

JUSSARA GAZZOLA

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO (**Phaseolus vulgaris** L.) COZIDOS ATRAVÉS DOS COEFICIENTES DE EFICÁCIA PROTÉICA E VALOR PROTÉICO RELATIVO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Ciência dos Alimentos, para obtenção do grau de Mestre.

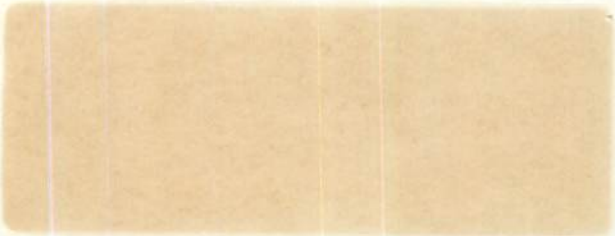
ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

1992

J. BARRA GAZZOLA

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE FEIJÃO (Phaseolus vulgaris L.) COZIDOS ATRAVÉS DOS COEFICIENTES DE EFICÁCIA PROTÉICA E VALOR PROTÉICO RELATIVO

Investação apresentada à Escola Superior de Agricultura de Lavras, com parte dos resultados do Curso de Mestrado em Ciências de Alimentos, por alunos do curso de Mestrado.



ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS

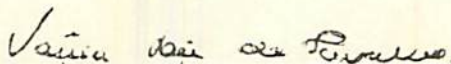
1992

AValiação DE CULTIVARES DE FEIJÃO (Phaseolus vulgaris L.)
COZIDOS ATRAVÉS DOS COEFICIENTES DE EFICÁCIA PROTÉICA
E VALOR PROTÉICO RELATIVO

APROVADA EM: 25/11/1991


Prof.^ª Dr.^ª LIESELOTTE JOKL
ORIENTADORA


Prof. Dr. EVÓDIO R. VILELA


Prof.^ª Dr.^ª VÂNIA DEÁ DE CARVALHO

"Valeu a pena? Sempre vale a pena quando a alma não é pequena."

FERNANDO PESSOA

Aos meus melhores mestres: MARIA E AUGUSTO
Dedico

AGRADECIMENTOS

À FIDENE - UNIJUÍ, especificamente ao Instituto de Ciências, Tecnologia e Saúde pela liberação para a realização do curso de mestrado.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), especificamente ao Departamento de Ciências dos Alimentos, pela oportunidade para a realização deste curso.

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

Ao professor Fábio de Borja Portela, pela orientação deste trabalho.

À professora Lieselotte Jokl pela valiosa orientação e contribuição ao término deste trabalho.

Aos professores e funcionários do Departamento de Ciência dos Alimentos, bem como todos aqueles que de algum modo contribuíram para a realização deste.

Aos funcionários da Biblioteca, pela dedicação e disponibilidade.

Ao professor Magno Antônio Patto Ramalho pela concessão dos feijões para a concretização deste trabalho.

Ao professor Joel A. Muniz, ao monitor Paulo B. Rodrigues, à professora Ruth Fricke e Walter Kerber pela colaboração nas análises estatísticas.

Às minhas irmãs Lala e Nana, pelo chimarrão nosso de cada dia.

Aos amigos Arlindo, Sirlei e filhos pelo início deste novo caminho.

Aos amigos Néelson, Regina e filhas pelo carinho e apoio no decorrer desta experiência.

À Rosana Callai, pela dedicação e carinho.

Aos colegas Aloísio, Kátia e Abel pela imensa afetividade que nos uniu.

Aos colegas e professores do Departamento de Ciências da Saúde, especificamente do Curso de Nutrição pelo incentivo na realização deste trabalho.

Ao Carlos, pela presença constante, através do seu amor.

OBRIGADA!

SUMÁRIO

	Página
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	04
2.1. Aspectos gerais do feijão.....	04
2.2. Composição e propriedades das proteínas do -feijão.....	05
2.3. Valor biológico das proteínas do feijão.....	06
2.4. Métodos de avaliação biológica.....	08
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	11
3.1. Material.....	11
3.1.1. Obtenção dos feijões.....	11
3.1.2. Ingredientes para o preparo das dietas	11
3.1.3. Animais.....	12
3.2. Métodos.....	12
3.2.1. Preparo das amostras.....	12
3.2.1.1. Análises químicas.....	12
3.2.2. Métodos biológicos.....	13
3.2.2.1. Coeficiente de Eficácia Pro- téica.....	13
3.2.2.2. Valor Protéico Relativo.....	14
3.2.3. Preparo das dietas.....	15
3.2.4. Análise estatística.....	15
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	18
4.1. Composição química.....	18
4.2. Avaliação da qualidade protéica.....	20
4.2.1. Coeficiente de Eficácia Protéica (CEP)	20
4.2.2. Valor Protéico Relativo.....	28
5. CONCLUSÕES.....	35
6. SUGESTÕES.....	36
7. RESUMO.....	37
8. SUMMARY.....	38
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	39
APÊNDICE.....	47

LISTA DE TABELAS

TABELA	Páginas
1. Composição das dietas experimentais.....	16
2. Composição das misturas salina e vitamínica utilizadas nas dietas para os ensaios biológicos....	17
3. Composição química das três cultivares de feijão e da caseína.....	18
4. Composição química das três cultivares de feijão, na base de matéria seca.....	19
5. Consumo das dietas, peso, inicial ganho de peso e CEP resultantes de 28 dias de experimento.....	21
6. Valores médios de consumo de proteína e de ganho e/ou perda de peso, de "b" calculados por regressão e Valor Protéico Relativo, observados após 14 dias de experimento.....	29
7. Estrutura da composição química das três cultivares de feijão e caseína, média e desvio padrão...	48
8. Estrutura da composição química das três cultivares de feijão na base de matéria seca, média e desvio padrão.....	49
9. Estrutura, média e desvio padrão do consumo das dietas, observados durante 28 dias de experimento	50
10. Análise de variância dos valores de consumo das dietas, observados durante 28 dias de experimento	51
11. Médias e intervalos de confiança dos valores de consumo de dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento.....	51

12. Análise de amplitude múltipla dos valores de consumo de dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento	51
13. Contraste de médias (SCHEFFÉ) dos valores de consumo das dietas observadas durante 28 dias de experimento.....	51
14. Estrutura, média e desvio padrão de peso inicial e ganho de peso, observados durante 28 dias de experimento.....	52
15. Análise de variância dos valores de ganho de peso observados durante 28 dias de experimento.....	53
16. Médias e intervalos de confiança dos valores de ganho de peso com dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento.....	53
17. Análise de amplitude múltipla dos valores de ganho de peso com dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento.....	53
18. Contrastes de médias (SCHEFFÉ) dos valores de ganho de peso observados durante 28 dias de experimento.....	53
19. Estrutura do Cálculo do Coeficiente de Eficácia Protéica (CEP), média e desvio padrão.....	54
20. Análise de variância dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento.....	55
21. Médias e intervalos de confiança dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento...	55
22. Análise de amplitude múltipla dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento.....	55

23. Contrastes de médias (SCHEFFÉ) dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento...	55
24. Estrutura, fontes, níveis protéicos e valores médios de consumo de proteína e ganho de peso observados durante 14 dias de experimento.....	56
25. Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo experimental ESAL 501.....	57
26. Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo experimental ESAL 506.....	58
27. Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo experimental Carioca.....	59
28. Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo controle Lactoalbumina (PELLETT & YOUNG, 1980)...	60
29. Análise de amplitude múltipla dos valores de "b" das cultivares de feijão, observados durante 14 dias de experimento e valores de "b" da Lactoalbumina (PELLETT & YOUNG, 1980).....	61
30. Análise de amplitude múltipla dos valores de "b" das cultivares de feijão, observados durante 14 dias de experimento.....	61

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1. Intervalos de confiança para o consumo das dietas contendo em média 9% de proteína, durante 28 dias de experimento.....	22
2. Intervalos de confiança para o ganho de peso com dietas contendo em média 9% de proteína durante 28 dias de experimento.....	24
3. Curvas de crescimento dos ratos alimentados com dietas à base de feijão e o grupo controle alimentado com dietas de caseína, durante 28 dias (CEP).....	25
4. Intervalos de confiança para os valores de CEP durante 28 dias de experimento.....	27
5. Curvas de crescimento dos ratos alimentados com dietas à base de feijão e o grupo controle alimentado com dieta de lactoalbumina (PELLETT & YOUNG, 1980) durante 14 dias, determinadas pelas equações de regressão.....	31

1. INTRODUÇÃO

Há um amplo consenso de que o progresso na década de 90 será mais facilmente alcançado se tanto as forças de mercado como os governos fizerem o que sabem fazer melhor. São os governos, particularmente, que devem garantir o investimento de longo prazo em sua saúde, alimentação e educação, sem o qual o progresso econômico é retardado e sem sentido (UNICEF, 1991/92).

Ainda que a produção mundial de alimentos tenha aumentado ligeiramente mais depressa que a população, metade dos habitantes da terra ingerem uma quantidade inferior às suas necessidades básicas e, destes, cerca de quinhentos milhões são considerados gravemente desnutridos (ABRAMOVAY, 1985; FAO, 1989).

Na verdade, ainda não se conhece, em toda sua natureza e extensão, o impacto adverso da desnutrição sobre o desenvolvimento psicobiológico do homem (TONETE et alii, 1986; VALENTE & CHAVES, 1986). A diminuição de rendimento do trabalho físico (SHILS, 1973; CHAVES, 1978 b), o desempenho insatisfatório nos testes de inteligência (CHAVES, 1978 a; FIGUEIRA, 1986), a passividade, o comodismo, a aceitação da pobreza, das doenças e da morte devido à desnutrição, são conseqüências do complexo conjunto de fatores sociais e políticos que sustentam este quadro.

O panorama do Brasil não é diferente, pois, as distorções estruturais do processo econômico, somadas aos fatores conjunturais de baixos salários, desemprego, dívida externa e inflação, identificam o país como a oitava maior economia do ocidente, o quarto maior exportador mundial de produtos agrícolas e o sexto do mundo em população gravemente desnutrida, isto é, pessoas que ingerem menos de 1600 calorias diárias, ou seja, é o que se gasta passando vinte e quatro horas deitado, em repouso, sem nenhuma atividade física ou intelectual. Ao mesmo tempo, sessenta e sete por cento da população brasileira são de desnutridos, ou seja, dois terços da população

ingerem um total calórico que se situa abaixo das necessidades mínimas (ABRAMOVAY, 1985) e a situação só não é pior porque apesar do baixo poder aquisitivo da população, impossibilitando o consumo de produtos de origem animal, as pessoas conseguem suprir em parte suas necessidades protéicas, com o uso diário de proteína vegetal na sua dieta.

21 *Introdução* | O consumo diário de feijão foi estimado por Wilson & Souza (citados por SGARBIERI, 1980), entre 50 a 100g por dia, por pessoa, contribuindo com 28% de proteínas e 12% de calorias ingeridas. Portanto, o feijão como alimento básico e sob o ponto de vista quantitativo, é considerado um alimento protéico, embora seu conteúdo calórico, mineral e vitamínico não possa ser desprezado. O feijão é o quarto produto em área plantada e o sexto em valor de produção agrícola no Brasil. Sua importância social como alimento substituto de proteínas animais justifica o esforço de pesquisa no sentido de se obter melhores níveis de produtividade, garantia do abastecimento interno do produto (TEIXEIRA & ROCHA, 1988) e, sobretudo, estudos que visem o conhecimento do valor biológico do mesmo.

23 *RT* | Embora o valor nutritivo da proteína do feijão seja baixo quando utilizado como única fonte de proteína, a combinação de feijão com arroz, por exemplo, forma uma mistura de proteínas que é mais nutritiva que o feijão ou o arroz sozinhos. Isso porque, o feijão é pobre em aminoácidos sulfurados e rico em lisina; o arroz é pobre em lisina e relativamente rico em aminoácidos sulfurados. Assim, a mistura dos dois tipos de alimentos em proporções adequadas resulta numa complementação de proteínas de mais alto valor biológico (BRESSANI & MARENCO, 1963; PUSZTAI et alii, 1979; SGARBIERI, 1989).

Existe uma considerável variabilidade entre as cultivares de feijão com relação ao teor de proteína e muito provavelmente também com relação ao seu valor nutritivo (BLISS & BROWN, 1983). Contudo, nos programas de melhoramento genético, o principal critério de seleção tem sido a produtividade e a resistência às doenças. Dessa forma, a avaliação de cultivares com relação ao seu valor protéico, antes de sua recomendação aos agricultores seria sobretudo uma relevante contribuição do ponto de vista social.

Dessa forma, este trabalho foi conduzido visando avaliar a qualidade protéica de duas novas cultivares de feijão em relação à cultivar Carioca, já amplamente utilizada pela população brasileira.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Aspectos Gerais do Feijão

O feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma planta herbácea cujo ciclo vegetativo varia de 61 a 110 dias de crescimento determinado ou indeterminado, sendo uma espécie autógama com 22 cromossomos somáticos (POMPEU, 1987).

Com base em investigações arqueológicas, foi constatado que os feijões foram originários do continente americano, especificamente Sul do Estados Unidos, México, América Central e região Norte da América do Sul, particularmente das regiões incáicas (KAPLAN, 1965). Medidas feitas com base no carbono radioativo, indicaram que a espécie *Phaseolus vulgaris* L. foi adaptada às condições ecológicas e de cultivo na América Central há cerca de 7000 anos, sendo uma das plantas de cultivo mais antiga naquela região. Foi introduzido na Europa no século XVI e desde então tem-se tornado uma cultura muito importante em várias regiões do globo.

O Brasil é o maior produtor e consumidor mundial de feijão, com uma produção estimada segundo o ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL 1988/89, de 2.007.330 t, em 5.201.791 ha, com um rendimento médio de 385 kg/ha e consumo anual "per capita", em torno de 21 kg.

Os feijões, em determinadas circunstâncias, podem apresentar substâncias que interferem na fisiologia dos animais que os ingerem. Dentre essas substâncias as mais conhecidas são os inibidores das enzimas digestivas e as fitohemaglutininas. Por esta razão, os mesmos devem receber um tratamento térmico adequado para inativar estas substâncias bem como, produzir uma textura macia, gosto característico de feijão cozido e aumento da digestibilidade pela desnaturação das proteínas, gelatinização do amido e ruptura dos tecidos pela ação do calor. Duas temperaturas são normalmente usadas: água em ebulição (100°C) ou 121°C em autoclave (BRESSANI & MARENCO).

1963). Do ponto de vista nutricional, o melhor tratamento térmico para o feijão é uma temperatura de 121°C por 10 minutos (Gomez Brenes et alii, 1973 e La Belle & Hackler, 1973, citados por SGARBIERI, 1989), pois o tratamento térmico, embora necessário e desejado pelos vários motivos acima mencionados, deve ser controlado porque quando em excesso prejudica o valor nutricional dos feijões (SGARBIERI, 1989).

2.2. Composição e Propriedades das Proteínas de Feijão

A determinação centesimal de diversas cultivares de feijão foi registrada por vários pesquisadores. Os resultados médios foram de 12,0% para a umidade; 22,6% para a proteína; 1,2% para a gordura; 57,2% para os carboidratos; 4,5% para a fibra e 3,5 para a cinza (WATT & MERRIL, 1963; MORAES & ANGELUCCI, 1971; MEINERS et alii, 1976; VARRIANO - MARSTON & OMANA, 1979; SGARBIERI, 1989; GUEVARA,

Estudando o conteúdo de proteína e de aminoácidos sulfurados em 100 cultivares de feijão, JAFFÉ & BRUCHER (1974) encontraram valores médios de 22,7% de proteína bruta, sendo que 1,12% e 0,98% de metionina e cisteína, respectivamente. Um grande número de investigadores demonstraram que a proteína total de feijão e as frações protéicas isoladas de feijão são deficientes em aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína), mas elas contêm altas concentrações de lisina (KING, 1964; KAKADE & EVANS, 1965; KELLY, 1971; PALMER et alii, 1973; JAFFÉ & BRUCHER, 1974; DERBYSHIRE & BOULTER, 1976; BRESSANI, 1977; EVANS & BAUER, 1978; BEGBIE, 1979; BENNICI & CIONINI, 1979; ALI & BAKER, 1980; SGARBIERI et alii, 1979; SGARBIERI & WHITAKER, 1982).

Os conteúdos encontrados de metionina e de triptofano foram baixos em 25 cultivares de *Phaseolus vulgaris* provenientes da América Central, enquanto que o conteúdo de lisina foi elevado em todas as variedades (Tandon et alii, citado por SGARBIERI & WHITAKER, 1982). Isto é, no conteúdo protéico a metionina variou entre 0,80 e 1,39%, o triptofano de 0,56 a 0,94% e a lisina de 7,22 a 9,22%. A concentração de proteína bruta nessas cultivares ficou em torno de 20,1 a 27,9%. Estudando a composição de aminoácidos de 22 espécies

de *Phaseolus*, Baldi e Salamini (citados por SGARBIERI, 1989) encontraram no teor de proteína uma variação para a metionina de 0,70% a 1,55%; para a cisteína de 0,55% a 2,28% e para a lisina de 5,6 a 8,23%. Usando a técnica de análise microbiológica, a porcentagem de metionina disponível foi determinada em 3600 cultivares de *Phaseolus vulgaris* L. que ficou em torno de 0,98% de metionina total da proteína. Neste estudo, concluiu-se que o nível de metionina em sementes de feijão é determinado geneticamente, havendo suficiente variabilidade genética para permitir sucesso em programas de melhoramento através de hibridação e seleção (KELLY, 1971).

Altas correlações positivas foram encontradas na hereditariedade de diferentes aminoácidos, indicando a possibilidade de selecionar mais de um aminoácido ao mesmo tempo. A correlação positiva de 0,78, encontrada entre a metionina e a lisina, indica que nos programas que visem o aumento do teor de metionina, ocorra o mesmo fato com a lisina (Hackler & Dickson, citados por SGARBIERI, 1989). É importante que sejam mantidos os níveis elevados de lisina nos feijões, uma vez que estes são utilizados como o principal complemento dietético para os cereais e sabe-se que estes são pobres em lisina (BRESSANI, 1977).

2.3. Valor Biológico das Proteínas de Feijão

O valor biológico das proteínas de feijão, em geral, é baixo quando comparado com a maioria das proteínas de outros alimentos. Este valor está diretamente relacionado ao seu baixo conteúdo de aminoácidos sulfurados, particularmente a metionina (SGARBIERI, 1980).

O efeito benéfico da suplementação da proteína do feijão em dietas para ratos, com aminoácidos sulfurados e outros aminoácidos essenciais limitantes, tem sido demonstrado por vários investigadores (KAKADE & EVANS, 1965; MORAES E SANTOS & DUTRA DE OLIVEIRA, 1972; ANTUNES & MARKAKIS, 1977; ANTUNES & SGARBIERI, 1979; SGARBIERI & WHITAKER, 1982). A adição de 0,3% de metionina em uma dieta para ratos, baseada em sementes de várias espécies de leguminosas como fontes protéicas, aumentou o Coeficiente de Eficácia Protéica (CEP) DE 1,2 para 2,7 (Jaffé, citado por SGARBIERI & WHITAKER, 1982). Além

disso, a metionina pode ser introduzida nos feijões por imersão numa solução de 5% de DL - metionina por uma hora a 50°C. A infusão de feijões com metionina aumentou o CEP do feijão de 0,9 para 2,6 (ANTUNES & SGARBIERI, 1979).

As proteínas do feijão, da cultivar Goiano Precoce, foram extraídas e preparadas dietas experimentais para ratos. Quando as dietas foram elaboradas com feijão cru, todos os ratos morreram dentro do período experimental de 28 dias (MORAES E SANTOS & DUTRA DE OLIVEIRA, 1972). Para outro grupo de ratos alimentados com feijão autoclavado a um nível protéico de 10% na dieta, o CEP resultou em 1,46. Quando esta mesma dieta foi suplementada com 0,2% DL - metionina, o mesmo aumentou para 2,48.

A eficácia da suplementação da proteína do feijão brasileiro, a cultivar Rosinha 62 com metionina foi também demonstrada por SGARBIERI (1980). A adição de 3% DL - metionina e 2% L cisteína melhorou o CEP de uma dieta protéica a 10% para ratos. As amostras foram: farinha integral, proteína pura isolada, fração albumina, fração globulina e resíduo insolúvel da proteína. Todas as amostras foram autoclavadas antecipadamente por 15 minutos a 121° para serem usadas na preparação das dietas para ratos. Mais interessante foi a observação de que a suplementação com a mesma quantidade de metionina melhorou o CEP numa diferente extensão para as diferentes frações protéicas. Todas as frações protéicas deram melhor resposta para a suplementação de aminoácidos sulfurados do que a farinha integral, indicando a presença de substâncias capazes de interferirem na utilização da proteína de feijão pelo rato. Tais compostos evidentemente são termolábeis e sua natureza química está sendo objeto de várias pesquisas (DURIGAN et alii, 1987 a,b).

Pesquisando o conteúdo de proteína e o seu valor nutritivo a partir de doze cultivares de feijão brasileiros DURIGAN et alii (1987 a) verificaram que consistentemente a metionina e a cisteína foram os aminoácidos mais limitantes. A avaliação nutricional foi realizada em termos de ganho de peso corporal e consumo de proteína, o CEP variando de 0,79 a 1,16.

O nível ótimo de complementação da proteína de feijão preto com a proteína de gergelim foi investigado por NIELSEN et alii

(1983). Esta investigação foi conduzida com 35 ratos e cada grupo foi alimentado seguindo as dietas: 100% de gergelim; 100% de feijão preto; 50% de gergelim - 50% de feijão preto; 75% de gergelim - 25% de feijão preto; 25% de gergelim - 75% de feijão preto; 100% de caseína e uma dieta aprotéica. As dietas foram calculadas para conter 10% de proteína. Os investigadores chegaram às seguintes conclusões:

- a) a qualidade protéica de todas as combinações foram significativamente maiores do que de cada proteína isolada, mostrando que a deficiência de lisina no gergelim e a deficiência de aminoácidos sulfurados no feijão foram reduzidas pela combinação dessas duas fontes protéicas;
- b) o CEP mostrou que o ponto de complementação máxima ocorreu quando as duas fontes protéicas foram combinadas numa mistura de 1:1.

Foi demonstrado também, através das estimativas do CEP, o efeito complementar no valor nutritivo das proteínas em misturas de feijão com diferentes cereais. Quando misturas de feijão e milho comua na proporção de 50:50, feijão e arroz de 20:80, feijão e sorgo de 20:80 e feijão e milho opaco também 20:80 foram preparadas e utilizadas em dietas protéicas a 10%, os valores do CEP foram de 2,60; 1,75; 1,49 e 2,58, respectivamente (TOBIN & CARPENTER, 1978).

2.4. Métodos de Avaliação Biológica

Para a avaliação da qualidade protéica de um determinado alimento os métodos mais utilizados são baseados em equilíbrio nitrogenado, crescimento e regeneração de tecidos.

As vantagens e desvantagens dos vários métodos foram revisados por vários autores: CAMPBELL (1961), Allison, Grau & Carrol e McLaughlan (citados por PORTELA, 1977). Um dos métodos mais utilizados é o CEP. A determinação do CEP é dependente do consumo de alimentos e o mesmo varia acentuadamente de ensaio para ensaio (Bender, citado por PORTELA, 1977). Uma vez que as metodologias

utilizadas para a determinação do CEP forneciam valores conflitantes, o que dificultava as comparações intra e inter laboratórios, PELLETT & YOUNG (1980), num trabalho de sistematização, sugeriram uma metodologia padrão para a sua determinação, propondo que nos ensaios biológicos fossem utilizados animais com 20 a 23 dias de idade, dietas contendo em torno de 10% de proteína, experimento com vinte e oito dias de duração e registro semanal de peso e consumo de dietas. Outras recomendações consistem em que sejam respeitadas as quantidades de todos os nutrientes nas dietas e que as mesmas sejam oferecidas "ad libitum" (à vontade). Também deverá ser incluído no experimento, um grupo de ratos alimentados com caseína para comparação com as dietas em estudo.

Numa tentativa de diminuir as diferenças entre linhagens de ratos, laboratórios, tempo de duração do experimento e níveis protéicos na dieta, o CEP da caseína foi ajustado para 2,5 e todos os outros valores corrigidos à razão de 2,5/CEP do experimento com o da caseína resultante do ensaio (CAMPBELL, 1961).

O emprego de um segundo método conhecido como Valor Protéico Relativo (VPR), para a avaliação da qualidade protéica de um alimento, foi proposto por HEGSTED et alii (1968), HEGSTED (1977), YOUNG & SCRIMSHAW (1977), PELLETT (1978) e PELLETT & YOUNG (1980). Este método, corrige possíveis falhas que o CEP e outras metodologias de avaliação da qualidade protéica podem apresentar, além de discriminar e escalonar as diversas fontes protéicas.

Nesta metodologia, são utilizados ratos desmamados de 20 a 23 dias de idade. Para cada proteína sendo testada e para a proteína tida como padrão (lactoalbumina) são utilizados três grupos de ratos. Os três grupos usados para avaliar uma mesma proteína devem ser idênticos na sua distribuição por sexo e o intervalo de peso não deve ser maior do que cinco gramas. Estes grupos de ratos são alimentados durante duas semanas com dietas que forneçam três diferentes níveis protéicos. Registram-se o consumo de alimentos e o ganho de peso dos animais durante este período e calcula-se o teor de proteína ingerida. Com os três pontos obtidos (um para cada nível protéico) calculam-se linhas de regressão cujas inclinações são características de cada tipo de proteína e refletem a qualidade da mesma. Dividindo-se o ângulo de inclinação da proteína sendo testada pelo

Ângulo de inclinação da proteína padrão obtem-se uma boa estimativa da qualidade da proteína sendo testada.

HEGSTED & CHANG (1965) estudaram a qualidade de algumas proteínas, sendo utilizada a lactoalbumina como proteína padrão (VPR=100%). Estes pesquisadores verificaram que a proteína de soja apresentou um VPR de 48% e a do glúten de trigo, de 31%.

SAMONDS & HEGSTED (1977) utilizaram ratos jovens e adultos e compararam os resultados obtidos quanto à qualidade protéica da lactoalbumina e do trigo. De acordo com seus resultados, a qualidade da proteína do trigo varia dependendo se é avaliada com animais jovens ou adultos. Para os animais jovens, a lactoalbumina resultou num VPR de 100% e a proteína do trigo num VPR de 27,8%, enquanto para os adultos, a proteína do trigo resultou num VPR de 58,8%. Os ensaios com animais jovens medem a qualidade protéica em função de respostas em termos de crescimento, enquanto que com animais adultos as respostas são medidas em termos de balanço nitrogenado. A diferença na qualidade das proteínas que surge deste tipo de ensaio sugere que ela pode variar amplamente dependendo se a proteína é usada para síntese de novos tecidos durante o crescimento ou para satisfazer necessidades de manutenção na idade adulta. A qualidade protéica da lactoalbumina e do trigo varia também em função da linhagem de rato utilizada na avaliação da proteína (HEGSTED, 1971; FOMON, 1976; SAMONDS & HEGSTED, 1977).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Obtenção dos feijões

Para a condução do experimento utilizaram-se feijões obtidos na área experimental do Departamento de Biologia, setor de Genética e Melhoramento de Plantas da ESAL, sendo que o cultivo dos mesmos foi na época de "inverno" do ano de 1989. Após a colheita, os feijões foram secos ao sol, embalados em sacos de papel, fechados e armazenados em temperatura ambiente durante um mês.

As cultivares de feijão utilizadas para a avaliação protéica foram as seguintes: Carioca, ESAL 501 e ESAL 506. Dentre estas, a ESAL 501 e ESAL 506, são as novas cultivares resultantes de melhoramentos genéticos e a cultivar Carioca é o material mais utilizado no Brasil.

As principais características destas cultivares são as mesmas progênies e cores distintas. Os progenitores da cultivar ESAL 501 são Carioca x Cornell, resultando num grão de cor creme com estrias marrons e halo amarelo em torno do hilo. Os progenitores da cultivar ESAL 506 são Carioca x Cornell x Carioca, dando origem a um grão de cor pardo fosco. A cultivar Carioca apresenta cores semelhantes à cultivar ESAL 501, diferenciando-se apenas no halo marron em torno do hilo, conforme RAMALHO & SANTOS (1986).

3.1.2. Ingredientes para o preparo das dietas

Para os ensaios biológicos foram utilizados, além das cultivares de feijão, os seguintes ingredientes: caseína purificada,

maizena (amido puro de milho), óleo refinado de soja, misturas de vitaminas e de sais minerais.

3.1.3. Animais

Para o CEP foram utilizados 8 ratos machos por grupo, totalizando 32 animais, recém-desmamados da linhagem Holtzman com 21 dias de idade, pesando entre 25 e 30 gramas. Para o VPR, também foram utilizados 8 ratos por grupo sendo 4 machos e 4 fêmeas (24 animais no todo), com as mesmas características citadas acima.

3.2. Métodos

3.2.1. Preparo das amostras

As cultivares de feijão foram inicialmente limpas, eliminando-se as impurezas e grãos imperfeitos, colocadas em água destilada numa proporção 1:4 p/v, à temperatura ambiente por oito horas. Em seguida, foram autoclavadas por 15 minutos a 121°C, espalhadas em bandejas e colocadas em estufa ventilada regulada a 60°C por 48 hs (SGARBIERI & WHITAKER, 1982).

Após a secagem, os feijões foram moídos (moinho elétrico), passando por uma peneira de 0,84 mm, embalados em sacos de polietileno e colocados sob refrigeração até a realização dos ensaios biológicos. Antes da refrigeração foram retiradas amostras para as determinações químicas.

3.2.1.1. Análises químicas

- a) Umidade: foi determinada através da técnica gravimétrica com emprego do calor. O material foi dessecado em estufa ventilada, regulada a 105°C, até obter peso constante (AOAC, 1975).

- b) Extrato etéreo: foi extraído por meio de solvente específico (éter etílico), em extrator contínuo de Soxhlet (AOAC, 1975). O teor de gordura foi também corrigido para a matéria seca do feijão.
- c) Proteína bruta: foi determinado o teor de nitrogênio utilizando micro-Kjeldahl. O teor de proteína bruta foi calculado utilizando-se o fator 6,25 (AOAC, 1975). O teor de proteína foi também corrigido para matéria seca do feijão.
- d) Fibra bruta: foi determinada utilizando-se o material que resultou da determinação da fração do extrato etéreo pelo método de van de Kamer (AOAC, 1975). O teor de fibra bruta foi também corrigido para a matéria seca do feijão.
- e) Cinza: foi determinada por incineração do material em mufla regulada a 550°C até peso constante (AOAC, 1975). O teor de cinza foi também corrigido para a matéria seca do feijão.
- f) Carboidratos: foram calculados por diferença após as determinações de umidade, extrato etéreo, proteína, fibra e cinza, sendo também corrigidos para a matéria seca do feijão.

3.2.2. Métodos biológicos

3.2.2.1. Coeficiente de Eficácia Protéica

Os ratos utilizados tinham peso semelhante, variação de peso inferior a 5 gramas intra e inter grupo. As dietas foram preparadas para conter 9% de proteína. Os ratos foram alimentados "ad libitum" durante 28 dias com as dietas e água. Os mesmos ficaram alojados em gaiolas individuais de fundo falso onde foram colocadas bandejas de papelão, uma abaixo de cada gaiola para recuperar a porção das dietas desperdiçadas pelos ratos. A fim de se obter o

ganho de peso de cada rato e da respectiva dieta consumida, foram realizadas pesagens regulares a cada sete dias no período de vinte e oito dias (PELLETT & YONG, 1980). No final das quatro semanas do experimento, foi calculado o CEP, através da seguinte expressão:

$$\text{CEP} = \frac{\text{ganho de peso (g)}}{\text{proteína consumida (g)}}$$

3.2.2.2. Valor Protéico Relativo

Foram utilizados animais também com uma variação de peso inferior a 5 gramas inter e intra grupos. As dietas das cultivares de feijão foram preparadas para conter 3, 6 e 9% de proteína. O experimento foi conduzido da mesma forma como descrito para o CEP (PELLETT & YOUNG, 1980). Ao final de duas semanas de experimento foi estimado o coeficiente de regressão linear (b) entre o ganho de peso e o teor de proteína ingerida para as três dietas de feijão, com base nos valores individuais de cada rato. Para se obter o coeficiente de regressão para a lactoalbumina, utilizaram-se os dados registrados em PELLETT & YOUNG (1980), tendo em vista que não se pode preparar a dieta propriamente dita:

Nível de proteína administrado	Ingesta protéica individual g/dia (x)						Ganho de peso individual g/dia (y)					
	1	2	3	4	5	6	1	2	3	4	5	6
Lactoalbumina												
0g/kg	0,35	0,29	0,31	0,30	0,36	0,30	0,82	1,06	1,00	0,93	0,95	1,03
0g/kg	0,60	0,50	0,52	0,53	0,51	0,56	1,92	1,70	2,25	1,87	2,00	2,10
0g/kg	1,01	0,93	0,90	0,83	0,89	0,88	3,50	3,30	3,00	3,75	3,82	3,53

A partir daqueles valores foi calculado o Valor Protéico Relativo pela equação:

$$\text{VPR} = \frac{\text{coeficiente de regressão linear da proteína teste (feijão)}}{\text{coeficiente de regressão linear da lactoalbumina}} \times 100$$

que será expresso em porcentagem, considerando-se a lactoalbumina como 100% (padrão).

3.2.3. Preparo das dietas

As dietas utilizadas no experimento para o CEP e VPR foram preparadas para conter todos os componentes nutritivos recomendados pelo manual da AOAC (1975). Empregou-se a caseína na dieta padrão para o CEP. Para o controle do preparo das dietas foi determinado o teor real de proteína nas dietas, que se encontram registrados na TABELA 1. Todas as dietas continham 8% de gordura adicionada na forma de óleo de soja refinado e foram suplementadas com 4% de mistura salina e 2% de mistura vitamínica (TABELA 2).

3.2.4. Análise Estatística

Para o CEP, utilizou-se o delineamento de blocos casualizados com 8 repetições e procedeu-se à análise de variância para o consumo de dieta (g) e ganho de peso dos animais (g) e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey e Scheffé ao nível de 5%. Para o VPR, o delineamento também foi o de blocos casualizados com 3 repetições, seguindo um esquema fatorial de 3 x 2 x 3, sendo 3 fontes proteicas, 2 sexos e 3 níveis de proteína. Calculou-se os valores do coeficiente angular "b" em função da ingesta de proteína e ganho de peso dos animais e o Valor Protéico Relativo foi obtido através da comparação das fontes proteicas em estudo e da lactoalbumina (PELLET & YOUNG, 1980), e as médias foram comparadas por Tukey a nível de 5% de probabilidade (GOMES, 1976).

TABELA 1 - Composição das dietas experimentais

COMPONENTES g/Kg	F O N T E S P R O T E Í C A S												
	ESAL 501			:	ESAL 506			:	CARIOCA			:	CASEINA
FONTE				:				:				:	
PROTEÍCA	145,6	302,1	432,8	:	154,7	321,0	460,0	:	155,5	322,7	441,2	:	92,3
ÓLEO				:				:				:	
VEGETAL	49,4	49,4	49,4	:	55,2	55,2	55,2	:	55,9	55,9	55,9	:	21,0
MISTURA				:				:				:	
SALINA	50,0	50,0	50,0	:	50,0	50,0	50,0	:	50,0	50,0	50,0	:	50,0
MISTURA				:				:				:	
VITAMÍNICA	10,0	10,0	10,0	:	10,0	10,0	10,0	:	10,0	10,0	10,0	:	10,0
AMIDO	745,0	588,5	457,8	:	730,1	563,8	424,8	:	728,6	561,4	442,9	:	826,7
% DE PROTEÍNA				:				:				:	
DETERMINADO	3,31	6,68	9,58	:	3,12	6,56	9,58	:	3,43	6,50	9,36	:	9,81

TABELA 2 - Composição das misturas salina e vitamínica utilizadas nas dietas para os ensaios biológicos

SAIS MINERAIS	%	VITAMINAS	mg
Molibdato de amônio	0,003	Vitamina "A" concentrada	
Carbonato de cálcio	29,290	(200.000 unidades/g)	4,500
Fosfato de cálcio	0,430	Vitamina "D" concentrada	
Sulfato cúprico	0,156	(400.000 unidades/g)	250
Citrato férrico	0,620	Vitamina "E"	5,000
Sulfato de magnésio	9,980	Menadiona	2,250
Sulfato de manganês	0,121	Colina	75,000
Iodeto de potássio	0,0005	Ácido p-aminobenzoico	5,000
Fosfato de potássio	34,310	Inositol	5,000
Cloreto de sódio	25,060	Niacina	4,500
Selenito de sódio	0,002	Ácido ascórbico	45,000
Cloreto de zinco	0,020	Pantotenato de cálcio	3,000
		Riboflavina	1,000
		Tiamina	1,000
		Piridoxina	1,000
		Ácido fólico	90
		Biotina	20
		Vitamina B ₁₂	1,35
		Amido	para 1.000,000

FONTES: ROGERS & HARPER (1965); NBC (1977/78), respectivamente.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Composição Química

No início deste trabalho foi realizada a análise da composição química (TABELA 3) da caseína e das três cultivares autoclavadas, uma vez que duas delas, ESAL 501 e ESAL 506, como já mencionado, foram obtidas recentemente através de melhoramentos genéticos (TABELA 7 para os valores individuais, no Apêndice).

TABELA 3 - Composição química das três cultivares de feijão e da caseína

Componentes*	Cultivar (% , médias e desvios padrões)			
	ESAL 501	ESAL 506	CARIÓCA	CASEINA
Umidade	13,11 ± 0,09	13,84 ± 0,08	13,20 ± 0,45	9,80 ± 0,43
Proteína bruta**	22,18 ± 0,10	20,87 ± 0,49	20,76 ± 0,55	72,60 ± 0,43
Gordura	1,62 ± 0,09	1,45 ± 0,13	1,43 ± 0,06	3,80 ± 0,43
Fibra bruta	5,65 ± 0,13	4,45 ± 0,21	3,93 ± 0,49	-
Cinza	3,95 ± 0,09	3,50 ± 0,04	3,63 ± 0,09	-
Carboidratos***	55,49 ± 0,03	55,89 ± 0,09	57,05 ± 0,04	-

* Análises feitas em triplicata.

** Fator de conversão utilizado: 6,25.

*** Calculados por diferença.

Na TABELA 4 são apresentados esses resultados em base da matéria seca para efeito de comparação entre as cultivares (TABELA 8 para os valores individuais, no Apêndice).

TABELA 4 - Composição química das três cultivares de feijão, na base de matéria seca

Componentes	Cultivar (% MS, médias e desvios padrões)		
	ESAL 501	ESAL 506	Carioca
Proteína bruta	25,53 ± 0,14	24,22 ± 0,57	23,92 ± 0,71
Gordura	1,86 ± 0,10	1,68 ± 0,15	1,65 ± 0,06
Fibra bruta	6,50 ± 0,14	5,16 ± 0,25	4,53 ± 0,55
Cinza	4,54 ± 0,10	4,06 ± 0,05	4,18 ± 0,09
Carboidratos	63,86 ± 0,03	64,87 ± 0,18	65,72 ± 0,39

Destaca-se, através da TABELA 4, a superioridade da ESAL 501 que apresentou na sua composição química a maior porcentagem de proteína bruta, gordura, fibra bruta e cinza que as outras cultivares analisadas, apenas em relação a porcentagem de carboidratos é a que contém menor quantidade. A análise química revela uma boa "performance" desta cultivar.

A maior porcentagem de proteína bruta foi encontrada na ESAL 501 (25,53%), sendo 5,41% maior que a apresentada pela ESAL 506 e 6,73% maior que a cultivar Carioca. Verifica-se que a estrutura de variabilidade apresentada na amostra, conforme se observa na TABELA 4, demonstra que a cultivar ESAL 501 tem a menor variação em torno da média (CV = 0,5%), indicando homogeneidade nos resultados da análise química. Esses resultados são muito próximos aos obtidos por GUEVARA (1990) para as mesmas cultivares e assemelha-se aos valores encontrados por VARRIANO-MARSTON & OMANA (1979) e MEINERS et alii (1976). A alta ou a baixa síntese e a acumulação de proteínas em feijão deve-se à substancial variabilidade genética. Por outro lado, a qualidade nutricional da proteína deve-se à composição em aminoácidos, digestibilidade e presença de fatores antifisiológicos (BLISS, 1990).

A análise química revela que a maior porcentagem de gordura é da ESAL 501 (1,86%), valor este que supera em 10,71% a cultivar ESAL 506 e em 12,73% a cultivar Carioca. A maior homogeneidade nos resultados é apresentada pela cultivar Carioca com CV = 3,6%. Observa-se que, em média, os percentuais de gordura encontrados são bastante similares aos constatados por GUEVARA (1990) e aproximam-se dos resultados registrados por WATT & MERRIL (1963), VARRIANO-MARSTON & OMANA (1979) e SGARBIERI (1989).

A maior diferença na composição química foi observada no percentual de fibra bruta. Novamente a ESAL 501 teve o maior valor (6,50%), superando em 25,96% a ESAL 506 e em 43,48% a cultivar Carioca, apresentando o menor índice de variabilidade CV = 2,1%. O percentual de cinza na ESAL 501 foi de 4,54% que superou em 8,61% a cultivar Carioca e em 11,82% a ESAL 506, porém esta última cultivar apresentou o menor índice de variabilidade (CV = 1,2%). Estes resultados foram próximos aos registrados por MDRAES & ANGELUCCI (1971), WATT & MERRIL (1963) e SGARBIERI (1989) e bastante semelhantes aos determinados por GUEVARA (1990).

Os dados disponíveis na literatura quanto à composição química de feijões são um pouco distintos, refletindo as diferenças entre as cultivares, maneiras como foram preparadas as amostras para os testes, tempo e condições de estocagem dos produtos pós-colheita.

4.2. Avaliação da Qualidade Protéica

4.2.1. Coeficiente de Eficácia Protéica (CEP)

Percebe-se através da TABELA 5, o consumo das dietas pelos ratos, peso médio inicial, ganho médio de peso e os CEP resultantes durante os 28 dias de experimento (TABELAS 10 a 23 para os valores individuais, no Apêndice).

TABELA 5 - Consumo das dietas, peso inicial, ganho de peso e CEP resultantes de 28 dias de experimento

Dietas	Consumo das dietas (g)*	Peso inicial(g)*	Ganho de peso (g)*	CEP*
ESAL 501	411,00 ^a ± 10,63	28,09 ^a ± 1,64	62,37 ^a ± 12,77	1,58 ^b ± 0,30
ESAL 506	335,60 ^c ± 14,98	27,12 ^a ± 2,41	50,19 ^b ± 6,23	1,56 ^b ± 0,13
Carioca	394,12 ^b ± 4,38	26,75 ^a ± 0,88	65,25 ^a ± 3,64	1,77 ^b ± 0,10
Caseína	273,31 ^d ± 3,32	28,75 ^a ± 1,03	71,63 ^a ± 2,23	2,67 ^a ± 0,10
DMS	13,11	-	10,15	0,25

(*) Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

A partir dos dados da TABELA 5 e FIGURA 1 verifica-se que a dieta mais consumida foi a ESAL 501 enquanto o ganho de peso foi superior para a cultivar Carioca, garantindo a essa cultivar o maior CEP entre as três cultivares. A dieta padrão (caseína) foi a menos consumida, os animais registraram maior índice de ganho de peso e maior CEP, desta forma nenhuma das outras dietas apresentaram comportamento semelhante a esta.

Os resultados do ensaio apresentaram uma variação geral de CV = 2,7%. Verificou-se através da aplicação de análise de variância, diferentes níveis de consumo das dietas quando comparados entre si, podendo-se garantir então a existência de pelo menos um contraste válido entre as diferentes dietas, conclusão válida ao nível de significância a 5%. Pela aplicação do teste de Tukey foi possível constatar que todas as médias de consumo diferiram entre si ao nível de 5%, sendo que o maior consumo médio foi registrado para dieta contendo a ESAL 501. Contrastando a média de consumo da dieta ESAL 501 com as outras dietas: ESAL 506, Carioca e Caseína, observou-se que o consumo médio da ESAL 501 foi 16,875g superior às outras, sendo esse resultado significativo pelo teste de Scheffé ao nível de 5%.

INTERVALO DE CONFIANCA DE 95% PARA

22

O CONSUMO MEDIO (28 DIAS) POR DIETA

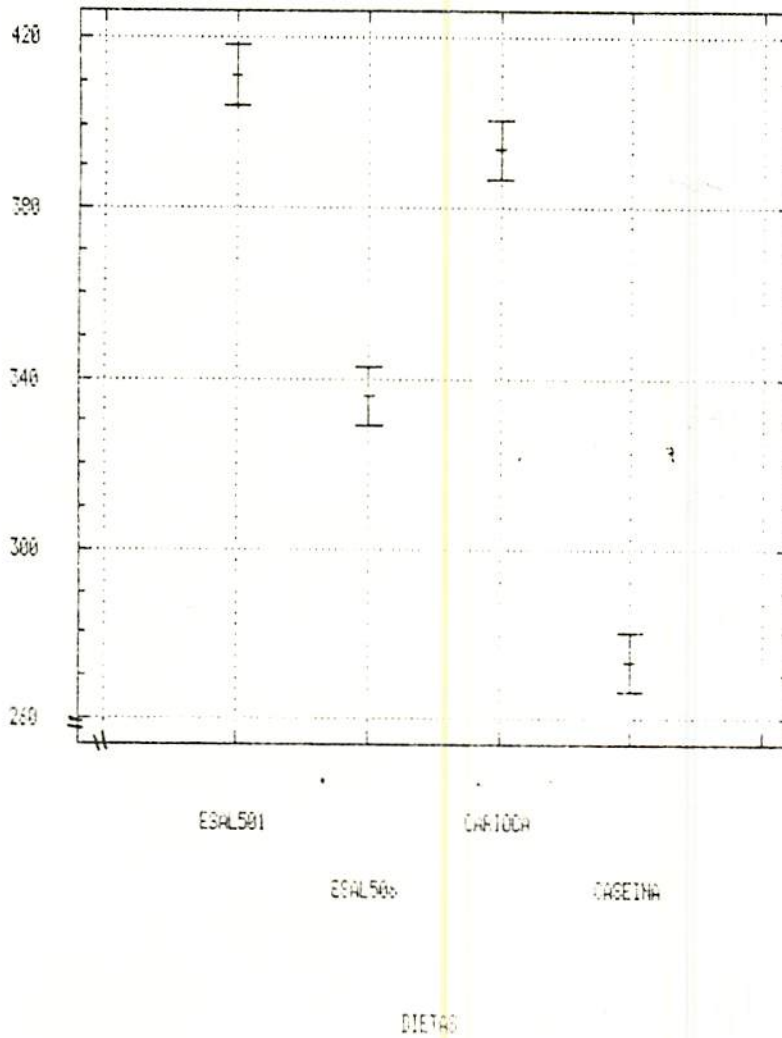


FIGURA 1 - Intervalos de confiança para o consumo das dietas contendo em média 9% de proteína, durante 28 dias de experimento.

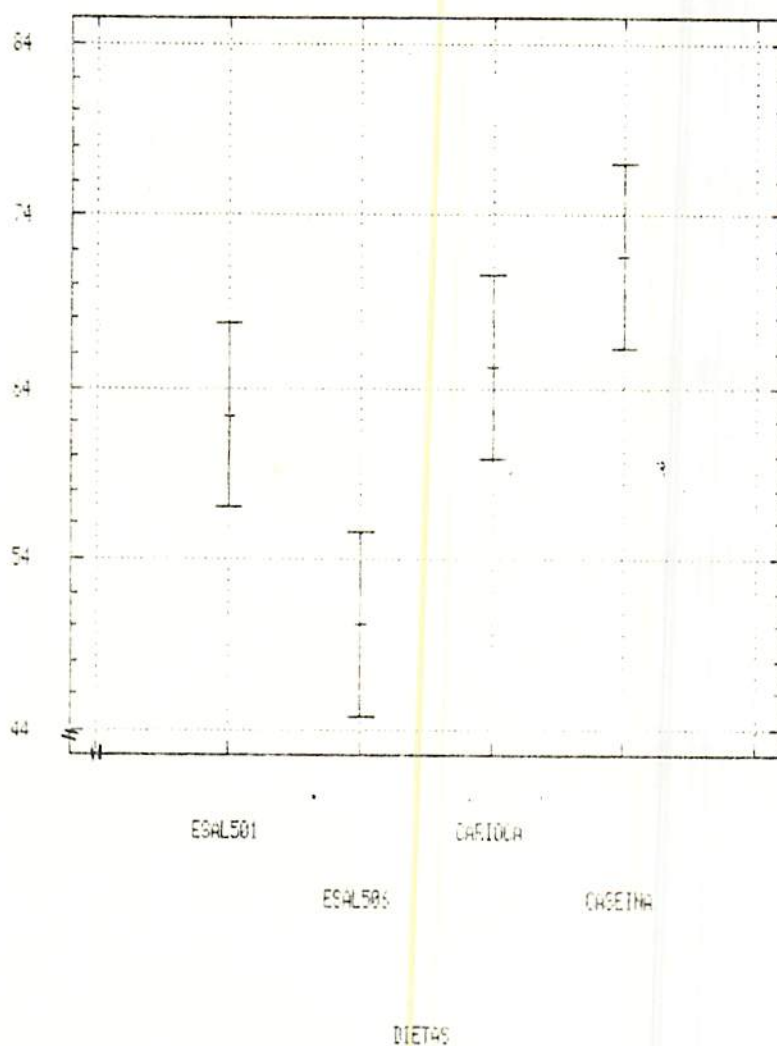


Estudando o comportamento físico sensorial de cinco cultivares de feijão autoclavadas, entre elas Carioca, ESAL 501 e ESAL 506, GUEVARA (1990) concluiu que as cultivares Carioca e ESAL 501, durante todo o período experimental (10 meses), mantiveram o menor tempo de cocção como também, os melhores valores para os atributos de sabor e textura. Ao mesmo tempo, a cultivar ESAL 506 apresentou o maior tempo de cocção devido o maior endurecimento de suas sementes e obteve os piores resultados para os atributos de sabor e textura. Com estes resultados, sugere-se que a palatabilidade e/ou outras características sensoriais da cultivar ESAL 506 possam ter influenciado na baixa aceitabilidade das dietas pelos ratos e, conseqüentemente, no menor consumo em relação às outras dietas contendo as cultivares ESAL 501 e Carioca.

Em relação ao ganho de peso dos animais pode-se concluir que o ensaio apresentou variações foram maiores no consumo (11,9% e 2,7%). Através da análise de variância e da FIGURA 2, constata-se uma diferença significativa ($P < 0,05$) entre o ganho de peso decorrente do consumo das diferentes dietas. As dietas contendo caseína e as cultivares Carioca e ESAL 501 garantiram um ganho de peso médio de 16,2 g a mais que a ESAL 506, sendo este resultado significativo ao nível de 5% pelos testes de Tukey e Scheffé. As dietas contendo as cultivares Carioca e ESAL 501 proporcionaram um ganho de peso médio de 18,62g a mais que a ESAL 506, havendo diferença significativa ao nível de 5% pelos testes de Tukey e Scheffé. Estes resultados confirmam a melhoria protéica das cultivares Carioca e ESAL 501 em relação à cultivar ESAL 506.

A FIGURA 3 representa o crescimento dos ratos em termos de ganho de peso durante as quatro semanas de experimento. Visualiza-se que o crescimento dos animais alimentados à base de caseína, bem como de feijão seguiu uma linha ascendente. Esta configuração indica através das equações de regressão, que dentro do intervalo estudado (7 a 28 dias) ocorreu um ganho de peso médio de 1,45g/dia de consumo da dieta padrão de caseína. Verifica-se que dentre as dietas provenientes dos feijões, o maior ganho de peso foi obtido pelos ratos alimentados com a dieta contendo a cultivar Carioca. O ganho de peso médio foi de 1,31g/dia, ou seja, em torno de 10% abaixo, quando

GANHO DE PESO MEDIO (28 DIAS) POR DIETA



GANHO DE PESO (EM GRAMAS)

FIGURA 2 - Intervalos de confiança para o ganho de peso com dietas contendo em média 9% de proteína durante 28 dias de experimento.

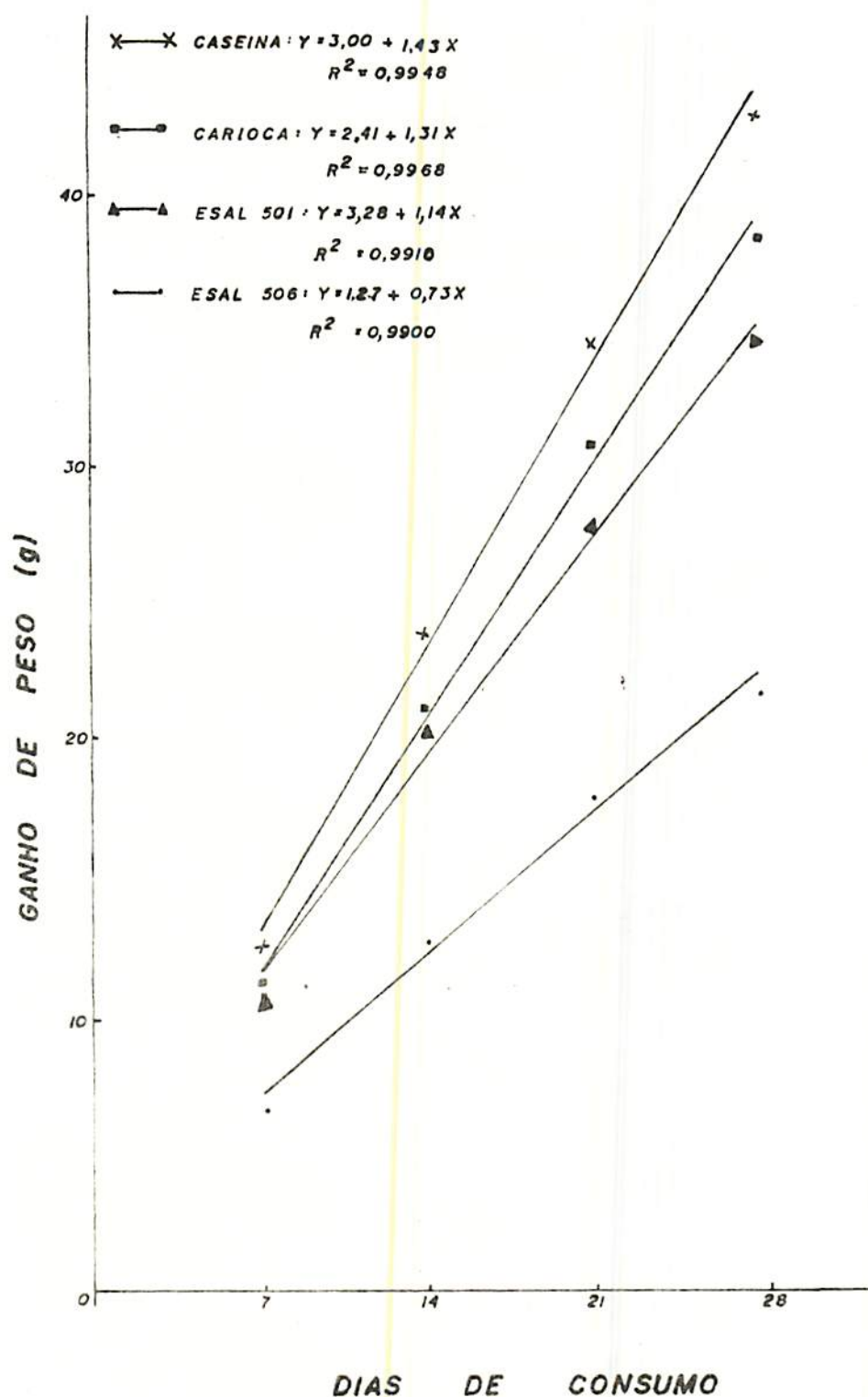


FIGURA 3 - Curvas de crescimento em relação ao ganho de peso em dias de consumo dos ratos alimentados com dietas à base de feijão e o grupo controle alimentado com dieta à base de caseína, durante 28 dias de experimento.

comparado com a dieta padrão. Com relação à dieta advinda da cultivar ESAL 501, o ganho de peso foi de 1,13g/dia. Este resultado, comparado com o ganho em peso dos animais quando a dieta foi da cultivar Carioca, ficou reduzido em 13%. A dieta que continha a cultivar ESAL 506, também promoveu crescimento dos ratos (0,73 g/dia), entretanto, com relação à dieta, contendo a cultivar Carioca, o crescimento dos ratos foi 44% menor.

Frente a estes resultados pode-se concluir que o grupo de ratos que alcançou o melhor crescimento durante as quatro semanas de experimento foram aqueles alimentados com a dieta à base da cultivar Carioca, excluindo-se a dieta padrão. Entre as novas cultivares, os ratos alimentados com a dieta advinda da cultivar ESAL 501 foram os que alcançaram os melhores índices de crescimento.

Na FIGURA 4 visualiza-se que os CEP dos grupos de animais alimentados com dietas à base de feijão ficaram abaixo do obtido para a caseína visto que esta fonte protéica é de melhor valor nutritivo sendo incluída no experimento como controle, isto é, os ratos a ela submetidos consumiriam menos dieta e ganhariam mais peso, principalmente pelo seu conteúdo em aminoácidos essenciais; além disso, sabe-se que o feijão é pobre em aminoácidos sulfurados. Das três cultivares, o maior valor do CEP foi obtido pelos ratos alimentados com a dieta contendo a cultivar Carioca e os menores valores do CEP foram alcançados pelos animais alimentados com as dietas contendo as cultivares ESAL 501 e ESAL 506, entretanto as três não diferiram entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5%.

Vários parâmetros de avaliação nutricional foram estudados em relação à cultivar Carioca, dentre estes foi pesquisada disponibilidade biológica de metionina de suas proteínas. Para cada 100 gramas de proteína da cultivar Carioca, havia 30% de metionina disponível biologicamente (SGARBIERI & WHITAKER, 1982). Diante deste resultado, sugere-se que a cultivar Carioca possa apresentar uma porcentagem de metionina disponível biologicamente maior que as cultivares ESAL 501 e ESAL 506, em função dos resultados dos CEP destas cultivares.

O estudo da qualidade protéica do feijão Rosinha G-2.

INTERVALO DE CONFIANCA

DE 95% PARA AS MEDIDAS

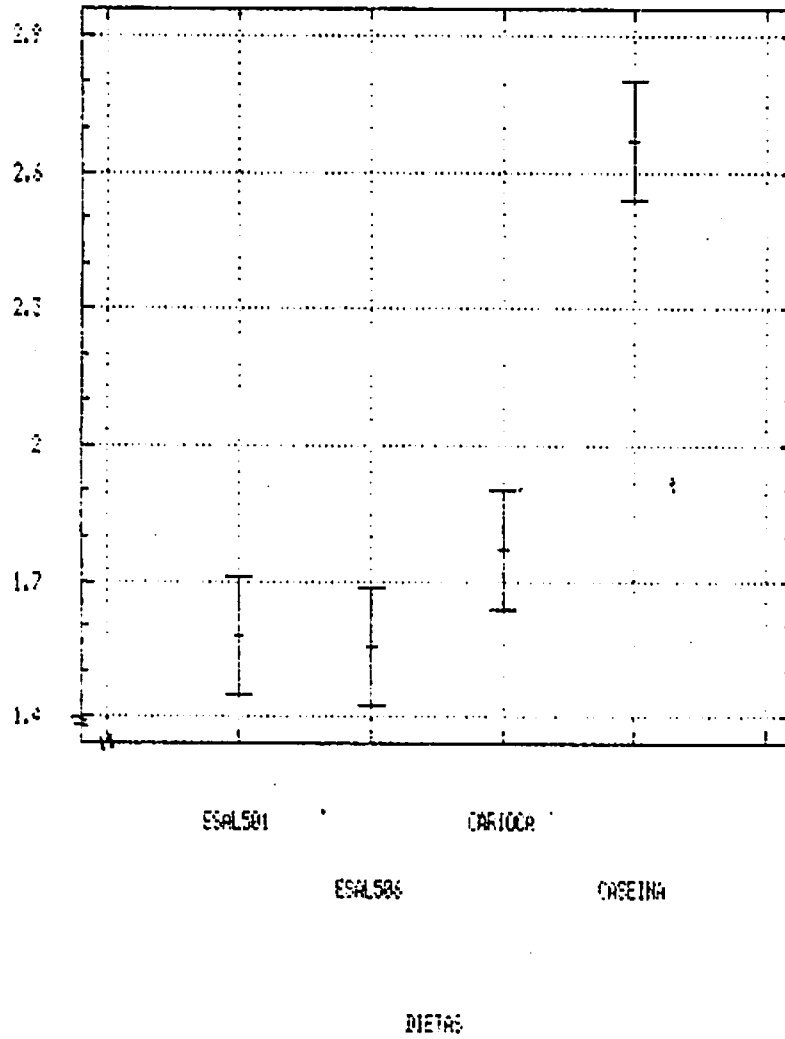


FIGURA 4 - intervalos de confiança para os valores de CEP durante 28 dias de experimento.

resultou em um CEP de 1,17 (SGARBIERI et alii 1979). Já o resultado para o CEP da cultivar Goiano Precoce foi de 1,46 (MORAES E SANTOS & DUTRA DE OLIVEIRA, 1972). O valor protéico da cultivar "Navy", estudada por ANTUNES & MARKAKIS (1977), foi de 1,53. A avaliação da qualidade protéica de diferentes cultivares de feijão indicou valores de CEP entre 1,20 a 1,57 (TOBIN & CARPENTER, 1978). Comparando-se os CEP resultantes dos referidos pesquisadores com os obtidos no presente trabalho, verifica-se a superioridade da qualidade protéica das cultivares Carioca, ESAL 501 e ESAL 506.

4.2.2. Valor Protéico Relativo

Neste ensaio biológico o peso inicial dos ratos variou de 25 a 30 g, mantendo-se a diferença intragrupo de 5g e intergrupos, em torno de 1g. Os valores médios foram: $28,9 \pm 1,75$ (ESAL 501), $27,83 \pm 2,09$ (ESAL 506) e $27,83 \pm 1,70$ (Carioca). Os valores médios e seus desvios padrões de consumo de proteína e ganho de peso observados durante os 14 dias de experimento encontram-se registrados na TABELA 24, no Apêndice.

Os valores médios (g/dia) da ingesta de proteína e ganho em peso, obtidos após 14 dias de experimento, assim como os valores médios de "b" calculados por regressão e dos respectivos VPR, calculados em função das fontes protéicas em estudo e da lactoalbumina (PELLETT & YOUNG, 1980), e respectivos níveis, são apresentados na TABELA 6 (para os valores individuais, ver TABELAS 25 a 32, no Apêndice).

TABELA 6 - Valores médios de consumo de proteína e de ganho e/ou perda de peso, de "b" calculados por regressão e Valor Protéico Relativo, observados após 14 dias de experimento

Fontes protéicas	Proteína na dieta (%)	Ingesta de proteína (g/dia)	Ganho e/ou perda de peso (g/dia)	Valores de "b" calculados por regressão*	VPR (%)*
ESAL 501 n=8/grupo	3,31	0,40 ± 0,09	- 0,17 ± 0,04		
	6,68	1,03 ± 0,03	9,96 ± 0,03	1,18 ± 0,14 ^b	27,38 ^b
	9,58	1,48 ± 0,07	1,43 ± 0,10		
ESAL 506 n=8/grupo	3,12	0,38 ± 0,07	- 0,19 ± 0,16		
	6,56	0,75 ± 0,02	0,62 ± 0,02	0,85 ± 0,11 ^c	19,72 ^c
	9,58	1,22 ± 0,07	0,90 ± 0,30		
Carioca n=8/grupo	3,43	0,39 ± 0,09	- 0,13 ± 0,04		
	6,50	1,03 ± 0,01	0,97 ± 0,03	1,35 ± 0,14 ^b	31,55 ^b
	9,36	1,41 ± 0,06	1,51 ± 0,05		
Lactoalbumina n=6/grupo	3,00	0,32 ± 0,03	0,96 ± 0,08		
	5,00	0,54 ± 0,04	1,97 ± 0,19	4,31 ± 0,80 ^a	100,00 ^a
	8,00	0,91 ± 0,06	3,48 ± 0,30		

FORTE: PELLETT & YOUNG (1980), para os valores da lactoalbumina.

(*) Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Através da análise da TABELA 6, verifica-se que os melhores resultados em termos de ganho de peso ocorreram para os grupos de animais alimentados com a dieta à base de lactoalbumina, cujos valores foram obtidos de PELLETT & YOUNG (1980). Este fato é esperado uma vez que a mesma é incluída em experimentos como dieta padrão ou controle pelo seu elevado valor nutritivo. Os animais alimentados com as dietas à base de feijão apresentaram resultados inferiores. Estes poderiam ser devido às limitações em aminoácidos essenciais pois, segundo SGARBIERI (1989), os aminoácidos essenciais das proteínas de feijão, inclusive a metionina, apresentam baixa

disponibilidade biológica concorrendo para a baixa eficiência de sua utilização.

O mesmo pesquisador ressalta ainda, que dietas contendo feijão ocasionaram maior perda de nitrogênio corporal em ratos. Essas perdas endógenas causam uma diminuição "aparente" da digestibilidade e do valor biológico das proteínas. Os fenômenos envolvidos e responsáveis pela baixa biodisponibilidade dos aminoácidos essenciais em proteínas de feijão e os fatores contidos nos mesmos, causadores das perdas de nitrogênio corporal (endógeno), ainda não foram totalmente identificados.

Observa-se também na TABELA 6 e através da FIGURA 5 onde estão representadas as curvas de regressão, que a resposta ($b = 4,31$) é maior para a lactoalbumina. A proteína da cultivar Carioca apresentou comportamento abaixo ($b = 1,35$); para a cultivar ESAL 501 a resposta foi $b = 1,18$ e a cultivar ESAL 506 foi a que apresentou o menor valor para $b = 0,85$; havendo diferença significativa ($P < 0,05$) entre a lactoalbumina e as cultivares de feijão. Comparados os valores médios de "b" das três cultivares entre si, não houve diferença significativa ($P < 0,05$), entre as cultivares Carioca e ESAL 501, porém ambas foram significativamente maiores ($P < 0,05$) do que a cultivar ESAL 506. Logo pode-se concluir que em termos de ganho de peso em função dos níveis protéicos consumidos os resultados obtidos com a cultivar Carioca são mais próximos àqueles obtidos com a cultivar ESAL 501 que àqueles da cultivar ESAL 506.

Estes valores de "b" significam que as fontes protéicas teste, cultivares de feijão Carioca, ESAL 501 e ESAL 506, têm um Valor Protéico Relativo de 31,55%; 27,38% e 19,72% quando estas três fontes protéicas são comparadas à lactoalbumina - 100%, conforme PELLETT & YOUNG (1980). Contrastados estes valores percentuais verifica-se que houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre o padrão de comparação e as três cultivares de feijão. Comparados novamente os valores das cultivares entre si, não houve diferença significativa ($P < 0,05$) entre as cultivares Carioca e ESAL 501, havendo entretanto diferença significativa a nível de 5% de probabilidade destas com a ESAL 506, segundo o método de Tukey.

Trabalhando com a metodologia utilizada no presente

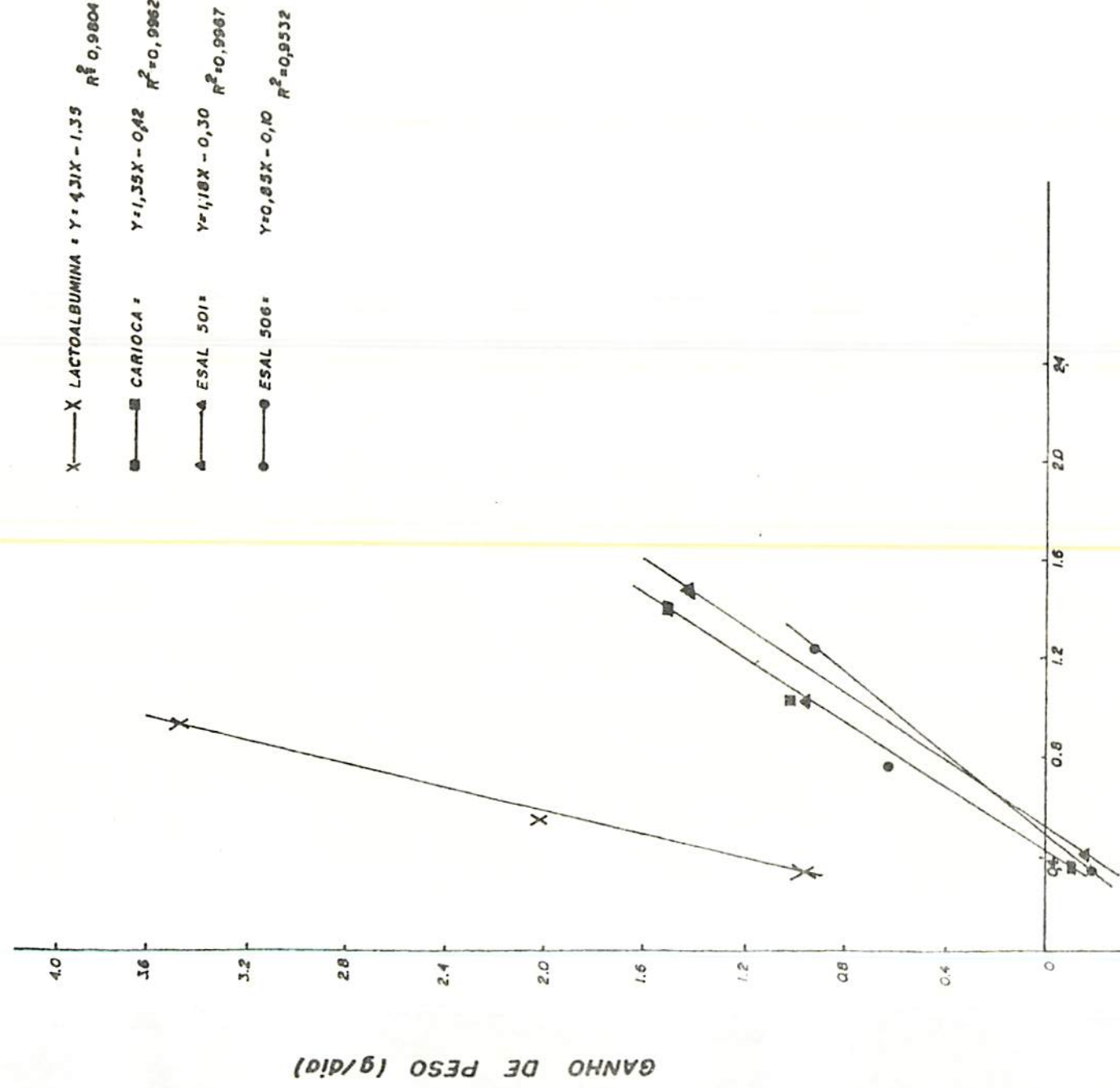


FIGURA 5 - Curvas de crescimento dos ratos alimentados com dietas à base de feijão e o grupo controle alimentado com dieta de lactoalbumina (PELLETT & YOUNG, 1980) durante 14 dias, determinadas pelas equações de regressão.

trabalho, HEGSTED & CHANG (1965) estimaram a qualidade de algumas proteínas. Estes investigadores usaram a lactoalbumina como proteína padrão e observaram que a proteína de soja apresentou um VPR de 48% e a do glúten de trigo um VPR de 31%. Também foi observado por SAID & HEGSTED (1970 b), que em ensaios biológicos com ratos a níveis muito baixos de ingesta protéica, o valor biológico do glúten de trigo se aproxima daquele da lactoalbumina. Assim fica possível inferir que a proteína da cultivar Carioca é semelhante à do glúten de trigo e as das cultivares ESAL 501 e 506 são inferiores. Quando comparados com um concentrado protéico cru de feijão fava (Vicia faba), cujo VPR foi igual a 36,40% (MARIANI & SPADONI, 1979), todas as cultivares testadas apresentaram qualidade inferior, mesmo após a cocção. Isto poderá ser atribuído não só às diferenças de espécie como também à variação na composição em aminoácidos, digestibilidade, etc. A cultivar Carioca, cozida, foi a que mais se aproximou àquele valor.

A interpretação destes resultados significa que houve uma mudança na eficiência de utilização da proteína pelo rato e que estas mudanças, segundo HEGSTED et alii (1968), podem ocorrer mediante distintos mecanismos, dependendo de qual é a fonte de proteína. A resposta ao baixo ganho de peso dos ratos, tanto jovens como adultos, varia em função do aminoácido limitante específico. De acordo com SAID & HEGSTED (1970 a) e SAID et alii (1974) há uma diferença na resposta de ratos adultos alimentados com dietas nas quais se eliminaram alguns aminoácidos. Estes ratos alimentados com dietas supridas de treonina, reagiram da mesma forma que animais alimentados com uma dieta aprotéica e, conforme a hipótese de BLOCH & MITCHELL (1946) quando criaram o método do "score" químico das proteínas, os mesmos ratos perderam peso rapidamente ao fim de 14 semanas e morreram. Contudo, animais alimentados com dietas supridas de lisina reagiram vagarosamente, sobrevivendo após 22 semanas de experimento, indicando uma adaptação à deficiência de lisina.

O significado deste resultado reside no fato de que, se o balanço de aminoácidos essenciais é importante para ratos adultos (manutenção), o quão importante será para ratos jovens em crescimento. Um comportamento semelhante tem sido observado em experimentos com humanos por YOUNG et alii (1972), OZALP et alii (1972) e TONTISIRIN et alii (1974).

Na proteína das cultivares de feijão, os aminoácidos sulfurados são os aminoácidos limitantes. SAID et alii (1974) demonstraram que também em ratos há uma adaptação à deficiência de metionina na dieta, o que, provavelmente, explica a baixa qualidade protéica das cultivares de feijão estudadas, representada pelos baixos níveis de ganho de peso.

Diante do relatado, pode-se concluir que a capacidade de uma proteína satisfazer às necessidades de aminoácidos e de nitrogênio não depende só da proteína "per si" mas também de outros fatores, entre eles o aporte de outros nutrientes na dieta, de efeitos de complementação com outras proteínas, do estado fisiológico, da frequência da ingestão, da digestibilidade e da presença de fatores antifisiológicos que não foram inativados pelo processo de autoclavagem. De acordo com SGARBIERI (1989), diferentes tipos de feijões apresentam índices de valor protéico bastante diferentes e o modo de preparo, principalmente a intensidade do tratamento térmico, influi decisivamente na qualidade da proteína.

Do que foi exposto, fica evidenciado que a proteína de feijão cozido é de qualidade relativamente boa, contudo, existe diferença entre as cultivares. Este fato mostra que há necessidade das cultivares serem avaliadas quanto ao seu valor protéico antes de sua recomendação para a alimentação humana. Também foi possível inferir que os parâmetros utilizados, CEP e VPR, apresentaram desempenho semelhante pois ambos correlacionam a proteína ingerida com ganho de peso. Enquanto os valores de CEP das cultivares Carioca (1,77); ESAL 501 (1,58) e ESAL 506 (1,56) não diferiram entre si, os valores do VPR para as mesmas cultivares (31,55%; 27,38% e 19,72%, respectivamente) apresentaram uma diferença para a cultivar ESAL 506 em relação às Carioca e ESAL 501; sendo que o comportamento da ESAL 501 assemelhou-se ao da cultivar Carioca. Desta maneira, pode-se sugerir que os baixos valores obtidos para o CEP bem como para o VPR em relação aos padrões de comparação (caseína e lactoalbumina, respectivamente) sejam devidos à presença de fatores antifisiológicos e à quantidade limitante de aminoácidos sulfurados (metionina e cisteína) nas cultivares de feijões estudadas. Entretanto a utilização do parâmetro VPR mostrou a sua boa capacidade de escalonar e discriminar a qualidade protéica de diversas fontes. Assim as

cultivares novas, ESAL 501 e ESAL 506, como fontes protéicas, parecem ter valor nutritivo igual e inferior, respectivamente, ao da cultivar Carioca. Contudo é necessário enfatizar que estes métodos devem ser associados a outros parâmetros de avaliação nutricional (aminograma, digestibilidade, índices baseados na variação de nitrogênio, determinação dos fatores antifisiológicos, etc) que não puderam ser realizados no presente trabalho pela falta de material (feijões), para que os resultados possam ser extrapolados para a espécie humana.

Por fim, entende-se que é preciso destacar a ausência, na literatura, de estudos que incluam o parâmetro Valor Protéico Relativo (VPR) de feijões cozidos, nos respectivos ensaios biológicos para determinar o seu valor nutritivo.

5. CONCLUSÕES

Há diferenças entre as cultivares quanto ao seu teor protéico, com preponderância da cultivar ESAL 501.

As cultivares Carioca, ESAL 501 e ESAL 506 apresentaram Coeficientes de Eficácia Protéica (CEP) semelhantes, sem discriminação de escalonamento com relação a qualidade da proteína.

O maior Valor Protéico Relativo (VPR) foi resultante da cultivar Carioca; entre as novas cultivares, a ESAL 501 apresentou igual desempenho, enquanto que a da ESAL 506 foi inferior, possibilitando numa discriminação melhor da qualidade nutricional destas fontes protéicas.

Diante destes resultados, comprova-se que dietas contendo apenas feijões como fonte protéica, mesmo com aqueles obtidos através de melhoramentos genéticos, ainda não constituem uma boa fonte protéica.

6. SUGESTÕES

Do ponto de vista alimentar e nutricional, parâmetros de avaliação biológica como digestibilidade, eficiência alimentar e outros baseados na variação de nitrogênio, assim como determinações do aminograma e de fatores antifisiológicos deverão ser objetivos de uma nova investigação, uma vez que as cultivares ESAL 501 e ESAL 506 estão sendo objetos primeiros de pesquisa na área de nutrição humana.

7. RESUMO

A qualidade nutricional de três cultivares de feijão, *Phaseolus vulgaris* L., ESAL 501, ESAL 506 e Carioca foi avaliada através de ensaios biológicos com ratos. Para isso, os feijões foram deixados em água destilada por 8 horas, autoclavados por 15 minutos a 121° C, secos na estufa ventilada a 60° C, analisados para proteína bruta (22,18; 20,87; 20,76%), gordura (1,62; 1,45; 1,43%) fibra bruta (5,65; 4,45; 3,93%), cinza (3,95; 3,50; 3,63%) e carboidratos (55,49; 55,89; 57,05%), respectivamente. Os valores nutricionais foram determinados pelo Coeficiente de Eficácia Protéica (CEP) e o Valor Protéico Relativo (VPR). As dietas experimentais utilizadas na determinação do CEP foram preparadas para conter em torno de 9% de proteína. Os CEP resultantes foram os seguintes: Cultivar ESAL 501 = 1,58; ESAL 506 = 1,56; Carioca = 1,77 e Caseína = 2,67. Os resultados das análise estatísticas indicaram para o CEP uma diferença significativa entre a caseína e as cultivares Carioca, ESAL 501 e ESAL 506, sendo não significativa entre as três últimas. Os valores do VPR calculados para as cultivares ESAL 501, ESAL 506 e Carioca foram iguais a 27,38; 19,72 e 31,55%, respectivamente, quando correlacionados ao da lactoalbumina (100%). Este parâmetro pode discriminar a qualidade inferior da ESAL 506, enquanto que as outras duas foram estatisticamente iguais.

8. SUMMARY

The nutritional quality of three varieties of beans (*Phaseolus vulgaris* L.), ESAL 501, ESAL 506 and Carioca was evaluated through a biological assay with rats. These beans were left overnight in cold water and thereafter autoclaved for 15 minutes at 121° C, dried at 60° C in an oven, grounded and analysed for crude protein (22.18, 20.87, 20.76%), fat (1.62, 1.45, 1.43%), crude fiber (5.65, 4.45, 3.93%), ash (3.95, 3.50, 3.63%), and carbohydrates (55.49, 55.89, 57.05%), respectively. Nutritional values were determined by Protein Efficiency Ratio (PER) and Relative Protein Value (RPV). Experimental diets used in the PER assay were prepared to contain 9% of protein. The following PER values were observed: ESAL 501, 1.58; ESAL 506, 1.56; Carioca, 1.77 and casein 2.67. Statistical analysis for PER showed significant values between the casein and Carioca, ESAL 501 and ESAL 506, being non significant among the three varieties. For RPV, the values calculated for ESAL 501, ESAL 506 and Carioca were 27.38, 19.72 and 31.55%, respectively, when correlated to lactoalbumin (100%). This parameter was able to discriminate the lower quality of ESAL 506, meanwhile the other two were statistically equal.

9 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 01 ABRAMOVAY, R. O que é fome. 3. ed. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1985. 116 p (Coleção Primeiros Passos).
- 02 ALLI, I & BAKER, B. E. Constitution of leguminous seeds: the microscopic structure of proteins isolated from *Phaseolus* beans. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 31 (12):1316-22, Dec. 1980.
- 03 ANTUNES, P. L. & MARKAKIS, P. Protein supplementation of navy beans with Brazil nuts. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 25 (4):1096-8, July/Aug. 1977.
- 04 ANTUNES, P. L. & SGARBIERI, V. C. Influence of time and conditions of storage on technological and nutritional properties of a dry bean (*Phaseolus vulgaris* L.) variety Rosinha 62. Journal of Food Science, Chicago, 44 (6):1703-6, Nov./Dec. 1979.
- 05 ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. 1988/89. Rio de Janeiro:IBGE, 1989 n. 49, p. 321.
- 06 AOAC (ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS) Official methods of analysis. 12 ed. Washington: AOAC, 1975. 1094 p.
- 07 BEGBIE, R. A non-aqueous method for the sub-cellular fractionation of cotyledons from dormant seeds of *Phaseolus vulgaris* L. Planta, Berlim, 147 (2):103-10, Dec. 1979.
- 08 BENNICI, A. & CIONINI, P. G. Cytokinins and "in vitro" development of *Phaseolus coccineus* embryos. Planta, Berlim, 147 (1):27-9, Oct. 1979.
- 09 BLISS, F. A. Genetic alteration of legume seed proteins. Horticultural Science, Alexandria, 25 (12):1517-20, Dec. 1990.

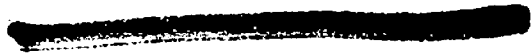
10. _____ & BROWN, J. W. S. Breeding common bean for improved quantity and quality of seed protein In: JANICK, J., ed. Plant Breeding Reviews, Westport: AVI, 1983. v.1, p. 60-102.
11. BLOCH, R. J. & MITCHELL, H. H. The correlation of the amino acid composition of proteins with their nutritive value. Nutrition Abstracts and Reviews, Aberdeen, 16 (2):249-75, Oct. 1946.
12. BRESSANI, R. Human assays and applications. In: BODWELL, C. E., ed. Evaluation of proteins for humans. Westport: AVI, 1977. p. 81-118.
13. _____. & MARENCO, E. The enrichment of lime-treated corn flour with proteins, lysine and tryptophan and vitamins. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 11 (6):517-22, Nov./Dec. 1963.
14. CAMPBELL, V. A. Methodology of protein evaluation. Nutrition Document, R. 10/ Add. 27. New York: WHO/FAO/UNICEF/PAG, 1961 p. 104.
15. CHAVES, N. Nutrição e sistema nervoso. In: CHAVES, N., ed. Nutrição básica e aplicada. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 1978a.p. 207-14.
16. _____. Nutrição e trabalho físico. In: CHAVES, N.; ed. Nutrição básica e aplicada. Rio de Janeiro: Guanabara - Koogan, 1978b.p. 197-205.
17. DERBYSHIRE, E. & BOULTER, D. Isolation of legumin-like protein from *Phaseolus aureus* and *Phaseolus vulgaris*. Phytochemistry, Elmsford, 15 (3):411-14, Oct. 1976.
18. DURIGAN, J. F.; SGARBIERI, V.C. & ALMEIDA, L. D. Antinutritional factors and toxicity in raw dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) of 12 Brazilian cultivars. Journal of Food Biochemistry, Westport, 11 (3):185-200, Sept. 1987 a.

19. DURIGAN, J. F.; SGARBIERI, V. C. & BULISANI, E. A. Protein value of dry bean cultivars: factors interfering with biological utilization. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 35 (5):694-8, Sept./Oct., 1987 b.
20. EVANS, R. J. & BAUER, D. H. Studies of the poor utilization by the rat of methionine and cysteine in heated dry bean seed (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 26 (4):779-84, July/Aug./1978.
21. FAO (FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS). El estado mundial de la agricultura y la alimentación. Análisis mundial. Análisis por regiones. Desarrollo sostenible, ordenación de los recursos naturales. Roma: FAO, 1989. p.84. (Colección FAO: Agricultura, 22).
22. FIGUEIRA, F. A desnutrição no Brasil. In: NOBREGA, F. J. de. Desnutrição intra-uterina e pós-natal. 2. ed. São Paulo: Panamed Editorial, 1986. cap. 11. p. 143-5.
23. FOMON, S. J. Protein. In: Nutrición infantil. 2. ed. México: Nueva Editorial Interamericano, 1976. p. 112-43.
24. GOMES, F. P. Curso de estatística experimental. 6. Ed. São Paulo: Nobel, 1976. 430p.
25. GUEVARA, L. L. V. Comportamento físico-sensorial de novas cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) armazenadas em condições ambientais. Lavras: ESAL, 1990. 132p. (Tese MS).
26. HEGSTED, D. M. Nutritional research on the value of amino acid fortification; experimental studies in animals. In: SCRIMSCHAW, N. S. & ALTSCHUL, A. M., eds. Amino acid fortification of protein foods. Cambridge: MIT Press, 1971. p.157-78.
27. _____. Protein quality and its determination. In: WHITAKER, J. R. & TANNENBAUM, S. R. eds. Food Proteins. Westport: AVI, 1977. p. 347-62.

28. _____ & CHANG, Y. Protein utilization in growing rats at different levels of intake. Journal of Nutrition, Bethesda: 87 (1):19-25, Jan. 1965.
29. HEGSTED, D. M.; NEFF, R. S. & WORCESTER, J. Determination of the relative nutritive value of proteins; factors affecting precision and validity. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 16 :190-5, 1968.
30. JAFFÉ, W. G. & BRUCHER, O. El contenido de nitrógeno total y amino ácidos azufrados en diferentes líneas de frejoles (*Phaseolus vulgaris* L.). Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Caracas, 24 (3):107-13, 1974.
31. KAKADE, M. L. & EVANS, R. J. Nutritive value of navy beans (*Phaseolus vulgaris* L.). British Journal of Nutrition, London, 19 :269-76, Jan. 1965.
32. KAPLAN, L. Archeology and domestication in American *Phaseolus* (beans). Economy Botany, New York, 19 (4):358-68, Oct./Dec. 1965.
33. KELLY, J. F. Genetic variation in the methionine levels of mature seeds of common beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of the American Society for Horticulture Science, Mount, 96 (5):561-3, July 1971.
34. KING, K. W. Development of all plant food mixture using crops indigenous to Haiti: amino acid composition and protein quality. Economy Botany, New York, 18 (4):311-22, Oct./Dec. 1964.
35. MARIANI, A. & SPADONI, M. A. Rat models in protein quality evaluation. Journal of the American Oil Chemist's Society, Champaign, 56 (3):154-6, March 1979.
36. MEINERS, C. R.; DERISE, N. L.; LAU, H. C.; RITCHEY, S. J.; MURPHY, E. W. Proximate composition and yield of raw and cooked mature dry legumes. Journal of Agricultural and Food Chemistry, Washington, 24 (5):1122-30, Sept./Oct. 1976.

37. MORAES, R. M. & ANGELUCCI, E. Chemical composition and amino acid contents of Brazilian beans (*Phaseolus vulgaris* L.). Journal of Food Science, Chicago, 36 (1):493-4, Jan./Feb. 1972.
38. MORAES E SANTOS, T. & DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. Valor nutritivo de frações protéicas isoladas do feijão (*Phaseolus vulgaris* L.). Archivos Latinoamericanos de Nutrición, Caracas, 22 :347-60, 1972.
39. NIELSEN, B.; HEVIA, P. & BRITO, O. Study on the complementation of two proteins of low quality: black bean (*Phaseolus vulgaris* L.) and sesame (*Sesamun indicum* L.). Journal of Food Science, Chicago, 48 (6):1804-6, Nov./Dec. 1983.
40. NBC (NUTRITIONAL BIOCHEMICAL CORPORATION). Diet Catalog of ICN. Cleveland: NBC, 1977/78. p.24.
41. OZALP, J.; YOUNG, V. R.; NAGHAUDHURI, J.; TONTISIRIN, L. & SCRIMSHAW, N. S. Plasma amino acid response in young men given diets devoid of single essential amino acids. Journal of Nutrition, Bethesda, 102 (9):1147-8, Sept. 1972.
42. PALMER, R.; McINTOSH, A. & PUSZTAI, A. The nutritional evaluation of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.); the effect on nutritional value of seed germination and changes in trypsin inhibitor content. Journal of the Science of Food and Agriculture, London, 24 :937-44, July/Dec. 1973.
43. PELLETT, P. L. Protein quality evaluation revisited. Food Technology, Chicago, 32 (5):60-79, May 1978.
44. _____ & YOUNG, V. R., eds. Nutritional evaluation of foods. Tokyo: The United Nations University, 1980. p.103-17. (Food and Nutrition Bulletin Supplement, 4).
45. POMPEU, A. S. Melhoramento do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) In: BULISANI, E. A. Feijão : fatores de produção e qualidade. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p.3-28.

46. PORTELA, F. B. Bases bioquímicas para o melhoramento de variedades de soja (Glycine max (L) Merrill). Ribeirão Preto: Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto, 1977. 114p. (Tese de Doutorado).
47. PUSZTAI, A.; CLARKE, M. W. E.; KING, T. P. & STEWART, J. C. Nutritional evaluation of kidney beans (*Phaseolus vulgaris* L.): chemical composition, lectin content and nutritional value of selected cultivars. Journal of the Science Food and Agriculture, London, 30 (9):843-8, Sept. 1979.
48. RAMALHO, M. A. P. & SANTOS, J. B. Novas linhagens do feijoeiro obtidas no programa de melhoramento da ESAL. Ciência e Prática, Lavras, 10 (3):343-50, set./dez. 1986.
49. ROGERS, G. R. & HARPER, A. E. Amino acids, diets and maximal growth in the rat. The Journal of Nutrition, Bethesda, 87 (3):267-73, Nov. 1965.
50. SAID, A. K. & HEGSTED, D. M. Evaluation of dietary protein quality in adult rats. Journal of Nutrition, Bethesda, 99 (4):474-80, Dec. 1970 a.
51. _____ & HEGSTED, D. M. Response of adult rats to low dietary levels of essential amino acids. Journal of Nutrition, Bethesda, 100 (12):1363-76, Dec. 1970 b.
52. _____; _____ & HAYES, K. C. Response of adult rats to deficiencies of different essential amino acids. British Journal of Nutrition, London, 31 (5):47-57, Jan. 1974.
53. SAMONDS, K. W. & HEGSTED, D. M. Animal bioassays: a critical evaluation with specific reference to assessing nutritive value for the human. In: BODWELL, C. E., ed. Evaluation of protein for humans. Westport: AVI. 1977. p.68-80.



54. SGARBIERI, V. C. Composition and nutritive value of beans (*Phaseolus vulgaris* L.). World Reviews and Nutrition Dietetics, Basel, 60 :132-98, 1989.
55. _____. Estudo do conteúdo e de algumas características das proteínas e sementes de plantas leguminosas. Ciência e Cultura, São Paulo, 32 (1):78-84, Jan. 1980.
56. SGARBIERI, V. C.; ANTUNES, P. L. & ALMEIDA, L. D. Nutritional evaluation of four varieties of dry beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Journal of Food Science, Chicago, 44 (55):1306-8, Sept./Oct. 1979.
57. _____. & WHITAKER, J. R. Physical, chemical, and nutritional properties of common bean (*Phaseolus*) proteins. Advances in Food Research, Califórnia, 28:93-166, 1982.
58. SHILS, M. E. Food and nutritional relating to work and environment stress. In: GODAR, R. S. & SHILS, M. E. Modern nutrition in health and disease. 5. ed Philadelphia: Lea Febiges, 1973.
59. TEIXEIRA, S. M. & ROCHA, L. S. A Análise sócio-econômica da produção. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M. & YAMADA, T., eds. Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade. Piracicaba: Potafas, 1988. p. 37-56.
60. TOBIN, G. & CARPENTER, K. J. The nutritional value of the dry bean (*Phaseolus vulgaris*): A literature review. Nutrition Abstracts and Reviews - series A, New York, 48 (11):919-36, Nov. 1978.
61. TONETE, S. S. O.; TRINDADE, C. E. F. & NOBREGA, F. J. de. repercussões da desnutrição protéico-calórica intra-uterina no sistema nervoso central. In: NOBREGA, F. J. de. ed. Desnutrição intra-uterina e pós-natal. 2. ed. São Paulo: Panamed Editorial, 1986. cap. 25, p. 257-72.

62. TONTISIRIN, K.; YOUNG, V. R.; RAND, W. M. & SCRIMSHAW, N. S. Plasma threonine response curve and threonine requirements of young men and elderly women. Journal of Nutrition, Bethesda, 104 (4):495-505, Apr. 1974.

63. UNICEF (UNITED NATIONS CHILDREN'S FUND). Situação mundial da infância. Brasília: UNICEF, 1991/92. p. 6.

64. VALENTE, J. C. & CHAVES, N. B. Políticas de alimentação e nutrição. In: NÓBREGA, F. J. de. ed. Desnutrição intra-uterina e pós-natal. 2. ed. São Paulo: Panamed Editorial, 1986. Cap. 5, p. 77-98.

65. VARRIANO-MARSTON, E. & OMANA, E. DE. Effects of sodium salt solutions on the chemical composition and morphology of black beans (*Phaseolus vulgaris* L.) Journal of Food Science, Chicago, 44 (2):531-6, Mar./Apr. 1979.

66. YOUNG, V. R. & SCRIMSHAW, N. S. Human protein and amino acid metabolism and requirements in relation to protein quality. In: BODWELL, C. E., ed. Evaluation of protein for humans. Westport: AVI, 1977. p. 11-54.

67. _____; TONTISIRIN, K.; OZALP, I.; LAKSHMANAN, F. & SCRIMSHAW, N. S. Plasma amino acid response curve and amino acid requirements: valine and lysine. Journal of Nutrition, Bethesda, 102 (9):1159-69, Sept. 1972.

68. WATT, B. K. & MERRIL, A. L. Composition of foods: raw, processed, prepared. Washington: USDA, 1963. 189p. (US. Departement of Agriculture. Agriculture Handbook, 8).

A P Ê N D I C E

TABELA 7 - Estrutura da composição química das três cultivares de feijão e caseína, média e desvio padrão

Componentes	Cultivar (%)			
	ESAL 501	ESAL 506	CARIOCA	CASEÍNA
UMIDADE	13,20	13,91	13,72	10,10
	13,12	13,87	12,99	10,00
	13,01	13,74	12,89	9,30
	\bar{X} 13,11	\bar{X} 13,84	\bar{X} 13,20	\bar{X} 9,80
	\pm 0,95	\pm 0,08	\pm 0,45	\pm 0,43
PROTEÍNA	22,30	21,21	21,15	73,10
	22,13	21,10	21,01	72,40
	22,11	20,30	20,12	72,30
	\bar{X} 22,18	\bar{X} 20,87	\bar{X} 20,76	\bar{X} 72,60
	\pm 0,10	\pm 0,49	\pm 0,55	\pm 0,43
GORDURA	1,70	1,60	1,50	4,30
	1,64	1,42	1,41	3,60
	1,52	1,33	1,38	3,50
	\bar{X} 1,62	\bar{X} 1,45	\bar{X} 1,43	\bar{X} 3,80
	\pm 0,09	\pm 0,13	\pm 0,06	\pm 0,43
FIBRA BRUTA	5,80	4,70	4,50	-
	5,60	4,34	3,71	-
	5,55	4,31	3,58	-
	\bar{X} 5,65	\bar{X} 4,45	\bar{X} 3,93	-
	\pm 0,13	\pm 0,21	\pm 0,49	-
CINZA	4,04	3,53	3,72	-
	3,95	3,52	3,64	-
	3,86	3,45	3,53	-
	\bar{X} 3,95	\bar{X} 3,50	\bar{X} 3,63	-
	\pm 0,09	\pm 0,04	\pm 0,09	-
CARBOIDRATOS	55,52	55,95	57,10	-
	55,50	55,94	57,03	-
	55,45	55,78	57,02	-
	\bar{X} 55,49	\bar{X} 55,89	\bar{X} 57,05	-
	\pm 0,03	\pm 0,09	\pm 0,04	-

TABELA 8 - Estrutura da composição química das três cultivares de feijão na base de matéria seca, média e desvio padrão

Componentes	Cultivar (%)		
	ESAL 501	ESAL 506	CARIOCA
PROTEINA	25,69	24,64	24,51
	25,44	24,46	24,12
	— 25,45	— 23,57	— 23,12
	X 25,53	X 24,22	X 23,91
	± 0,14	± 0,57	± 0,71
GORDURA	1,95	1,85	1,72
	1,88	1,65	1,62
	— 1,75	— 1,54	— 1,60
	X 1,86	X 1,68	X 1,65
	± 0,10	± 0,15	± 0,06
FIBRA BRUTA	6,67	5,45	5,16
	6,44	5,03	4,30
	— 6,39	— 5,00	— 4,11
	X 6,50	X 5,16	X 4,52
	± 0,14	± 0,25	± 0,55
CINZA	4,65	4,10	4,27
	4,54	4,08	4,18
	— 4,44	— 4,00	— 4,09
	X 4,54	X 4,06	X 4,18
	± 0,10	± 0,05	± 0,09
CARBOIDRATOS	63,82	65,00	66,18
	63,88	64,95	65,54
	— 63,88	— 64,66	— 65,45
	X 63,86	X 64,87	X 65,72
	± 0,03	± 0,18	± 0,39

TABELA 9 - Estrutura, média e desvio padrão do consumo das dietas observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Consumo semanal das dietas				Consumo Total
	1ª	2ª	3ª	4ª	
ESAL 501 (9,58%)	98,00	125,50	98,50	98,00	420,00
	100,00	115,50	97,50	97,00	410,00
	100,50	100,30	98,50	98,70	398,00
	105,50	110,70	98,50	97,30	412,00
	100,30	113,50	97,70	97,20	406,00
	108,70	117,50	98,60	97,20	422,00
	101,20	127,60	98,40	96,80	424,00
	95,80	106,50	97,30	96,40	396,00
	\bar{X} 101,25	\bar{X} 114,63	\bar{X} 98,12	\bar{X} 96,98	\bar{X} 411,00
	\pm 4,08	\pm 9,13	\pm 0,53	\pm 1,23	\pm 10,64
ESAL 506 (9,58%)	85,00	94,30	81,30	80,40	341,00
	83,50	88,60	78,30	75,60	326,00
	87,90	97,70	85,40	81,00	352,00
	91,40	103,50	82,50	79,60	357,00
	80,10	85,70	77,60	74,60	318,00
	88,70	96,50	80,50	79,30	345,00
	81,30	84,70	78,00	77,00	321,00
	85,80	87,30	76,40	75,50	325,00
	\bar{X} 85,46	\bar{X} 92,28	\bar{X} 80,00	\bar{X} 77,87	\bar{X} 335,62
	\pm 3,82	\pm 6,72	\pm 3,00	\pm 2,50	\pm 14,99
Carioca (9,36%)	97,80	103,50	95,60	93,10	390,00
	98,50	117,40	97,50	82,60	396,00
	97,60	115,50	96,40	82,50	392,00
	100,00	121,40	97,80	77,80	397,00
	98,70	101,20	95,80	93,30	389,00
	98,30	100,50	97,50	94,70	391,00
	93,80	125,60	92,00	90,60	402,00
	98,60	115,70	95,40	86,30	396,00
	\bar{X} 97,91	\bar{X} 112,60	\bar{X} 96,00	\bar{X} 87,61	\bar{X} 394,12
	\pm 1,81	\pm 9,61	\pm 1,87	\pm 6,22	\pm 4,39
Caseína (9,81%)	70,30	77,50	66,40	61,30	275,50
	68,50	71,30	65,80	63,40	269,00
	70,00	72,70	68,40	62,90	274,00
	70,30	74,80	67,30	65,60	278,00
	70,50	72,60	68,50	62,40	274,00
	68,70	70,40	67,50	66,40	273,00
	70,70	75,10	68,40	60,80	275,00
	69,20	70,60	66,30	61,90	268,00
	\bar{X} 69,77	\bar{X} 73,12	\bar{X} 67,32	\bar{X} 63,08	\bar{X} 273,31
	\pm 0,85	\pm 2,50	\pm 1,07	\pm 2,00	\pm 3,33

TABELA 10 - Análise de variância dos valores de consumo das dietas observados durante 28 dias de experimento

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Dietas	3	93.649,5234	31.216,5076	339,281*
Resíduos	28	2.576,2188	92,0078	-
Total	31	96.225,7422	-	-

CV = 2,7

* (P < 0,05)

TABELA 11 - Médias e intervalo de confiança dos valores de consumo de dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Amos- tra	Média	Erro		Intervalo de confiança para a média de 95%	
			Padrão (interno)	Erro Padrão		
ESALS01	8	411,00000	3,7606990	3,3913090	404,05158	417,94842
ESALS06	8	335,62500	5,2980370	3,3913090	328,67658	342,57342
Carioca	8	394,12500	1,5519285	3,3913090	387,17658	401,07342
Caseína	8	273,31250	1,1761677	3,3913090	266,36408	280,26092
Total	32	353,51563	1,6956545	1,6956545	350,04142	356,98983

TABELA 12 - Análise de amplitude múltipla dos valores de consumo de dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Amostra	Média	Grupos Homogêneos
Caseína	8	273,31250	*
ESAL 506	8	335,62500	*
Carioca	8	394,12500	*
ESAL 501	8	411,00000	*

TABELA 13 - Contraste de médias (SCHEFFÉ), dos valores de consumo das dietas observados durante 28 dias de experimento

$\hat{y}_1 = V_1 \times V_2, V_3, V_4$	$\hat{y}_2 = V_1 \times V_3$
$\hat{y}_1 = 229,9375 \times S = 39,948$	$\hat{y}_2 = 16,875 \times S = 14,260$
$\hat{y}_1 = 76,65g^*$	$\hat{y}_2 = 16,875g^*$

* (P < 0,05)

TABELA 14 - Estrutura, média e desvio padrão de peso inicial e ganho de peso observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Peso Inicial	Variação semanal de peso				Variação por rato
		1ª	2ª	3ª	4ª	
ESAL 501 (9,58%)	30,00	41,00	48,70	60,50	73,00	43,00
	28,00	36,00	49,00	74,00	98,00	70,00
	25,00	37,00	45,50	63,00	75,00	50,00
	29,00	39,00	47,50	68,00	103,00	74,00
	30,00	42,00	50,10	80,00	95,00	65,00
	28,00	41,00	50,00	81,00	103,00	76,00
	27,00	39,50	48,00	77,00	98,00	71,00
	27,70	34,00	46,50	63,00	79,00	50,00
	\bar{X} 28,08	\bar{X} 38,68	\bar{X} 48,21	\bar{X} 70,81	\bar{X} 90,50	\bar{X} 62,37
	\pm 1,65	\pm 2,79	\pm 1,62	\pm 8,22	\pm 12,67	\pm 12,77
ESAL 506 (9,58%)	30,00	39,00	43,10	66,00	80,00	50,00
	25,00	32,00	37,70	55,00	68,00	43,00
	30,00	37,00	43,20	67,00	86,00	56,00
	30,00	39,00	42,40	72,00	91,00	61,00
	26,00	34,00	37,90	57,00	73,00	47,00
	25,00	33,50	37,50	58,50	78,50	53,50
	25,00	34,00	37,30	59,00	72,00	47,00
	26,00	33,50	39,00	57,00	70,00	44,00
	\bar{X} 27,12	\bar{X} 35,25	\bar{X} 39,76	\bar{X} 61,43	\bar{X} 77,31	\bar{X} 50,18
	\pm 2,42	\pm 2,70	\pm 2,65	\pm 6,08	\pm 8,10	\pm 6,23
Carioca (9,36%)	26,00	37,00	46,40	80,00	95,40	69,40
	28,00	37,00	49,30	76,00	94,00	66,00
	27,00	39,00	48,50	78,00	93,50	66,50
	27,00	41,00	49,00	74,00	94,00	67,00
	28,00	43,00	49,40	72,00	90,50	62,50
	26,00	42,00	46,10	69,00	87,50	61,50
	26,00	44,00	46,80	77,00	95,60	69,60
	26,00	39,00	47,80	78,00	85,50	59,50
	\bar{X} 26,75	\bar{X} 40,25	\bar{X} 47,91	\bar{X} 75,50	\bar{X} 92,00	\bar{X} 65,25
	\pm 0,90	\pm 2,65	\pm 1,33	\pm 3,62	\pm 3,77	\pm 3,70
Caseína (9,81%)	28,00	44,00	50,80	85,30	98,30	70,30
	29,00	51,00	53,60	94,00	106,00	77,00
	29,00	47,00	52,00	91,10	100,00	71,50
	29,00	45,50	52,40	89,00	100,30	71,30
	30,00	45,50	54,70	84,70	100,50	70,50
	30,00	45,00	55,00	85,80	101,00	71,00
	27,00	41,00	50,70	83,00	98,50	71,50
	28,00	46,00	52,50	86,00	98,00	70,00
	\bar{X} 28,75	\bar{X} 45,62	\bar{X} 52,71	\bar{X} 87,36	\bar{X} 100,38	\bar{X} 71,63
	\pm 1,03	\pm 2,81	\pm 1,62	\pm 3,70	\pm 2,55	\pm 2,24

TABELA 15 - Análise de variância dos valores de ganho de peso observados durante 28 dias de experimento

Fonte de variação	GL	SQ	QM	F
Dietas	3	1.940,7525	646,9175	11,72261061*
Resíduos	28	1.545,1925	55,18544642	-
Total	31	3.845,945	-	-

CV = 0,11911 *(P < 0,05)

TABELA 16 - Médias e intervalos de confiança dos valores de ganho de peso com dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Amos- tra	Média	Erro Padrão (interno)	Erro Padrão	Intervalo de confian- ça para a média de 95%	
ESAL501	8	67,375000	4,5155980	2,6262263	56,994152	67,755848
ESAL506	8	50,187500	2,2037661	2,6262263	44,806652	55,568348
Carioca	8	65,250000	1,3094437	2,6262263	59,869152	70,630848
Caseína	8	71,637500	0,7914583	2,6262263	66,256652	77,018348
Total	32	62,362500	1,3131132	1,3131132	59,672076	65,052924

TABELA 17 - Análise de amplitude múltipla dos valores de ganho de peso com dietas contendo em média 9% de proteína, observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Amostra	Média	Grupos Homogêneos
ESAL 506	8	50,187500	*
ESAL 501	8	62,375000	*
Carioca	8	65,250000	*
Caseína	8	71,637500	*

TABELA 18 - Contrastes de médias (SCHEFFÉ) dos valores de ganho de peso observados durante 28 dias de experimento

$\hat{y}_1: V_1, V_2, V_3 \times V_4$	$\hat{y}_2: V_1, V_3 \times V_2$	$\hat{y}_3: V_1 \times V_3$
$\hat{y}'_1 = 48,7 \rangle S = 27,06$	$\hat{y}'_2 = 27,25 \rangle S = 19,14$	$\hat{y}'_3 = 2,875g \rangle S = 11,048g$
$\hat{y}'_1 = 16,23g^*$	$\hat{y}'_2 = 13,625g^*$	

* (P < 0,05)

TABELA 19 - Estrutura do cálculo do Coeficiente de Eficácia Protéica (CEP), média e desvio padrão

Dietas	Banho de peso (g)	Consumo da dieta (g)	Proteína na dieta (%)	Consumo protéico (g)	CEP	Média do CEP
ESAL 501	43,00	420,00	9,58	40,24	1,07	1,58 ± 0,30
	70,00	410,00		39,28	1,78	
	50,00	398,00		38,13	1,31	
	74,00	412,00		39,47	1,87	
	65,00	406,00		38,90	1,67	
	76,00	422,00		40,43	1,88	
	71,00	424,00		40,62	1,74	
	50,00	396,00		37,94	1,32	
ESAL 506	50,00	341,00	9,58	32,77	1,52	1,56 ± 0,14
	43,00	326,00		31,23	1,38	
	56,00	352,00		33,72	1,67	
	61,00	357,00		34,20	1,78	
	47,00	318,00		30,46	1,54	
	53,50	345,00		33,05	1,62	
	47,00	321,00		30,75	1,53	
	44,00	325,00		31,13	1,41	
ESAL 503	69,00	390,00	9,36	36,50	1,89	1,77 ± 0,10
	66,00	396,00		37,06	1,78	
	66,50	391,00		36,70	1,81	
	67,00	397,00		37,16	1,80	
	62,50	389,00		36,41	1,72	
	61,50	391,00		36,60	1,68	
	69,60	402,00		37,63	1,85	
	59,50	396,00		37,06	1,60	
ESAL 502	70,30	275,50	9,81	27,03	2,60	2,67 ± 0,10
	77,00	269,00		26,39	2,92	
	71,50	274,00		26,88	2,65	
	71,30	278,00		27,27	2,61	
	70,50	274,00		26,88	2,62	
	71,00	273,00		26,80	2,65	
	71,50	275,00		27,00	2,65	
	70,00	268,00		26,30	2,66	

TABELA 20 - Análise de variância dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento

Fontes de Variação	GL	SQ	QM	F
Dietas	3	6,6493125	2,2164375	68,3652337*
Resíduos	28	0,907775	0,0324205375	-
Total	31	7,5570875	-	-

CV = 0,0951 * (P < 0,05)

TABELA 21 - Médias e intervalos de confiança dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Amos- tra	Média	Erro Padrão (interno)	Erro Padrão	Intervalo de confiança de 95% para a média	
ESAL 501	8	1,5800000	0,1076038	0,0636598	1,4495681	1,7104319
ESAL 506	8	1,5562500	0,0466345	0,0636598	1,4258181	1,6866819
Car. local	8	1,7662500	0,0334844	0,0636598	1,6358181	1,8966819
Caserna	8	2,6700000	0,0365474	0,0636598	2,5395681	2,8004319
Total	32	1,8931250	0,0318299	0,0318299	1,8279091	1,9583409

TABELA 22 - Análise de amplitude múltipla dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento

Dieta	Amostra	Média	Grupos Homogêneos
ESAL506	8	1,5562500	*
ESAL501	8	1,5800000	*
Car. local	8	1,7662500	*
Caserna	8	2,6700000	*

TABELA 23 - Contrastes de médias (SCHEFFÉ) dos valores de CEP, observados durante 28 dias de experimento

$\hat{y}_1: V_1, V_2, V_3 \times V_4$	$\hat{y}_2: V_1, V_2 \times V_3$	$\hat{y}_3: V_1 \times V_2$
$\hat{y}_1 = 3,1075(S = 0,7511)$	$\hat{y}_2 = 0,39625(S = 0,5311)$	$\hat{y}_3 = 0,02375(S = 0,3066)$
$\hat{y}'_1 < S$	$\hat{y}'_2 < S$	$\hat{y}'_3 < S$

* (P = 0,05)

TABELA 24 - Estrutura, fontes, níveis protéicos e valores médios de consumo de proteína e ganho de peso observados durante 14 dias de experimento

Fontes protéicas*	Níveis protéicos das dietas (%)	Consumo de proteína (g)	Ganho de peso (g)
ESAL 501	3,31	5,56 ± 1,20	2,41 ± 0,57
	6,68	14,47 ± 0,50	13,47 ± 0,40
	9,58	20,47 ± 0,98	20,07 ± 1,43
ESAL 506	3,12	5,35 ± 1,04	2,53 ± 0,23
	6,56	10,52 ± 0,24	8,76 ± 0,34
	9,58	17,02 ± 1,00	12,63 ± 0,45
Carioca	3,43	5,49 ± 1,21	1,79 ± 0,50
	6,50	14,40 ± 0,16	13,60 ± 0,32
	9,36	19,70 ± 0,85	21,13 ± 0,64

(*) Médias e desvios padrões, para n = 8 por grupo.

TABELA 25 - Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo experimental ESAL 501

Nível de proteína (%)	Rato	Consumo de dieta (x) g/dia	Variação de peso (y) g/dia	Valor "b"
3.31	1	0,46	- 0,21	
6.68	9	0,97	0,92	1,04
9.58	17	1,53	1,33	
3.31	2	0,35	- 0,14	
6.68	10	1,01	0,94	1,18
9.58	18	1,43	1,50	
3.31	3	0,58	- 0,25	
6.68	11	1,01	0,93	1,53
9.58	19	1,37	1,46	
3.31	4	0,40	- 0,18	
6.68	12	1,09	1,00	1,07
9.58	20	1,48	1,32	
3.31	5	0,36	- 0,16	
6.68	13	1,05	0,98	1,16
9.58	21	1,46	1,43	
3.31	6	0,32	- 0,13	
6.68	14	1,03	0,97	1,17
9.58	22	1,55	1,57	
3.31	7	0,37	- 0,16	
6.68	15	1,03	0,98	1,15
9.58	23	1,56	1,53	
3.31	8	0,33	- 0,14	
6.68	16	1,05	0,98	1,12
9.58	24	1,38	1,31	
Média	-	-	-	1,18
Desvio Padrão	-	-	-	0,14

TABELA 26 - Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo experimental ESAL 506

Nível de proteína (%)	Rato	Consumo de dieta (x) g/dia	Variação de peso (y) g/dia	Valor "b"
3,31	1	0,35	- 0,19	
6,68	9	0,74	0,62	0,79
9,58	17	1,27	0,93	
3,31	2	0,30	- 0,18	
6,68	10	0,72	0,58	0,83
9,58	18	1,18	0,91	
3,31	3	0,36	- 0,17	
6,68	11	0,78	0,62	0,84
9,58	19	1,27	0,94	
3,31	4	0,43	- 0,18	
6,68	12	0,75	0,65	0,73
9,58	20	1,33	0,88	
3,31	5	0,30	- 0,18	
6,68	13	0,77	0,61	0,81
9,58	21	1,13	0,85	
3,31	6	0,36	- 0,18	
6,68	14	0,75	0,65	0,77
9,58	22	1,27	0,90	
3,31	7	0,50	- 0,15	
6,68	15	0,75	0,63	1,12
9,58	23	1,13	0,88	
3,31	8	0,43	- 0,21	
6,68	16	0,75	0,63	0,88
9,58	24	1,18	0,93	
Média	--	--	--	0,85
Desvio Padrão	--	--	--	0,11

TABELA 27 - Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo experimental Carioca

Nível de proteína (%)	Rato	Consumo de dieta (x) g/dia	Variação de peso (y) g/dia	Valor "b"
3,31	1	0,50	- 0,10	
6,68	9	1,03	0,99	1,61
9,58	17	1,34	1,45	
3,31	2	0,48	- 0,21	
6,68	10	1,03	1,00	1,37
9,58	18	1,44	1,52	
3,31	3	0,51	- 0,11	
6,68	11	1,03	0,98	1,57
9,58	19	1,42	1,53	
3,31	4	0,31	- 0,14	
6,68	12	1,01	0,95	1,22
9,58	20	1,48	1,57	
3,31	5	0,33	- 0,11	
6,68	13	1,03	0,93	1,37
9,58	21	1,34	1,53	
3,31	6	0,31	- 0,13	
6,68	14	1,03	0,98	1,28
9,58	22	1,33	1,43	
3,31	7	0,35	- 0,10	
6,68	15	1,04	1,00	1,23
9,58	23	1,47	1,48	
3,31	8	0,33	- 0,11	
6,68	16	1,02	0,94	1,29
9,58	24	1,43	1,54	
Média	-	-	-	1,35
Desvio Padrão	-	-	-	0,14

TABELA 28 - Estrutura, média e desvio padrão de consumo de dietas, ganho de peso e valores de "b" do grupo experimental Lactoalbumina

Nível de proteína (%)	Rato	Consumo de dieta (x) g/dia	Variação de peso (y) g/dia	Valor "b"
3	1	0,35	0,82	
5	7	0,60	1,92	4,04
8	13	1,01	3,50	
3	2	0,29	1,06	
5	8	0,50	1,70	3,59
8	14	0,93	3,30	
3	3	0,31	1,00	
5	9	0,52	2,25	3,22
8	15	0,90	3,00	
3	4	0,30	0,93	
5	10	0,53	1,87	5,37
8	16	0,83	3,75	
3	5	0,36	0,95	
5	11	0,51	2,00	5,29
8	17	0,89	3,82	
3	6	0,30	1,03	
5	12	0,56	2,10	4,32
8	18	0,88	3,53	
Média	-	-	-	4,31
Desvio Padrão	-	-	-	0,80

FONTE: PELLET & YOUNG, 1980.

TABELA 29 - Análise de amplitude múltipla dos valores de "b" das cultivares de feijão, observados durante 14 dias de experimento e valores de "b" da Lactoalbumina (PELLETT & YOUNG, 1980)

Dieta	Amostra	Média	Grupos Homogêneos
ESAL 506	8	0,85	*
ESAL 501	8	1,18	*
Carioca	8	1,35	*
Lactoalbumina	6	4,31	*

*(P < 0,05)

TABELA 30 - Análise de amplitude múltipla dos valores de "b" das cultivares de feijão, observados durante 14 dias de experimento

Dieta	Amostra	Média	Grupos Homogêneos
ESAL 506	8	0,85	*
ESAL 501	8	1,18	*
Carioca	8	1,35	*

*(P < 0,05)

TABELA 31 - Análise de amplitude múltipla dos valores de VPR das cultivares de feijão, observados durante 14 dias de experimento e o VPR da Lactoalbumina (PELLETT & YOUNG, 1980)

Dieta	Amostra	Média	Grupos Homogêneos
ESAL 506	8	19,72	*
ESAL 501	8	27,38	*
Carioca	8	31,55	*
Lactoalbumina	6	100,00	*

*(P < 0,05)

TABELA 32 - Análise de amplitude múltipla dos valores de VPR das cultivares de feijão, observados durante 14 dias de experimento

Dieta	Amostra	Média	Grupos Homogêneos
ESAL 506	8	19,72	*
ESAL 501	8	27,38	*
Carioca	8	31,55	*

*(P < 0,05)