

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS
FACULDADE DE ENGENHARIA DE ALIMENTOS E AGRÍCOLA

INFLUÊNCIA DO TEMPO E DAS CONDIÇÕES DE ESTOCAGEM
SOBRE AS PROPRIEDADES QUÍMICAS, FÍSICO-MECÂNICAS E
NUTRICIONAIS DO FEIJÃO MULATINHO (*Phaseolus vulgaris*, L.)

José Fernando Durigan
Engenheiro Agrônomo

ORIENTADOR: Prof. Dr. Valdemiro C. Sgarbieri

Tese apresentada à Faculdade de Engenharia
de Alimentos e Agrícola da Universidade
Estadual de Campinas, para obtenção do título
de Mestre em Ciências de Alimentos.

CAMPINAS

1979

UNICAMP
BIBLIOTECA CENTRAL

A memória de meu pai

Aos que confiaram em mim.

A G R A D E C I M E N T O S

Aos que direta ou indiretamente contribuíram para que fosse possível a realização deste trabalho, externo os meus mais sinceros agradecimentos, e de modo especial:

ao Prof. Dr. Valdemiro C. Sgarbieri, pela orientação segura, compreensão e entusiasmo durante toda a realização deste trabalho;

à Faculdade de Engenharia de Alimentos e Agrícola, UNICAMP, pela oportunidade;

à Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias de Jaboticabal, UNESP, pela possibilidade tornada realidade;

aos colegas do Departamento de Tecnologia da F.C.A.V.J. - UNESP, pelo apoio humano e profissional;

ao amigo Pedro L. Antunes pela lealdade e apoio, constantes;

às Srtas. Tania Haddad, Adelaide M.S. da Costa e Maria Inês Capalbo pelo leal auxílio.

Í N D I C E

	Página
RESUMO	01
SUMMARY	03
1. INTRODUÇÃO	05
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	09
3. MATERIAIS E MÉTODOS	24
3.1. Grãos de feijão	24
3.2. Armazenamento dos grãos	25
3.3. Amostragem	26
3.4. Preparo das amostras	27
3.5. Determinações	28

	Página
3.5.1. Físico-Mecânicas	28
3.5.1.1. Características de hidratação.	28
3.5.1.2. Cozinhabilidade	29
3.5.2. Químicas	31
3.5.2.1. Umidade	31
3.5.2.2. Cinzas	31
3.5.2.3. Proteína	31
3.5.2.4. Extrato etéreo	32
3.5.2.5. Nitrogênio não protéico	32
3.5.2.6. Índice de peróxido	32
3.5.2.7. Resíduo insolúvel indigerível.	33
3.5.2.8. Metionina	33
3.5.2.9. Atividade antitriptica	34
3.5.2.10. Fracionamento protéico	34
3.5.2.11. Lisina disponível	34
3.5.3. Biológicas	36
3.5.3.1. Quociente de utilização protéica (P.E.R.)	39
3.5.3.2. Digestibilidade aparente da proteína	39
3.5.3.3. Disponibilidade biológica da metionina	40
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	42
5. CONCLUSÕES	68
6. LITERATURA CITADA	70

	Página
7. ANEXO	80
QUADROS	vi
FIGURAS	ix

Q U A D R O S

	Página
QUADRO 1 - Composição da dieta utilizada nas determina- ções biológicas	36
QUADRO 2 - Componentes da mistura salina usada nas die- tas para os ensaios biológicos	37
QUADRO 3 - Composição da mistura vitamínia utilizada nas dietas para os ensaios biológicos	38
Quadro 4 - Efeito do tempo e das condições de armazena- mento, sobre as características de hidrata- ção de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	43

QUADRO 5 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre a cozinhabilidade de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	48
QUADRO 6 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre os teores médios de proteína, extrato etéreo, cinzas e nitrogênio não proteico, de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	50
QUADRO 7 - Teor de metionina em grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho, com 0,4 e 8 meses de armazenamento, sob diferentes condições	51
QUADRO 8 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre o fracionamento protéico de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	52
QUADRO 9 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento sobre os teores de resíduo e proteína, indigeríveis, de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L), variedade Mulatinho, crus e autoclavados	55
QUADRO 10- Ganho de peso e quociente de utilização protéico (P.E.R.) de ratos da raça Wistar, alimentados com grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L), da variedade Mulatinho, armazenados por 4 e 8 meses, sob diferentes condições	56

QUADRO 11 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento sobre a atividade do inibidor da tripsina de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho, crus e autoclavados	59
QUADRO 12 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre a digestibilidade aparente "in vivo", de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	60
QUADRO 13 - Influência do tempo e das condições de armazenamento, sobre a disponibilidade da metionina, em grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	61
QUADRO 14 - Influência do tempo e das características de armazenamento sobre o teor de lisina disponível de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	63
QUADRO 15 - Influência do tempo e das condições de armazenamento sobre o índice de peróxido dos grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), variedade Mulatinho	66

F I G U R A S

	Página
FIGURA 1 - Penetrômetro de Mattson, para determinação da cozinhabilidade de feijões (<i>P. vulgaris</i> , L.)	30
FIGURA 2 - Procedimento utilizado no fracionamento proteico dos grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.)	35
FIGURA 3 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento sobre as características de hidratação de grãos de feijão (<i>Phaseolus vulgaris</i> , L.), da variedade Mulatinho	44
FIGURA 4 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre o fracionamento proteico de grãos de feijão (<i>P. vulgaris</i> , L.), da varie	

dade Mulatinho 53

FIGURA 5. - Ganho de peso de ratos da raça Wistar, ali-
mentados com grãos de feijão (*P. vulgaris*,
L.), da variedade Mulatinho, com 0, 4 e 8
meses de armazenamento, sob diferentes
condições 57

RESUMO

A grande escassez de dados sobre o comportamento nutricional, físico-mecânico e químico de grãos de feijão, quando armazenados, levou à realização deste trabalho, que foi feito com grãos da variedade Mulatinho, mantidos sob condições de umidades relativas diferentes, ambiente (média de 71,1%) e controlada (80%) e a mesma temperatura ambiente média de 21,3°C, pelo período de 8 meses, com amostragens a cada 4 meses. Em cada amostragem foram feitas determinações químicas (proteína, extrato etéreo, cinzas, nitrogênio não protéico, metionina, lisina disponível, índice de peróxido, fracionamento protéico e resíduo indigerível), físico-mecânicas (cozinhabilidade e características de hidratação) e biológicas (PER, digestibilidade aparente e disponibilidade de metionina).

Os parâmetros químicos não apresentaram altera

ções, com excessão do índice de peróxido que aumentou de um valor inicial 0,19 para 0,32 e 0,39 meq/100g amostra, para os grãos armazenados em condições ambientais e a 80% de umidade relativa, respectivamente, e o teor de lisina disponível que caiu de um valor inicial de 8,17% da proteína para 4,18 e 4,87%, para os grãos armazenados em condições ambientais e a 80% de umidade relativa, respectivamente, durante os primeiros quatro meses, para depois estabilizarem-se até o final do armazenamento.

O tempo, agravado pela condição com maior umidade relativa, prejudicou a cozinhabilidade dos grãos durante a estocagem, mas o mesmo não ocorreu com a capacidade de hidratação. A variação no tempo de cozimento foi de $27\frac{1}{2}$ min. para 46 e $52\frac{1}{4}$ min. após 8 meses para os grãos mantidos em condições ambientais e com 80% UR, respectivamente.

A digestibilidade "in vivo" não foi afetada pelo armazenamento, mas o PER decresceu com o tempo, de um valor inicial 1,27 para 0,66 e 0,69, aos 4 meses e para 0,18 e 0,34, aos 8 meses, para os grãos armazenados sob condições de 71,1% (em média) e 80% de umidade relativa, respectivamente. A disponibilidade biológica da metionina também variou, caindo da porcentagem inicial, 42,9%, para 22,5% e 22,4%, após 4 meses e para 19,1% e 18,9%, após 8 meses, para os grãos armazenados ao ambiente e a 80% de umidade relativa, respectivamente.

A queda do valor nutritivo das proteínas do feijão, causada pelo armazenamento, foi atribuída à perda progressiva de disponibilidade biológica, onde destacou-se com maior importância a metionina, por ser o aminoácido essencial limitante.

Os resultados obtidos mostram que o grão de feijão é consideravelmente prejudicado pelo armazenamento, na sua cozinhabilidade e na sua qualidade nutricional e a perda do valor nutricional das proteínas não é uma consequência do maior tempo necessário para o cozimento.

SUMMARY

The scarcity of data on the physical, chemical and nutritional transformation of dry bean under different conditions of storage was the main motivation for this work. Beans of the variety "Mulatinho" were maintained under environmental conditions (average 21.3°C and 71.1% R.H.) and at 80% R.H. under the same temperature. Samples were withdrawn at the beginning and after 4 and 8 months of storage under the two different conditions, for physical, chemical and nutritional evaluations.

The chemical parameters did not change appreciably with exception the peroxide content and available lysine. The peroxide index increased from the initial value of 0.19meq/100 g sample to 0.32 and 0.39 meq/100 g for the beans stored under environmental conditions and at 80% R.H., respectively. Avail

lable lysine changed from 8.17% of the protein to 4.18 and 4.87% in the four months under the environmental condition and at 80% R.H.

Digestibility "in vivo" did not change significantly due to storage whereas methionine availability and PER values dropped considerably. Methionine availability decreased from 42.9% to 22.5 and 22.4% after 4 months and to 19.1 and 18.9% after 8 months of storage under environmental conditions and at 80% R.H., in the same order.

The decrease in nutritive value of the beans was attributed to the loss of biological availability of essential amino acids particularly of methionine. The decrease in the protein biological value does not seem to be a consequence of the increased cooking time.

1. INTRODUÇÃO

O feijão é um dos alimentos mais tradicionais da cozinha brasileira e o seu consumo, em quantidades apreciáveis, ocorre pelo menos uma vez ou duas, todos os dias (consumo entre 60-100 g/dia/pessoa, conforme citações feitas por WILSON, 1971 e SOUZA et alii, 1973). Esta situação torna-o de grande importância na dieta brasileira, pois ele fornece quantidades apreciáveis de proteína, ferro e tiamina, além de ser uma fonte razoavelmente boa de cálcio (WILSON, 1971).

No Brasil, a cultura desta leguminosa tem apresentado nos últimos anos problemas agrônômicos e econômicos bastante sérios nas regiões tradicionalmente produtoras deste grão, o que tem implicado no seu deslocamento para outras regiões mais favoráveis, climática e economicamente ou seja, com menor incidência de pragas e doenças, menor risco quanto a secas

e chuvas em excesso, terra mais barata e sem a competição do rentável e mecanizado cultivo da soja. O deslocamento das áreas de cultivo implica em um distanciamento das áreas densamente povoadas e portanto consumidoras da maior parte da produção nacional.

Além do descrito, a oferta deste grão aos consumidores flutua, com relativo excesso de oferta na safra e escassez na entre-safra, gerando sérias crises no abastecimento e na produção que levam ao descontentamento popular e à necessidade de importações difíceis, pela falta de comércio internacional de feijão, e indesejáveis, a economia do país.

A solução para integrar e regularizar o transporte, das regiões produtoras para as consumidoras, a distribuição, assim como todo o processo de comercialização e abastecimento, é a formação de estoques reguladores com produto interno. A formação destes estoques já faz parte do rol de necessidade a serem executadas pelo Ministério da Agricultura, mas tem esbarrado em alguns problemas técnicos, relativos à falta de conhecimento sobre a perda de qualidade dos grãos de feijão quando armazenados.

O principal parâmetro da qualidade dos grãos de feijão é sem dúvida alguma a sua cozinhabilidade e esta é consideravelmente prejudicada pelo tempo de armazenamento, levando a população consumidora a adquirir feijão velho, somente em último recurso. Esta resistência, aliada à falta de conhecimento sobre o assunto levam ao malogro qualquer estratégia de ação baseada em estocagem.

Este endurecimento à cocção é ainda conhecido em níveis empíricos, pois os trabalhos existentes na literatura malograram quanto a qualquer tentativa de elucidação do fenômeno e se concentram na detecção dos parâmetros mais importantes.

Da literatura existente sabe-se que a tempera

tura e a umidade são os elementos mais influentes no processo, ou melhor quanto mais altas mais prejudiciais, e tem-se que os grãos de feijão devem ser armazenados sob condições de temperatura abaixo de 18°C, umidade relativa do ar ao nível de 50-60% e umidade no grão não maior que 12%.

Cumprе salientar que na literatura disponível, os trabalhos de pesquisa, sobre armazenamento do feijão, feitos com variedades brasileiras aparecem em número reduzido e contribuem muito pouco, ou quase nada, para a elucidação do fenômeno.

Quando se compara o recomendado com as condições climáticas existentes no Brasil, observa-se que todo o programa de estocagem proposto como solução para os problemas atuais, precisaria ser feito sob condições controladas, pois o clima brasileiro em toda a extensão do território apresenta valores sempre acima dos limites. Para que o controle durante o armazenamento alcance sua finalidade é necessário que o fenômeno de endurecimento, assim como os elementos influenciadores, sejam mais estudados e consequentemente dominados com maior eficácia.

Da perda de cozinhabilidade dos grãos de feijão com a estocagem, um aspecto que tem preocupado e levantado suspeitas são seus efeitos e consequências sobre o valor nutritivo dos grãos, assunto praticamente desconhecido devido a quase que total inexistência de estudos dedicados ao mesmo. O conhecimento deste aspecto é de grande interesse, pois além de trazer subsídios bastante interessantes a qualquer programa dedicado ao armazenamento do feijão, os grãos endurecidos, devido ao seu baixo valor comercial, têm como seus consumidores mais prováveis as classes sociais com menor renda, que são as mais carentes nutricionalmente.

Este trabalho foi realizado com o objetivo principal de estudar o efeito do armazenamento sobre as quali

dades químicas, físico-mecânicas e biológicas, de grãos de feijão da variedade Mulatinho, procurando com isto trazer informações que possam auxiliar no esclarecimento das consequências nutricionais do armazenamento sobre os grãos desta leguminosa.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A ingestão diária de proteínas de boa qualidade e em quantidade suficiente é fato determinante do correto desenvolvimento corporal e cerebral, além de ser fator imprescindível nas defesas imunitárias do organismo. Posto isso, o feijão tem uma importância nutricional muito grande, para o brasileiro, dada a constância e quantidade com que esta leguminosa participa de sua dieta diária.

A literatura referente à composição centesimal dos grãos de feijão geralmente mostra um conteúdo protéico entre 20 e 25%, o qual pode ser considerado muito bom (ZUCAS et alii, 1971). Principalmente os fatores de ordem genética e as condições do solo entre outros, contribuem na variação dos níveis deste nutriente (ZUCAS et alii, 1971; DUTRA DE OLIVEIRA, 1973).

Considerando-se que a composição em aminoácidos essenciais é o fator fundamental na potencialidade nutritiva de uma proteína, o feijão caracteriza-se por apresentar teores relativamente elevados de lisina e treonina e uma notória deficiência em aminoácidos sulfurados, principalmente da metionina (MORAES & ANGELUCCI, 1971; SOUZA et alii, 1973; JANSEN, 1973; DURIGAN, 1976).

A análise da composição quantitativa em aminoácidos do feijão indica o seu possível aproveitamento biológico, porém vários são os fatores que de alguma maneira podem interferir no seu real aproveitamento. O estudo do valor biológico dos feijões é um assunto que a muito preocupa os pesquisadores e já em 1909, Osborne (ZUCAS et alii, 1971) verificou que o feijão cru administrado a animais de laboratório, conduzia-os à morte. Esse autor atribuiu o efeito tóxico a uma substância química que chamou de toxalbumina.

Atualmente, quanto aos fatores tóxicos e anti-nutricionais dos grãos de feijão crus, já se evidenciou aqueles que apresentam: ação antitriptica, hemaglutinante, anti-amilásica e bocígena (ZUCAS et alii, 1971); ação anti-quimotripsina e inibição não específica para proteinases (JAFFÉ, 1973b); e flatulência (BURR, 1971; HELLENDORRN, 1973).

Pelo que foi relatado, os feijões representam boa fonte de nutrientes para o organismo humano e animal. Acontece porém, que estes nutrientes só são nutricionalmente úteis depois que os grãos são tratados convenientemente, pois como se apresentam na natureza eles são praticamente inaproveitáveis.

No decorrer dos séculos poucas foram as alterações ou sofisticações introduzidas no processo de elaboração dos feijões e no Brasil, os seus grãos são utilizados na alimentação humana, na quase totalidade dos casos, depois de macerados em água de torneira e cozidos até o amolecimento dos mesmos (ZUCAS et alii, 1971).

A maceração utilizada na prática, por não mais que 12 horas, não promove qualquer alteração na composição centesimal e no valor nutritivo do produto (ZUCAS et alii, 1971). É recomendada por muitos pesquisadores, pois além de não induzir qualquer perda de nutriente, possibilita a eliminação de muitas substâncias tóxicas com a água utilizada e causa certo amolecimento das sementes, devido a desnaturação proteica e a hidrólise de carboidratos (GÓMEZ BRENES et alii, 1973; LA BELLE & HACKLER, 1973; NORDSTROM & SISTRUNK, 1977).

Apesar dos aspectos positivos deve-se considerar que a maceração não elimina totalmente o efeito tóxico e torna-se dispensável, quanto a este efeito, antes do cozimento (KAKADE & EVANS, 1965 e 1966a). DUTRA DE OLIVEIRA (1973) afirmou ser a maceração prejudicial ao valor nutritivo de feijões, pois quanto maior o tempo de maceração menor foi o quociente de utilização proteica (PER) encontrado.

Os grãos de feijão podem hidratar-se até que o seu peso inicial tenha sido multiplicado por um fator de aproximadamente 2,0, e esta hidratação possui uma velocidade inicial alta que vai tornando-se cada vez menor até um valor nulo, que coincide com a saturação e o tempo para isto depende da permeabilidade das sementes e da temperatura (BOURNE, 1967; LA BELLE & HACKLER, 1973; NORDSTROM & SISTRUNK, 1977).

A hidratação de feijões é influenciada pela umidade inicial dos mesmos, pois quanto mais baixa, menor a relação final de hidratação (BIGELOW & FRITZGERALD, 1918; SMITH & NASH, 1961; CREAN & HAISMAN, 1963); pela acidez da água de maceração (POWERS et alii, 1961); e pela temperatura ambiental, que quanto mais alta maior a relação final de hidratação (HAMAD & POWERS, 1965; LA BELLE & HACKLER, 1973).

Outros fatores que correlacionam-se com a hidratação de feijões, são o conteúdo pécico da casca, a atividade da colinesterase e os conteúdos de fósforo e de fitina do

grão (POWERS et alii, 1961), assim como o conteúdo pectico de todo o grão, particularmente pectina solúvel em água (HAMAD & POWERS, 1965).

A permeabilidade das sementes é parcialmente hereditária e a impermeabilidade pode ser devido a condições da casca ou causada por problemas diretamente relacionados com os cotilédones (MORRIS et alii, 1950). As variedades de feijão apresentam alta variabilidade no conteúdo de grãos impermeáveis (MORRIS et alii, 1950; MALCOLM et alii, 1956; DURIGAN, 1976) e a presença dos mesmos deve estar relacionada com a defesa da espécie, por ocasião de condições desfavoráveis (tempo chuvoso) na germinação das sementes, pois as normais apodrecem enquanto que os grãos impermeáveis suportam este período e mais tarde germinam. Esta espécie de seleção pode ser a responsável pelas diferenças que ocorrem com a qualidade dos grãos de ano para ano e entre diferentes cultivos feitos durante um mesmo ano. Pode também, ajudar a explicar as diferenças encontradas em uma mesma variedade cultivada em regiões diferentes (MORRIS et alii, 1950). Os grãos impermeáveis são denominados "hardshell" e o tempo de maceração que possibilita o isolamento e a determinação dos mesmos é variável segundo os diversos autores ou seja, 5 e 24 horas por MORRIS et alii (1950), 15 horas por POWERS et alii (1961) e 16-18 horas por BOURNE (1967).

Objetivando acelerar e uniformizar a hidratação dos grãos, várias soluções têm sido apresentadas, ou sejam: rejeição dos grãos pequenos, uso de vácuo ou energia sônica, pré-maceração com acetona ou etanol e tratamento térmico antes da maceração com água fervendo ou vapor, por alguns minutos (BIGELOW & FRITZGERALD, 1918; MORRIS et alii, 1950; DAWSON et alii, 1952; STEINKRAUS et alii, 1964; BOURNE, 1967; ROCKLAND & METZLER, 1967; BURR, 1971a; LA BELLE & HACKLER, 1973; NORDSTROM & SISTRUNK, 1977).

A maceração dos grãos de feijão tem sido uti

lizada como meio para acelerar o cozimento dos mesmos (ROCKLAND & METZLER, 1967) ou melhorar o seu valor nutritivo (CAMPOS JR., 1972; DUTRA DE OLIVEIRA, 1973).

Das etapas do preparo do feijão, o cozimento é o mais importante, pois é responsável pela inativação dos elementos antinutricionais e assegura ao produto, a textura, o sabor, o aroma e a coloração necessários para que este grão possa ser aceito na dieta humana (ADAMS & BEDFORD, 1972).

Ele pode ser conseguido com as mais diferentes combinações de tempo e temperatura, que podem ser divididos em processo sob condições ambientais ou sob pressão. O cozimento sob pressão requer tempos drasticamente menores, sem causar problemas a palatabilidade (DAWSON et alii, 1952).

A possibilidade de inativação térmica da quase totalidade dos fatores tóxicos e a constatação de que os fatores termo-estáveis não são suficientemente poderosos para prejudicar irremediavelmente as qualidades nutritivas positivas do grão, são os principais responsáveis pelo uso do feijão como alimento, humano e animal, desde eras remotas. Este aspecto nutricional de grão é muito bem evidenciado nas revisões feitas por ZUCAS et alii (1971), GÓMEZ BRENES et alii (1973), JAFFÉ (1973b) e LIENER (1976) e a toxicidade dos grãos tem sido facilmente eliminada por aquecimento sob as mais diferentes condições, como por exemplo: 110,5°C/30 minutos (HONAVAR, 1962), 121°C/10-30 minutos (BRESSANI et alii, 1963), 121°C/30 minutos (LIENER, 1963; WAGH et alii, 1963), 121°C/20 minutos (BRAHAM et alii, 1965), 121°C/5 minutos (KAKADE & EVANS, 1965) e a prática doméstica de cozimento em panela aberta até o amolecimento dos grãos (BRESSANI et alii, 1963; DUTRA DE OLIVEIRA, 1973; GÓMEZ BRENES et alii, 1973).

Outros meios para compensar e/ou eliminar os efeitos tóxicos ou antinutricionais de grãos de feijão também já foram propostos apesar de não equivalentes em eficiência ao

aquecimento, como a suplementação com iodo, aminoácidos sulfu-
rados, vitaminas B₁₂ ou antibióticos (WAGH et alii, 1963; KAKA-
DE & EVANS, 1965 e 1966b; ZUCAS et alii, 1971); germinação (PAL-
MER et alii, 1973; ELIAS et alii, 1973); antecipação da colhei-
ta (ELIAS et alii, 1973); e maceração em água (GÓMEZ BRENES et
alii, 1973).

O efeito do calor na eliminação da toxidez é
melhor não só pela eficiência na destruição do efeito antinu-
tricional, mas porque também permite o aproveitamento do alto
conteúdo de cisteína do fator antitriptico (KAKADE et alii,
1969). Este efeito adicional tem sido contestado pelos resulta-
dos apresentados por JAFFÉ (1950) e SEIDL et alii (1969).

O conhecimento dos elementos determinantes da
cozinhabilidade dos grãos tem sido motivo de observações e es-
tudos pelos mais diferentes autores.

O efeito precipitante do Ca⁺⁺ e do Mg⁺⁺, so-
bre componentes pecticos dos grãos e seu relacionamento com os
fitatos, tem merecido destaque. BIGELOW & FRITZGERALD (1918)
observaram que o contato de feijões com água "dura" tornava-
os mais duros e rijos ao cozimento, que a rijidez pode aumen-
tar com o tempo de maceração nesta água e que o efeito endure-
cedor da água podia ser eliminado, tratando-a com carbonato de
sódio. MATTSON (1946) estudou as propriedades bioquímicas e co-
loidais de ervilhas durante o cozimento e propôs que a cozinha-
bilidade das mesmas depende da natureza e da valência dos cá-
tions combinados com os acidóides (pectinas da lamela média)
do grão. Quando saturados com cátions monovalentes, incluindo
ions H⁺, as ervilhas eram facilmente cozinháveis, mas quando
saturados com Ca⁺⁺ e/ou Mg⁺⁺ tinham sua cozinhabilidade reduzi-
da a valores baixíssimos. Ele atribuiu ao fitato do grão, a
responsabilidade de doação dos cátions envolvidos na combina-
ção com os acidóides.

Esta proposição aliada a algumas observações

interessantes têm levado a bons resultados na diminuição do tempo para cozimento, como o uso de bicarbonato de sódio (DAWSON et alii, 1952) ou de soluções amaciadoras mais complexas, compostas de fosfato, bicarbonato, carbonato e cloreto de sódio (ROCKLAND & METZLER, 1967; BURR, 1971a).

GANESH KUMAR et alii (1978) trabalharam com "Greengran" (*Phaseolus vulgaris*), Feijão de corda (*Vigna sinensis*) e Grão de Bico (*Cicer arietinum*) e concluíram que na cozinhabilidade, os parâmetros: fitatos, Ca^{++} , Mg^{++} e pectina livre, não podem ser individualmente considerados e que o efeito acumulativo destes fatores é muito bem expresso pelo número PCMP (n° PCMP = Pectina livre + Ca^{++} + $1/2 Mg^{++}$ - Fitina), sugerido por MULLER (1967), que trabalhou com ervilhas.

As evidências e conclusões sobre a importância do cálcio no cozimento de feijões, não se comprovou no estudo feito por CREAN & HAISMAN (1964) sobre a distribuição citológica deste íon em ervilhas, cruas e cozidas, no qual observaram que ele se concentra nas células periféricas e está fortemente associado com a membrana citoplasmática. Distinguíram somente traços de cálcio nas paredes celulares e na lamela média. Após o cozimento ele pode ser facilmente detectado em todo o cotilédone, possivelmente como resultado de difusão, pois ele torna-se menos firmemente ligado em função do tratamento térmico. A mobilidade do cálcio deve-se principalmente a associações com proteínas da célula. Estes autores se surpreenderam com os resultados obtidos e atribuíram-nos ao fato de que o nível de cálcio necessário para alterar a plasticidade da parede celular poderia estar abaixo da sensibilidade do método usado e concluíram que a alta concentração de cálcio, associado a membrana citoplasmática, das células do parênquima também tem grande importância na determinação da textura do produto.

TAKAYAMA et alii (1965) trabalharam com diferentes gêneros e variedades de feijão e não encontraram corre

lação simples, significativa, entre os teores de triglicéridos, fosfatídeos ou lipídeos totais e o tempo para cozimento.

BURR (1971a) e KON et alii (1973) obtiveram redução considerável no tempo para cozimento de feijões, com a retirada mecânica de suas cascas, apesar da considerável depreciação na sua aparência.

As alterações sofridas pelos grãos, durante o cozimento, são de modo geral favoráveis ao aproveitamento dos mesmos, mas o aquecimento excessivo ou condições especiais de cozimento e/ou de matéria prima podem ocasionar a destruição parcial ou total dos componentes termo-lábeis nutricionalmente importantes, o que pode ser agravado pelo não conhecimento satisfatório dos diferentes efeitos do binômio tempo/temperatura (LA BELLE & HACKLER, 1973). O binômio ótimo tem uma relação muito estreita com a carga genética (variedade) dos feijões (WHITE & KON, 1972).

Na tentativa de determinar-se o melhor binômio e tendo-se que as temperaturas de cozimento utilizadas são tão praticamente limitadas à de 121°C , no processo sob pressão e à de fervura da água ($97-100^{\circ}\text{C}$) sob condições ambientais, os autores têm-se fixado no estudo do melhor tempo (BRESSANI et alii, 1963; BURR, 1971a; GÓMEZ BRENES et alii, 1973; LA BELLE & HACKLER, 1973; MOLINA et alii, 1975). Parece ser o tempo de 10 minutos, para o cozimento a 121°C , o limite ótimo, pois BRESSANI et alii (1963) verificaram ser ótimo o tempo entre 10 e 30 minutos, GÓMEZ BRENES et alii (1973) obtiveram os melhores resultados com 10 minutos, assim como LA BELLE & HACKLER (1973). BRESSANI et alii (1963) também observaram que o cozimento em panela aberta, por 4 horas, mostrou-se tão bom quanto os melhores valores para o tratamento sob pressão. Os limites ótimos de cozimento foram estabelecidos, nestes trabalhos, através do PER.

Procurando explicar os prejuízos ao valor de

PER, BRESSANI et alii (1963) determinaram microbiologicamente as concentrações de lisina, metionina e valina, durante o cozimento, e não encontraram mudanças, sendo que somente o conteúdo de grupos α -amino livres, da lisina, decresceu com o tempo. Resultados idênticos, quanto às concentrações de lisina e metionina, foram encontrados por GÓMEZ BRENES et alii (1973), que atribuíram os prejuízos ao PER, à menor digestibilidade da proteína, o que não foi confirmado por MOLINA et alii (1975), que não encontraram qualquer relação entre o tempo para cozimento e a digestibilidade. Em todos os testes feitos, o aminoácido limitante foi sempre a metionina (BRESSANI et alii, 1963; WHITE & KON, 1972; LA BELLE & HACKLER, 1973; GÓMEZ BRENES et alii, 1973).

ROCKLAND et alii (1967) não encontraram relação consistente entre o conteúdo vitamínico dos grãos e seus tempos para cozimento.

O uso de meio ácido (pH = 2,0-3,0) no cozimento melhora a digestibilidade, mas não o PER de feijões. Se a adificação é feita antes do cozimento em grãos já moídos, ela prejudica o ganho de peso e o PER, medidos com ratos, provavelmente devido a perdas, no conteúdo de metionina (KON et alii, 1971).

A quantidade ou espécie de açúcar utilizado na cobertura de feijões, após o cozimento, não influenciou o PER (BURR, 1971a), mas o uso de dextrose no cozimento de ervilhas, agravou os danos causados ao PER pelo tempo de cozimento (LA BELLE & HACKLER, 1973).

A fritura dos grãos, coados ou não, após o cozimento não prejudica o teor de nitrogênio e gordura dos meios, mas causa problemas ao valor nutritivo (balanço de nitrogênio, digestibilidade real da proteína e valor biológico), medido com ratos, provavelmente devido à severidade térmica desta operação (GÓMEZ BRENES et alii, 1973).

A retirada mecânica das cascas, dos grãos de feijão, antes do cozimento não traz prejuízos significativos ao PER e ao conteúdo vitamínico, assim como não aumenta, significativamente, a digestibilidade dos mesmos (BURR, 1971a; KON et alii, 1973).

Durante o cozimento dos grãos sempre tem-se como característica do produto final, a presença do caldo, cuja composição depende da variedade utilizada e do processo de cocção. Geralmente passa ao mesmo, uma parte relativamente grande de glicídeos e minerais, muito pouca fibra e uma fração das proteínas (ZUCAS et alii, 1971; JAFFÉ et alii, 1976). A cocção feita à pressão atmosférica é mais efetiva na solubilização de proteínas que a sob pressão. Autoclavagem (121°C/15 minutos) pode solubilizar cerca de 5,0-7,0% da proteína e a cocção à pressão atmosférica, 8,0-16,0% (JAFFÉ et alii, 1976).

Dada a importância do cozimento no preparo dos grãos de feijão para consumo, o tempo gasto no mesmo, para que os efeitos desejáveis se concretizem, é o fator determinante da qualidade destes grãos. Dentre os fatores que influem, os mais importantes são o tempo e as condições (umidade e temperatura) do armazenamento.

Geralmente o armazenamento não é feito sob condições que possam propiciar o crescimento dos fungos que invadem os grãos de feijão depois da colheita, cuja habilidade para esta operação está diretamente relacionada com as condições de umidade, temperatura e tempo de estocagem (SWANSON et alii, 1977). Umidade relativa, do ambiente de armazenamento, acima de 80% levam os grãos ao emboloramento antes mesmo que eles equilibrem sua umidade com a do ambiente, conforme o verificado por MORRIS et alii (1950), WESTON & MORRIS (1954), DEXTER et alii (1955), JORDÃO & STOLF (1969/1970b), PUZZI (1971), GLITZ (1971) e SWANSON et alii (1977). A temperatura do meio, quando alta, tem um efeito acelerador neste crescimento (DEX

TER et alii, 1955; SWANSON et alii, 1977).

Nas condições de armazenamento em que o crescimento fúngico não ocorre, aparece o fenômeno de envelhecimento dos grãos, indicado pela perda de cozinhabilidade dos mesmos, o qual é determinado pelo tempo de armazenamento (MATTSON, 1946; DAWSON et alii, 1952; MORRIS & WOOD, 1956; BURR et alii, 1968; JORDÃO & STOLF, 1969/1970a; GLITZ, 1971; MORRIS, 1971; ZUCAS et alii, 1971; BURR, 1971b e 1973; MOLINA et alii, 1974 e 1975) e agravado por altos valores de temperatura e umidade.

MATTSON (1946) trabalhando com o armazenamento de ervilhas observou que o decréscimo na cozinhabilidade foi tanto maior quanto mais alta a umidade no armazenamento. Esta observação comprovou-se para grãos de feijão, com os trabalhos de MORRIS & WOOD (1956); MUNETA (1964); BURR et alii (1968) e BURR (1971b e 1973).

A temperatura ambiental também influi negativamente na qualidade dos grãos durante o armazenamento e valores maiores implicam em efeitos prejudiciais mais severos. Este efeito tem sido mostrado pelos resultados obtidos por DAWSON et alii (1952); MORRIS & WOOD (1956); BURR et alii (1968) e BURR (1971b e 1973).

Destes dois fatores, a umidade é o mais importante (MORRIS & WOOD, 1956) e MORRIS (1971) mostrou que uma redução de 0,6 unidades na umidade relativa do ar era equivalente a um abaixamento de 15^oF (8,3^oC) na temperatura, no que é apoiado por BURR (1971b). A conclusão destes autores é contrariada por ZUCAS et alii (1971), com a afirmação de que armazenamento muito prolongado, em atmosfera "seca" (umidade relativa baixa), pode provocar o enrijecimento da casca, exigindo portanto cocção mais demorada.

O ano de colheita não é um fator importante no comportamento dos grãos durante o armazenamento (BURR, 1971b), mas o local de colheita tem considerável efeito, tal

vez devido à porcentagem de água inicial dos grãos (MUNETA, 1964).

A perda de cozinhabilidade dos grãos de feijão com o período de armazenamento, indica que devem estar acontecendo no mesmo, durante este período, reações que podem direta ou indiretamente influenciar o valor nutritivo dos grãos. BURR (1973) afirmou que na literatura os efeitos de armazenamento sobre o valor nutritivo de leguminosas está totalmente limitado e apresenta importantes questões sem resposta.

A composição centesimal não é afetada pelas condições e tempo de armazenamento, conforme o mostrado por JORDÃO & STOLF (1969/1970a) e MOLINA et alii (1976). JORDÃO & STOLF (1969/1970a) detectaram um ligeiro aumento no teor de ácidos graxos livres e no valor peróxido, o que não chegou a prejudicar o aspecto sensorial dos grãos.

O armazenamento parece afetar significativamente a solubilidade do nitrogênio em água, em NaCl 1N e em NaOH 0,05N (MOLINA et alii, 1975 e 1976).

MITCHELL & BEADLES (1949) trabalharam com grãos de soja e observaram que a digestibilidade e o valor nutritivo da proteína foram definitivamente e significativamente deteriorados pelo armazenamento. Observaram que provavelmente as reações são de caráter enzimático, pois são evitadas com pré-aquecimento, assim como discutiram a hipótese da possibilidade de reações entre açúcares e aminoácidos. Concluíram que o dano causado pelo armazenamento à utilização protéica da soja envolveu principalmente a metionina e/ou a cisteína, além de outros aminoácidos.

O prejuízo na digestibilidade "in vitro", causado pelo armazenamento também foi detectado por POMERANZ (1974), que trabalhou com proteína e produtos moídos de soja. Ele também observou um aumento no nitrogênio amínico e um decréscimo no protéico.

MOLINA et alii (1974 e 1975) estudaram as interrelações entre o tempo de maceração, o tempo de cozimento e o valor nutritivo das proteínas de feijão recém-colhidos e após armazenamento. Observaram queda na qualidade protéica (PER), com o armazenamento, a qual não mostrou qualquer relação com as disponibilidades de lisina e metionina, pois as mesmas aumentaram neste período. A tendência de aumento destes aminoácidos também foi detectada por estes autores (MOLINA et alii, 1976) quando trabalharam com feijões pré-tratados termicamente antes do armazenamento. A queda no valor nutritivo relacionou-se muito bem com o quociente de hidratação do produto.

A perda de cozinhabilidade de grãos de feijão com o armazenamento, tem levado alguns pesquisadores a tentarem explicá-la. MORRIS & WOOD (1956) não encontraram correlação entre os decréscimos nas atividades da catalase e da fosfatase e as referidas perdas.

MUNETTA (1964) afirmou ter encontrado correlação positiva, em grãos de feijão, entre o teor de nitrogênio solúvel em etanol e o tempo para cozimento dos mesmos e que a oxidação e a polimerização de lipídeos pode influir maleficamente no sabor e na permeabilidade dos grãos à água, implicando em efeitos indesejáveis no cozimento.

KON (1968) estudou a possibilidade de relacionamento entre o conteúdo pécico de feijões "Sanilac" (*P. vulgaris*) com o armazenamento dos mesmos, e não encontrou correlações positivas, assim como MOLINA et alii (1976).

HELLENDOORN (1971) atribuiu o fenômeno de enrijecimento, à retrogradação do amido e citou como evidência, o fato de que o abaixamento do conteúdo de água do grão retarda a perda de cozinhabilidade. Entretanto, sua explicação mostra-se insatisfatória quando se sabe que a perda de cozinhabilidade é mais rápida quando a temperatura é maior e que a retrogradação é favorecida por temperaturas mais baixas. (BURR, 1973).

MOLINA et alii (1976) detectaram alta correlação positiva entre o conteúdo da fração protéica dos cotilédones, lignificada, e o endurecimento dos grãos ao cozimento, com o armazenamento.

Estes trabalhos ainda são insuficientes e insatisfatórios no esclarecimento deste problema, mas BURR (1971b) acredita que um melhor conhecimento das proteínas poderá ajudar bastante.

Da observação dos resultados obtidos por MITCHELL & BEADLES (1949), MUNETA (1964), ROCKLAND & METZLER (1967), POMERANZ (1974) e MOLINA et alii (1974, 1975 e 1976) tem-se que um dos fatores diretamente implicados nos processos de perda de cozinhabilidade e/ou prejuízos ao valor protéico de grãos submetidos a armazenamentos prolongados, seria a complexação das proteínas com outros elementos existentes no grão, como ions cálcio, fitatos, taninos e açúcares.

A presença de complexos fitato-proteína já tem sido detectada em feijões por diversos autores (BOURDILLON, 1951; PUSZTAI, 1956; LOLAS & MARKAKIS, 1975; O'DELL & BOLAND, 1976) e CHANG et alii (1977) reconhecendo o efeito prejudicial do fitato sobre proteínas, vitaminas e alguns minerais, chegaram a propor um método para elimina-lo.

PUSZTAI (1965) extraíndo proteínas de feijão "Kidney Bean" (*P. vulgaris*) encontrou que as proteínas extraídas continham resíduo de açúcares (D.-glucosamina e provavelmente D-manose) firmemente ligados com a parte peptídica.

A complexação de proteínas com cálcio foi estudado por WALLACE & SATTERLEE (1977), que verificaram perda na lisina e no triptofânio e a ação efetiva do ácido fítico nesta ligação.

Os taninos também têm habilidade de formar complexos insolúveis com proteínas, o que pode interferir na utilização das mesmas e esta interação já é conhecida a bastan

te tempo, apesar de ainda se saber muito pouco sobre as características estruturais, espaciais e funcionais dos grupos envolvidos na mesma (HOFF & SINGLETON, 1977).

Procurando-se evitar ou retardar os efeitos indesejáveis do armazenamento sobre a qualidade de grãos de feijão, os autores (MATTSON, 1946; DAWSON et alii, 1962; MORRIS & WOOD, 1956; MUNETA, 1964; BURR et alii, 1968; JORDÃO & STOLF, 1969/70a; MORRIS, 1971; BURR, 1971b e 1973; PUZZI, 1971; MOLINA et alii, 1975) são unânimes em indicar o uso de estocagem com umidade e temperatura, baixas e controladas.

Dos trabalhos revisados deduz-se que os programas de investigação a respeito do efeito do armazenamento de grãos de feijão sobre o tempo de cozimento, a aceitabilidade, o valor nutritivo e o conteúdo de substâncias tóxicas e antinutricionais ainda merecem bastante atenção, pois o conhecimento a respeito deste efeito é bastante limitado. Esta afirmação está plenamente de acordo com as recomendações de pesquisa propostas como prioritárias, pelos participantes do Simpósio sobre Aspectos Nutricionais do Feijão Comum e Outras Sementes de Leguminosas como Alimento Animal e Humano (JAFFÉ, 1973a).

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1. Grãos de Feijão

Utilizou-se grãos de feijão, da variedade Mulatinho, provenientes do distrito de Ibitirama, município de Monte Alto - Estado de São Paulo (altitude 643,6 m), cultivados em solo Podzolizado Lins-Marília, variação Lins e colhidas em 20 de fevereiro de 1976.

Durante o cultivo desta safra "das águas", as condições climáticas foram: temperatura média 23,6°C; umidade relativa do ar 75,3%; e precipitação média 179,2 mm.

Esta cultura não recebeu adubação química, pois foi cultivada em terreno que havia sido anteriormente cultivado com tomate rasteiro e o solo apresentava a seguinte análise química, antes do plantio do feijão:

acidez (pH)	5,70
matéria orgânica	1,60 (%)
fósforo solúvel (P)	0,20 µg/ml T.F.S.A.
potássio trocável (K ⁺)	0,14 µg/ml T.F.S.A.
cálcio trocável (Ca ⁺⁺)	2,10 e.mg/100 ml T.F.S.A.
magnésio trocável (Mg ⁺⁺)	0,60 e.mg/100 ml T.F.S.A.
alumínio trocável (Al ⁺⁺⁺)	0,00 e.mg/100 ml T.F.S.A.
saturação de bases	59,60 (%)

Os grãos colhidos, sofreram inicialmente escolha manual, para que todos os danificados (escoriados, quebrados, doentes, etc) e todas as impurezas (pedras, restos vegetais, etc) fossem eliminados, operação esta feita com auxílio de uma lente de aumento (5x), marca Dazor Mod. 1470.

A seguir, os grãos foram expurgados por contato direto com brometo de metila (15 ml/15 kg grãos) em ambiente hermeticamente isolado, durante 24 horas. Após este tratamento, eles foram mantidos em ambiente ventilado por 12 horas, para que ficassem isentos de qualquer resíduo tóxico.

A umidade inicial dos grãos, medida com auxílio de um determinador de umidade Universal, era de aproximadamente 12%.

3.2. Armazenamento dos Grãos

Os grãos foram divididos em 2 (dois) lotes, com 10 kg cada, e colocados dentro de sacos de fibra plástica, trançada.

Cada lote, foi armazenado sob uma condição de umidade relativa, ou seja:

Lote A (Ambiente) - U.R. ambiente = 71,1%*

(*) Média dos dados apresentados no Quadro I, do apêndice.

Lote B (80% UR) - U.R. = 80%
mas mantidos à temperatura ambiente (20,3°C*).

O lote A foi deixado em local limpo, isento de poeira, sem insolação direta e que satisfizesse as condições ambientais regionais.

O lote B foi acondicionado em caixa especialmente construída para manutenção da umidade relativa constante e que para tal possuía paredes impermeáveis, fechamento hermético e controle da umidade relativa do ar, com auxílio de solução aquosa de ácido sulfúrico, conforme o indicado pelo Handbook of Chemistry and Physics (WEAST, 1968-1969).

3.3. Amostragem

Tendo-se que os grãos, somente foram adquiridos nos últimos dias do mês de fevereiro de 1976 e que o preparo inicial dos mesmos demorou alguns dias, deu-se início a este experimento no dia 03 de março, que foi chamado de 1ª época de amostragem ou seja, quando o material foi considerado com 0 (zero) meses de armazenamento.

A segunda época de amostragem, ocorreu quando os grãos contavam com 4 (quatro) meses de armazenamento e a terceira, aos 8 (oito) meses.

Em todas as amostragens sempre se tomou, ao acaso, 3 kg de material, do qual cerca de 2,0 kg eram preparados para determinações biológicas, 0,4 kg eram utilizados nas determinações tecnológicas físico-mecânicas e/ou culinárias, e o restante, nas determinações químicas.

(*) Média dos dados apresentados no Quadro I, do apêndice.

3.4. Preparo das Amostras

Para as determinações biológicas, os grãos de feijão ($\pm 2,0$ kg) foram inicialmente macerados em volume suficiente de água de torneira, pelo período de 12 horas. Em seguida, os grãos eram separados e a eles adicionado quantidade mínima e suficiente, de nova água de torneira e todo o conjunto era autoclavado por 10-12 minutos, a 120°C , conforme o indicado por diversos autores (BRESSANI et alii, 1963; MOLINA et alii, 1974 e 1975a,b). Após esta operação, a massa de grãos cozida, era seca sob temperatura não superior a 60°C , até textura suficiente para moagem em moinho de martelo à finura de 80 mesh. Quando se observava ainda um excesso de umidade, a farinha era novamente seca, por exposição direta aos raios solares. Se considerava o material seco, quando a umidade estivesse entre 8-10%.

Do material assim preparado, tomava-se quantidade suficiente para os ensaios a serem realizados em seguida, o restante era acondicionado hermeticamente e armazenado a -40°C , para as determinações futuras.

Os grãos utilizados para determinação de suas características tecnológicas físico-mecânicas e/ou culinárias, eram novamente escolhidas manualmente, procurando eliminar qualquer grão defeituoso que não tivesse sido eliminado na escolha inicial.

O material utilizado nas análises químicas, era simplesmente moído em moinho de martelo, até a finura de 60 mesh. Deste tomava-se quantidade suficiente para as análises imediatas, sendo o restante armazenado hermeticamente a -40°C para outras análises futuras.

Antes que qualquer análise química fosse realizada, a amostra era inicialmente triturada em almofariz até

até a finura e homogeneização adequadas.

3.5. Determinações

3.5.1. Físico-Mecânicas

3.5.1.1. Características de hidratação

Este parâmetro foi determinado com auxílio de aparelho próprio, montado, padronizado e utilizado, conforme o proposto por MORRIS et alii, (1950). Ele consta de uma proveta graduada com capacidade para 500 ml e precisão de 5,0 ml, um kitasato, com capacidade para 500 ml e uma rede de nylon com diâmetro de 10 cm e malhas de 16 mesh.

Os grãos previamente escolhidos e selecionados são colocados no kitasato e este fechado com a rede. Na proveta coloca-se um volume de água destilada na proporção 4:1 em relação ao peso da amostra. Inicia-se a determinação, colocando a água da proveta em contato com os grãos. Após o tempo previamente estabelecido, mede-se o volume de água não absorvido, vertendo-se o kitasato sobre a proveta, drenando-se a água para a mesma.

O volume da água absorvida foi calculado inicialmente de 1/2 em 1/2 hora e depois de hora em hora, por um período de 12 (doze) horas e para tal bastou calcular a diferença entre o volume inicial de água e o lido após a drenagem da água para a proveta.

A velocidade de embebição é descrita em mililitros de água absorvida por unidade de tempo.

Para que fossem possíveis leituras no aparelho montado, foi necessário um peso de grãos de 50 gramas e um volume de água de 200 ml. Procurando-se evitar o erro de leitura relativa ao gasto de água para umedecer o aparelho e os grãos, teve-se o cuidado de fazer, inicialmente, uma agitação momentânea dos grãos com a água, drenagem da mesma e ajuste do volume inicial.

No final do tempo previsto para hidratação, a amostra foi pesada e os grãos selecionados visualmente em "Normais" (com absorção normal de água) e "Hardshells" (sem absorção de água), que foram pesados isoladamente.

Tendo-se o peso final dos grãos, foi possível corrigir-se a curva de hidratação e com isto, minimizar o erro relativo à evaporação de água e escorrimento.

Estas determinações foram sempre feitas em triplicata.

3.5.1.2. Cozinhabilidade

O tempo para cozimento dos grãos foi marcado com aparelho especialmente construído, conforme o modelo proposto por BURR et alii (1968), que é uma adaptação para feijões, do penetrometro desenvolvido por MATTSON (1946), e mostrado na Figura 1.

A unidade fundamental deste aparelho é um estilete vertical com peso total de 90 gramas e terminado por uma ponta com diâmetro de 1/16 polegadas, que fica apoiado em um grão de feijão durante o cozimento. Quando o grão está cozido, a ponta penetra-o e o deslocamento do estilete, da posição inicial à posição final, acusa o seu tempo de cozimento. O aparelho usado é composto de 25 unidades. Possui ainda toda a estrutura necessária para manter os estiletos na posição verti

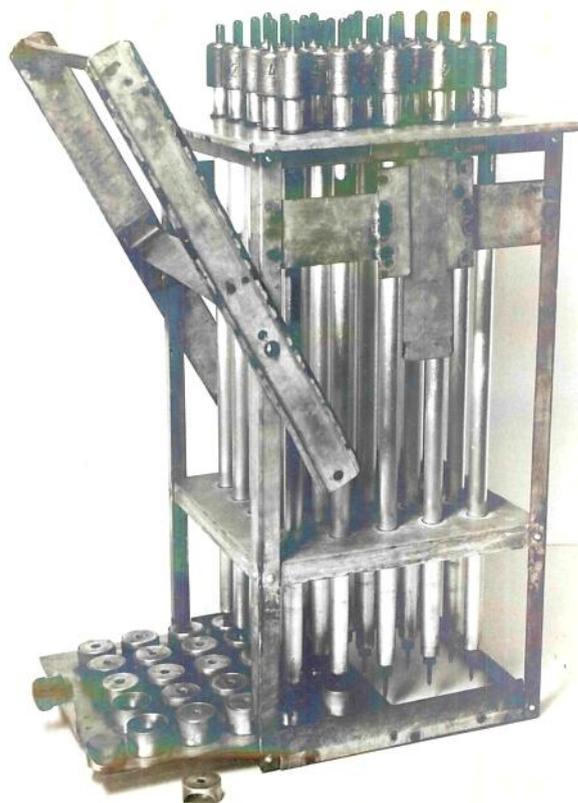


FIGURA 1 - Penetrômetro de Mattson, para determinação da cozinhabilidade de feijões (*P. vulgaris*, L.).

cal, assim como para movimentá-los com facilidade. Os grãos que recebem a ação dos estiletos são mantidos dentro de receptáculos especiais, que mantêm os grãos presos e orientam os estiletos, fazendo com que o contato grão-estilete seja o melhor possível.

Durante o cozimento toda a porção do aparelho compreendida pelos receptáculos e parte dos estiletos é conservada dentro da água fervente, a qual é mantida a temperatura e nível constantes. No final de cada minuto o operador faz a contagem do número de feijões que foram cozidos (penetrados pelo

estilete).

O tempo para cozimento dos grãos é o tempo requerido para que 50% + 1 dos grãos sejam perfurados.

Para esta determinação os grãos foram previamente macerados com água destilada, em volume suficiente, durante 12 (doze) horas. Antes do cozimento, os grãos macerados foram novamente escolhidos manualmente, procurando-se evitar qualquer grão defeituoso, que ainda não tivesse sido eliminado.

Este parâmetro foi sempre determinado com 04 (quatro) repetições.

3.5.2. Químicas

3.5.2.1. Umidade

O teor de umidade (%) foi determinado mantendo-se o material moído, a 100-105°C, até peso constante, conforme o indicado pela A.O.A.C. (1970).

3.5.2.2. Cinzas

Este teor (%) foi determinado, conforme metodologia proposta pela A.O.A.C. (1970).

3.5.2.3. Proteína

O teor protéico (%) foi sempre conseguido mul

tiplicando-se o teor (%) de nitrogênio total (N total) pelo fator 6,25 (A.O.A.C., 1965).

O teor de N total foi determinado pelo método microkjeldahl e para tal, baseou-se nos métodos propostos pela A.O.A.C. (1965) e por SARRUGE & HAAG (1974).

3.5.2.4. Extrato etéreo

Utilizou-se nesta determinação a extração direta com éter de petróleo num extrator Soxhlet, conforme metodologia proposta pela A.O.A.C. (1970).

3.5.2.5. Nitrogênio não protéico

Na determinação deste parâmetro utilizou-se o método proposto por BECKER et alii (1940), que usa ácido tricloroacético como precipitante de proteínas e a determinação do nitrogênio não protéico, no sobrenadante, pelo método microkjeldahl (A.O.A.C., 1965).

3.5.2.6. Índice de peróxido

Esta determinação foi baseada em metodologia proposta pela "American Oil Chemists Society" (1949) conforme citação feita pela A.O.A.C. (1965) e constou de extração com mistura ácido acético: clorofórmio (3:1, v/v) e titulação do extraído com solução de tiosulfato de sódio 0,01 N.

3.5.2.7. Resíduo insolúvel indigerível

Este parâmetro foi determinado de acordo com a metodologia proposta por HELLENDORRN (1972), a qual consta de digestão da amostra, por 18 horas, com pepsina, seguida de nova digestão com pancreatina por 1 hora, em presença de lauril sulfato de sódio. Após este período de digestões, adiciona-se "hyflo supercel" e a suspensão é lavada, sob vácuo, em papel de filtro com água destilada e acetona. O sedimento é secado (105°C), até peso constante. O peso do resíduo seco é expresso como a porcentagem de matéria seca da amostra, que permaneceu insolúvel e indigerível.

Do mesmo modo, o conteúdo protéico (N total x 6,25) do resíduo pode ser expresso como a porcentagem do conteúdo protéico total da amostra, que permaneceu insolúvel e indigerível.

3.5.2.8. Metionina

Utilizou-se o método colorimétrico de LUNDER (1973), que está baseado na reação da metionina com nitroprusiato de sódio, em meio ácido forte e leitura a 520 nm.

As amostras foram inicialmente hidrolisadas com ácido clorídrico 20% a 100°C /20 horas. O hidrolisado foi filtrado em presença de carvão ativado e a reação feita com ácido fosfórico.

Construiu-se uma curva padrão com concentrações de metionina, variáveis de 0,0 a 1,5 mg/ml.

3.5.2.9. Atividade antitriptica

Utilizou-se para esta determinação o método descrito por ANTUNES & SGARBIERI (1977), o qual emprega caseína como substrato para a enzima e leitura espectrofotométrica da concentração de aminoácidos liberada, em função de uma dada concentração de tripsina. Uma unidade de atividade da tripsina foi definida como "o equivalente de um micrograma de tirosina liberada por minuto". A atividade do inibidor foi calculada como unidades de atividade da tripsina inibida.

3.5.2.10. Fracionamento protéico

O fracionamento baseou-se no esquema proposto por SATTERLEE et alii (1975) e foi feito conforme o esquema mostrado na Figura 2, realizado nas condições ambientais de laboratório.

3.5.2.11. Lisina disponível

Este parâmetro foi determinado conforme metodologia proposta por KAKADE & LIENER (1969), que baseia-se na complexação do TNBS (ácido 2,4,6 - trinitrobenzenosulfônico) com o grupo épsilon-NH₂ da lisina. O complexo formado pode ser determinado por leitura da absorbância a 346 nm e a quantidade de lisina disponível calculada através do seu coeficiente de extinção molar deste complexo.

3.5.3. Biológicas

Nas amostras preparadas conforme o item 3.4, foram feitas as seguintes determinações biológicas: quociente de utilização protéica (P.E.R.), digestibilidade aparente da proteína e disponibilidade da metionina.

Nas determinações biológicas feitas, utilizou-se sempre a mesma dieta, cuja composição está especificada no Quadro 1.

QUADRO 1 - Composição da dieta utilizada nas determinações biológicas.

Componente	Porcentagem
Proteína (proveniente da amostra)	10
Óleo de soja comercial	8
Mistura salina ¹	4
Mistura vitamínica ²	2
Sacarose (açúcar refinado comercial)	26
Amido de milho para completar	100

¹Composição indicada no Quadro 2

²Composição indicada no Quadro 3

No cálculo das rações considerou-se os teores de proteína, extrato etéreo e cinzas, dos grãos, apresentados no Quadro 6.

Os animais usados foram sempre ratos da raça Wistar com 21-28 dias de idade e provenientes do biotério da Faculdade de Medicina de Ribeirão Preto-USP.

Durante os testes, os animais foram mantidos em gaiolas individuais, sob condições ambientais uniformes e

QUADRO 2 - Componentes da mistura salina¹ usada nas dietas para os ensaios biológicos.

Componente	Porcentagem
Molibdato de amônio .4H ₂ O	0,03
Carbonato de cálcio	29,290
Fosfato de cálcio .2H ₂ O	0,430
Sulfato cúprico	0,156
Citrato férrico .6H ₂ O	0,623
Sulfato de magnésio .7H ₂ O	9,980
Sulfato de manganês .H ₂ O	0,121
Iodeto de potássio	34,310
Cloreto de sódio	25,060
Selenito de sódio .5H ₂ O	0,002
Cloreto de zinco	0,020

¹Segundo ROGERS & HARPER (1965).

QUADRO 3 - Composição da mistura vitamínica¹ utilizada nas dietas para os ensaios biológicos.

Componente	Quantidade (gramas)
Vitamina A conc. (200.000 U/g)	4,50
Vitamina D conc. (400.000 U/g)	0,25
Alfa Tocoferol	5,00
Ácido ascórbico	45,00
Inositol	5,00
Cloreto de Colina	74,00
Menadiona	2,25
Ácido p-aminobenzóico	5,00
Niacina	4,50
Riboflavina	1,00
Hidrocloreto de Pirodoxina	1,00
Pantotenato de Cálcio	3,00
Biotina	20,00
Ácido fólico	90,00
Dextrose	até completar 1000,00

¹ Conforme a "Vitamin Diet Fortification Mixture" da "Nutritional Biochemicals Corporation-USA".

receberam a dieta apropriada para o teste e água, "ad libitum".

3.5.3.1. Quociente de utilização protéica (P.E.R.)

O P.E.R. foi obtido baseando-se na metodologia descrita pela A.O.A.C. (1970) e as dietas foram compostas e formuladas, conforme o descrito no item 3.5.3.

Os animais após o período de adaptação, 1 dia com ração contendo 10% de caseína, foram pesados (peso inicial), o que se repetiu a cada 7 dias, pelo período de 28 dias. Nessas mesmas épocas foram registrados também os pesos de rações, consumidos.

No final calculou-se o quociente de utilização protéica (P.E.R.), fazendo-se o quociente entre o ganho de peso pelos animais e a respectiva quantidade de proteína consumida com a ração. Os valores encontrados foram corrigidos em função do padrão de caseína igual a 2,50.

3.5.3.2. Digestibilidade aparente da proteína

A digestibilidade aparente foi determinada pelo quociente entre o nitrogênio absorvido e o nitrogênio ingerido com a dieta, conforme o definido por ALLISON (1955). A dieta utilizada teve composição e formulação, conforme o descrito no item 3.5.3.

Os animais após o período de adaptação no local, 2 dias com ração contendo 10% de caseína, foram colocados em rações contendo feijão como única fonte de proteína e deixados que se adaptassem a ela, por 1 dia. Após esta adaptação,

passou-se a registrar a quantidade de ração consumida, assim como a coletar as fezes, durante 15 dias.

As fezes coletadas foram secadas até peso constante em estufa (105°C), pesadas, trituradas em almofariz e utilizadas na determinação do seu N total.

Conhecendo-se a quantidade de proteína consumida pelos animais, calculada a partir do total de ração consumida e do seu teor protéico e, a quantidade de proteína eliminada nas fezes, calculada a partir do produto de seu peso e seu teor protéico, calculou-se a digestibilidade aparente da proteína, pela fórmula:

$$\text{Digestibilidade aparente da proteína(\%)} = \frac{\text{Proteína consumida(g)} - \text{Proteína nas fezes(g)}}{\text{Proteína consumida(g)}} \times 100$$

O teor protéico das fezes e das rações foi calculado a partir do N total, analisado pelo método de microkjeldahl (item 3.5.2.3).

3.5.3.3. Disponibilidade biológica da metionina

Essa determinação foi feita de acordo com o procedimento desenvolvido por SGARBIERI et alii (1978). A dieta básica utilizada teve sua composição e formulação idênticas às descritas (item 3.5.3) e tendo o feijão como única fonte de proteína (10%).

A ração pronta foi inicialmente suplementada com cisteína, ao nível de 0,6% em relação à quantidade de proteína. Após esta suplementação, ela foi dividida em tres partes, sendo uma mantida somente com a metionina do feijão (0,0% de adição) e as outras duas, suplementadas com 0,4% e 0,8% de metionina em relação à proteína da ração.

Os animais foram inicialmente adaptados ao lo

cal, por 1 dia, com ração de caseína, findo o qual eles foram submetidos às rações de feijão, pelo período de 10 dias. Tendo-se o peso inicial e o final dos animais, calculou-se o ganho de peso em cada tratamento.

Levando-se, a um eixo de coordenadas o ganho de peso pelo nível de suplementação e tendo-se a quantidade total de metionina no grão, foi possível calcular-se a disponibilidade biológica da metionina do feijão para cada amostra, aplilcando-se o método de adição.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

O Quadro 4 e a Figura 3 mostram a influência das condições de armazenamento sobre as características de hidratação dos grãos de feijão. No Quadro 4 observa-se que com os primeiros 4 meses de armazenamento a relação de hidratação caiu do valor inicial de 1,91 para 1,61 e 1,53, para os grãos armazenados ao ambiente (AMB) e sob condições controladas de umidade relativa (80% UR), respectivamente. Esta relação voltou a aumentar com o tempo e aos 8 meses atingiu novamente valores equivalentes aos iniciais (1,98 e 1,96 para o AMB e 80% UR, respectivamente). Não se observa durante esta flutuação diferença entre as condições de armazenamento.

O teor de grãos "hardshell" segue inversamente a relação de hidratação e portanto observa-se os maiores valores aos 4 meses de armazenamento. Parece ser a presença destes

QUADRO 4 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre as características de hidratação de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho.

Tempo (horas)	0 meses (ml)	AMBIENTE		80% UR	
		4 meses (ml)	8 meses (ml)	4 meses (ml)	8 meses (ml)
0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
1/2	2,1	2,7	4,1	2,9	3,1
1	3,1	3,5	6,6	3,6	7,4
1 1/2	5,1	3,5	8,2	4,5	9,6
2	8,0	4,9	9,9	5,4	12,5
2 1/2	10,8	6,0	12,4	6,7	15,2
3	12,7	6,5	14,8	7,5	18,6
3 1/2	14,4	9,3	17,3	10,1	19,9
4	17,7	10,2	19,0	11,1	21,7
5	23,6	12,7	22,0	13,4	24,5
6	27,1	16,0	26,1	14,5	28,2
7	29,7	18,2	33,0	18,6	33,0
8	35,3	20,7	39,8	19,5	36,3
9	39,0	24,8	41,2	22,2	38,2
10	44,5	26,8	45,1	23,3	38,9
11	45,1	28,4	46,7	25,7	44,1
12	45,5	30,6	48,9	27,6	48,1
Relação de Hidratação ¹	1,91	1,61	1,98	1,53	1,96
"Hardshell" (%)	4,5	30,4	0,0	27,3	1,1
Temp. média (°C) da água	28,2	22,7	27,0	22,7	27,0

¹Relação de hidratação = peso final dos grãos, após 12 horas de maceração/peso inicial dos grãos.

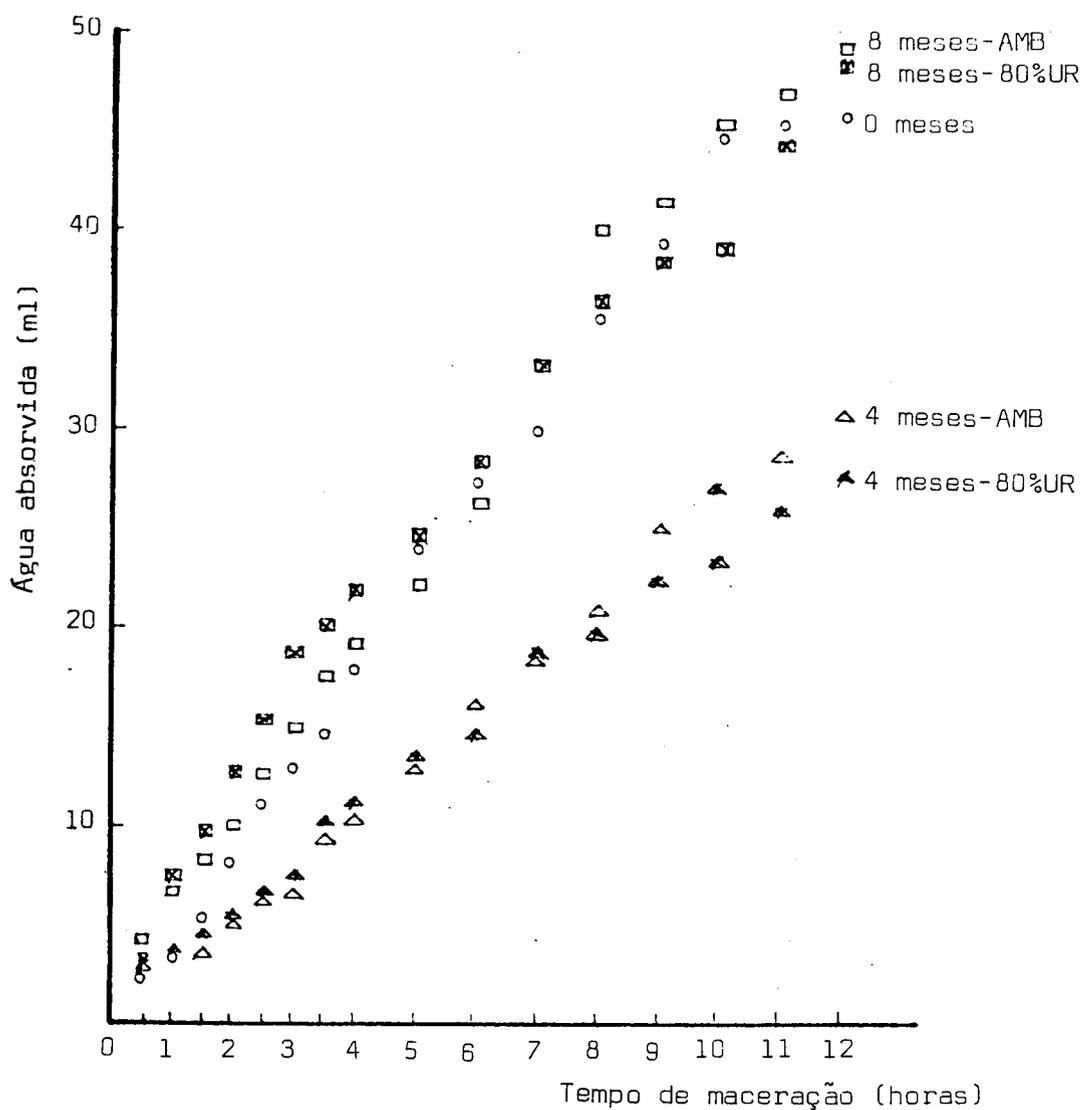


FIGURA 3 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento sobre as características de hidratação de grãos de feijão (*Phaseolus vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho.

grãos, o principal fator responsável pelas diferenças nos valores encontrados na relação de hidratação, pois subtraindo-se o teor de grãos "hardshell" do peso inicial de grãos e calculando-se a relação de hidratação para os restantes, observa-se que as diferenças entre os tratamentos, reduzem-se a valores muito pequenos.

As curvas de hidratação dos grãos durante os diferentes estágios do armazenamento, também mostram a situação encontrada para a relação de hidratação, o que não poderia deixar de ser, uma vez que a hidratação total de uma massa de grãos é a somatória do que aconteceu durante o período de hidratação, mostrado pela respectiva curva, onde observa-se que a presença dos grãos "hardshell", influenciam desfavoravelmente a capacidade de hidratação.

Este aspecto da qualidade dos grãos foi estudado, pois a maceração é prática integrante do processamento de feijões e seu uso é recomendado por muitos pesquisadores conforme o revisado por GÓMEZ BRENES et alii (1973) e confirmado por LA BELLE & HACKLER (1973) e NORDSTROM & SINTRUNK (1977).

O Quadro 4 e a Figura 3 também mostram que houve uma feliz escolha do material com que se trabalhou, para esta determinação, uma vez que a mesma apresenta baixa porcentagem inicial de grãos "hardshell", eliminando-se assim os efeitos genéticos (BIGELOW & FRITZGERALD, 1918; MORRIS et alii, 1950; MALCOLM et alii, 1956 e DURIGAN, 1976) e do local de cultivo (MORRIS et alii, 1950) e portanto, ficando-se somente com a influência do armazenamento sobre o mesmo.

Com base nos trabalhos de SMITH & NASH (1961), BOURNE (1967) e CREAN & HAISMAN (1969), que afirmam ser a hidratação de grãos de feijão extremamente dependente da umidade inicial dos mesmos, esperava-se que pelo menos os grãos armazenados com 80% de umidade relativa (80% UR) atingissem um valor de equilíbrio da umidade nos primeiros 4 meses, a qual seria mantida sem modificações drásticas no período restante, mas isto não

aconteceu o que é verificado pelo comportamento dos grãos quanto às curvas e relações de hidratação e a presença dos grãos "hardshell".

LA BELLE & HACKLER (1973) afirmam que a temperatura de hidratação tem efeito decisivo sobre a absorção de água pelos grãos de feijão e quanto mais alta maior será a absorção total. Isto deve ter sido o principal fator a influenciar o comportamento dos grãos utilizados neste trabalho, quanto a sua hidratação, pois no Quadro 4 também observa-se que aos 4 meses quando ocorreram as menores absorções de água e os maiores teores de grãos "hardshell", os testes foram feitos sob temperaturas mais baixas.

O observado revela que a hidratação de grãos não é um bom parâmetro para medir a qualidade de feijões submetidos a diferentes armazenamentos, pois ela está sujeita às variações ambientais do local onde o teste é realizado. Este fato fica ainda mais evidenciado quando na literatura encontram-se vários autores que são unânimes em aconselhar o uso de temperaturas altas na maceração (DAWSON et alii, 1952; HAMAD & POWERS, 1965 e LA BELLE & HACKLER, 1973) ou escaldamento (DAWSON et alii, 1952; STEINKRAUS et alii, 1964; BURR, 1971a e NORDSTROM & SISTRUNK, 1977) para o aceleração da hidratação de grãos de feijão.

O tempo de hidratação (12 horas) apesar de relativamente curto, segundo MORRIS et alii (1950), POWERS et alii (1961) e BOURNE (1967), foi satisfatório para os grãos, antes e após 8 meses de armazenamento, quando o fator de hidratação sempre foi maior que 1,90, o que está de acordo com o encontrado por NORDSTROM & SISTRUNK (1977). Aos 4 meses de armazenamento o fator de hidratação não atingiu um valor considerado satisfatório, mas isto também deve ter sido efeito da temperatura ambiental por ocasião do teste. Este comportamento já foi previsto por LA BELLE & HACKLER (1973) quando afirmaram que o tem

po para se atingir fatores de hidratação máximos (2,0) é muito dependente da temperatura. Observa-se pois que a influência da temperatura está diretamente relacionada com a presença ou não dos grãos "hardshell" o que irá influenciar diretamente a absorção total de água por toda a massa de grãos.

A impermeabilidade dos grãos pode ter sido causada por problemas relacionados com a casca e/ou com os cotilédones dos grãos, conforme o sugerido por MORRIS et alii (1950).

O tempo e as condições do armazenamento foram prejudiciais à cozinhabilidade dos grãos de feijão utilizados neste trabalho, o que é mostrado no Quadro 5, onde observa-se que das variáveis controladas, o tempo foi o mais influente, pois os grãos sempre foram perdendo qualidade ao longo do armazenamento. A umidade relativa alta (80% UR) mostrou seu efeito negativo com maior intensidade nas amostras com 8 meses de armazenamento o qual talvez fosse mais drástico se a umidade fosse mantida a níveis mais altos. Isto não foi feito, pois vários autores têm este valor como o limite máximo para que problemas com emboloramento não apareçam (MORRIS et alii, 1950; WESTON & MORRIS, 1954; DEXTER et alii, 1955; JORDÃO & STOLF, 1969/1970b; PUZZI, 1971).

A perda da cozinhabilidade com o tempo de armazenamento dos grãos e o agravamento desta perda por condições de maior umidade já era esperado há bastante tempo por diversos autores (BIGELOW & FRITZGERALD, 1918; MATTSON, 1946; DAWSON et alii, 1952; MORRIS & WOOD, 1956; BURR et alii, 1968; MORRIS, 1971; BURR, 1971b). A temperatura tem também grande importância nesta perda, o que é demonstrado nos trabalhos de DAWSON et alii (1952), BURR (1968) e MORRIS (1971), porém neste trabalho optou-se pelo estudo da influência da umidade, pois diversos pesquisadores a consideram como sendo o fator principal na deterioração de grãos de feijão (MORRIS & WOOD, 1956; MORRIS, 1971; BURR, 1971b).

QUADRO 5 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre a cozinhabilidade de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade de Mulatinho.

ARMAZENAMENTO REPETIÇÃO	AMBIENTE				80% UR	
	0 meses (min)	4 meses (min)	8 meses (min)	4 meses (min)	8 meses (min)	8 meses (min)
1ª	26	37	49	40	54	54
2ª	27	45	44	45	50	50
3ª	29	44	45	41	55	55
4ª	28	36	46	39	50	50
MÉDIA	27 ¹ / ₂	40 ¹ / ₂	46	41 ¹ / ₄	52 ¹ / ₄	52 ¹ / ₄
Temp. média da água(°C)	92,5	92,2	92,0	92,5	92,7	92,7
C.V. (%)	4,69	11,48	4,69	6,38	5,03	5,03

Os resultados encontrados neste trabalho (Quadro 5) e os descritos na literatura, são contrariados por ZUCAS et alii (1971) que consideram o armazenamento prolongado, em atmosfera com baixa umidade capaz de provocar um enrigecimento da casca, que exigirá cocção mais demorada para o amaciamento desejado.

Pelos dados obtidos neste trabalho observa-se que a cozinhabilidade e as características de hidratação de grãos de feijão, não guardam entre si qualquer relação, reafirmando as observações de DAWSON et alii (1952) e BURR et alii (1968) e contrariando o encontrado por MORRIS et alii (1950).

O Quadro 6 mostra não ter havido alterações nos conteúdos de proteína, extrato etéreo e cinzas, com o tempo e as condições de armazenamento. Neste quadro, os teores de nitrogênio não protéico apresentam uma certa variação, com uma queda nos 4 primeiros meses para depois aumentar, atingindo os valores iniciais aos 8 meses, sem no entanto mostrar qualquer diferença em relação às condições do armazenamento.

O conteúdo total de metionina dos grãos também não mostrou qualquer variação com o armazenamento, o que pode ser observado no Quadro 7.

A ausência de modificações na composição centesimal dos grãos está dentro do esperado e os dados do Quadro 6 confirmam os resultados encontrados por JORDÃO & STOLF (1969/1970a).

Com base nos resultados encontrados por MUNETA (1964) e as observações feitas por POMERANZ (1974) e MOLINA et alii (1975 e 1976) levantou-se a hipótese de que talvez o fracionamento das proteínas dos grãos, em suas frações principais pudesse trazer alguma informação interessante sobre o ocorrido com os feijões durante o período de armazenamento. Esta possibilidade não se comprovou o que é demonstrado pelos resultados apresentados no Quadro 8 e Figura 4, onde observa-se que somen

QUADRO 6 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre os teores médios de proteína, extrato etéreo, cinzas e nitrogênio não protéico, de grãos de feijão (*P. vulgaris* L.), da variedade Mulatinho.

ANÁLISE ARMAZENAMENTO	PROTEÍNA ¹ (N.Totalx6,25) (%)	C.V. (%)	EXTRATO ETÉREO ¹ (%)	C.V. (%)	CINZA ¹ (%)	C.V. (%)	NITROGÊNIO NÃO PROTÉICO ¹ (%)	C.V. (%)
	0 meses	23,02	0,74	1,85	3,84	4,44	2,25	0,82
4 meses	22,68	4,77	2,13	10,50	4,37	2,80	0,58	3,86
8 meses	26,68	5,21	1,97	3,59	4,40	2,27	0,88	9,19
4 meses	23,10	4,28	1,84	5,43	4,40	3,21	0,50	5,66
80% UR 8 meses	24,47	2,12	1,98	5,05	4,40	2,27	0,94	4,38

¹Teores calculados com base no teor de matéria seca.

QUADRO 7 - Teor de metionina¹ em grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho, com 0, 4 e 8 meses de armazenamento, sob diferentes condições.

ARMAZENAMENTO	Repetições		Média	C.V. (%)
	1ª	2ª		
0 meses	1,27	1,39	1,33	6,31
4 meses	1,52	1,68	1,60	7,07
AMB				
8 meses	1,41	1,21	1,31	10,69
4 meses	1,66	1,38	1,52	13,16
80% UR				
8 meses	1,33	1,53	1,43	9,79

¹Expresso em g/100 g proteína.

QUADRO 8 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre o fracionamento protéico de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho.

ARMAZENAMENTO FRACÇÃO PROTÉICA	AMBIENTE						90% UR	
	0 meses	4 meses		8 meses		4 meses	8 meses	
PROT. SAL. SOL. (%)	76,92	76,92	71,68	74,72	77,82			
% NNP	18,32	16,47	19,00	17,36	19,45			
% ALBUMINA	22,52	19,16	12,90	16,98	18,29			
% GLOBULINA	36,26	39,46	35,84	38,37	34,63			
RESÍDUO (%)	16,41	21,07	21,15	23,77	20,62	20,62	20,62	
% RECUPERAÇÃO	93,33	93,51	97,99	96,16	92,83	88,89	98,44	
				98,49	95,98	98,44	92,99	

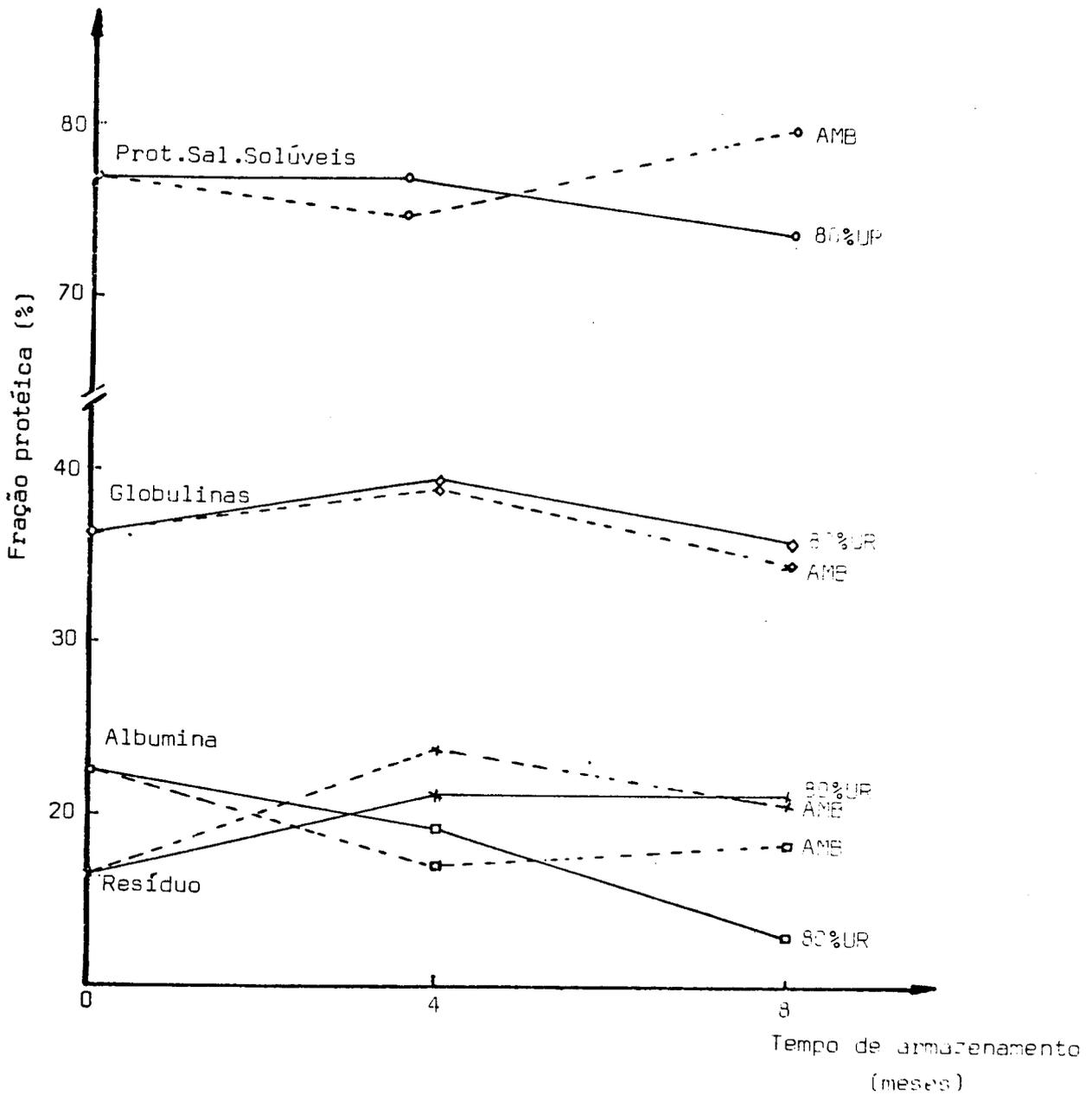


FIGURA 4 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre o fracionamento protéico de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho.

te a quantidade de proteína no resíduo sofreu um aumento significativo nos primeiros 4 meses de armazenamento para depois estabilizar-se para o armazenamento com 80% de umidade relativa e cair para o armazenado ao ambiente. Esta variação não foi considerada, pois pode ter sido causada por erros não controláveis na extração.

A porcentagem de resíduo total e de proteínas indigeríveis, foram determinadas, pois os trabalhos feitos por MITCHELL & BEADLES (1949) com grãos de soja, por POMERANZ (1974) com soja e ervilha e MOLINA et alii (1975) com grãos de feijão, indicam que os valores encontrados para esses parâmetros, aumentaram com o armazenamento. Este aumento não ocorreu neste trabalho, pois o tempo e as características do armazenamento não influenciaram sobre as quantidades de resíduo e de proteína, indigeríveis, dos grãos de feijão, analisados no estado natural (cru) ou depois da autoclavagem, conforme demonstrado no Quadro 9. Este quadro demonstra também, que a autoclavagem aumenta a digestibilidade total do grão.

Atribui-se a não concordância entre os dados encontrados neste trabalho e os da literatura, ao uso de grãos e metodologia bastante diferentes.

O valor nutritivo das proteínas dos feijões foi consideravelmente prejudicado pelo tempo de armazenamento, sem diferenças quanto às condições, o que é demonstrado pelos dados apresentados no Quadro 10 e pela Figura 5. No Quadro 10 observa-se que o quociente de utilização protéica (PER) caiu do valor inicial 1,27 para 0,66 e 0,69 após 4 meses de armazenamento e para 0,18 e 0,34 após 8 meses de armazenamento, para os grãos armazenados ao ambiente (AMB) e a 80% de umidade relativa (80%), respectivamente. Neste quadro tem-se também, que o consumo de proteína pelos animais alimentados com grãos armazenados por 4 meses foi pouco menor que os alimentados com grãos sem armazenamento, mas muito maior que os alimentados com grãos após

QUADRO 9 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento sobre os teores de resíduo e proteína, indigeríveis, de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), variedade Mulatinho, crus e autoclavados.

FRACÇÃO	ARMAZENAMENTO	AMBIENTE				80% UR	
		0 meses	4 meses	8 meses	4 meses	8 meses	
CRU	RES. INDIG.	37,2	39,7	39,7	35,6	34,3	
	PROT. INDIG.	7,3	7,5	7,0	4,7	4,1	
	RES. INDIG.	20,6	19,4	18,0	19,0	20,0	
AUT. ¹	PROT. INDIG.	8,2	9,0	6,6	7,8	9,0	

¹Grão autoclavado a 120°C/10-12 min., conforme o indicado por BRESSANI et alii (1963) e MOLINA et alii (1974 e 1975).

QUADRO 10 - Ganho de peso e quociente de utilização protéica (P.E.R.) de ratos da raça Wistar, alimentados com grãos de feijão (*p. vulgaris*, L.), da variedade Mulatino, armazenados por 4 e 8 meses, sob diferentes condições.

ARMAZENAMENTO	Ganho de peso (g)				Consumo de Proteína(g)	P.E.R. ¹
	1ª semana	2ª semana	3ª semana	4ª semana		
0 meses	50,2	77,6	91,5	132,4	107,5	1,27
4 meses	23,0	21,0	38,0	60,0	93,3	0,66
8 meses	6,0	5,0	6,0 ²	6,0	34,0	0,18
80% UR	16,0	23,0	40,0	66,0	98,4	0,69
	5,0	13,0	20,0 ²	13,0	38,9	0,34

¹Valor corrigido em relação ao padrão de caseína = 2,50

²Morreram animais, durante a 3ª semana, em consequência da perda de peso.

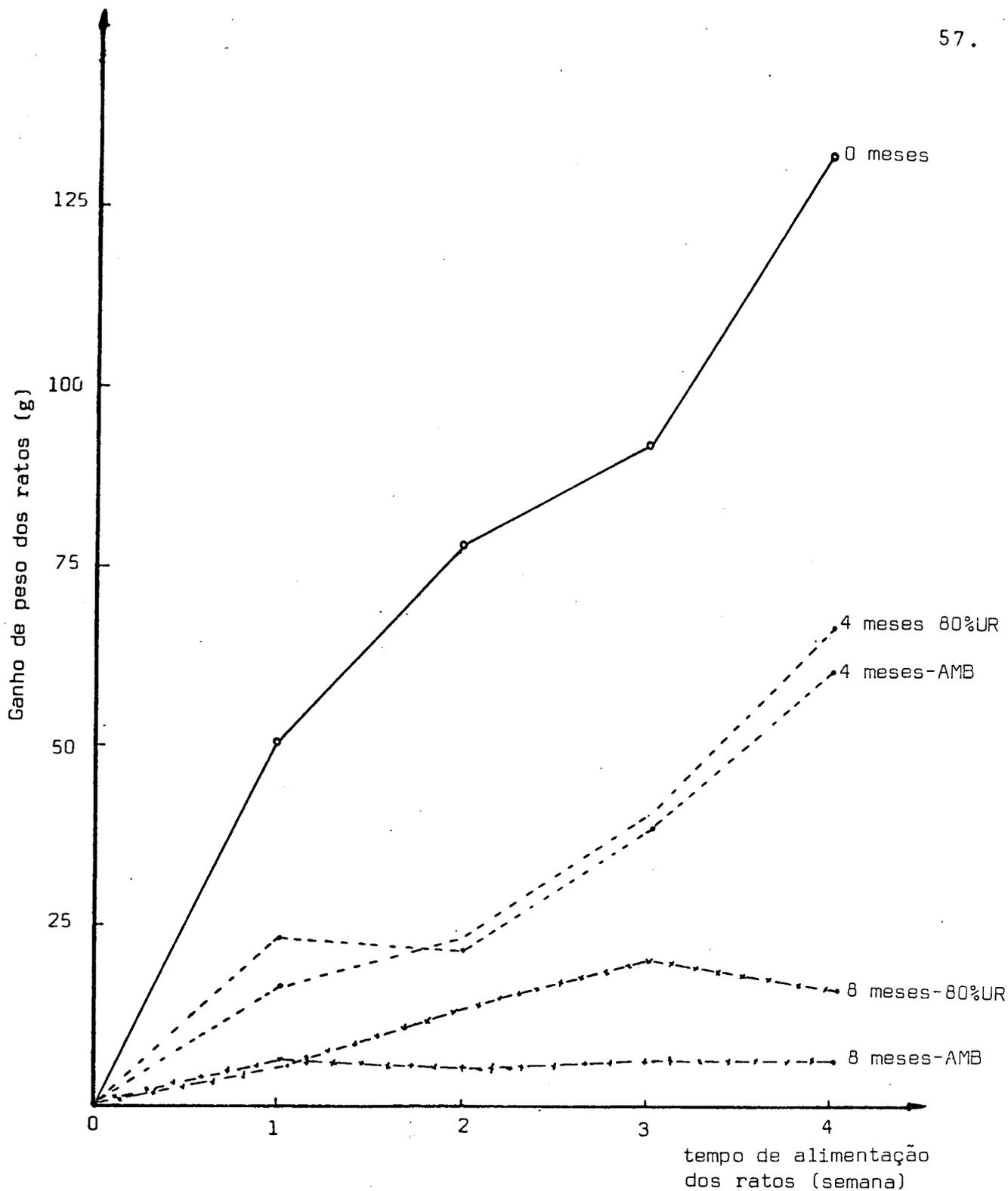


FIGURA 5 - Ganho de peso dos ratos da raça Wistar, alimentados com grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho, com 0, 4 e 8 meses de ar mazenamento, sob diferentes condições.

8 meses de armazenamento, aonde ocorreu a morte de ratos, causa da por perda de peso e os sobreviventes chegaram ao final do ensaio com péssima aparência.

O ganho de peso foi o parâmetro mais drasticamente prejudicado pelo armazenamento dos grãos, o que pode ser facilmente observado no Quadro 10 e na Figura 5, onde tem-se que com 4 meses este valor foi praticamente reduzido à metade e com 8 meses foi reduzido a valores muito pequenos, uma vez que houve a morte de animais causada pela perda de peso. Aos 8 meses a diferença observada entre os valores encontrados para os grãos armazenados ao ambiente (6,0) e à umidade relativa de 80% (13,0), que reflete-se nos valores de PER, deve ter sido causada pela resistência individual dos animais às condições protéicas péssimas da ração a que foram submetidas.

O prejuízo mostrado não foi causado por fatores antinutricionais dos grãos, cujo efeito poderia não ter sido uniformemente eliminado nas autoclavagens. Esta afirmação está demonstrada pelos dados do Quadro 11 onde todos os feijões utilizados apresentaram-se após o tratamento térmico com níveis reduzidos, não tóxicos e uniformes, quanto a atividade antitriptica.

A digestibilidade aparente "in vivo" dos grãos não mostrou diferença significativa entre os diferentes tempos e condições de armazenamento, conforme o demonstrado no Quadro 12, o que concorda com os resultados obtidos para o fracionamento protéico e para o resíduo indigerível, total e das proteínas, do grão.

Analisando-se a disponibilidade biológica da metionina nos grãos armazenados, verificou-se que este parâmetro decresceu com o tempo de armazenamento e não foi influnciado pelas condições adotadas. No Quadro 13 isto é bem demonstrado com a queda de um valor inicial de 42,9% para 22,5% e 22,4% com 4 meses de armazenamento e para 19,1% e 18,9% com 8 meses

QUADRO 11 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento sobre a atividade do inibidor da tripsina de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Muletinho, crus e autoclavados¹.

ARMAZENAMENTO	Atividade Antitriptica (μ IT/mg prot.)	
	Crú	Autoclavado ¹
0 meses	200,2	36,5
AMBIENTE	4 meses	252,3
	8 meses	166,5
80% UR	4 meses	151,0
	8 meses	183,5

¹Grão autoclavado a 120°C/10-12 min., conforme o indicado por BRESSANI et alii (1963) e MOLINA et alii (1974 e 1975).

QUADRO 12 - Efeito do tempo e das condições de armazenamento, sobre a digestibilidade aparente "in vivo", de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mu latinho.

ARMAZENAMENTO	Digestibilidade Aparente (%)	CV (%)
0 meses	60,15	8,8
4 meses	57,39	14,6
AMB		
8 meses	65,00	9,8
4 meses	58,76	8,2
80%UR		
8 meses	61,39	6,2

Obs. - Não houve diferença estatisticamente significativa, para o teste F, entre os tempos, entre as condições, e entre as interações tempo x condições de armazenamento.

QUADRO 13 - Influência do tempo e das condições de armazenamento, sobre a disponibilidade da metionina, em grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho.

ARMAZENAMENTO	Suplementação com metionina (g/100g Prot.)	Ganho de Peso por Grupo(g)	Ganho de Peso Médio (g)	Metionina Total ¹ (g/100g Prot.)		Metionina disponível (g/100g Prot.)	Disponibilidade da Metionina ² (%)	
0 meses	0,0	17,0	3,4					
	0,4	26,9	5,4	1,33	(1,44)	0,57	42,9	(39,6)
	0,8	44,8	9,0					
4 meses	0,0	22,2	4,4					
	0,4	44,2	8,8	1,60	(1,44)	0,36	22,5	(25,0)
	0,8	74,5	14,9					
AMB. 8 meses	0,0	18,0	3,6					
	0,4	50,5	10,1	1,31	(1,44)	0,25	19,1	(17,4)
	0,8	70,0	14,0					
4 meses	0,0	23,2	4,2					
	0,4	41,8	8,4	1,52	(1,44)	0,34	22,4	(23,6)
	0,8	77,0	15,4					
80% UR 8 meses	0,0	17,5	3,5					
	0,4	43,8	8,8	1,43	(1,44)	0,27	18,9	(18,7)
	0,8	66,5	13,3					

¹Valores entre parênteses são a Média Geral = média das médias encontradas para cada tratamento

²Valores entre parênteses são os calculados com base na Média Geral

de armazenamento nas condições de temperatura e umidade relativa, ambientes, e para armazenamento à temperatura ambiente e 80% de umidade relativa, respectivamente. Observou-se que os valores para os grãos com 8 meses de armazenamento não sofreram uma queda tão drástica quanto o PER, talvez motivada pela diferença não controlável, existente entre os valores encontrados nas dosagens de metionina total utilizadas para o cálculo da disponibilidade (Quadro 7).

As diferenças na disponibilidade da metionina dos feijões, com o tempo de armazenamento dos mesmos, tornou-se mais drástica quando utilizou-se um mesmo valor de metionina total para todos os tratamentos, obtendo-se então disponibilidade de 39,6% para os grãos antes do armazenamento, de 25,0% e 23,6% após 4 meses, e 17,4% e 18,7% após 8 meses nas condições, ambiental (AMB) e com 80% de umidade relativa (80% UR), respectivamente.

Outro fator também analisado foi a disponibilidade da lisina durante as épocas analisadas e o Quadro 14 mostra ter havido nos primeiros 4 meses um decréscimo neste valor para depois haver uma estabilização. Nas épocas analisadas não houve diferença entre as condições do armazenamento.

Os resultados apresentados nos Quadros 10, 11, 12, 13 e 14 e na Figura 5 evidenciam que o prejuízo causado pelo armazenamento dos grãos de feijão ao valor nutritivo de suas proteínas, não pode ser atribuído a presença de fatores tóxicos ou a perda de digestibilidade, mas sim a queda na disponibilidade de seus aminoácidos, onde destaca-se a metionina, que por ser o aminoácido limitante, afeta diretamente o quociente de utilização protéica.

A perda de valor nutritivo de grãos, durante o armazenamento já foi detectado em soja por MITCHELL & BEADLES (1949) que observaram diminuição na digestibilidade e no valor nutritivo das proteínas e atribuíram estes prejuízos a reações

QUADRO 14 - Influência do tempo e das características de armazenamento sobre teor de Lisina disponível¹ de grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), da variedade Mulatinho.

ARMAZENAMENTO	Lisina Disponível (%)				Média ¹	C.V.(%)
	1ª rep.	2ª rep.	3ª rep.	3ª rep.		
0 meses	8,51	8,25	7,74		8,17	4,82
4 meses	4,16	4,13	4,26		4,18(48,9%)	1,63
8 meses	4,21	4,13	5,35		4,23(48,2%)	2,63
80% UR						
4 meses	4,90	4,61	4,10		4,87(40,3%)	5,06
8 meses	4,26	4,35	4,36		4,32(47,1%)	1,27

¹Valores entre parênteses indicam a queda na disponibilidade em função do valor inicial.

enzimáticas, discutiram a possibilidade de reações entre açúcares e aminoácidos e concluíram que os danos envolviam principalmente a metionina e/ou cisteína, além de outros aminoácidos. PO MERANZ (1974) também detectou prejuízos quando trabalhou com cereais, proteínas da soja e da ervilha e seus produtos moídos.

MOLINA et alii (1974) trabalhando com o armazenamento de feijões, observaram que para se obter o melhor valor nutritivo para as amostras submetidas à maceração, o melhor tempo de autoclavagem foi o de 10 minutos e para as amostras não maceradas e armazenadas por 3 meses este tempo foi de 20-30 minutos. Detectaram também que houve perdas no valor nutritivo, mas isto não mostrou qualquer relação com os valores de lisina e metionina disponível, uma vez que estes valores, medidos microbiologicamente, aumentaram. Estes autores (MOLINA et alii, 1975) repetiram este ensaio e encontraram resultados concordantes com os anteriores ou sejam, que o armazenamento tem efeito prejudicial sobre a qualidade nutritiva e a digestibilidade das proteínas dos grãos, mas benéfico sobre a disponibilidade microbiológica da lisina e da metionina e que o tempo de cozimento prejudica somente o quociente de utilização protéica e não a digestibilidade.

Comparando os trabalhos descritos na literatura com os dados mostrados neste trabalho tem-se a concordância quanto ao fato de que o valor nutritivo das proteínas, dos grãos de feijão são prejudicados pelo armazenamento dos mesmos. A causa deste prejuízo é discordante, pois neste trabalho ele é atribuído principalmente à diminuição progressiva da disponibilidade biológica dos aminoácidos limitantes, enquanto que MITCHELL & BEADLES (1949) e MOLINA et alii (1975) atribuem à perda de digestibilidade. Esta diferença pode ser atribuída às metodologias e aos materiais pesquisados.

MITCHELL & BEADLES (1949) trabalharam com grãos de soja e MOLINA et alii (1974 e 1975) com grãos de fei

jão armazenados em condições muito semelhantes às utilizadas neste trabalho, apesar de serem de variedade negra e colhidos na Guatemala, mas mostraram resultados um tanto confusos uma vez que o efeito prejudicial do armazenamento ao valor protéico é estudado conjuntamente com os efeitos da maceração e do cozimento.

Outro aspecto conflitante é o aumento progressivo de disponibilidade para a metionina e lisina, mostrado por MOLINA et alii (1974 e 1975) enquanto que neste trabalho estes aminoácidos sofreram uma queda progressiva de disponibilidade. A diferença entre os resultados pode ser atribuída à metodologia de análise, pois eles usaram a análise microbiológica enquanto que aqui utilizou-se teste com ratos. Outra dúvida que ficou foi sobre os possíveis efeitos do aumento de disponibilidade da metionina sobre o valor nutritivo das proteínas do feijão, fato que não foi demonstrado por aqueles autores.

Um fator causador de indisponibilidade dos aminoácidos e perda de cozinhabilidade dos grãos de feijão durante o armazenamento pode ser a oxidação dos lipídeos e isto já havia sido sugerido por MUNETA (1964) e POMERANZ (1974). O efeito nocivo da oxidação de lipídeos em dietas já foi detectado e determinado por LOHREY et alii (1978), que trabalharam com dieta de caseína.

O índice de peróxido dos grãos de feijão, aumentou com o armazenamento dos mesmos, conforme mostrado no Quadro 15, passando do valor inicial de 0,19 para 0,32 e 0,34, com 4 meses e para 0,39 e 0,38, com 8 meses, para os grãos armazenados ao ambiente e a 80% de umidade relativa, respectivamente. Não houve diferença em relação às condições de armazenamento. Estes resultados mostram um relacionamento entre a oxidação dos lipídeos e a indisponibilidade dos aminoácidos mas, este não deve ser o único fator atuante. Outros fatores que podem estar influenciando são a complexação de proteínas com fitatos e açúcares,

QUADRO 15 - Influência do tempo e das condições de armazenamento sobre o índice de peróxido dos grãos de feijão (*P. vulgaris*, L.), variedade Mulatinho.

ARMAZENAMENTO	Índice de Peróxido (meq./100g amostra)				C.V. (%)
	1ª rep.	2ª rep.	3ª rep.	Média	
0 meses	0,19	0,18	0,21	0,19	8,31
4 meses	0,25	0,36	0,32	0,32	12,50
8 meses	0,31	0,38	0,33	0,34	10,62
80% UR					
4 meses	0,41	0,36	0,40	0,39	6,79
8 meses	0,36	0,37	0,41	0,38	6,97

conforme o sugerido por BOURDILLON (1951), PUSZTAJ (1965), LO
LAS & MARKAKIS (1975), O'DELL & BOLAND (1976), WALLACE & SATTE
LEE (1977) e/ou de proteínas com taninos conforme o reportado
por HOFF & SINGLETON (1977).

Os resultados encontrados neste trabalho con
firmaram somente parcialmente as suspeitas de BURR (1971b e
1973) que acreditava que a perda de cozinhabilidade com o arma
zenamento pode implicar em perdas no valor nutritivo dos grãos,
devido ao maior tempo de cozimento necessário para amaciar os
mesmos, pois o armazenamento levou a perdas na cozinhabilidade
e no valor nutritivo, que apesar de relacionados, parecem não
ser consequência um do outro.

5. CONCLUSÕES

Grãos de feijão da variedade Mulatinho quando estocados sob condições controladas, mostraram que sua cozinha bilidade foi prejudicada pelo tempo e condições do armazenamen to e o prejuízo foi maior aos armazenados com umidade relativa mais alta. A hidratação dos grãos não revelou esta alteração, mostrando ser um parâmetro insatisfatório como indicador da co zinhabilidade de feijões.

A extratibilidade das diversas frações protéi cas e a porcentagem de resíduo indigerível, total e protéico, dos grãos desta leguminosa não sofreram qualquer alteração cau sada pelo armazenamento a que os grãos foram submetidos.

O armazenamento não causou modificações à com posição centesimal (proteína, extrato etéreo, cinza e nitrogê nio não protéico) e ao teor de metionina dos grãos, mas o valor nutritivo das proteínas foi consideravelmente prejudicado pelo

tempo de estocagem, não se detectando grandes diferenças entre as condições estudadas,

A digestibilidade "in vivo" das proteínas dos grãos não foi afetada pela estocagem e o fator antitriptico foi eficientemente eliminado pelo tratamento térmico, em todas as épocas de amostragem, mostrando não terem qualquer relacionamento com o prejuízo causado pelo armazenamento ao valor nutritivo das proteínas do grão de feijão. Este prejuízo mostrou-se diretamente relacionado com a queda progressiva da disponibilidade biológica dos aminoácidos, onde destaca-se a metionina, por ser o aminoácido essencial limitante.

A queda no valor nutritivo das proteínas dos grãos de feijão quando estocados relaciona-se com a perda de cozinhabilidade, porém não é consequência da mesma.

6. LITERATURA CITADA

- ADAMS, M.W. & BEDFORD, C.L. Breeding food legumes for improved processing and consumer acceptance properties. In: NUTRITIONAL IMPROVEMENT OF FOOD LEGUMES BY BREEDING, Symposium of the Protein Advisory Group of the United Nations System, Roma, 3-5 julho, 1972. *Proceedings*. New York, F.A.O., 1973. p.75-84.
- ALLISON, J.B. Biological evaluation of proteins. *Physiol.Rev.*, 35:664-700, 1955.
- ANTUNES, P.L. & SGARBIERI, V.C. Processing effects on the nutritive value of soybean seeds and products. *Arch. Latinoamericanos de Nutr.*, 27(1):33-47, 1977.
- A.O.A.C. *Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists*. 10ed. Washington, A.O.A.C., 1965. 957p.
- A.O.A.C. *Official methods of analysis of the Association of*

- Official Analytical Chemists*. 11ed. Washington, A.O.A.C., 1970. 1015p.
- BECKER, H.C.; MILNER, R.T.; NAGEL, R.H. A method for the determination of nonprotein nitrogen in soybean meal. *Cereal Chemistry*, 17(7):447-457, 1940.
- BIGELOW, W.D. & FRITZGERALD, F.F. *Suggestions for canning pork and beans*. Washington, D.C., National Cannery Association, Research Laboratory, 1918. 31p. (Bull., 15).
- BOURDILLON, J. A crystalline bean seed protein in combination with phytic acid. *J. Biological Chem.*, 189:65-72, 1951.
- BOURNE, M.C. Size, density and hardshell in dry beans. *Food Technology*, 21:335-338, 1967.
- BRAHAM, J.E.; MADDALENO, R.; BRESSANI, R.; JARUIN, R. Efecto de la cocción y de la suplementación de aminoácidos sobre el valor nutritivo de la proteína del Guandul (*Cajanus indicus*). *Arch. Venezol. Nutr.*, 15:19-32, 1965.
- BRESSANI, R.; ELIAS, L.G.; VALIENTE, A.T. Effect of cooking and of amino acid supplementation on the nutritive value of black beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *Brit. J. Nutrition*, 17:69-78, 1963.
- BURR, H.K.; KON, S.; MORRIS, H.J. Cooking rates of dry beans as influenced by moisture content and temperature and time of storage. *Food Technology*, 22:336-338, 1968.
- BURR, H.K. Precooked and quick-cooking bean products. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1º, Campinas, 22-29 agosto, 1971a. *Anais*, Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1972. Vol. 2. p.477-498.
- BURR, H.K. Cookability and flatulence studies with dry beans. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1º, Campinas, 22-29 agosto, 1971b. *Anais*. Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1972. Vol. 2. p.499-536.
- BURR, H.K. Effect of storage on cooking qualities, processing, and nutritive value of beans. In: MEETING ON NUTRITIONAL AS

- PECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS. Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p.81-92.
- CAMPOS JR., J. *Obtenção de feijões enriquecidos com metionina*. Ribeirão Preto, Faculdade de Medicina, Laboratório de Nutrição, 1972. sp. (Relatório F.A.P.E.S.P.).
- CHANG, R.; SCHWIMMER, S.; BURR, H.K. Phytate: removal from whole dry beans by enzymatic hydrolysis and diffusion. *J. Food Sci.*, 42(4):1098-1101, 1977.
- CREAN, D.E.C. & HAISMAN, D.R. A note on the slow rehydration of some dried peas. *Horticultural Research*, 2:121-125, 1963.
- CREAN, D.E.C. & HAISMAN, D.R. The cytological distribution of calcium in raw and cooked seed peas. *J. Food Sci.*, 29: 768-773, 1964.
- DAWSON, E.H.; LAMB, J.C.; TOEPFER, E.W.; WARREN, H.W. *Development of rapid methods of soaking and cooking dry beans*. Washington, D.C., United States Department of Agriculture, 1952. 53p. (Tech. Bull., 1051).
- DEXTER, S.T.; ANDERSON, A.L.; PFAHLER, P.L.; BENNE, E. J. Responses of white pea beans to various humidities and temperatures of storage. *Agronomy J.*, 57:246-249, 1955.
- DURIGAN, J.F. *Estudo sobre as características tecnológicas e nutricionais de diversas variedades de feijão (P. vulgaris, L.) e do efeito sobre elas de diferentes condições de armazenamento*. Jaboticabal, F.C.A.V.-UNESP, 1976. 96p. (Relatório de Atividades à C.P.R.T. da UNESP).
- DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. Studies on the nutritive value of beans. In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS, Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p.13-26.
- ELIAS, L.G.; CONDE, A.; MUÑOZ, A.; BRESSANI, R. Effect of ger

- mination and maturation on the nutritive value of common beans (*Phaseolus vulgaris*). In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS, Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p. 139-152.
- GANESH KUMAR, K.; VENKATARAMAN, L.V.; JAYA, T.V.; KRISHNAMURTHY, K.S. Cooking characteristics of some germinated legumes: changes in phytins, Ca^{++} , Mg^{++} and pectins. *J. Food Sci.*, 43:85-88, 1978.
- GLITZ, A. Armazenamento e tecnologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1º, Campinas, 22-29 agosto, 1971. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1971. Seção I, 5p.
- GÓMEZ BRENES, R.; ELIAS, L.G.; MOLINA, M.R.; FUENTE, G. de la; BRESSANI, R. Changes in chemical composition and nutritive value of common beans and other legumes during house cooking. In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS, Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p.93-108.
- HAMAD, N. & POWERS, J.J. Imbibition and pectic content of canned dry-line beans. *Food Technology*, 19:648-652, 1965.
- HELLENDOORN, E.W. Aspects of retrogradation in some dehydrated starch-containing precooked food products. *Die Stärke*, 23: 63-68, 1971.
- HELLENDOORN, E.W. Enzymatic determination of insoluble, indigestible residue of beans. In: NUTRITIONAL IMPROVEMENT OF FOOD LEGUMES BY BREEDING, Symposium of the Protein Advisory Group of the United Nations System, Roma, 3-5 julho, 1972. *Proceedings*. New York, F.A.O., 1973. p.321-324.
- HELLENDOORN, E.W. Carbohydrate digestibility and flatulence activity of beans. In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS.

- Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p.261-272.
- HOFF, J.E. & SINGLETON, K.I. A method for determination of tannins in foods by means of immobilized protein. *J. Food Sci.*, 42(6):1566-1569, 1977.
- HONAVAR, P.M.; CHENG-VEN, S.; LIENER, I.E. Inhibition of the growth of rats by purified hemagglutinin fractions isolated from *Phaseolus vulgaris*. *J. Nutrition*, 77:109-113, 1962.
- JAFFÉ, W.G. Protein digestibility and trypsin inhibitor activity of legume seeds. *Proc. Soc. Exptl. Biol. Med.*, 75: 219-220, 1950.
- JAFFÉ, W.G., ed. *Nutritional aspects of common beans and other legume seeds as animal and human foods.* Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973a. 325p.
- JAFFÉ, W.G. Toxic factors in beans: their practical importance. *In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS*, Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973b. *Proceedings*, Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p. 199-210.
- JAFFÉ, W.G.; GONZÁLES, I.D.; MONDRAGÓN, M.C. Composición de caldos de frijoles. *Arch. Latinoamericanos Nutr.*, 26(1):75-83, 1976.
- JANSEN, G.R. Amino acid supplementation of common beans and other legumes. *In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS*. Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p.217-232.
- JORDÃO, B.A. & STOLF, S.R. Armazenamento de feijão-de-mesa. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 3: 217-252, 1969/1970a.
- JORDÃO, B.A. & STOLF, S.R. Curva de saturação do feijão-de-mesa variedade Rosinha. *Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, 3:425-433, 1969/1970b.
- KAKADE, M.L. & EVANS, R.J. Nutritive value of navy beans (*Pha*

- seolus vulgaris*). *Brit. J. Nutr.*, 19:269-276, 1965.
- KAKADE, M.L. & EVANS, R.J. Effect of soaking and germinating on the nutritive value of navy beans. *J. Food Sci.*, 31(5): 781-783, 1966a.
- KAKADE, M.L. & EVANS, R.J. Growth inhibition of rats fed raw navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Nutrition*, 90: 191-198, 1966b.
- KAKADE, M.L.; ARNOLD, R.L.; LIENER, I.E.; WAIBEL, O.E. Unavailability of cystine from trypsin inhibitors as a factor contributing to the poor nutritive value of navy beans. *J. Nutrition*, 99:34-42, 1969.
- KAKADE, M.L. & LIENER, I.E. A simplified procedure for the determination of "available" lysine in proteins and protein foodstuffs. *Anal. Biochem.*, 27:273-280, 1969.
- KON, S. Pectic substances of dry beans and their possible correlation with cooking time. *J. Food Sci.*, 33:427-428, 1968.
- KON, S.; WAGNER, J.R.; BECKER, R.; BOOTH, A.N.; ROBBINS, D. J. Optimizing nutrient availability of legume food products. *J. Food Sci.*, 36:635-637, 1971.
- KON, S.; BROWN, A.H.; OHANNESON, J.G.; BOOTH, A.N. Split peeled beans: preparation and some properties. *J. Food Sci.*, 38: 496-498, 1973.
- LA BELLE, R.L. & HACKLER, L.R. Preparation and utilization of dry, canned, and precooked beans. In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS, Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p.109-120.
- LIENER, I.E.; WAGH, P.V.; KAUSTERMEIR, D.F.; WARBEL, P.E. The nutritive value of red kidney beans (*P. vulgaris*) for chicks. *Fed. Proc.*, 22:551-554, 1963.
- LIENER, I.E. Legume toxins in relation to protein digestibility-a review. *J. Food Sci.*, 41:1076-1081, 1976.

- LOHREY, E.E.; HUGHES, I.R.; GRAY, I.K. Effect of dietary lipid oxidation on measurement of protein efficiency ratio. *J. of the A.O.A.C.*, 61(1):104-110, 1978.
- LOLAS, G.M. & MARKAKIS, P. Phytic acid and other phosphorus compounds of beans (*Phaseolus vulgaris*, L.). *J. Agric. Food Chem.*, 23(1):13-15, 1975.
- LOLAS, G.M. & MARKARIS, P. The phytase of navy beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.*, 42(4):1094-1097, 1106, 1977.
- LUNDER, T.L. An improved method for the colorimetric determination of methionine in acid hydrolysates of biological products. *Industrie Alimentari*, 12(5): sp., 1973.
- MALCOLM, H.R.; POWERS, J.J.; LOPEZ, A.; PRATT, D. E. Objective measurements of the maturity of raw and canned field peas (*Vigna sinensis*). *Food Technology*, 10:463-469, 1956.
- MATTSON, S. The cookability of yellow peas - A colloid - chemical and biochemical study. *Acta Agr. Suecana*, 2:185-231, 1946
- MITCHELL, H.H. & BEADLES, J.R. The effect of storage on the nutritional qualities of the proteins of wheat, corn and soy beans. *J. Nutrition*, 39:463-484, 1949.
- MOLINA, M.R.; FUENTE, F. de la; BRESSANI, R. Interrelaciones entre tiempo de remojo, tiempo de cocción, valor nutritivo y otras características del frijol (*Phaseolus vulgaris*). *Arch. Latinoamericanos Nutrición*, 24:469-483, 1974.
- MOLINA, M.R.; FUENTE, F. de la; BRESSANI, R.. Interrelationships between storage, soaking time, cooking time, nutritive value and other characteristics of the black bean (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.*, 40:587-591, 1975.
- MOLINA, M.R.; BATEN, M.A.; GÓMEZ BRENES, R.A.; KING, K.W.; BRESSANI, R. Heat treatment: a process to control the development of the hard-to-cook phenomenon in black beans (*Phaseolus vulgaris*). *J. Food Sci.*, 41:661-666, 1976.
- MORAES, R.M. de & ANGELUCCI, E. Chemical composition and amino acid contents of brazilian beans (*Phaseolus vulgaris*). *J.*

- Food Sci.*, 36:493-494, 1971.
- MORRIS, H.J.; OLSON, R.L.; BEAN, R.C. Processing quality of varieties and strains of dry beans. *Food Technology*, 4 (6): 247-251, 1950.
- MORRIS, H.J. & WOOD, E.R. Influence of moisture content on keeping quality of dry beans. *Food Technology*, 10(5): 225-229, 1956.
- MORRIS, H.J. Changes in cooking qualities of raw beans influenced by moisture content and storage time. In: SIMPÓSIO BRÁSILEIRO DO FEIJÃO, 19, Campinas, 22-29 agosto, 1971. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1971. Seção I, 10p.
- MULLER, F.M. Cooking quality of pulses. *J. Sci. Food. Agr.*, 18:292-294, 1967.
- MUNETTA, P. The cooking time of dry beans after extended storage. *Food Technology*, 18(8):130-131, 1964.
- NORDSTROM, C.L. & SISTRUNK, W.A. Effect of type of bean, soak time, canning media and storage time on quality attributes and nutritional value of canned dry beans. *J. Food Sci.*, 42 (3):795-798, 1977.
- O'DELL, B.L. & BOLAND, A. de. Complexation of phytate with proteins and cations in corn germ and oilseed meals. *J. Agric. Food Chem.*, 24(4):804-808, 1976.
- PALMER, R.; McINTOSH, A.; PUSZTAI, A. The nutritional evaluation of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). The effect on nutritional value of seed germination and changes in trypsin inhibitors content. *J. Sci. Food Agric.*, 24:937-944, 1973.
- POMERANZ, Y. Biochemical, functional and nutritive changes during storage. In: CHISTENSEN, C.M.; ed. *Storage of cereal grains and their products*. Minnesota-USA, Am. Ass. Cereal Chem., 1974. 549p.
- POWERS, J.J.; PRATT, D.E.; JOINER, J.B. Gelation of canned peas and pinto beans as influenced by processing conditions, starch, and pectic content. *Food Technology*, 15(2):41-47, 1961.

- PUSZTAI, A. Studies on the extraction of nitrogenous and phosphorus-containing materials from the seeds of kidney beans (*Phaseolus vulgaris*). *Biochem. J.*, 94:611-616, 1965.
- PUZZI, D. Armazenamento e tecnologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1ª, Campinas, 22-29 agosto, 1971. São Paulo, Secretaria da Agricultura, 1971. Seção I, 9p.
- ROCKLAND, L.B. & METZLER, E.A. Quick-cooking lima and other dry beans. *Food Technology*, 21:344-348, 1967.
- ROGERS, Q.R. & HARPER, A.E. Amino acid diets and maximal growth in the rat. *J. Nutrition*, 87:267-273, 1965.
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. *Análises químicas em plantas*. Piracicaba, ESALQ-USP, 1974. 56p.
- SATTERLEE, L.D.; BEMBERS, M.; KENDRICK, J.G. Functional properties of the Great Northern bean (*Phaseolus vulgaris*) protein isolate. *J. Food Sci.*, 40:81-84, 1975.
- SEIDL, D.; JAFFÉ, M.; JAFFÉ, W.G. Digestibility and proteinase inhibitory action of a kidney bean globulin. *J. Agric. Food Chem.*, 17(6):1318-1321, 1969.
- SGARBIERI, V.C.; ANTUNES, P.L.; ALMEIDA, L.D. Nutritional evaluation of four varieties of dry bean (*Phaseolus vulgaris*, L.). *J. Food Sci.*, (enviado para publicação), 1978.
- SMITH, A.K. & NASH, A.M. Water absorption of soybeans. *J. Am. Oil Chem. Soc.*, 38:120-123, 1961.
- SOUZA, N. de; SANTOS, J.E.; DUTRA DE OLIVEIRA, J. E. Clinical and experimental studies on common beans. In: MEETING ON NUTRITIONAL ASPECTS OF COMMON BEANS AND OTHER LEGUME SEEDS AS ANIMAL AND HUMAN FOODS, Ribeirão Preto, 6-9 novembro, 1973. *Proceedings*. Caracas, Archivos Latinoamericanos de Nutrición, 1973. p.241-248.
- STEINKRAUS, K.H.; VAN BUREN, J.P.; LA BELLE, R.L.; HAND, D.B. Some studies on the production of precooked dehydrated beans. *Food Technology*, 18:1945-1950, 1964.
- SWANSON, B.G.; MONTOURE, J.E.; McCURDY, A.R.; PETERSON, S. G.;

- O'BANNON, S.L. Proximate composition, respiration rate and fungi growth of dry beans. *J. Food Sci.*, 42(3):799-801, 1977.
- TAKAYAMA, K.K.; MUNETA, P.; WIESE, A.C. Lipid composition of dry beans and its correlation with cooking time. *J. Agr. Food Chem.*, 13(3):269-272, 1965.
- WAGH, P.V.; KLAUSTERMEIER, D.F.; WAIBEL, P.E.; LIENER, I.E. Nutritive value of red kidney beans (*Phaseolus vulgaris*) for chicks. *J. Nutrition*, 80:191-195, 1963.
- WALLACE, G.W. & SATTERLEE, L.D. Calcium binding and its effect on the properties of several food protein sources. *J. Food Sci.*, 42(2):473-478, 1977.
- WEAST, R.C., ed. *Handbook of chemistry and physics*. 49 ed., Cleveland, The Chemical Rubber, 1968-1969. p.E.37.
- WESTON, W.J. & MORRIS, H.J. Hygroscopic equilibria of dry beans. *Food Technology*, 8:353-355, 1954.
- WHITE, E.D. & KON, S. Processes and potential markets for instant bean powders. *Food Prod. Develop.*, 6(4):82-86, 1972.
- WILSON, E. Nota sobre a contribuição nutritiva do feijão para a nutrição humana. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1º, Campinas, 22-29 agosto, 1971. *Anais*. Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1972. 4p.
- ZUCAS, S.M.; LOURENÇO, E.J.; CAMPOS, M.A.P. Os feijões - seu valor nutritivo e substâncias indesejáveis. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DO FEIJÃO, 1º, Campinas, 22-29 agosto, 1971. *Anais*. Viçosa, Univ. Fed. de Viçosa, 1972. Vol.2. p.539-570.

7. ANEXO

QUADRO I - Temperatura e umidade relativa do ar durante o ano de 1976¹.

Mes	Temperatura ² (°C)	Umidade relativa do Ar ² (%)
Janeiro	24,4	72,0
Fevereiro	22,4	80,0
Março	23,1	77,0
Abril	21,7	73,8
Maio	19,4	71,7
Junho	18,3	69,0
Julho	17,7	68,0
Agosto	19,7	68,0
Setembro	20,2	73,0
Outubro	22,0	68,0
Novembro	23,3	71,0
Dezembro	24,0	77,4
Média Anual	21,3	72,4
Média durante o armazenamento ³	20,3	71,1

¹Dados coletados pelo posto meteorológico da FCAVJ-UNESP.

²Médias mensais.

³Período de março a outubro.