,98		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 8,70%

Média Geral = 10,69 $\pm$ 0,47

Tabela 28. Teor de Leucina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão

28.1. Teor de leucina nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	6,56	5,07	6,58	6,12	6,08
G.Precoce	5,27	6,41	5,83	6,05	5,88
Rosinha G ₂	5,74	7,84	6,21	6,17	6,49
Piratã	7,04	6,80	6,78	6,86	6,87
Iguassú	5,88	5,45	6,41	5,47	5,80
Rico 23	6,69	5,12	5,85	6,61	6,07
Venezuela 350	5,85	7,48	6,53	6,59	6,61
Bico de Ouro	6,81	5,33	6,38	5,85	6,09

28.2. Análise da variância do teor de leucina (arc sen $\sqrt{\%$)

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,17	0,06	0,09 n.s.
Tratamentos	7	4,94	0,71	1,13 n.s.
Resíduo	21	13,12	0,62	
Total	31	18,24		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 5,46%

Média Geral = 14,46 $\pm$ 0,39

Tabela 29. Teor de Tirosina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

29.1. Teor de tirosina nas 4 repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carloca	2,28	1,90	2,36	2,27	2,20
G.Precoce	2,30	2,28	2,68	2,20	2,37
Rosinha G ₂	2,07	3,03	2,13	2,00	2,31
Piratã	2,48	2,63	2,40	2,98	2,62
Iguassú	2,12	2,00	2,41	2,05	2,15
Rico 23	2,43	1,90	2,31	2,36	2,25
Venezuela 350	2,31	2,71	2,46	2,66	2,54
Bico de Ouro	2,43	1,99	2,41	2,44	2,32

29.2. Análise da variância do teor de tirosina (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,29	0,10	0,34 n.s.
Tratamentos	7	2,90	0,41	1,47 n.s.
Resíduo	21	5,91	0,28	
Total	31	9,10		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 6,03%

Média Geral = 8,79 $\pm$ 0,26

Tabela 30. Teor de Fenilalanina (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão.

30.1. Teor de fenilalanina nas diferentes repetições.

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carioca	4,11	3,32	4,26	4,08	3,94
G.Precoce	3,69	4,20	4,88	3,92	4,17
Rosinha G ₂	3,68	5,06	3,89	3,95	4,15
Piratã	4,33	4,51	4,48	4,89	4,55
Iguassú	3,77	2,20	4,24	3,50	3,43
Rico 23	4,24	3,22	3,80	4,21	3,87
Venezuela 350	3,96	4,69	4,08	4,16	4,22
Bico de Ouro	4,33	3,50	4,10	3,70	3,91

30.2. Análise da variância do teor de fenilalanina (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	0,51	0,17	0,24 n.s.
Tratamentos	7	8,35	1,19	1,66 n.s.
Resíduo	21	15,11	0,72	
Total	31	23,98		

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 7,30%

Média Geral = 11,64 ± 0,42

Tabela 31. Teor de aminoácido (% de proteína da semente) em oito variedades de feijão (Média de quatro repetições).

Variedade	Carioca	Goiano Precoce	Rosinha G ₂	Piratã	Iguassú	Rico 23	Venezuela 350	Bico de Ouro
Aminoácido								
Lisina*	5,89	6,20	5,53	6,42	5,92	6,32	6,32	7,28
Histidina	2,35	2,12	1,98	2,18	1,92	2,18	2,18	2,48
Amônia	1,40	1,52	1,55	1,61	1,24	1,64	1,65	1,91
Arginina	5,46	4,18	5,14	5,62	4,94	5,16	5,37	5,91
Ácido Aspártico	9,18	10,01	10,38	10,70	10,14	9,68	10,35	9,87
Treonina*	3,37	3,18	3,74	3,89	3,25	3,27	3,59	3,91
↓Serina	4,30	4,48	4,68	4,96	4,20	4,50	4,82	4,66
Ácido glutâmico	12,54	14,81	14,04	14,56	11,29	13,28	14,19	12,91
Prolina	2,90	2,97	3,37	3,61	2,72	3,03	3,32	3,05
↓Glicina	3,12	3,08	3,33	3,57	2,72	3,11	3,35	3,20
↓Alanina	3,06	3,13	3,60	3,75	2,89	3,23	3,43	3,34
↓Valina*	3,70	3,98	4,56	4,18	3,59	3,83	4,22	4,00
Metionina*	0,67	0,70	0,73	0,78	0,60	0,64	0,60	0,68
Isoleucina*	3,22	3,42	4,21	3,66	3,11	3,33	3,62	3,17
Leucina	6,08	5,88	6,49	6,87	5,80	6,07	6,61	6,09
Tirosina	2,20	2,37	2,31	2,62	2,15	2,25	2,54	2,32
Fenilalanina*	3,94	4,17	4,15	4,55	3,43	3,87	4,22	3,91
Total de aminoácidos	73,33	76,20	79,79	83,53	60,90	75,38	80,38	78,69

* Aminoácidos essenciais

Tabela 32. Teores totais (% de proteína da semente) de 17 aminoácidos¹ em oito variedades de feijão.

32.1. Teores totais de 17 aminoácidos nas diferentes repetições

Variedade	R e p e t i ç ã o				Média
	I	II	III	IV	
Carloca	80,47	60,68	72,76	79,42	73,33
G.Prescoce	66,54	77,15	90,48	70,53	76,18
Rosinha G ₂	70,81	87,24	80,31	80,81	79,79
Piratã	87,76	85,36	80,51	80,42	83,51
Iguassú	70,39	64,28	70,95	74,02	69,91
Rico 23	84,15	60,51	74,51	82,35	75,38
Venezuela 350	69,10	88,46	85,42	78,47	80,36
Bico de Ouro	86,72	69,75	83,23	75,02	78,68

32.2. Análise da variância dos teores totais de aminoácidos (arc sen $\sqrt{\%}$).

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	3	49,09	16,36	0,50 n.s.
Tratamentos	7	247,69	35,38	1,07 n.s.
Residuo	21	692,59	32,98	
Total	31	989,37		

¹: aminoácidos referidos no texto (item 5.4.).

n.s. = não significativo

Coeficiente de variação = 9,29%

Média Geral = 61,79 ± 2,87

Tabela 33. Coeficiente de correlação (r) entre os teores¹ de sete aminoácidos essenciais determinados em oito variedades de feijão.

	Treonina	Valina	Metionina	Isoleucina	Leucina	Fenilalanina
Lisina	0,46 n.s.	0,17 n.s.	0,16 n.s.	0,42 n.s.	0,01 n.s.	-0,02 n.s.
Treonina		0,58 n.s.	0,53 n.s.	0,44 n.s.	0,69 n.s.	0,36 n.s.
Valina			0,41 n.s.	0,48 n.s.	0,75*	0,51 n.s.
Metionina				0,36 n.s.	0,43 n.s.	0,71*
Isoleucina					0,75*	0,52 n.s.
Leucina						0,72*

n.s. = Valor de r citado não é significativo através do teste t

* = Valor de r citado é significativo através do teste t ao nível de 5%

¹ = Para os cálculos de correlação, os teores dos aminoácidos (% de proteína da semente) foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

Tabela 34. Contribuição em peso (%) dos diferentes componentes para o peso da semente em oito variedades de feijão.

Variedade	Tegumento				Embrião				Cotilédones			
	Repetição				Repetição				Repetição			
	I	II	III	média	I	II	III	média	I	II	III	média
Carioca	9,45	9,34	9,43	9,41	1,63	1,70	1,69	1,67	88,92	88,96	88,89	88,92
G.Precoce	9,36	8,93	9,33	9,21	1,55	1,39	1,39	1,44	89,09	89,68	89,28	89,35
Rosinha G ₂	10,95	10,81	10,88	10,88	1,60	1,75	1,78	1,74	87,45	87,43	87,34	87,41
Piratã	11,42	10,99	11,00	11,14	2,14	2,01	1,89	2,01	86,43	87,00	87,11	86,85
Iguassú	10,94	11,42	10,55	10,97	1,64	1,69	1,66	1,66	87,42	86,89	87,78	87,36
Rico 23	10,73	11,16	11,09	10,99	2,02	1,92	1,92	1,95	87,25	86,92	87,00	87,09
Venezuela 350	10,93	11,29	11,13	11,12	1,68	1,67	1,67	1,67	87,39	87,03	87,20	87,21
Bico de Ouro	9,81	10,41	10,23	10,15	1,37	1,42	1,39	1,39	87,25	86,92	87,00	87,06
Média Geral				10,48				1,69				87,66

Tabela 35. Contribuição em peso (%) do tegumento para o peso da semente em oito variedades de feijão.

35.1. Análise da variância da contribuição em peso (arc sen $\sqrt{\%}$) do tegumento.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,03	0,01	0,22 n.s.
Tratamentos	7	11,56	1,65	27,71 **
Resíduo	14	0,83	0,06	
Total	23	12,42		

n.s. = não significativo

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 18,89

Coefficiente de variação = 1,30%

35.2. Comparação entre as médias da contribuição em peso do tegumento segundo o teste Duncan.

Médias¹ das Variedades

Goiano Precoce	Carioca	Bico de Ouro	Rosinha G ₂	Iguassú	Rico 23	Piratã	Venezue la 350
9,21	9,41	10,15	10,88	10,97	10,99	11,14	11,12

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 36. Contribuição em peso (%) do embrião para o peso da semente em oito variedades de feijão.

36.1. Análise da variância da contribuição em peso ($\arcsen \sqrt{\%}$), do embrião.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,01	0,005	0,17 n.s.
Tratamentos	7	4,08	0,58	19,07**
Resíduo	14	0,43	0,03	
Total	23			

n.s. = não significativo

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 7,47

Coefficiente de variação = 2,32%

36.2. Comparação entre as médias da contribuição em peso do embrião, segundo o teste Duncan.

Médias¹ das variedades

Bico de Ouro	Goiano Precoce	Carioca	Iguassú	Venezuela 350	Rosinha G ₂	Rico 23	Piratã
1,39	1,44	1,67	1,66	1,67	1,74	1,95	2,01

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 37. Contribuição em peso (%) dos cotilédones para o peso da semente em oito variedades de feijão.

37.1. Análise da variância da contribuição em peso ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$), dos cotilédones.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,02	0,01	0,19 n.s.
Tratamentos	7	14,32	2,05	33.43 **
Resíduo	14	0,86	0,06	
Total	23			

n.s. = não significativo

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 69,5

Coefficiente de Variação = 0,35%

37.2. Comparação entre as médias da contribuição em peso dos cotilédones segundo o teste Duncan

Médias¹ das Variedades

Piratã	Rico 23	Bico de Ouro	Venezuela 350	Iguassú	Rosinha G ₂	Carioca	Goiano Precoce
86,85	87,09	87,06	87,21	87,36	87,41	88,92	89,35

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 38. Teor de proteína (%) dos diferentes componentes da semente em oito variedades de feijão.

Variedade	Tegumento				Embrião				Cotilédones			
	Repetição				Repetição				Repetição			
	I	II	III	média	I	II	III	média	I	II	III	média
Carioca	6,06	5,88	6,46	6,13	38,68	39,81	39,80	39,43	21,93	23,96	23,52	22,94
Goiano Precoce	5,60	5,24	6,13	5,66	45,81	46,60	45,83	46,08	26,97	28,62	27,97	27,85
Rosinha G ₂	6,16	6,48	6,33	6,32	41,16	40,13	41,45	40,91	24,64	25,41	24,34	24,80
Piratã	6,16	6,23	6,15	6,18	41,83	40,71	42,85	41,80	25,20	26,64	24,34	25,39
Iguassú	6,34	7,09	6,07	6,50	39,73	40,79	39,22	39,91	23,22	25,25	23,60	24,02
Rico 23	5,69	7,07	6,62	6,46	39,89	40,13	40,38	40,13	25,09	25,08	24,26	24,81
Venezuela 350	5,52	6,00	6,23	5,92	39,45	40,96	41,28	40,56	25,59	25,50	26,07	25,72
Bico de Ouro	5,64	5,84	6,03	5,84	41,92	40,46	40,55	40,98	23,54	23,44	24,18	23,72
Média Geral				6,13				41,28				24,91

Tabela 39. Análise da variância do teor de proteína ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$) do tegumento em oito variedades de feijão.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,78	0,39	2,01 n.s.
Tratamentos	7	3,00	0,43	2,20 n.s.
Resíduo	14	2,73	0,19	
Total	23	6,51		

n.s. = não significativo

Média Geral = 14,30

Coeficiente de Variação = 3,05%

Tabela 40. Teor de proteína (%) do embrião em oito variedades de feijão.

40.1. Análise da variância do teor de proteína ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$) - do embrião.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,22	0,11	0,53 n.s.
Tratamentos	7	30,29	4,33	21,20**
Resíduo	14	2,86	0,20	
Total	23	33,36		

n.s. = não significativo

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 40,00

Coeficiente de variação = 1,12%

40.2. Comparação entre as médias do teor de proteína do embrião segundo o teste Duncan.

Médias¹ das Variedades

Carioca	Iguassú	Rico 23	Venezuela 350	Rosinha G ₂	Bico de Ouro	Piratã	Goiano Precoce
39,43	39,91	40,13	40,56	40,91	40,98	41,80	46,08

¹ = As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 41. Teor de proteína (%) dos cotilédones em oito variedades de feijão

41.1. Análise da variância do teor de proteína (ar sen $\sqrt{\%}$) dos cotilédones.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	1,46	0,73	3,52*
Tratamentos	7	20,14	2,88	13,90**
Resíduo	14	2,90	0,21	
Total	23	24,49		

* = significativo ao nível de 5%

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 29,90

Coeficiente de variação = 1,53%

41.2. Comparação entre as médias do teor de proteína dos cotilédones segundo o teste Duncan.

Médias¹ das Variedades

Carioca	Bico de Ouro	Iguassú	Rosinha G ₂	Rico 23	Piratã	Venezuela 350	Goiano Precoce
22,94	23,72	24,02	24,80	24,81	25,39	25,72	27,85

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 42. Contribuição em proteína (%) dos diferentes componentes para a porcentagem de proteína da semente em oito variedades de feijão.

Variedade	Tegumento				Embrião				Cotilédones			
	Repetição				Repetição				Repetição			
	I	II	III	média	I	II	III	média	I	II	III	média
Carioca	2,77	2,50	2,75	2,67	3,05	3,08	3,03	3,05	94,19	94,43	94,22	94,28
Goiano Precoce	2,08	1,75	2,18	2,00	2,81	2,42	2,43	2,55	95,11	95,83	95,38	95,44
Rosinha G ₂	2,95	2,97	3,04	2,99	2,88	2,97	3,25	3,03	94,17	94,06	93,71	93,98
Piratã	3,01	2,77	2,98	2,92	3,83	3,32	3,57	3,57	93,16	93,91	93,45	93,51
Iguassu	3,20	3,45	2,91	3,19	3,01	2,94	2,96	2,97	93,78	93,60	94,13	93,84
Rico 23	2,62	3,38	3,25	3,08	3,46	3,30	3,43	3,40	93,92	93,32	93,33	93,52
Venezuela 350	2,55	2,88	2,88	2,77	2,81	2,90	2,86	2,86	94,64	94,22	94,27	94,38
Bico de Ouro	2,55	2,82	2,78	2,72	2,65	2,67	2,54	2,62	94,80	94,51	94,69	94,67
Média Geral				2,79				3,01				94,20

Tabela 43. Contribuição em proteína (%) do tegumento, para a porcentagem de proteína da semente em oito variedades de feijão.

43.1. Análise da variância da contribuição em proteína (arc sen $\sqrt{\%}$) do tegumento.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,19	0,09	0,59 n.s.
Tratamentos	7	9,28	1,33	8,40**
Resíduo	14	2,21	0,16	
Total	23	11,67		

n.s. = não significativo

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 9,63

Coefficiente de Variação = 4,15%

43.2. Comparação entre as médias da contribuição em proteína do tegumento segundo o teste Duncan.

Médias ¹ das Variedades							
Goiano Precoce	Carioca	Bico de Ouro	Venezuela 350	Piratã	Rosinha G ₂	Rico 23	Iguassú
2,00	2,67	2,72	2,77	2,92	2,99	3,08	3,19

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 44. Contribuição em proteína (%) do embrião para a porcentagem de proteína da semente em oito variedades de feijão.

44.1. Análise da variância da contribuição em proteína ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$) do embrião.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,11	0,05	0,32 n.s.
Tratamentos	7	7,17	1,02	15,71**
Resíduo	14	0,91	0,07	
Total	23	8,19		

n.s. = não significativo

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 9,99

Coeficiente de variação = 2,65%

44.2. Comparação entre as médias da contribuição em proteína do embrião, segundo o teste Duncan.

Médias¹ das Variedades

Goiano Precoce	Bico de Ouro	Venezuela 350	Iguassú	Carioca	Rosinha G ₂	Rico 23	Piratã
2,55	2,62	2,86	2,97	3,05	3,03	3,40	3,57

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 45. Contribuição em proteína (%) dos cotilédones para a porcentagem de proteína da semente em oito variedades de feijão.

45.1. Análise da variância da contribuição em proteína ($\text{arc sen } \sqrt{\%}$) dos cotilédones.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Blocos	2	0,05	0,02	0,19 n.s.
Tratamentos	7	13,65	1,95	15,75**
Resíduo	14	1,73	0,12	
Total	23	15,43		

n.s. = não significativo

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = 76,09

Coeficiente de Variação = 0,46%

45.2. Comparação entre as médias da contribuição em proteína dos cotilédones segundo o teste Duncan.

Médias¹ das Variedades

Rico 23	Piratã	Iguassú	Rosinha G ₂	Carioca	Venezuela 350	Bico de Ouro	Goiano Precoce
93,52	93,51	93,84	93,98	94,28	94,38	94,67	95,44

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 46. Porcentagens de proteína obtidas através da análise da semente e calculada através da análise de seus componentes.

Variedade	% obtida	% de proteína calculada
Carioca	22,7	21,6
Goiano Precoce	26,7	26,1
Rosinha G ₂	24,0	23,1
Piratã	24,0	23,6
Iguassú	23,8	22,4
Rico 23	24,0	23,1
Venezuela 350	25,1	23,4
Bico de Ouro	22,9	21,8
Média	24,2	23,1

Tabela 47. Médias dos teores de proteína obtidos através da análise individual e de uma população de plantas.

Variedade	Média do teor de proteína	
	Análise individual	População de Plantas
Carioca	21,6	22,7
Goiano Precoce	26,9	26,7
Rosinha G ₂	23,6	24,0
Piratã	23,9	24,0
Iguassú	22,8	23,8
Rico 23	23,0	24,0
Venezuela 350	24,2	25,1
Bico de Ouro	23,0	22,9

Tabela 48. Análise da variância do teor de proteína intra-varietal em oito variedades de feijão.

Fonte de Variação	GL	SQ	QM	F
Variedades	7	390,91	55,74	29,34**
Plantas/Variedades	582	1105,37	1,90	
Plantas/G.Precoce	38	45,58	1,20	1,17 n.s.
Plantas/Rosinha G ₂	79	89,36	1,13	1,10 n.s.
Plantas/Piratã	74	201,68	2,73	2,65**
Plantas/Iguassú	77	196,09	2,55	2,48**
Plantas/Rico 23	79	180,66	2,29	2,22**
Plantas/Venezuela 350	79	172,36	2,18	2,12**
Plantas/Bico de Ouro	77	138,24	1,80	1,75*
Plantas/Carioca	79	81,40	1,03	
Total	589	1495,56		

n.s. = não significativo

* = significativo ao nível de 5%

** = significativo ao nível de 1%

Tabela 49. Avaliação do valor nutritivo da proteína de oito variedades de feijão através de ensaio biológico.

49.1. Coeficiente de Utilização Proteica de nove dietas nas diferentes repetições.

Fonte de Proteína na dieta	R e p e t i ç ã o						Média
	I	II	III	IV	V	VI	
Caseína	3,04	2,62	2,66	2,59	2,57	2,48	2,66
Variedade Carioca	0,64	0,84	1,08	1,14	0,89	0,87	0,91
Variedade Goiãno Precoce	0,84	0,43	0,67	0,43	0,76	0,46	0,60
Variedade Rosinha G ₂	0,69	+	0,68	1,12	0,64	0,79	0,78
Variedade Piratã	0,63	0,92	1,11	0,72	0,93	0,17	0,75
Variedade Iguassú	0,75	0,51	0,07	0,51	0,65	1,05	0,59
Variedade Rico 23	0,67	0,15	0,89	0,87	0,73	0,97	0,75
Variedade Venezuela 350	0,34	+	0,96	0,76	1,10	0,23	0,68
Variedade Bico de Ouro	1,04	0,78	0,78	0,90	1,27	1,28	1,01

+ = Parcela perdida

49.2. Análise da variância do Coeficiente de Utilização Proteica de nove dietas.

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Tratamentos	8	20,1551	2,5194	35,89**
Resíduo	43	3,0180	0,0702	
Total	51	23,1731		

** = significativo ao nível de 1%

Média Geral = $0,97 \pm 0,11$

Coeficiente de Variação = 27,00%

49.3. Comparação entre as médias do Coeficiente de Utilização Proteica de nove dietas através do teste Duncan.

Médias¹ do CUP das diferentes fontes de proteína.

Iguassú	Goiano Precoce	Venezue- la 350	Rico 23	Piratã	Rosinha G ₂	Carioca	Bico de Ouro	Casei- na
0,59	0,60	0,68	0,71	0,75	0,78	0,91	1,01	2,66

¹: As médias unidas pela mesma linha não são estatisticamente diferentes.

Tabela 50. Correlação entre o Coeficiente de Utilização Proteica (CUP) e o teor total de 17 aminoácidos em oito variedades de feijão.

Variedade	CUP ¹	Teor total de 17 aminoácidos ² (% de proteína da semente)
Carioca	0,91	73,88
Goiano Precoce	0,60	76,20
Rosinha G ₂	0,78	79,79
Piratã	0,75	83,53
Iguassú	0,59	69,90
Rico 23	0,71	75,38
Venezuela 350	0,68	80,38
Bico de Ouro	1,01	78,89

Coeficiente de correlação obtido: $r=0,24$, não significativo (valor de $t = 0,61$)

¹ = CUP obtido com dietas que utilizaram como fonte proteica as variedades enumeradas.

² = Para o cálculo da correlação, os teores citados (provenientes da Tabela 31) foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

Tabela 51. Correlação entre o Coeficiente de Utilização Proteica (CUP) e o teor total de 7 aminoácidos essenciais em oito variedades de feijão.

Variedade	CUP ¹	Teor total de 7 aminoácidos essenciais ² (% de proteína da semente)
Carioca	0,91	27,37
Goiano Precoce	0,60	27,53
Rosinha G ₂	0,78	29,41
Piratã	0,75	30,35
Iguassú	0,59	25,70
Rico 23	0,71	27,33
Venezuela 350	0,68	29,18
Bico de Ouro	1,01	29,04

Coeficiente de correlação obtido: $r = 0,39$, não significativo -
(valor de $t = 1,00$).

¹ = CUP obtido com dietas que utilizaram como fonte proteica as variedades enumeradas.

² = Para o cálculo da correlação, os teores citados (provenientes da Tabela 31) foram transformados em $\text{arc sen } \sqrt{\%}$.

11. FIGURAS

Figura 1. Esquema dos tratamentos. Determinação da influência da competição sobre a produção e teor de proteína.

⊗ = planta a ser colhida

X = planta imediatamente lateral à planta a ser colhida

— = ausência de planta

1 - Competição total: A planta a ser colhida (aquela a ser analisada) encontra-se ladeada por duas plantas, uma de cada lado.

2 - Meia Competição: A planta a ser colhida encontra-se ladeada por pelo menos duas plantas em um lado e nenhuma planta do outro lado.

3 - Competição parcial: A planta a ser colhida encontra-se ladeada por somente uma planta em um lado e nenhuma do outro lado.

4 - Ausência da competição: Existe ausência de plantas em ambos os lados da planta a ser colhida.

Figura 2. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em plantas individuais da variedade Carioca

Figura 3. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em plantas individuais da variedade Goiano Precoce

Figura 4. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em plantas individuais da variedade Rosinha G2

Figura 5. Distribuição de Proteína na Matéria seca em plantas individuais da variedade Piratã

Figura 6. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em plantas individuais da variedade Iguassu.

Figura 7. Distribuição da Proteína na Matéria Seca em plantas individuais da variedade Rico 23

Figura 8. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em plantas individuais da variedade Venezuela 350

Figura 9. Distribuição da Proteína em plantas individuais da variedade Bico de Ouro

Figura 10. Regressão da porcentagem de proteína das progênes sobre os tipos parentais, para a variedade Cariooca.

Figura 8. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em plantas individuais da variedade Venezuela 350

Figura 9. Distribuição da Proteína em plantas individuais da variedade Bico de Ouro

Figura 10. Regressão da porcentagem de proteína das progênie sobre os tipos parentais, para a variedade Cariooca.

Figura 11. Regressão da porcentagem de proteína das progênies sobre os tipos parentais, para a variedade Goiãno Precoce.

Figura 12. Regressão da porcentagem de proteína das progênes sobre os tipos parentais, para a variedade Rosinha G₂

Porcentagem de proteína dos tipos parentais

Figura 13. Regressão da Porcentagem de Proteína das progenies sobre os tipos parentais para a variedade Piratã

Figura 14. Regressão da porcentagem de proteína das progênes sobre os tipos parentais, para a variedade Iguassú.

Figura 15. Distribuição de proteína na matéria seca em linhas da Coleção de Uberaba.

Figura 16. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em linha da Coleção de Lamprecht, de feijão (*Phaseolus vulgaris*)

Figura 17. Distribuição de Proteína na Matéria Seca em linhas da Coleção de Lamprecht, de híbridos interespecíficos de feijão (*Ph.vulgaris* x *Ph.coccineus*)