

WANDERLEIA DE FÁTIMA ZOIA

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E NUTRICIONAIS DE
ANGUS FORTIFICADOS COM DIFERENTES NÍVEIS DE
FARINHA DE SOJA DESENGORDURADA

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

ESCOLA SUPERIOR DE AGRICULTURA DE LAVRAS
LAVRAS - MINAS GERAIS
1994

CARACTERÍSTICAS SENSORIAIS E NUTRICIONAIS DE ANGUS FORTIFICADOS
COM DIFERENTES NÍVEIS DE FARINHA DE SOJA DESENGORDURADA

Aprovada:

Sin-Huei Wang

Dra. Sin-Huei Wang

Orientadora

Lair Cabral

Dr. Lair Chaves Cabral

Rogério Germani

Dr. Rogério Germani

Depois de silenciar todo o ser,
faça presente, pela fé,
Aquele em quem existimos,
nos movemos e somos

LARRAÑAGA

Ao meu pai, Antônio Zoia (in memorian)
À Geralda Maria Zoia, minha mãe

DEDICO

Aos meus irmãos, irmãs e sobrinhos,
com muito carinho

E a você, Denilson, pelo companheirismo e carinho

OFEREÇO

AGRADECIMENTOS

À Deus que é fonte de vida, sabedoria e amor.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão de bolsa de estudo durante o curso de mestrado.

À Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), especialmente ao Departamento de Ciência dos Alimentos (DCA), pela oportunidade de realização do curso.

À professora Dr^a Sin-Huei Wang, pela orientação na dissertação, bem como pela amizade e dedicação.

Ao professor Dr. Valdemiro C. Sgarbieri, pela orientação nos ensaios biológicos e pela permissão do uso do biotério do DEPAN-
FEA-UNICAMP.

Aos professores: Vânia Dea de Carvalho (EPAMIG), Paulo Roberto Clemente (DCA), Adimilson Bosco Chitarra (DCA), Maria Isabel Fernandes Chitarra (DCA) e Evódio Ribeiro Vilela (DCA) pela permissão do uso de laboratório.

Ao professor Marcelo de Oliveira, pela orientação nas análises estatísticas.

A Dona Cida, pela amizade e preocupação quase maternal.

Aos amigos Kelly, Cristina, Sinara, Dirce, Gilmar, Josane, Mônica Elizabeth, Mônica Pirozi, Gicelda, Renato, Maria, Edson, Rogério, Urquiza e ao casal Ascheri (Diego e Marina) pelo apoio e amizade.

A Cidinha pela ajuda nos testes sensoriais.

A todos os professores e funcionários do DCA e da EPAMIG, que contribuíram de alguma forma, direta ou indiretamente, para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	01
2. REVISÃO DE LITERATURA	03
2.1. Propriedades funcionais do milho e da soja	03
2.2. Propriedades sensoriais e nutricionais da mistura de milho e soja	08
2.3. Polenta	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	14
3.1. Material	14
3.2. Métodos	16
3.2.1. Classificação granulométrica	16
3.2.2. Composição centesimal aproximada	16
3.2.3. Obtenção da farinha mista	17
3.2.4. Determinação das propriedades funcionais da farinha mista	17

3.2.4.1. Viscosidade de pasta	17
3.2.4.2. Absorção de água (AA)	18
3.2.4.3. Absorção de gordura (AG)	19
3.2.4.4. Índice de solubilidade de nitro- gênio (ISN)	19
3.2.4.5. Propriedades emulsificantes	19
3.2.4.6. Propriedades espumantes	20
3.2.5. Preparação do gel de farinha mista	20
3.2.6. Avaliação sensorial	21
3.2.7. Caracterização nutricional do angu	22
3.2.7.1. Composição centesimal aproximada	22
3.2.7.2. Métodos biológicos	22
3.2.8. Análise estatística	28
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	30
4.1. Distribuição do tamanho de partícula de fubá mi- moso e farinha de soja desengordurada	30
4.2. Composição centesimal aproximada de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada	31
4.3. Propriedades funcionais da farinha mista	32
4.4. Características sensoriais do angu fortificado ..	48
4.5. Características nutricionais do angu fortificado.	56
5. CONCLUSÕES	64

6. RESUMO	66
7. SUMMARY	68
8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	70
APÊNDICE	81

LISTA DE QUADROS

Quadro		Página
1	Composição centesimal das dietas utilizadas nos ensaios biológicos	23
2	Composição centesimal da mistura salina utilizada nas dietas para os ensaios biológicos	24
3	Composição da mistura vitamínica (mg/kg) utilizada nas dietas para os ensaios biológicos	25
4	Distribuição do tamanho de partícula de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada	30
5	Composição centesimal aproximada (% base seca) de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada	31

Quadro

Página

6	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 90:10%	49
7	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 80:20%	49
8	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 70:30%	50
9	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 60:40%	50

Quadro

Página

10	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 50:50%	51
11	Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de fubá mimoso (controle) ..	51
12	Escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada	53
13	Preferência de angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada	55
14	Composição centesimal aproximada (% base úmida) dos angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada	57

Quadro

Página

- 15 Balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) dos Angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada 58
- 16 Quociente de eficiência protéica (PER), PER Angus/PER caseína e eficiência alimentar (EA) dos Angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada 59

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Amilogramas de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções .	33
2	Temperatura inicial da formação de pasta ($^{\circ}\text{C}$) e temperatura da viscosidade máxima ($^{\circ}\text{C}$) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções	34

Figura

Página

- 3 Viscosidade máxima (U.A.), viscosidade mínima à temperatura constante (U.A.) e viscosidade final no ciclo de resfriamento (U.A.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções 35
- 4 Absorção de água (% , b.s.) e absorção de gordura (% , b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções . 37
- 5 Nitrogênio solúvel na água (% , b.s.) e índice de solubilidade de nitrogênio (%) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções 39
- 6 Atividade emulsificante (% , b.s.) e estabilidade de emulsão (% , b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções 42

Figura

Página

7	Expansão de espuma (% , b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções	44
8	Volume de espuma (% , b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções	45
9	Sinérese de espuma (% , b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções	46
10	Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos de PER de angus fortificados ou não com vários níveis de farinha de soja desengordurada	60

1. INTRODUÇÃO

A alimentação humana, em várias regiões do mundo, baseia-se em cereais, sendo um dos principais, o milho, que constitui um dos alimentos básicos das populações sul-americanas.

"Angu" é preparado com fubá (de milho), água e óleo, podendo ser temperado ou não com sal. É bastante difundido no Brasil, especialmente em Minas Gerais, que há muito tempo faz parte dos tradicionais pratos diários do povo brasileiro. O angu pode, em algumas regiões do país, ter a denominação de polenta, que pode ser cozida, frita ou seguida de molho.

Embora o angu seja considerado como excelente fonte calórica, a sua qualidade protéica é baixa por causa das deficiências em lisina e triptofano. Por outro lado, a soja contém lisina em excesso e apresenta um balanceamento satisfatório dos outros aminoácidos essenciais, exceto dos sulfurados. Desta forma, acredita-se que a fortificação de angu com soja resulte no efeito complementar para a maioria dos

aminoácidos. Além disso, pode-se ter um aumento no teor de proteínas totais do angu, que poderia vir a substituir, parcial ou totalmente, as proteínas de origem animal.

Considerando-se que nenhuns são os dados disponíveis sobre a suplementação de fubá com soja no preparo de angu, foi realizado o presente trabalho com os seguintes objetivos:

Objetivo geral

- Fortificar o angu com farinha de soja desengordurada, sem que haja muita modificação nas características sensoriais.

Objetivos específicos

- Determinar as propriedades funcionais das farinhas mistas constituídas de diferentes proporções de fubá mimoso e soja desengordurada.

- Estabelecer condições, em função de proporção de farinha mista e água e do tempo de cozimento, para obtenção do angu fortificado.

- Avaliar as características sensoriais e nutricionais dos angus fortificados, comparando-se com o angu não fortificado.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Propriedades funcionais do milho e da soja

As propriedades funcionais de uma proteína se referem às características físico-químicas e às interações de proteína com outros componentes em alimentos, que determinam o uso e êxito de ingredientes protéicos em sistemas alimentares. Estas propriedades são importantes, pois afetam o processamento, o preparo e os atributos da qualidade de alimentos, KINSELLA (26).

Estudando misturas de farinhas de milho cruas e pré-gelatinizadas de diferentes granulometrias em diversas percentagens, BÄR (4) observou que os valores de viscosidade aumentaram com o aumento gradual da percentagem de partículas menores na amostra e da percentagem de farinha de milho crua adicionada à farinha pré-gelatinizada. Do mesmo modo, o poder de absorção de água aumentou gradualmente, à medida que aumentou-se

a percentagem das partículas menores e, numa determinada granulometria, aumentou com o aumento da percentagem da farinha de milho pré-gelatinizada na mistura.

MATTHEWS et al. (32) verificaram que as farinhas de milho processadas tiveram maiores valores de absorção do que a farinha de milho crua, quando eram misturadas com a farinha de trigo. A substituição de 5 e 15% da farinha de trigo por farinha de milho nas massas mostrou que a farinha de milho de menor grau de gelatinização teve melhor tolerância de mistura no farinógrafo do que a farinha de milho de maior grau de gelatinização. O mesmo resultado não ocorreu com as massas com 25% de substituição.

A gelatinização do amido, da farinha (fina e grossa) e das canjicas de milho, tem sido estudada por NAVICKIS & BAGLEY (35), os quais relataram que as diferentes curvas mostradas pelo amilograma poderiam ser devido ao tamanho da partícula e à força no comportamento de entumescimento, provavelmente devido à proteína nativa nos produtos de milho moído. Acima de 10% de concentração, os géis formados por canjicas e farinha grossa autoclavadas foram significativamente mais firmes do que os géis formados de apenas amido de milho. A farinha fina proporcionou géis com as mesmas propriedades dos géis de amido com até 30% de concentração, acima da qual os géis formados com farinha fina tornavam-se mais firmes do que os géis de amido e iguais aos géis formados por farinha grossa e canjicas de milho.

BORDERÍAS & MONTERO (7) constataram que a absorção de água normalmente é aumentada quando ocorre um aumento na concentração de proteína. A viscosidade de suspensões protéicas depende da forma e da concentração das partículas suspensas e da força de interação entre estas partículas.

FLEMING et al. (20) observaram que a absorção de água e as características da viscosidade aparente (Brookfield) de pasta de farinha e de concentrado de soja foram menores do que aquelas de isolado de soja. No entanto, a absorção de água foi geralmente menor e a viscosidade aparente maior nas pastas sujeitas a uma mistura por tempo mais longo do que por tempo mais curto. Ambas, absorção de água e viscosidade aparente, aumentaram com o aumento da concentração de proteína no produto.

CIRCLE et al. (12) verificaram que, na ausência de calor, a viscosidade da dispersão aquosa do isolado protéico de soja aumentou exponencialmente com o aumento da concentração. Nas concentrações acima de 7%, o aquecimento causou espessamento seguido pela formação do gel. Nas concentrações de 8-14%, os géis foram formados no intervalo de 10 a 30 minutos à temperatura de 70-100°C. Entre 16 a 17%, os géis ficaram firmes e elásticos.

FIORA et al. (19) observaram que a viscosidade inicial, dureza, fraturabilidade e capacidade de retenção de água do gel, obtido do isolado protéico de soja, mostraram correlações positivas com a absorção de água do próprio isolado, entretanto, a coesividade foi negativamente afetada. Já o grau de

elasticidade foi correlacionado com a absorção de gordura, indicando que o grau de elasticidade poderia ser aumentado pelo aumento na propriedade hidrofóbica da proteína.

GWIAZDA et al. (21) constataram que o concentrado protéico de soja apresenta boas propriedades lipofílicas, tendo alta absorção de gordura, o que se deve à estrutura específica de superfície da proteína de soja.

HUTTON & CAMPBELL (24) concluíram que os efeitos de pH e temperatura sobre o índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) e a absorção de água (AA) de concentrado e isolado protéicos de soja foram interdependentes, embora o ISN e a AA tendessem a aumentar com o aumento do pH (de 5,0 a 7,0) e da temperatura (de 25°C a 90°C) da dispersão. O concentrado foi menos solúvel e menos afetado pelas mudanças no pH e temperatura do que o isolado.

Em outro estudo, HUTTON & CAMPBELL (23) relataram que efeitos do pH e da temperatura na estabilidade de emulsão e na viscosidade aparente foram interdependentes. A absorção de gordura foi dependente do conteúdo de proteína das amostras de soja (isolado ou concentrado).

McWATTERS & HOLMES (29) demonstraram que tanto a solubilidade de nitrogênio como a capacidade emulsificante da farinha de soja foram reduzidas, à medida que o tempo de aquecimento (úmido) aumentava. Contudo, altos níveis da solubilidade de nitrogênio não foram necessariamente associados com a máxima capacidade emulsificante.

VOLKERT & KLEIN (50) afirmaram que a atividade emulsificante e a estabilidade de emulsão foram significativamente afetadas pelo pH, sendo que os mínimos valores destes parâmetros foram encontrados no pH 4,5 e aumentaram em pH acima ou abaixo de 4,5. Portanto, o pH é o principal fator determinante da habilidade do produto de soja para formar uma emulsão. Houve também uma forte correlação linear positiva entre o índice de dispersibilidade de proteína e a atividade emulsificante, bem como a estabilidade de emulsão.

VOUTSINAS et al. (51) concluíram que o aquecimento até a desnaturação não é sempre acompanhado pela perda das propriedades emulsificantes, mas ao contrário, em alguns casos, resulta em grande melhoria. A solubilidade da proteína diminui com o aumento do tempo de aquecimento devido à desnaturação, e a hidrofobicidade usualmente aumenta devido à exposição gradual dos aminoácidos hidrofóbicos da proteína.

YASUMATSU et al. (52) constataram que as propriedades emulsificantes de produtos de soja foram diretamente correlacionadas com os níveis de proteína e inversamente com os conteúdos de fibra. Por outro lado, as propriedades espumantes correlacionaram com o nitrogênio solúvel na água e as espumas resultantes foram estáveis, quando as proteínas dissolvidas eram nativas.

2.2. Propriedades sensoriais e nutricionais da mistura de milho e soja

Usando farinha de soja desengordurada e fubá de milho, MARTYN et al. (31) formularam uma sopa pré-cozida por extrusão e a avaliaram sensorialmente. Segundo os autores, foram obtidas as seguintes conclusões: a) As misturas de soja e milho, na proporção de até 50% de soja, forneceram um produto de boa aceitação do ponto de vista sensorial; b) As misturas com mais de 50% de soja, por sua vez, tiveram aceitações mais baixas; c) Dentre as formulações que apresentaram melhores aceitações (com 30, 40 e 50% de soja), a que continha 50% de soja e 50% de milho apresentou teor de proteína superior ao do produto comercial C.S.M. (corn-soy-milk).

MAGA & LORENZ (30) verificaram que os produtos de uma mistura de milho-soja (70:30) extrudados a alta temperatura apresentaram uma coloração mais escura, mas com sabor agradável. Estes produtos mostraram um aumento na viscosidade a frio, porém uma diminuição na viscosidade a quente. Houve também um aumento na absorção de água e uma diminuição na solubilidade de nitrogênio.

PLAHAR & LEUNG (41) fortificaram uma massa de milho fermentada, usando-se farinha de soja desengordurada a 5, 10, 15 e 20% em dois produtos alimentares tradicionais (Akasa, produto líquido; Banku, produto semi-sólido). Testes triangulares de

sabor indicaram uma diferença significativa entre o controle e a amostra fortificada com 10% ou mais de farinha de soja. Baseado no teste de preferência, produtos de massa de milho com adição de até 10% de farinha de soja foram aceitos pela população de Gana.

O estudo feito por TRAVAGLINI et al. (47) sobre farinha composta à base de farinha de milho e de resíduo do extrato de soja na proporção de 70:30 em matéria seca, tratada tanto por extrusão como por cozimento seguido por secagem no secador de rolos ("drum dryer"), mostrou que ambas as técnicas de processamento podem produzir farinhas mistas com valores de quociente de eficiência protéica (PER) não inferiores à 90% do PER da caseína e com qualidades organolépticas muito boas, quando usadas nas formulações de misturas secas do tipo sopa e polenta.

TONELLA et al. (46) produziram vários produtos alimentícios usando farinha de milho fortificada com vários níveis de gergelim, grão-de-bico, soja, ovo em pó, leite em pó desnatado, lisina e metionina. Os produtos foram formulados para fornecer quantidade de aminoácidos essenciais a mais próxima possível em relação ao padrão da FAO, e ter custo e propriedades físicas, químicas, nutricionais e sensoriais aceitáveis. Os mesmos autores verificaram que o valor nutricional global foi aumentado pelo menos 92%, quando comparado com os produtos semelhantes existentes, sendo que o custo dos produtos fortificados foi mais baixo do que aquele de alimentos de origem animal, e os valores de PER foram semelhantes ou mais altos.

PLAHAR et al. (42) fortificaram a farinha de milho fermentada seca ao ar com a farinha de soja desengordurada nos níveis de 0, 10 e 20%, e observaram que a secagem ao ar não afetou o crescimento de pintinhos, mas diminuiu ligeiramente a preferência da farinha. Para todos os níveis de fortificação, a secagem causou apenas 6 e 16% de perdas nos conteúdos de lisina total e disponível, respectivamente. A fortificação com 10% de soja aumentou a preferência sensorial que é semelhante à da farinha de milho recém-fermentada sem fortificação. Já 20% de fortificação com a soja mostrou baixos escores sensoriais, embora o valor nutritivo tenha sido substancialmente aumentado.

Comparando com a proteína padrão da FAO, DIMLER (15) verificou que a proteína do milho é deficiente em lisina e em outros aminoácidos essenciais, enquanto que a da soja, ao contrário, contém um excesso de lisina, porém é deficiente em aminoácidos sulfurados. Portanto, as proteínas de milho e soja se complementam na maioria dos aminoácidos. O mesmo autor observou ainda, que a distribuição de aminoácidos da mistura, contendo 75% da farinha de milho integral e 25% da farinha de soja desengordurada, está muito mais próxima ao padrão da FAO do que em ambas as farinhas tomadas individualmente.

DUTRA DE OLIVEIRA & SOUZA (17) demonstraram que as crianças desnutridas, quando recebiam a mistura contendo, basicamente, farinhas de milho (59,9%) e soja (39%) como sua única fonte de alimento, tiveram valores de absorção e retenção nitrogenadas

iguais a 70,1 e 21,3%, respectivamente. Estes valores foram inferiores àqueles obtidos com crianças alimentadas com leite de vaca. Por outro lado, para crianças não desnutridas, os valores de absorção e retenção nitrogenadas foram aumentados, quando era oferecida esta mistura de milho e soja em substituição à parte de sua dieta básica, correspondendo à dieta do leite de vaca.

BRESSANI et al. (9) afirmaram que a massa, preparada com 85% de milho e 15% de soja integral, apresentou valor nutritivo (PER = 1,72) superior àquele da massa feita com milho sozinho (PER = 0,95), devido à complementação dos aminoácidos limitantes na proteína do milho (lisina e triptofano) pela adição de soja integral.

VELU et al. (49) verificaram que o valor nutritivo da mistura de soja-milho (1:3) não foi melhorado pela suplementação de metionina, sendo que a referida mistura apresentou valor nutritivo comparável com o da caseína ou do leite desnatado.

PHILLIPS & STERNBERG (39) relataram que o concentrado protéico de milho (CPM) é rico em metionina e cistina, que pode formar misturas protéicas complementares com produtos de soja, resultando num aumento de valor nutricional. O PER da mistura de CPM e concentrado de soja na proporção de 20:80 (base protéica) foi de 86% do valor da caseína, que é melhor do que o concentrado de soja sozinho (apenas 73% do valor da caseína). A digestibilidade in vitro de CPM foi de 0,82.

BRESSANI et al. (8) concluíram que os efeitos suplementares foram mais marcantes quando a farinha de milho era de baixa qualidade protéica e que houve grandes incrementos na qualidade protéica com a adição de 5% de proteína de soja. Estes efeitos diminuíram, à medida que se reduzia a quantidade de proteína de soja, independente da farinha de milho usada.

AVANCINI et al. (3) avaliaram biologicamente farinhas compostas de milho e soja integrais (70:30) com ou sem germinação prévia, ambas processadas em secador de rolos ("drum dryer") e concluíram que não houve diferença significativa entre as farinhas e o padrão caseína para o índice de retenção protéica líquida. Para o PER, houve diferença significativa em relação ao padrão, mas ambas as farinhas alcançaram valores superiores a 90% do PER da caseína, apresentando uma qualidade protéica adequada. Quanto à digestibilidade, ocorreu uma melhoria com a germinação.

EKA (18) avaliou, através de análises químicas, o valor nutricional de papas e mingaus preparados com milhete, milho de Guiné e farinha de milho fortificados ou não com leite ou farinha de soja. Segundo o autor, o mingau de milhete fortificado com o leite de soja teve a quantidade mais alta de proteína e aminoácidos essenciais. Os nutrientes de papas e mingaus fortificados foram comparáveis com aqueles do alimento infantil comercial chamado de "Cerelac".

NYOTU et al. (37) estudaram os efeitos da suplementação da farinha de milho pela farinha de soja sobre o valor nutritivo de

"Ugali" (alimento queniano) e chegaram às seguintes conclusões: suplementação a níveis de 10, 20 e 30% da farinha de soja resultou em: a) aumento do teor protéico de 12,6 para 19,6%; b) aumento de escores químicos de 74 para 87; c) aumento da lisina disponível de 2,61 para 5,11 g/16 gN; d) aumento de minerais, fitato e oligossacarídeos; e) não afetou a digestibilidade de proteína *in vitro*. Segundo os autores, o valor nutritivo global de "Ugali" poderia ser melhorado substancialmente pela suplementação da farinha de milho com 20-30% da farinha de soja.

2.3. Polenta

De acordo com CINQUETTI (11), os milhos moídos e as farinhas de milho servem para a preparação de uma grande variedade de pratos simples e saborosos, sendo a polenta, dentre estes, o alimento mais difundido na Itália, devido ao baixo custo, facilidade no preparo e boa aceitação, o que a tornará importante para minimizar o problema da fome.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

Foram utilizados o fubá mimoso (Elefante, 12% de umidade), farinha de soja desengordurada (Prosan-R, 8,66% de umidade) para a obtenção das farinhas mistas. O fubá mimoso foi adquirido do comércio e a farinha de soja desengordurada procedente da SANBRA.

Para o preparo do gel de farinha mista foram usados, além da farinha mista, margarina sem sal (Becel) e sal refinado (Cisne), ambos adquiridos do comércio.

Na avaliação nutricional dos angus, foram utilizados os seguintes ingredientes comerciais ou quimicamente puros: caseína M-90 (Berse), óleo refinado de milho (Mazola), amido puro de milho (Maizena), sacarose (açúcar refinado União), mistura salina (Merck, Ecibra, etc.), vitaminas (Roche) e celulose (Riedel).

Foram utilizados nos ensaios biológicos ratos machos, albinos, recém-desmamados e livres de patógenos, da linhagem

Wistar, com idade de 21 dias (43-60g), oriundos do Biotério Central da Universidade Estadual de Campinas (UNICAMP), Campinas, São Paulo.

Reagentes de grau analítico de diversas procedências (Merck, Ecibra, etc.) foram empregados nas análises químicas.

Para a execução das análises físicas, químicas e os ensaios biológicos, além da vidraria, aparelhos e utensílios imprescindíveis para as atividades de laboratório, foram utilizados os seguintes equipamentos e aparelhos específicos:

- Agitador magnético Fanem 257;
- Aparelho Produtest, classificador granulométrico, equipado com um conjunto de 7 peneiras arredondadas Granutest, com malhas variando de 20 a 200 mesh;
- Balança analítica Mettler H35R;
- Balança semi-analítica Marte A1600;
- Banho-maria Fanem 102/2;
- Batedeira planetária Arno BPA-E;
- Centrífuga Fanem 204/N;
- Digestor e Destilador de proteína micro-Kjeldahl Tecnal;
- Estufa de secagem e esterilização Fanem 315SE;
- Estufa de secagem com circulação de ar Fanem, modelo 330;
- Extrator Soxhlet com chapa aquecedora Gerhardt;
- Gaiolas metabólicas;
- Liquidificador Walita com 14 velocidades;
- Mix Walita HL3124;

- Mufla Lavoisier 400C;
- Multiprocessador Triton Arno Pro DG;
- Viscoamilógrafo Brabender 801302, equipado com cabeçote de 700 cmg.

3.2. Métodos

3.2.1. Classificação granulométrica

200 g de fubá mimoso e de farinha de soja desengordurada, respectivamente, foram peneiradas, durante 15 minutos, num conjunto de sete peneiras arredondadas, vibratórias, com as aberturas das malhas variando de 20 mesh (0,84mm) a 200 mesh (0,074mm). Logo após, as quantidades retidas em cada peneira foram pesadas e expressas em percentagens.

3.2.2. Composição centesimal aproximada

Foram realizadas para o fubá mimoso e a farinha de soja desengordurada as seguintes determinações químicas: a) umidade, AACC 44-31 (1); b) extrato etéreo, AACC 30-25 (1); c) proteína bruta, AACC 46-12 (1); d) fibra crua, VAN DE KAMER & VAN GINKEL (48); e) cinza, AACC 08-16(1).

3.2.3. Obtenção da farinha mista

Foram obtidos 5 tipos de farinha mista: o fubá mimoso foi combinado com a farinha de soja desengordurada nas proporções de 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 e 50:50%, respectivamente, sendo designados como fórmulas I, II, III, IV e V, respectivamente. Para uma completa homogeneização, a farinha mista foi misturada na batedeira planetária durante um período de 10 minutos.

3.2.4. Determinação das propriedades funcionais da farinha mista

Foi usado o fubá mimoso como controle e foram determinadas:

3.2.4.1. Viscosidade de pasta

A viscosidade de pasta foi determinada num viscoamilógrafo Brabender, seguindo, basicamente, a metodologia de MAZURS et al. (32). Foram utilizadas suspensões de farinha mista a 10,5% (% base seca) em água destilada para a determinação das viscosidades de pasta. Os resultados obtidos foram expressos em Unidades Amilográficas (U.A.).

A temperatura inicial de 25°C foi aumentada gradativamente (1,5°C/minuto), até alcançar a temperatura final de 95°C, permanecendo constante por 15 minutos. O resfriamento foi

realizado também gradualmente a $1,5^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$, até temperatura final de 50°C .

Para a interpretação dos amilogramas, foram utilizados os seguintes parâmetros:

- a) Temperatura inicial da formação de pasta: é a temperatura em $^{\circ}\text{C}$, calculada baseando-se no tempo de funcionamento do viscoamilógrafo ($1,5^{\circ}\text{C}/\text{minuto}$), correspondente ao ponto onde se inicia a formação da curva no amilograma;
- b) Temperatura de viscosidade máxima: é a temperatura em $^{\circ}\text{C}$, calculada em base do tempo de funcionamento do viscoamilógrafo, correspondente ao ponto mais alto da curva do amilograma durante o ciclo de aquecimento;
- c) Viscosidade máxima: é o valor da viscosidade no ponto máximo da curva, expresso em U.A.;
- d) Viscosidade mínima à temperatura constante: é o menor valor da viscosidade em U.A., obtido durante os 15 minutos à temperatura constante de 95°C ;
- e) Viscosidade final no ciclo de resfriamento (50°C): é o valor da viscosidade em U.A., após ter atingido a temperatura de 50°C no ciclo de resfriamento.

3.2.4.2. Absorção de água (AA)

A absorção de água foi determinada segundo o método de SOSULSKI (45).

3.2.4.3. Absorção de gordura (AG)

Foi determinada a absorção de gordura conforme o método de DENCH et al. (14).

3.2.4.4. Índice de solubilidade de nitrogênio (ISN)

O índice de solubilidade de nitrogênio foi determinado de acordo com o método descrito na AACC 46-23(1). O ISN foi calculado pela relação:

$$\% \text{ ISN} = \frac{\% \text{ Nitrogênio solúvel na água}}{\% \text{ Nitrogênio total}} \times 100$$

3.2.4.5. Propriedades emulsificantes

A atividade emulsificante (AE) e a estabilidade de emulsão (EE) foram determinadas, segundo o método de DENCH et al. (14). Para o cálculo da AE e da EE, foi utilizada a respectiva relação:

$$\text{AE} = \frac{\text{Altura da camada emulsificada}}{\text{Altura total do fluido}} \times 100$$

$$\text{EE} = \frac{\text{Altura da camada emulsificada após aquecimento}}{\text{Altura total do fluido}} \times 100$$

3.2.4.6. Propriedades espumantes

As propriedades espumantes abrangem a expansão de espuma e a estabilidade de espuma, que foram determinadas de acordo com HSU et al. (22), porém com algumas modificações: 0,9 g de farinha foram suspensas em 30 ml de água destilada, imediatamente, utilizando-se uma Mix Walita, a suspensão foi homogeneizada à máxima velocidade durante um período de 3,5 min. Logo após, a mistura foi transferida para uma proveta de 100 ml, quando, então, foram feitas as medidas da altura de espuma e o volume de líquido coletado no fundo da proveta, em diversos tempos (0, 30, 60 e 120 min). O cálculo da expansão de espuma, expresso em percentagem, foi feito conforme o método descrito por LAWHON et al. (27). O cálculo do volume de espuma foi expresso em percentagem e considerou-se como 100% o volume de espuma no tempo zero. A percentagem da sinérese, que é o inverso da estabilidade de espuma, foi calculada segundo o método descrito por SATTERLEE et al. (44).

$$\% \text{ Sinérese} = \frac{\text{Vol. líquido liberado da espuma após certo tempo}}{\text{Vol. líquido inicial} - \text{vol. líquido após agitação}} \times 100$$

3.2.5. Preparação do gel de farinha mista

Os ingredientes utilizados no preparo do gel foram os seguintes: farinha mista (50 g) e água nas proporções de 1:4 e

1:5 (g/ml), respectivamente, margarina (4g) e sal (1g). A farinha mista, margarina, sal e água foram misturados num bécker e levado ao fogo até fervura (\pm 5 min), sendo o cozimento prolongado por 10, 15 e 20 min, respectivamente. Depois disso, a pasta quente foi transferida para uma placa de Petri (15 x 2 cm), esfriando-se à temperatura ambiente por 40 min, até que se obteve um gel consistente. O gel foi mantido na placa de Petri tampada por uma hora, sendo submetido às análises subseqüentes. De forma semelhante, foi obtido o gel de fubá mimoso como controle.

3.2.6. Avaliação sensorial

Para cada tipo de farinha mista e o fubá mimoso (controle), foram avaliados sensorialmente os géis obtidos de diferentes proporções de água e cozidos por diferentes tempos, usando-se teste de Ordenação pela preferência. Para este teste, foi usada uma equipe de 18 provadores de ambos os sexos.

As amostras mais preferidas foram consideradas como "angus". Estes angus foram submetidos a teste de qualidade (aparência, sabor e textura), utilizando-se a Escala Estruturada de 9 pontos (1 = extremamente ruim; 9 = excelente). Foi usada uma equipe de 10 provadores treinados.

Foi aplicado o teste de preferência para três angus de melhores qualidades sensoriais e o de fubá mimoso (controle), usando-se a Escala Hedônica de 9 pontos (1 = desgostei

muitíssimo; 9 = gostei muitíssimo) e uma equipe de 120 provadores não treinados.

O angu de fubá mimoso foi usado como controle em todos os testes.

3.2.7. Caracterização nutricional do angu

O três angus avaliados pelo teste de preferência foram também caracterizados nutricionalmente, tendo o angu de fubá mimoso como controle e a caseína como proteína-padrão.

3.2.7.1. Composição centesimal aproximada

Foi determinada de acordo com os métodos indicados no item 3.2.2.

3.2.7.2. Métodos biológicos

Os ensaios biológicos foram realizados no biotério do DEPAN da Faculdade de Engenharia de Alimentos da UNICAMP - Campinas. Em todos os ensaios, a caseína foi usada como proteína-padrão na base de 8% da dieta.

Preparo das dietas - As dietas utilizadas experimentalmente foram preparadas para conter os componentes nutritivos como descrito na AOAC (2), houve, porém, modificações nos teores de proteína, sais minerais e vitaminas, que foram de 8, 4 e 2%, respectivamente. A composição centesimal das dietas é mostrada no QUADRO 1, sendo que os valores de composição das misturas salina e vitamínica usadas na dieta estão apresentados nos QUADROS 2 e 3.

QUADRO 1 - Composição centesimal das dietas utilizadas nos ensaios biológicos.

Componente	%
Proteína	8
Gordura	8
Sais minerais (QUADRO 2)	4
Vitaminas (QUADRO 3)	2
Fibra	1
Carboidrato*	para 100

* Composto de 25% de açúcar refinado comercial (sacarose) e 75% de maizena (amido puro de milho).

QUADRO 2 - Composição centesimal da mistura salina utilizada nas dietas para os ensaios biológicos.

Componente	%
Cloreto de sódio	13,932
Iodeto de potássio	0,079
Fosfato ácido de potássio	38,906
Sulfato de magnésio anidro	5,731
Carbonato de cálcio	38,146
Sulfato ferroso heptahidratado	2,700
Sulfato de manganês monohidratado	0,401
Sulfato de zinco heptahidratado	0,055
Sulfato de cobre pentahidratado	0,048
Cloreto de cobalto hexahidratado	0,002

FONTE: AOAC (2).

A única fonte protéica das dietas foi o angu, havendo a necessidade da adição de gordura (óleo de milho), misturas salina (QUADRO 2) e vitamínica (QUADRO 3), fibra (celulose) e carboidrato (açúcar refinado comercial e amido puro de milho) para completar.

Foram determinados os teores reais da proteína bruta das dietas prontas para o consumo animal. Para isto, foi utilizado o método micro-kjeldahl, de acordo com o descrito no item 3.2.2.

QUADRO 3 - Composição da mistura vitamínica (mg/kg) utilizada nas dietas para os ensaios biológicos.

Componente	mg
Vitamina A, concentrado (200.000 unidades/g)	4.500
Vitamina D, concentrado (400.000 unidades/g)	250
α - Tocoferol	5.000
Ácido ascórbico	45.000
Inositol	5.000
Cloreto de colina	75.000
Menadiona	2.250
Ácido p-aminobenzóico	5.000
Niacina	4.500
Riboflavina	1.000
Cloridrato de piridoxina	1.000
Cloridrato de tiamina	1.000
Pantotenato de cálcio	3.000
Biotina	20
Ácido fólico	90
Vitamina B ₁₂	1,35
Sacarose	para 1.000.000

FONTE: NBC (36).

Balanço de nitrogênio - Os 35 ratos foram distribuídos em 5 grupos experimentais, tendo-se, portanto, 7 ratos por grupo. Os animais foram colocados em gaiolas galvanizadas individuais para um período de adaptação à dieta, sendo fornecido dieta e água ad libitum. Ao término deste período, foram colocados dispositivos que possibilitaram a coleta de fezes e urina isentas de contaminação por partículas de alimentos. Este teste durou 5 dias. O BN foi calculado pela diferença entre o nitrogênio ingerido e a soma do nitrogênio excretado nas fezes e na urina.

$$BN = NI - (NF + NU)$$

onde: NI = nitrogênio ingerido

NF = nitrogênio fecal total

NU = nitrogênio urinário total

Digestibilidade aparente (D_a) - É fornecida pela medida do nitrogênio ingerido na dieta e do nitrogênio eliminado nas fezes. Não foi utilizado um grupo de animais mantidos com dieta aprotéica, com isto, considera-se a digestibilidade encontrada como aparente, pois, segundo PELLET & YOUNG (38), não foi corrigida a perda de nitrogênio fecal endógeno.

$$D_a = \frac{NI - NF}{NI} = \frac{NA}{NI} \times 100$$

onde: NA = nitrogênio absorvido

Valor biológico aparente (VB_a) - O VB_a foi determinado de acordo com o método de MITCHELL (34), não havendo, entretanto, um grupo de ratos alimentados com dieta aprotéica.

$$VB_a = \frac{NA - NU}{NI - NF} = \frac{NR}{NA} \times 100$$

onde: NR = nitrogênio retido

Utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) - Foi determinada segundo o método descrito por BENDER & MILLER (5), diferindo pela não utilização de um grupo de ratos com dieta aprotéica.

$$NPU_a = VB_a \times D_a$$

$$NPU_a = \frac{NR}{NI} \times 100$$

Quociente de eficiência protéica (PER) - Foi determinado de acordo com o método descrito na AOAC, procedimentos 43.183-43.187 (2). Os 35 ratos (7 ratos por grupo) foram colocados em gaiolas individuais, recebendo dieta e água *ad libitum* por um período de 28 dias, sendo que a cada 7 dias os animais foram pesados.

O PER foi calculado no término do experimento, através do quociente do ganho de peso (em gramas) pela quantidade de proteína ingerida (em gramas). Para o cálculo do total de proteína consumida, foram utilizados os valores reais de proteínas encontradas nas diferentes dietas (média = $8,13 \pm 0,15$, coeficiente de variação = 0,97%).

$$\text{PER} = \frac{\text{Ganho de peso do animal (em gramas)}}{\text{Proteína consumida (em gramas)}}$$

Em função do mesmo teste, foram calculados: (a) ganho de peso do rato por semana e (b) eficiência alimentar (EA), sendo esta o quociente entre a dieta ingerida e o ganho de peso, conforme DUTRA DE OLIVEIRA & SCATENA (16).

3.2.8. Análise estatística

Para os resultados dos parâmetros de propriedades funcionais foram feitas análises estatísticas quantitativas, determinando-se as equações de regressão ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos nos testes de Ordenação pela preferência, na seleção da melhor proporção de água e do melhor tempo de cozimento no preparo de angu, foram verificados, usando-se a tabela de Kramer, citada por KAHAN et al. (25).

Foi utilizado o delineamento estatístico de Blocos Incompletos com 5 repetições (plan 11.4) para o teste sensorial de qualidade (aparência, sabor e textura) com 6 amostras e Blocos Incompletos com 3 repetições (plan 11.1) para o teste de preferência com 4 amostras. As diferenças estatísticas entre as amostras foram determinadas através da análise de variância com comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados de ensaios biológicos foram submetidos à análise de variância e ajuste das equações de regressão linear para o crescimento de ratos.

Foram determinados os coeficientes de correlação entre os parâmetros relacionados tanto nas análises de propriedades funcionais, como nos ensaios biológicos.

Todas as análises estatísticas descritas acima foram efetuadas segundo os métodos descritos por PIMENTEL GOMES (40) e COCHRAN & COX (13).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Distribuição do tamanho de partícula de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada

O QUADRO 4 mostra a distribuição do tamanho de partícula de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada (FSD).

QUADRO 4 - Distribuição do tamanho de partícula de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada.

Mesh (tyler)	Abertura (mm)	Fubá mimoso (%)	Farinha de soja desengordurada (%)
20	0,84	0,38	0,21
35	0,42	14,02	0,53
60	0,25	53,15	0,25
80	0,177	21,50	0,56
100	0,149	7,68	3,86
150	0,105	3,14	22,99
200	0,074	0,11	43,11
Fundo < 200		0,02	28,49

Observa-se, através dos dados apresentados pelo QUADRO 4, que 88,67% do fubá mimoso ficaram retidos nas peneiras de 35 a 80 mesh e 94,59% de FSD nas peneiras menores que 100 mesh. Pode-se notar, então, que o fubá mimoso apresentou um tamanho de partícula maior que a FSD.

4.2. Composição centesimal aproximada de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada

O QUADRO 5 apresenta, em base seca, a composição centesimal aproximada de fubá mimoso e FSD.

QUADRO 5 - Composição centesimal aproximada (% base seca) de fubá mimoso e farinha de soja desengordurada.

Composição	Fubá mimoso	Farinha de soja desengordurada
Proteína (%)	9,94	50,18
Extrato etéreo (%)	1,20	1,11
Cinza (%)	0,37	5,75
Fibra crua (%)	0,69	2,69
Carboidrato (%)*	87,80	40,27

* Calculado por diferença.

Pelo QUADRO 5, observa-se que a FSD mostrou teores de proteína, cinza e fibra crua superiores àqueles de fubá mimoso. Os resultados obtidos são comparáveis aos obtidos por NYOTU et al. (37) e DIMLER (15).

4.3. Propriedades funcionais da farinha mista

A FIGURA 1 ilustra o amilograma das farinhas mistas contendo fubá mimoso e FSD nas diferentes proporções, enquanto que as FIGURAS 2 e 3 mostram os seus respectivos resultados das características de viscosidade de pasta.

Analisando-se as FIGURAS de 1 a 3, verifica-se que as temperaturas iniciais da formação de pasta e as temperaturas de viscosidade máxima aumentaram com a adição de FSD no fubá mimoso, entretanto, as diferenças foram menos notáveis nos maiores níveis de fortificação (30 a 50%). Os valores obtidos para a viscosidade máxima diminuíram com o aumento dos níveis de FSD (0 a 50%) nas farinhas mistas. Resultados semelhantes foram verificados para a viscosidade mínima à temperatura constante e para a viscosidade final no ciclo de resfriamento. Acredita-se que tenha ocorrido o fenômeno de retrogradação do amido, pois os valores de viscosidade final no ciclo de resfriamento foram maiores que os de viscosidade mínima à temperatura constante. O aumento dos níveis de FSD nas farinhas mistas causou uma diminuição no teor de amido e um aumento nos teores de proteína, cinza e fibra crua, justificando, portanto, os resultados encontrados.

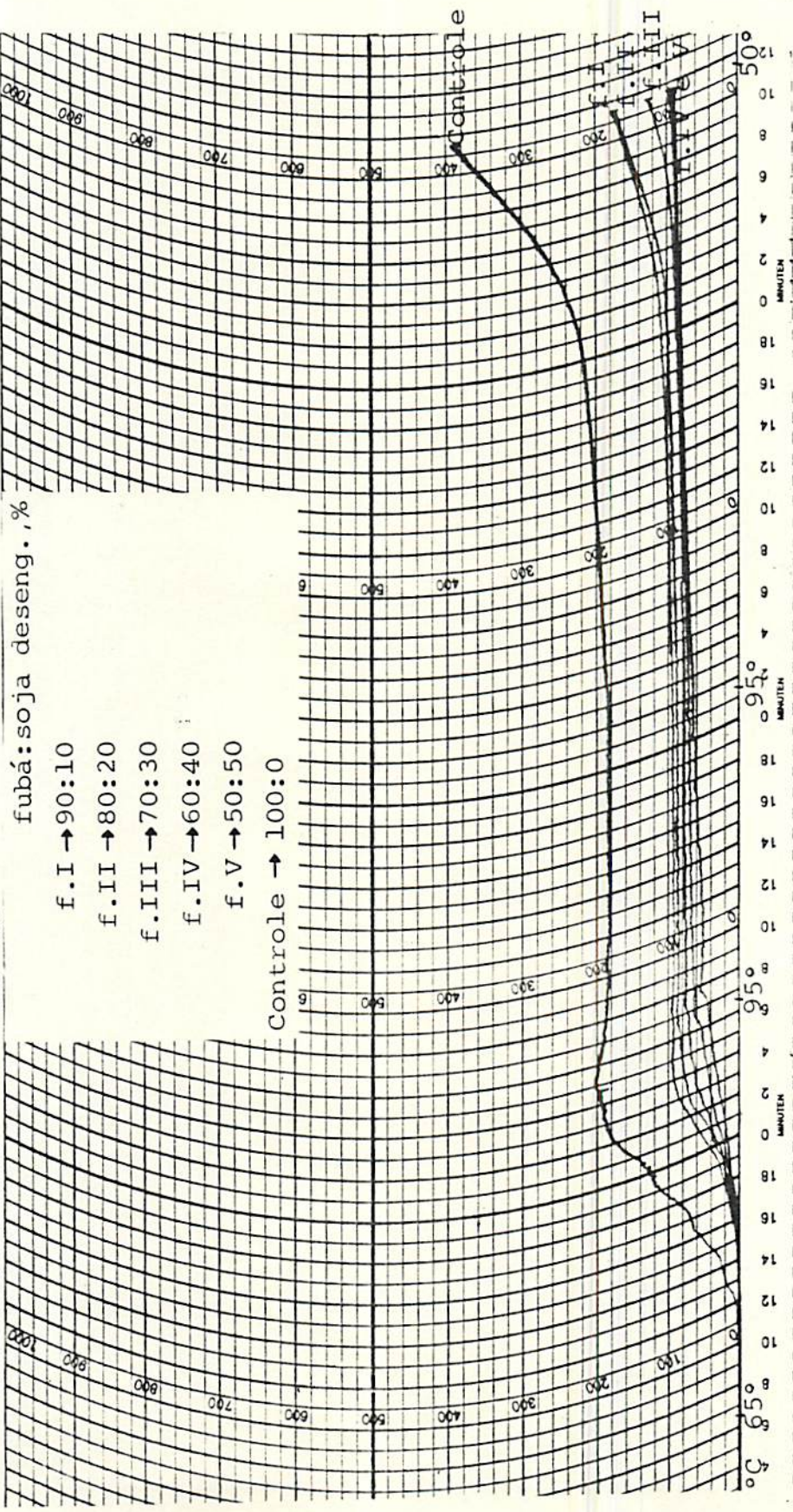


FIGURA 1 - Amilogramas de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

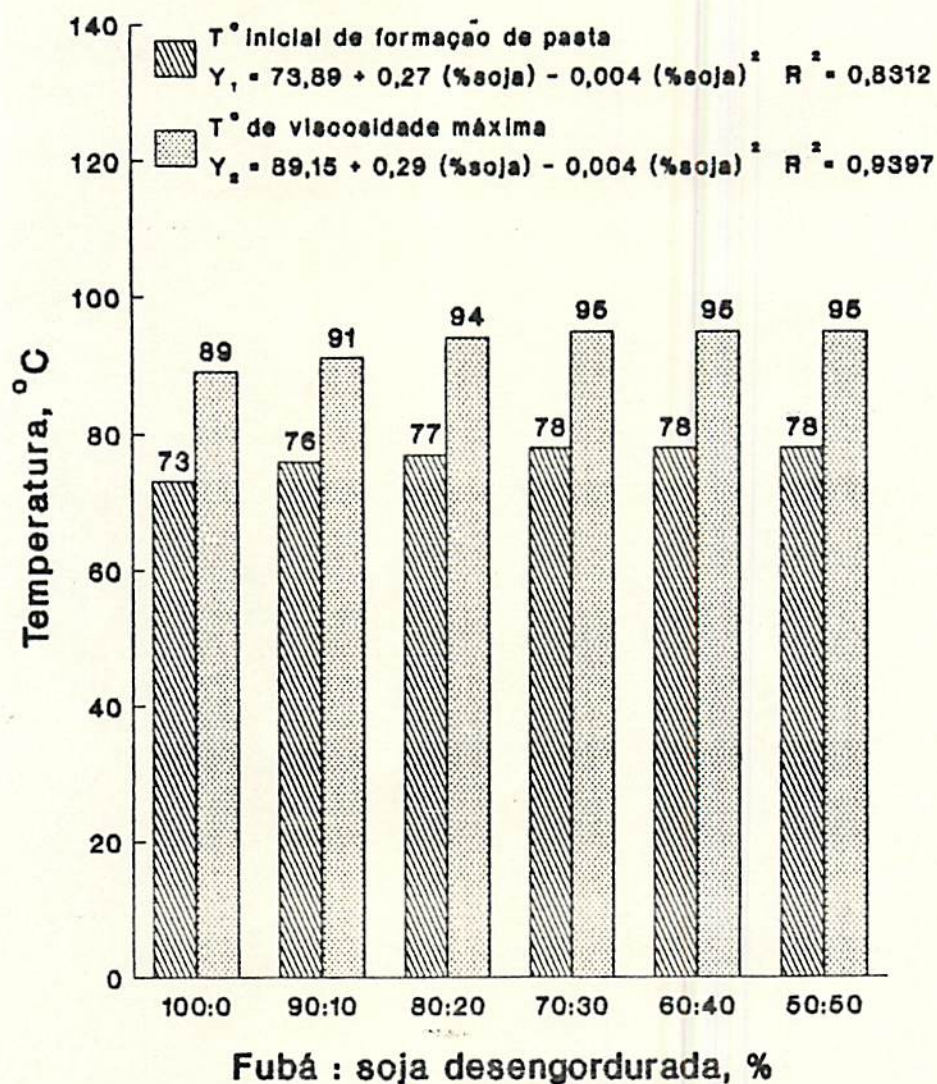


FIGURA 2 - Temperatura inicial da formação de pasta ($^{\circ}$ C) e temperatura da viscosidade máxima ($^{\circ}$ C) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

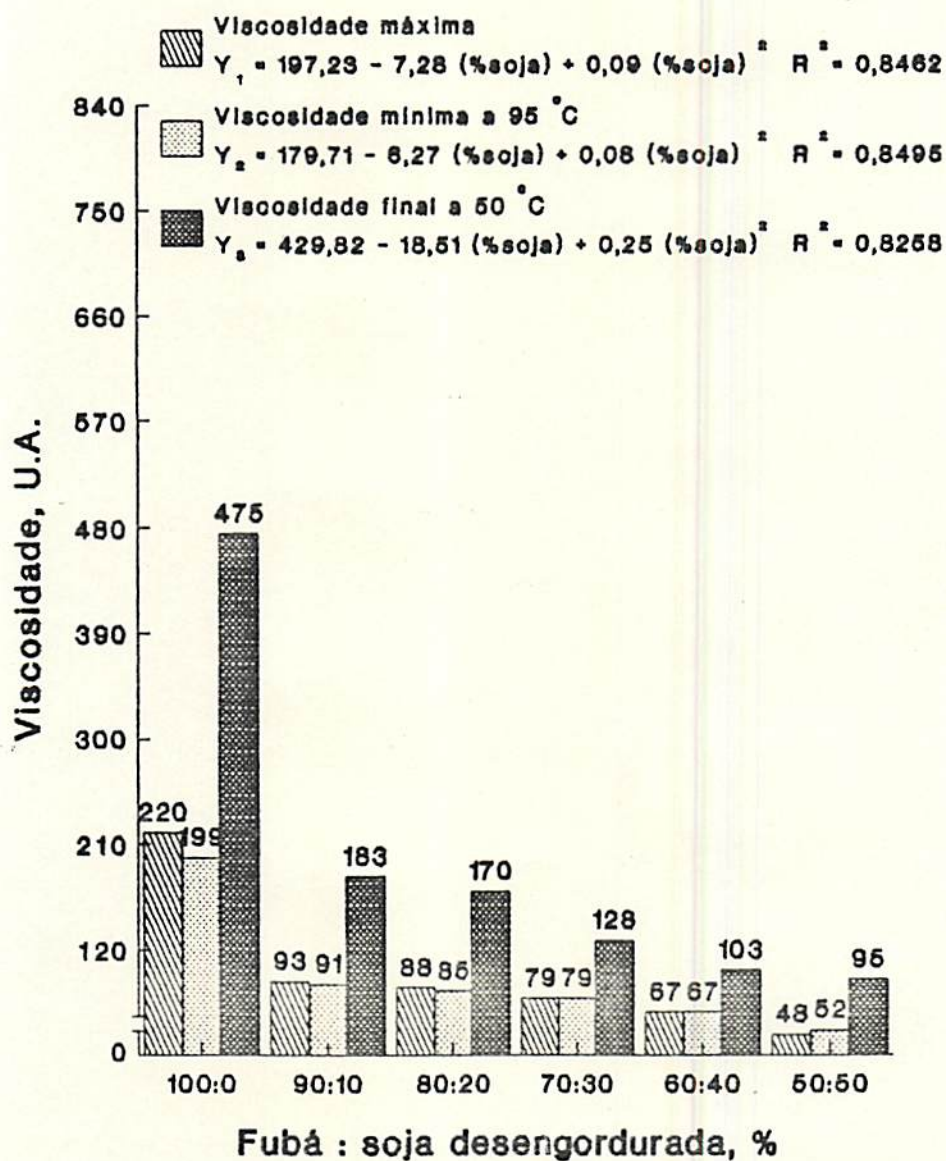


FIGURA 3 - Viscosidade máxima (U.A.), viscosidade mínima à temperatura constante (U.A.) e viscosidade final no ciclo de resfriamento (U.A.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

A FIGURA 4 apresenta os efeitos do aumento dos níveis de FSD sobre a absorção de água (AA) e de gordura (AG) das farinhas mistas.

Observa-se pela FIGURA 4 que a AA aumentou, de forma linear, com o incremento dos níveis de FSD nas farinhas mistas. Este resultado está de acordo com o encontrado por FLEMING et al. (20), os quais afirmaram que a AA aumenta com a concentração protéica do produto.

Conforme DENCH et al. (14), a estrutura da proteína deve ser o fator que mais determina a AA. HSU et al. (22) e LIN et al. (28) afirmaram que a proteína de soja, por ter uma boa hidrofiliabilidade, tem maior poder de absorver água do que as proteínas de outras leguminosas.

BÄR (4) constatou que quanto mais fina a granulometria da farinha, tanto maior é a AA. Como já observado no presente trabalho (QUADRO 4), as farinhas mistas contendo maiores níveis de FSD mostraram a granulometria mais fina, portanto, é de se esperar que isso também contribua para os maiores valores de AA.

Valores altos de AA são bastante desejáveis para as farinhas mistas contendo fubá mimoso e FSD, pois, acredita-se que a qualidade da textura (consistência, espessamento, aderência) de diversos produtos alimentícios obtidos por estas farinhas possa ser igual ou até superior àquela dos preparados com apenas fubá mimoso.

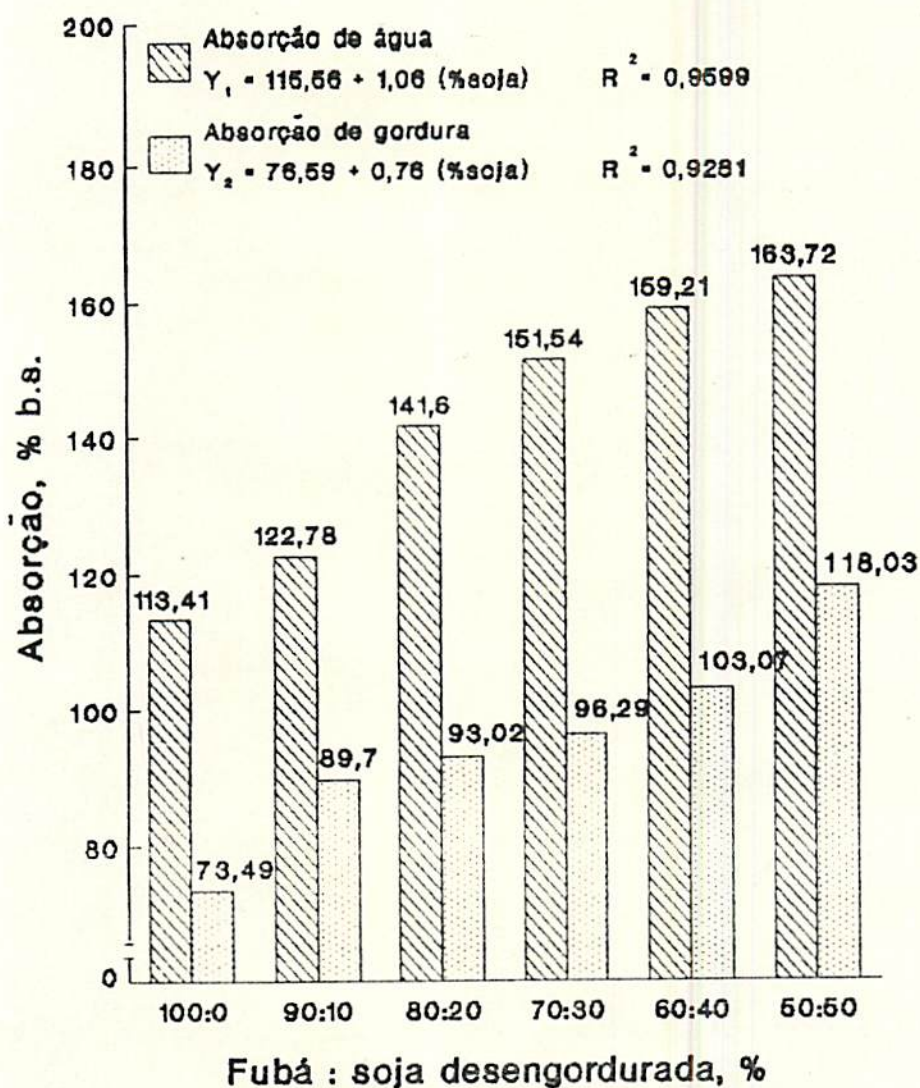


FIGURA 4 - Absorção de água (% b.s.) e absorção de gordura (% b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Analisando-se ainda a FIGURA 4, nota-se um aumento linear nos valores de AG com o aumento dos níveis de FSD nas farinhas mistas. O valor encontrado para o fubá mimoso (controle) foi menor.

Segundo DENCH et al. (14), a AG varia em função do número de grupos lipofílicos da proteína expostos e LIN et al. (28) sugeriram que, provavelmente, as cadeias laterais não polares da proteína, que têm afinidade com as cadeias parafínicas da gordura, contribuam para a AG. Por outro lado, HUTTON & CAMPBELL (23) constataram que a presença de carboidrato diminui esta propriedade, por não absorver tanta gordura quanto a proteína, explicando, provavelmente, os resultados verificados no presente trabalho.

A FIGURA 5 ilustra os resultados do nitrogênio solúvel na água (NSA) e do índice de solubilidade de nitrogênio (ISN) das farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e FSD.

Através da FIGURA 5, verifica-se que o NSA e o ISN aumentaram linearmente com o aumento dos níveis de FSD nas farinhas mistas, apresentando valores superiores aos do fubá mimoso (controle).

BORDERÍAS & MONTERO (7) relataram que a solubilidade da proteína depende da proporção dos grupos hidrofóbicos, localizados no centro da molécula, e dos hidrofílicos, localizados na superfície. Entretanto, de acordo com HUTTON & CAMPBELL (24), além da proteína, a solubilidade pode ser afetada

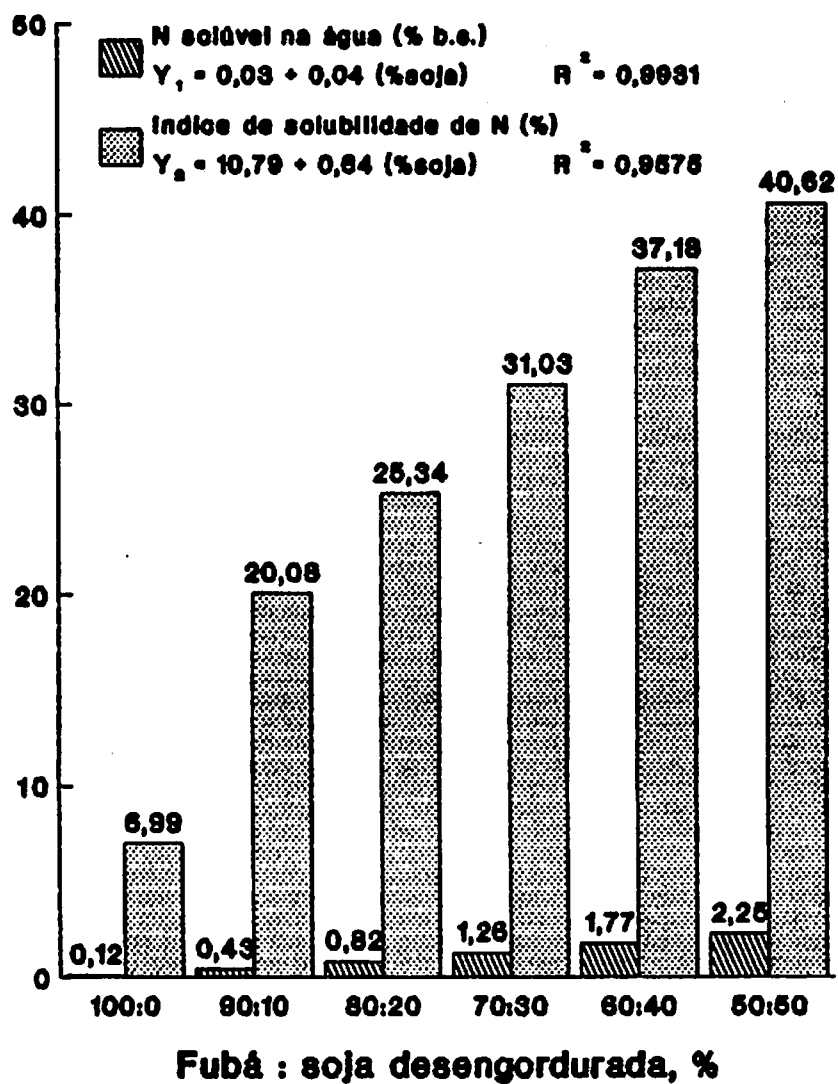


FIGURA 5 - Nitrogênio solúvel na água (% b.s.) e índice de solubilidade de nitrogênio (%) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

também pela porção não protéica, especialmente pelos polissacarídeos que podem competir com a proteína pela água disponível, resultando em menor solubilidade de proteína.

A absorção de água teve correlação significativa com o NSA (coeficiente de correlação = 0,9628, significativo ao nível de 5% de probabilidade, QUADRO 26-APÊNDICE), indicando que a AA das farinhas mistas aumentou com o aumento do NSA. Entretanto, segundo HUTTON & CAMPBELL (24), esta relação só é obtida até certo ponto, talvez até a máxima hidratação, além da qual a solubilidade pode continuar a aumentar, mas a hidratação não. Pode ocorrer também o contrário, CHEFTEL et al. (10) afirmaram que a AA pode, algumas vezes, melhorar com a desnaturação e insolubilização prévia, isto é, a AA aumenta com a diminuição da solubilidade.

De acordo com BORDERÍAS & MONTERO (7) e CHEFTEL et al. (10), a solubilidade correlaciona positivamente com as capacidades emulsificante e espumante, bem como com a de gelificação, uma vez que a solubilidade inicial permite uma dispersão rápida e completa das proteínas, conduzindo, portanto, a um sistema coloidal finamente disperso com estrutura macroscópica homogênea e textura suave. Enfim, a solubilidade inicial facilita a difusão da proteína nas interfases óleo-água e ar-água, melhorando assim a sua atividade superficial.

As propriedades emulsificantes abrangem atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE), sendo

mostradas na FIGURA 6, em função dos diferentes níveis de FSD nas farinhas mistas.

Pode-se verificar pela FIGURA 6, que quanto maior o nível de FSD na farinha mista, maiores foram os valores da AE e EE, sendo que a equação linear é a que mais se ajusta aos dados.

Segundo YASUMATSU et al. (52), AE e EE da proteína de soja têm sido intimamente relacionadas com o seu conteúdo de nitrogênio solúvel, isto é, quanto maior é o teor de NSA, melhores são a AE e a EE. Vários autores (7, 10, 14, 21) constataram que a solubilidade de proteína na água contribui para a diminuição da tensão interfacial entre os componentes hidrofóbicos e hidrofílicos, aumentando, portanto, a AE e a EE. Este fato está confirmado pelos resultados obtidos no presente trabalho, no qual foram verificadas correlações positivas entre AE x NSA e EE x NSA, apresentando coeficientes de correlação iguais a 0,9698 e 0,9120, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade. AE e EE foram diretamente correlacionadas entre si, mostrando coeficiente de correlação igual a 0,9477, significativo ao nível de 5% de probabilidade (QUADRO 26-APÊNDICE).

CHEFTEL et al. (10) relataram que as proteínas se adsorvem na interfase entre as gotículas de óleo dispersas e a fase aquosa contínua, desempenhando propriedades de espessamento, viscosidade, elasticidade-rigidez que determinam a resistência das gotículas à coalescência, tendo, portanto, duas funções: a)

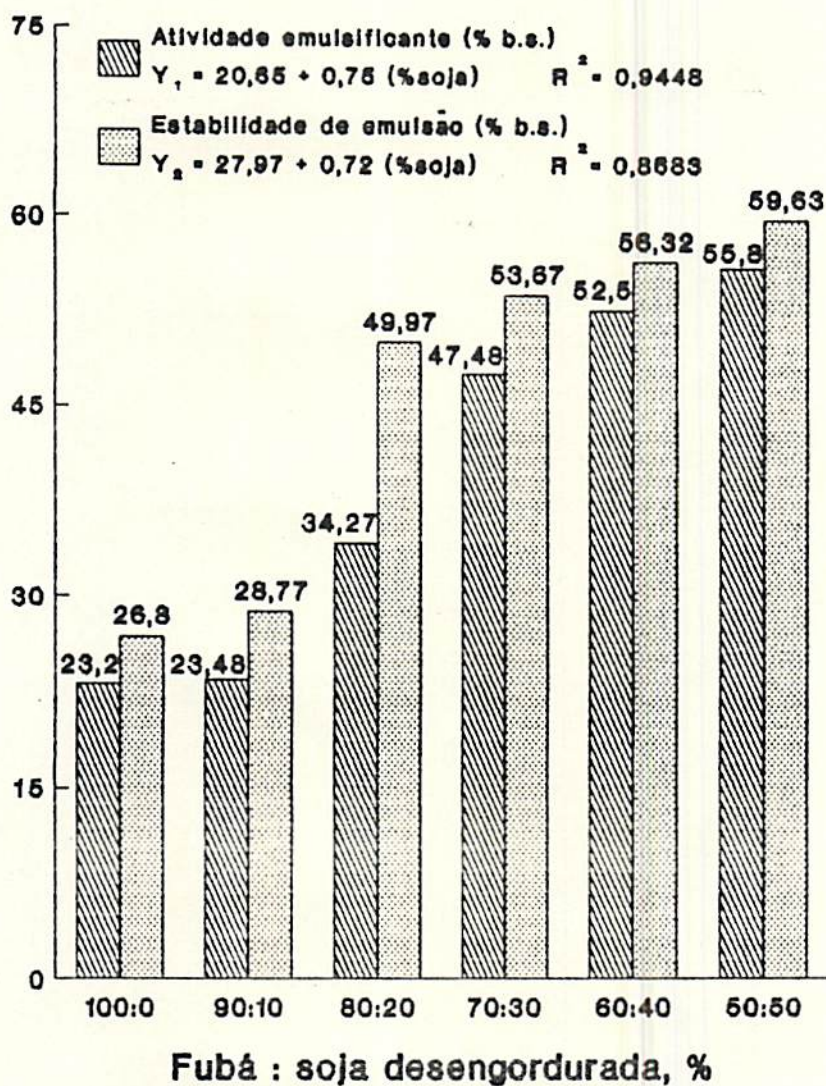


FIGURA 6 - Atividade emulsificante (% b.s.) e estabilidade de emulsão (% b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

facilitam a formação de emulsões e b) contribuem para a estabilidade da emulsão, formando uma barreira física na interfase, porém, não existe uma correlação estrita entre estas duas funções.

As propriedades espumantes abrangem a expansão, o volume e a sinérese de espuma. As FIGURAS 7, 8 e 9 mostram os resultados das propriedades espumantes de fubá mimoso (controle) e das farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e FSD nas diferentes proporções.

Analisando-se a FIGURA 7, pode-se verificar que com o incremento dos níveis de FSD (0 a 50%) nas farinhas mistas, houve um aumento na expansão de espuma, sendo melhor representado por uma equação linear. Comportamento semelhante foi observado para o volume de espuma, que está representado na FIGURA 8. O fubá mimoso (controle) apresentou valores menores de expansão e volume de espuma, quando comparados aos valores apresentados pelas farinhas mistas. Ao contrário do que foi observado na expansão e volume de espuma (FIGURAS 7 e 8), nota-se que a sinérese (FIGURA 9) diminuiu com o aumento dos níveis de FSD (10 a 50%) nas farinhas mistas nos tempos de 30 e 60 minutos, exceto para o tempo de 120 minutos, no qual, a diminuição de sinérese só ocorreu a partir de 40% de FSD. A diminuição de sinérese nos tempos de 30 e 60 minutos é representada pela equação linear e no tempo de 120 minutos por uma equação quadrática.

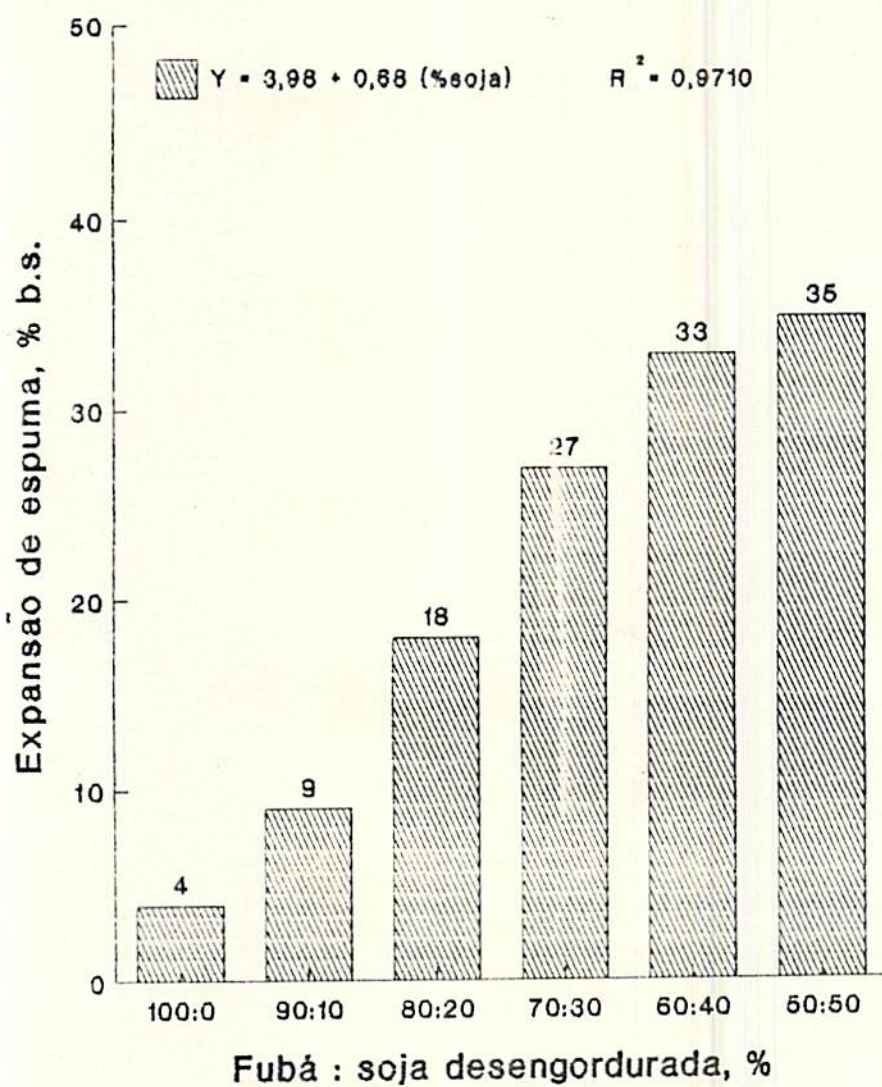


FIGURA 7 - Expansão de espuma (% b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

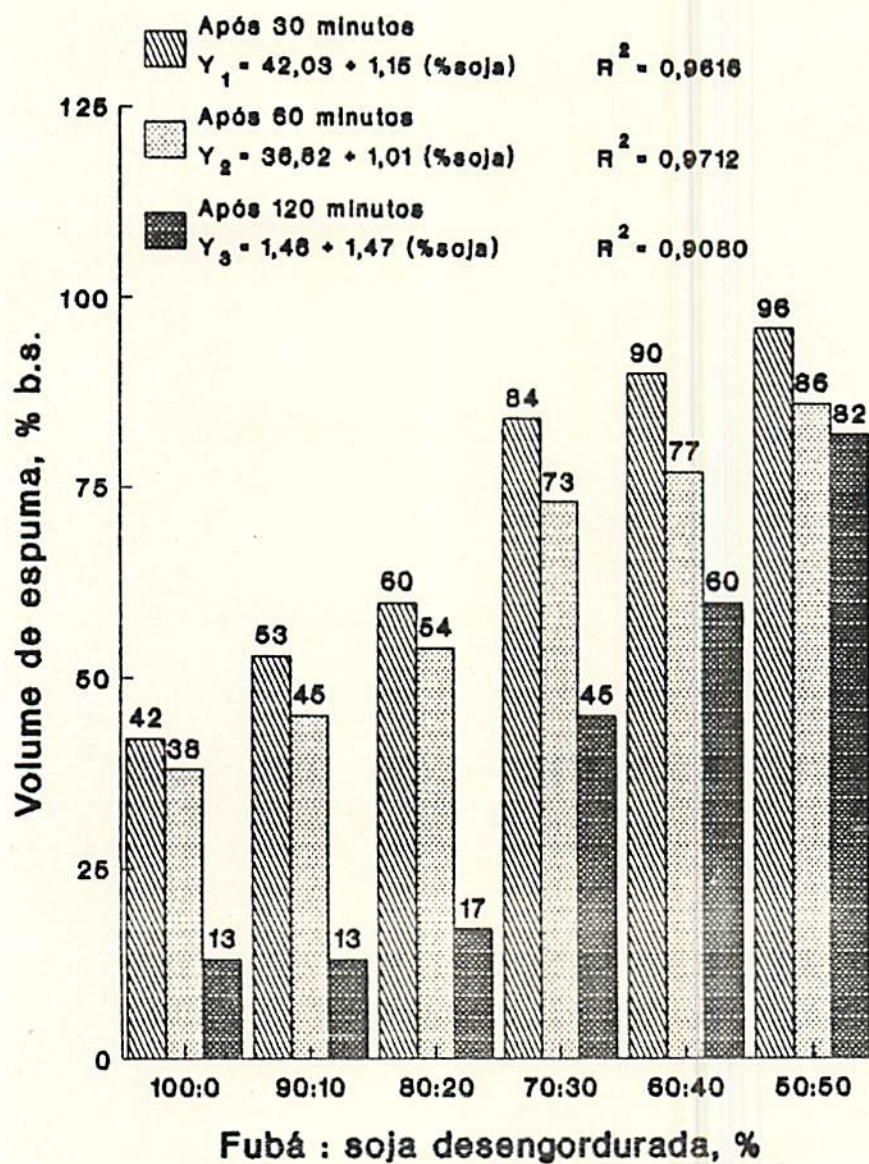


FIGURA 8 - Volume de espuma (% b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

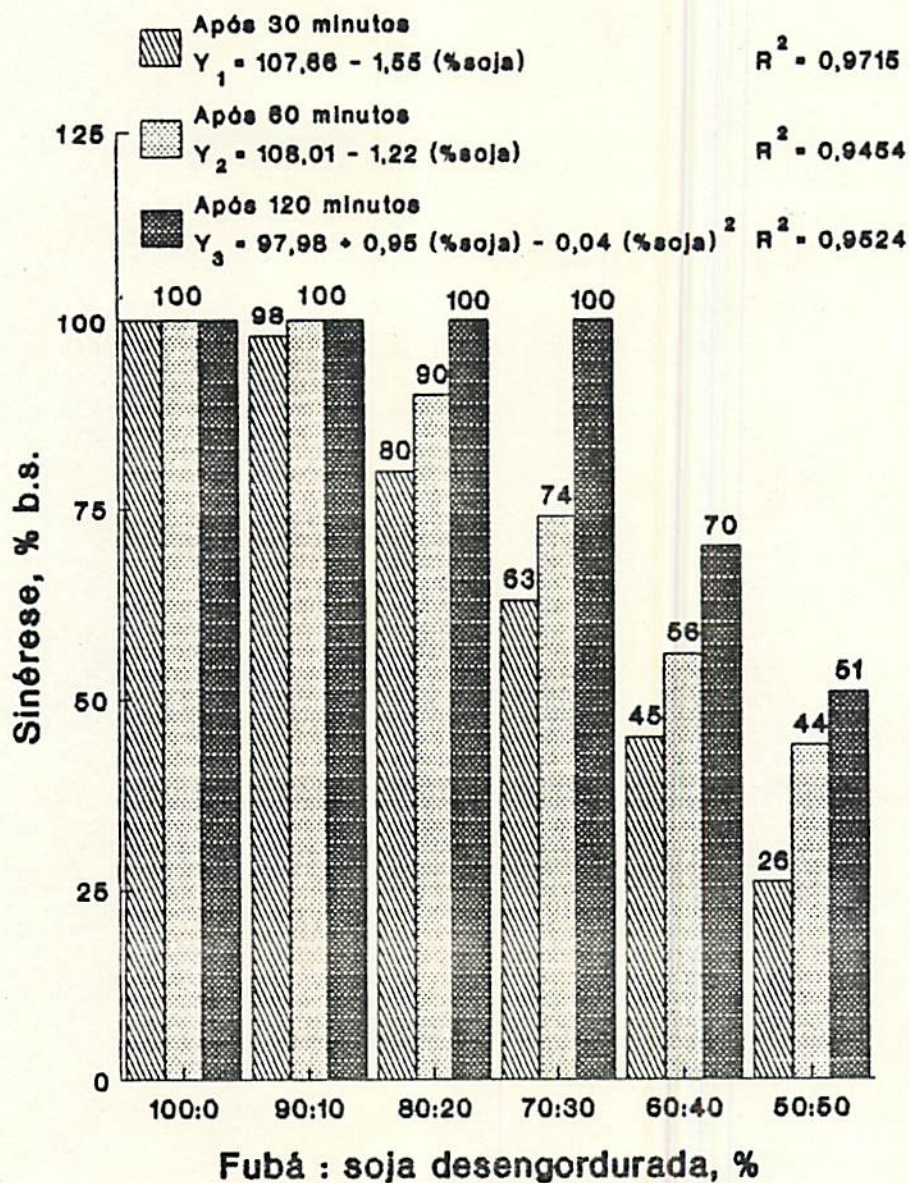


FIGURA 9 - Sinérese de espuma (% b.s.) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

De acordo com DENCH et al. (14), o aumento na sinérese de espuma nem sempre é acompanhado pela correspondente diminuição no volume de espuma devido à aderência de espuma na superfície do vasilhame usado na determinação. O volume e a sinérese de espuma são usados como índices de estabilidade de espuma, sendo que a sinérese é o inverso da estabilidade. Desta forma, acredita-se que, no presente trabalho, o aumento dos níveis de FSD nas farinhas mistas tenha favorecido a expansão e a estabilidade de espuma.

Segundo BORDERÍAS & MONTERO (7) e CHEFTEL et al. (10), a expansão de espuma está muito relacionada com a concentração de proteína, sendo necessárias proteínas de cadeias flexíveis, pobres em estruturas secundárias e terciárias que se adaptam rapidamente à interfase ar-água. A estabilidade de espuma se relaciona com a qualidade da proteína, havendo a necessidade de formação de películas coesivas, elásticas, contínuas e impermeáveis ao ar.

A expansão de espuma e o NSA foram diretamente correlacionados entre si, mostrando coeficiente de correlação igual a 0,9778, significativo ao nível de 5% de probabilidade (QUADRO 26-APÊNDICE). Este resultado está de acordo com o verificado por YASUMATSU et al. (52), os quais constataram que as propriedades espumantes estão correlacionadas com o NSA, sendo estas correlações melhores para a expansão de espuma do que para a estabilidade de espuma.

O aumento dos níveis de FSD nas farinhas mistas, estudadas no presente trabalho, implicou num aumento dos teores de proteína e, a proteína de soja por ser hidrofílica levou a um aumento do NSA (FIGURA 5) e, conseqüentemente, a um aumento da expansão de espuma (FIGURA 7).

Com base nos resultados apresentados em relação às propriedades funcionais, pode-se afirmar que é viável o uso de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e FSD para o preparo de angu, uma vez que estas mostram valores altos de ISN, propriedades emulsificantes e espumantes, embora existam outros requisitos importantes como a formação de uma rede tridimensional através da desnaturação e ligações cruzadas de proteínas, bem como da gelatinização do amido.

4.4. Características sensoriais do angu fortificado

Na fortificação de angu, o problema da aceitabilidade, por parte da população a quem está sendo dirigido, constitui um fator chave para o seu êxito. Sendo assim, as boas características sensoriais de angus fortificados são considerados como requisitos importantes.

Os resultados dos escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis elaborados com diferentes proporções de farinha mista e água, nos diferentes tempos de cozimento, estão apresentados nos QUADROS 6, 7, 8, 9 e 10. Os resultados obtidos para géis de fubá mimoso (controle) são mostrados no QUADRO 11.

QUADRO 6 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 90:10%.

Proporção de farinha mista e água	Tempo de cozimento (min)	Escore da ordem de Ordenação						Total*
		1	2	3	4	5	6	
1:4	10	2	6	12	20	10	12	62
1:4	15	1	8	15	0	20	24	68
1:4	20	4	6	12	12	15	6	55
1:5	10	1	6	3	8	5	60	83
1:5	15	3	6	6	12	30	6	63
1:5	20	7	4	6	20	10	0	47 **
Soma de total								378

* Escores de Ordenação exigidos para 6 tratamentos e 18 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 51-75.
 ** Amostra mais preferida.

QUADRO 7 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 80:20%.

Proporção de farinha mista e água	Tempo de cozimento (min)	Escore da ordem de Ordenação						Total*
		1	2	3	4	5	6	
1:4	10	0	6	15	4	15	36	76
1:4	15	2	8	9	20	10	12	61
1:4	20	3	8	3	8	25	18	65
1:5	10	3	2	12	8	10	36	71
1:5	15	5	4	6	20	15	6	56
1:5	20	5	8	9	12	15	0	49 **
Soma de total								378

* Escores de Ordenação exigidos para 6 tratamentos e 18 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 51-75.
 ** Amostra mais preferida.

QUADRO 8 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 70:30%.

Proporção de farinha mista e água	Tempo de cozimento (min)	Escore da ordem de Ordenação						Total*
		1	2	3	4	5	6	
1:4	10	3	4	12	16	10	18	63
1:4	15	2	8	6	20	20	6	62
1:4	20	4	4	15	4	10	24	61
1:5	10	1	4	6	4	15	54	84
1:5	15	3	8	9	12	20	6	58
1:5	20	5	8	6	16	15	0	50 **
Soma de total								378

* Escores de Ordenação exigidos para 6 tratamentos e 18 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 51-75.

** Amostra mais preferida.

QUADRO 9 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 60:40%.

Proporção de farinha mista e água	Tempo de cozimento (min)	Escore da ordem de Ordenação						Total*
		1	2	3	4	5	6	
1:4	10	0	6	15	4	20	30	75
1:4	15	1	6	0	16	30	24	77
1:4	20	3	4	9	20	15	12	63
1:5	10	1	10	6	16	0	36	69
1:5	15	5	4	18	8	10	6	51
1:5	20	8	6	6	8	15	0	43 **
Soma de total								378

* Escores de Ordenação exigidos para 6 tratamentos e 18 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 51-75.

** Amostra mais preferida.

QUADRO 10 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de farinha mista de fubá mimoso e soja desengordurada na proporção de 50:50%.

Proporção de farinha mista e água	Tempo de cozimento (min)	Escore da ordem de Ordenação						Total*
		1	2	3	4	5	6	
1:4	10	0	4	9	12	15	42	82
1:4	15	3	8	12	16	10	6	55
1:4	20	5	12	0	8	15	12	52
1:5	10	0	4	9	8	25	36	82
1:5	15	2	4	18	16	15	6	61
1:5	20	8	4	6	12	10	6	46 **
Soma de total								378

* Escores de Ordenação exigidos para 6 tratamentos e 18 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 51-75.

** Amostra mais preferida.

QUADRO 11 - Escores obtidos no teste de Ordenação pela preferência para géis de fubá mimoso (controle).

Proporção de fubá mimoso e água	Tempo de cozimento (min)	Escore da ordem de Ordenação						Total*
		1	2	3	4	5	6	
1:4	10	2	6	9	16	15	18	66
1:4	15	1	4	15	4	35	12	71
1:4	20	6	10	3	12	10	6	47 **
1:5	10	2	4	9	8	10	42	75
1:5	15	3	8	6	16	10	18	61
1:5	20	4	4	12	16	10	12	58
Soma de total								378

* Escores de Ordenação exigidos para 6 tratamentos e 18 provadores ao nível de 5% de probabilidade são: 51-75.

** Amostra mais preferida.

Os QUADROS de 6 a 10 mostram que para o preparo de angu fortificado, a melhor proporção de farinha mista e água foi de 1:5, para as fórmulas I, II, III, IV e V, correspondentes a 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 e 50:50% de fubá mimoso e FSD, respectivamente. Já para o angu não fortificado (QUADRO 11), a melhor proporção de fubá mimoso e água foi de 1:4. Para ambos os casos, o melhor tempo de cozimento foi de 20 minutos. As farinhas mistas necessitaram mais água para o preparo de angu do que o fubá mimoso (controle), por terem apresentado maiores valores de AA.

O QUADRO 12 mostra escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para angus fortificados ou não com diferentes níveis de FSD.

Observa-se pelo QUADRO 12, que o sabor dos angus foram melhorados com a fortificação de FSD até 30%, mas acima desta percentagem, resultou em diminuição de escores. Por outro lado, os angus fortificados com até 30% de FSD tiveram escores de aparência e textura semelhantes àqueles do angu não fortificado, não havendo diferenças significativas entre eles.

Acredita-se que uma boa aparência para um angu esteja relacionada com sua cor e aspecto homogêneo. Com o aumento dos níveis de FSD nas farinhas mistas, houve um aumento da luminosidade e uma diminuição da cor amarela nos angus, sendo que nos níveis mais altos de fortificação (40 e 50%), os angus adquiriram uma maior luminosidade, o que os levou a apresentar

QUADRO 12 - Escores da avaliação sensorial de aparência, sabor e textura para angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Fórmula	Aparência	Sabor	Textura
I	8,62 a	7,86 a	8,24 a
II	8,34 a	8,10 a	8,34 a
III	8,30 a	8,32 a	8,38 a
IV	7,56 b	7,26 b	7,16 b
V	6,72 c	6,90 b	6,86 b
Fubá mimoso (controle)	8,00 ab	7,16 b	8,18 a
D.M.S.	0,67	0,59	0,51
C.V. (%)	3,97	4,94	2,91

As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

uma aparência diferente do angu tradicional, diminuindo os escores de aparência. Este fato está de acordo com BOOKWALTER et al. (6), os quais afirmaram que a cor amarela da farinha de milho degerminada é diminuída com a adição de FSD, aumentando-se a luminosidade do produto.

Os angus fortificados com níveis mais altos de FSD (40 e 50%) mostraram escores de textura menores do que os com níveis mais baixos de FSD (0 a 30%). Acredita-se que este resultado possa ser explicado por FIORA et al. (19), os quais constataram que as proteínas de soja por apresentarem maior capacidade de AA, produzem géis com maior fraturabilidade.

Considerando-se que aparência, sabor e textura são atributos sensoriais exigidos para uma boa aceitabilidade de angu fortificado, foram selecionados os angus I, II e III, correspondentes a 10, 20 e 30% de fortificação com FSD, respectivamente.

No QUADRO 13 são apresentados os escores obtidos no teste massal de preferência dos angus fortificados ou não com diferentes níveis de FSD.

Através do QUADRO 13, nota-se que os angus fortificados I e II correspondentes a 10 e 20% de FSD, respectivamente, foram mais preferidos e o angu fortificado III, correspondente a 30% de FSD, ligeiramente mais preferido pela equipe massal de provadores não treinados do que o angu não fortificado. Não houve diferenças significativas na preferência entre os angus fortificados I, II e

QUADRO 13 - Preferência de angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Fórmula	Preferência
I	8,14 a
II	8,19 a
III	8,04 ab
Fubá mimoso (controle)	7,92 b
D.M.S.	0,21
C.V. (%)	0,54

As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

III. Resultados semelhantes foram encontrados por TRAVAGLINI et al. (47), os quais mostraram que a farinha composta à base de farinha de milho e de resíduo do extrato de soja na proporção de 70:30 (b.s.) apresentou boa aceitabilidade, quando usada na formulação de misturas destinadas a sopa e polenta.

Por outro lado, PIAHAR & LEUNG (41) observaram que a fortificação com até 10% de FSD na massa de milho fermentada não afetou muito a aceitabilidade do produto obtido, mas que a fortificação a nível de 20% já resultou numa queda na sua aceitabilidade.

4.5. Características nutricionais do angu fortificado

A composição centesimal aproximada (% base úmida) dos angus fortificados ou não com diferentes níveis de FSD está apresentada no QUADRO 14.

Analisando-se o QUADRO 14, verifica-se que com o aumento dos níveis de FSD na fortificação de angu, houve um aumento nos teores de proteína, cinza e fibra crua, sendo que este aumento foi mais notável nos teores de proteína. A fortificação com 10, 20 e 30% de FSD aumentou teores de proteína (% base úmida) de 1,67% para 2,39; 3,22 e 3,97%, respectivamente. Resultados semelhantes foram encontrados por diversos autores (9, 37, 42).

Os resultados da avaliação biológica da qualidade protéica dos angus fortificados ou não com diferentes níveis de FSD estão mostrados nos QUADROS 15 e 16 e na FIGURA 10. Foi usada a caseína como proteína-padrão.

O QUADRO 15 apresenta os valores de balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) dos angus fortificados ou não.

Através do QUADRO 15, verifica-se que a fortificação de angu com FSD até 20% resultou num aumento nos valores de BN, D_a , VB_a e NPU_a , porém, acima de 20% de FSD, ocorreu decréscimo. Dentre os angus estudados, o angu II, fortificado com 20% de FSD, foi o que apresentou valores de BN, D_a e VB_a mais próximos aos da caseína

QUADRO 14 - Composição centesimal aproximada (% base úmida) dos angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Fórmula	Umidade (%)	Proteína (%)	Extrato etéreo (%)	Cinza (%)	Fibra crua (%)	Carboidrato*
I	82,07 ab	2,39 c	1,20 a	0,32 bc	0,15 bc	13,87 b
II	82,05 b	3,22 b	1,19 a	0,42 ab	0,18 ab	12,94 c
III	82,21 a	3,97 a	1,19 a	0,50 a	0,20 a	11,93 d
Fubã mimoso (controle)	82,06 ab	1,67 d	1,20 a	0,29 c	0,12 c	14,66 a
D.M.S.	0,15	0,17	0,10	0,11	0,05	0,33
C.V. (%)	0,07	2,28	3,23	10,56	11,99	0,93

* Calculado por diferença.

As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 15 - Balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) dos angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Fórmula	BN (g)	D_a (%)	VB_a (%)	NPU_a (%)
I	0,30 c	76,14 c	78,97 c	60,10 c
II	0,55 ab	84,40 ab	85,99 ab	72,61 b
III	0,44 b	81,39 bc	80,78 bc	65,77 bc
Fubá mimoso (controle)	0,13 d	68,33 d	69,27 d	47,36 d
Caseína* (padrão)	0,60 a	89,96 a	89,11 a	80,16 a
D.M.S.	0,11	6,24	6,61	7,11
C.V. (%)	17,98	4,94	5,19	6,92

* Caseína com 97,21% de pureza.

As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 16 - Quociente de eficiência protéica (PER), PER angu/PER caseína e eficiência alimentar (EA) dos angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Fórmula	PER corrigido	PER angu/PER caseína (%)	EA
I	2,03 c	81,09 b	5,13 b
II	2,36 ab	94,34 a	4,28 b
III	2,14 bc	85,60 ab	4,73 b
Fubá mimoso (controle)	1,20 d	48,11 c	8,69 a
Caseína* (padrão)	2,50 a	-	4,00 b
D.M.S.	0,25	9,70	1,67
C.V. (%)	7,88	8,30	19,74

* Caseína com 97,21% de pureza.

As médias seguidas de letra diferente diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

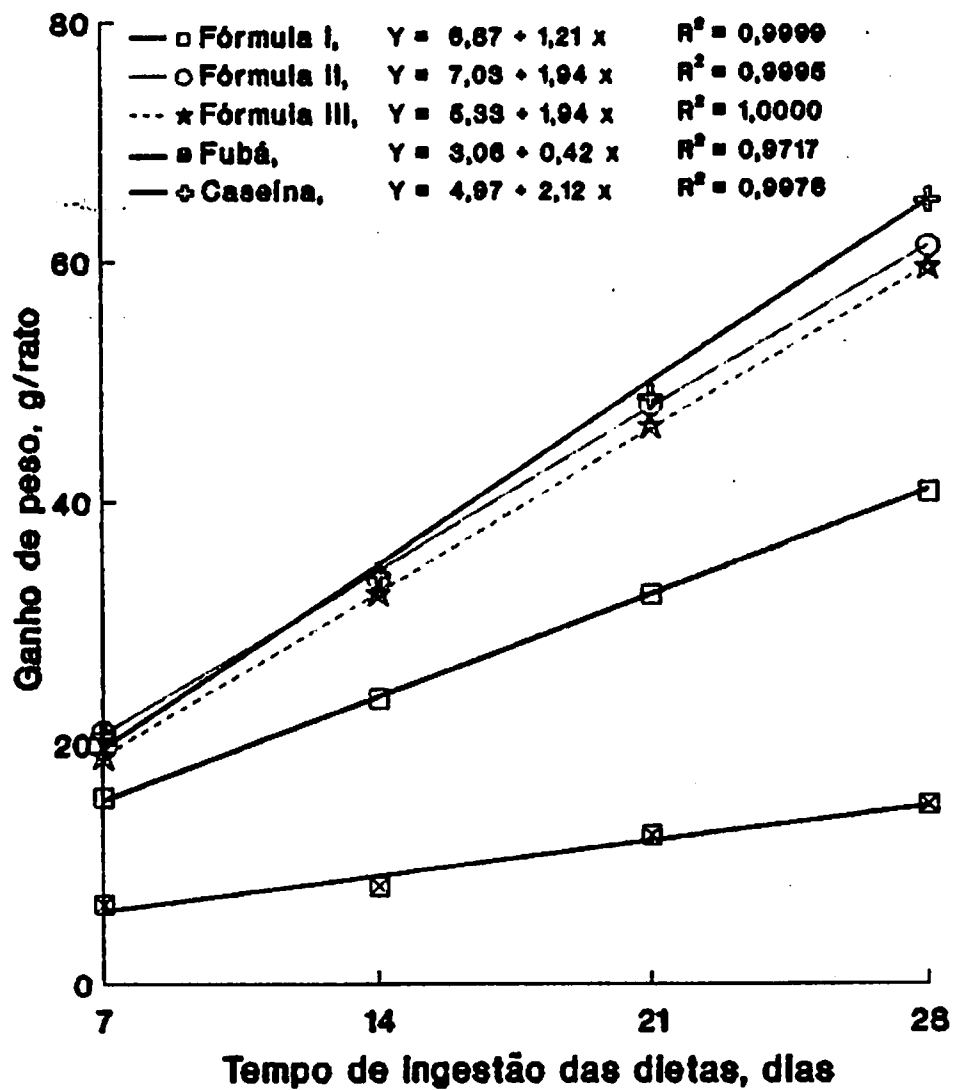


FIGURA 10 - Crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos de PER de Angus fortificados ou não com vários níveis de farinha de soja desengordurada.

(padrão), exceto para o valor de NPU_a , que foi maior para a caseína (padrão).

O decréscimo de BN , D_a , VB_a e NPU_a do angu III, fortificado com 30% de FSD, pode ser explicado provavelmente pelo fato de que a soja é deficiente em aminoácidos sulfurados, sendo estes complementados pela adição de milho (8, 15, 37) e, desta forma, acredita-se que o nível de FSD acima de 20% no angu fortificado possa ter levado a uma deficiência em aminoácidos sulfurados, apesar da complementação de lisina e triptofano que a soja proporciona ao milho.

Os valores de NPU_a para todos os angus fortificados com FSD foram superiores a 60%, que é o valor recomendado pela PAG (43) para produtos baseados no leite e cereal. Portanto, pode-se afirmar que todos os angus fortificados estudados no presente trabalho são adequados para serem utilizados como alimentos suplementares, devido às suas boas qualidades protéicas, em termos de NPU_a .

Os coeficientes de correlação entre os parâmetros $BN \times D_a$; $BN \times VB_a$; $BN \times NPU_a$; $D_a \times VB_a$; $D_a \times NPU_a$ e entre $VB_a \times NPU_a$ foram 0,9087; 0,8412; 0,9244; 0,7620; 0,8789 e 0,8909, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade, estando, assim, diretamente relacionados (QUADRO 27-APÊNDICE).

O QUADRO 16 ilustra os valores do quociente de eficiência protéica (PER), do $PER_{\text{angu}}/PER_{\text{caseína}}$ e a eficiência alimentar (EA) dos angus fortificados ou não.

As curvas de crescimento médio dos ratos utilizados nos ensaios biológicos (PER) correspondentes ao QUADRO 16 estão ilustradas na FIGURA 10.

Observando-se o QUADRO 16 e a FIGURA 10, nota-se um aumento nos valores de PER para os angus I e II, fortificados com 10 e 20% de FSD, respectivamente. Para o angu III, com 30% de FSD, houve uma diminuição no valor de PER. O angu II, fortificado com 20% de FSD, foi o que apresentou maior valor de PER, sendo estatisticamente semelhante ao da caseína. Verifica-se também, que o ganho de peso apresentado pelos ratos foi proporcional ao aumento do PER. Os valores de PER obtidos para angus fortificados com FSD foram maiores do que aquele do angu não fortificado (controle), sugerindo-se, portanto, a possibilidade da utilização de farinha mista constituída de fubá mimoso e FSD no preparo de angu do ponto de vista nutricional.

Resultados semelhantes do PER foram encontrados por BRESSANI et al. (9), os quais constataram que a mistura de milho e soja nas proporções de 79:21 e 72:28%, respectivamente, apresentou o PER maior do que aquele do milho sozinho. Entretanto, a mistura de 62% de milho e 38% de soja já mostrou decréscimo no PER, embora tenha sido ainda maior do que aquele do milho sozinho.

Os valores encontrados para a eficiência alimentar foram inversamente proporcionais aos valores de PER, não havendo diferenças significativas para a caseína (padrão) e os angus fortificados.

Os resultados mostrados pelos QUADROS 15 e 16 ilustram que houve correlação significativa entre PER x BN; PER x D_a ; PER x VB_a e PER x NPU_a , tendo coeficientes de correlação de 0,7290; 0,7227; 0,8031; 0,7161, respectivamente, significativos ao nível de 5% de probabilidade (QUADRO 27-APÊNDICE).

Baseando-se nos resultados mostrados em relação às características sensoriais e nutricionais dos angus fortificados com diferentes níveis de FSD, pode-se afirmar que os angus I, II e III, contendo fubá mimoso e FSD nas proporções de 90:10, 80:20 e 70:30%, respectivamente, apresentaram aparência, sabor e textura desejáveis, sendo que os angus I e II foram os mais preferidos pela equipe massal de provadores não treinados. O angu II apresentou a melhor qualidade nutricional, sendo recomendado como excelente fonte protéica, apresentando PER angu/PER caseína igual a 94,34%.

5. CONCLUSÕES

Diante das condições experimentais utilizadas na realização deste trabalho e de acordo com os resultados obtidos, chegou-se às seguintes conclusões:

- A adição de farinha de soja desengordurada (FSD) no fubá mimoso resultou no aumento da temperatura inicial da formação de pasta e da temperatura de viscosidade máxima, embora as diferenças tenham sido menos notáveis nos níveis mais altos de fortificação. Por outro lado, a viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante e viscosidade final no ciclo de resfriamento, diminuíram com o aumento dos níveis de FSD (0 a 50%).

- O aumento dos níveis de FSD (0 a 50%) no fubá mimoso resultou no aumento da absorção de água e de gordura, do índice de solubilidade de nitrogênio, das propriedades emulsificantes e da expansão e volume de espuma e na diminuição da sinérese de espuma.

- Para o preparo de angu fortificado com FSD, a melhor proporção de farinha mista e água foi de 1:5, enquanto que para o angu não fortificado, esta proporção foi de 1:4. Para ambos os casos, o tempo de cozimento necessário foi de 20 minutos.

- A fortificação de 10, 20 e 30% de FSD melhorou o sabor, mas não modificou a aparência e a textura do angu, sendo que angus fortificados com 10 e 20% de FSD, respectivamente, foram os mais preferidos pela equipe massal de provadores não treinados.

- O melhor nível de FSD na fortificação de angu foi de 20%, apresentando a melhor qualidade protéica (balanço de nitrogênio, digestibilidade aparente, valor biológico aparente, utilização líquida aparente da proteína e quociente de eficiência protéica).

- Angus fortificados com 20 e 30% de FSD mostram as melhores características sensoriais e nutricionais, sendo que o de 20% é considerado o melhor.

6. RESUMO

Fubá mimoso e farinha de soja desengordurada (FSD) foram misturados nas seguintes proporções, respectivamente: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 e 50:50%, sendo estas farinhas mistas submetidas à determinação de propriedades funcionais, usando-se fubá mimoso como controle. A adição de FSD no fubá mimoso resultou no aumento da temperatura inicial da formação de pasta e da temperatura de viscosidade máxima, embora as diferenças tenham sido menos notáveis nos níveis mais altos de fortificação. Com o aumento dos níveis de FSD, a viscosidade máxima, viscosidade mínima à temperatura constante, viscosidade final no ciclo de resfriamento e sinérese de espuma diminuíram, enquanto que absorção de água e de gordura, índice de solubilidade de nitrogênio, propriedades emulsificantes, bem como expansão e volume de espuma aumentaram. Usando-se estas farinhas mistas e fubá mimoso (controle), foram preparados angus, sendo estes avaliados sensorialmente. Para o angu fortificado, a melhor

proporção de farinha mista e água foi de 1:5 e para o angu não fortificado, esta proporção foi de 1:4, sendo que, para ambos os casos, o melhor tempo de cozimento foi de 20 minutos. Os angus com até 30% de fortificação mostraram aparência, sabor e textura semelhantes entre si, sendo que o sabor foi melhor e a aparência e a textura semelhantes aos do angu não fortificado. Os níveis de 10 e 20% de fortificação foram os mais preferidos pela equipe massal de provadores não treinados. Avaliação nutricional mostrou que o melhor nível de FSD na fortificação do angu foi de 20%, apresentando maiores valores de balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a), utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) e quociente de eficiência protéica (PER).

7. SUMMARY

Degermed corn flour (DCF) and defatted soy flour (DSF) were blended in the following proportions, respectively: 90:10, 80:20, 70:30, 60:40 e 50:50%, and had their functional properties determined , using DCF as control. Increasing proportion of DSF showed an increase in the initial pasting temperature and in the maximum viscosity temperature, although there was little difference in the higher levels of fortification. As the DSF levels increased, the maximum viscosity, minimum viscosity at constant temperature, viscosity after cooling and foam syneresis decreased, but water and fat absorption, nitrogen solubility index, emulsifying properties as well as foam expansion and foam volume increased. By using each of blended these flours as well as the DCF (control), "angus" (bind of porridge) were prepared and submitted to sensory evaluation. For the soy-fortified "angus", the best proportion of blended flour and water was 1:5, and for the non-fortified "angu", this proportion was 1:4. The

cooking time of the more preferred "angus" was 20 minutes. A better flavor and similar appearance and texture scores were found for soy-fortified "angus" at 10, 20 and 30% levels over non-fortified "angu". Soy-fortified "angus" at 10 and 20% levels were the most preferred by the consumer-type panelists. Nutritional evaluation showed that the best level of DSF for "angu" fortification was 20%, which presented the highest values of nitrogen balance (NB), apparent protein digestibility (D_a), apparent biological value (BV_a), apparent net protein utilization (NPU_a) and protein efficiency ratio (PER).

8. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

1. AMERICAN ASSOCIATION OF CEREAL CHEMISTS. Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. 7.ed. Saint Paul, 1969. 2.v.
2. ASSOCIATION OF OFFICIAL ANALYTICAL CHEMISTS. Official methods of analysis of the Association of Official Analytical Chemists. 12.ed. Washington, 1975. p.857.
3. AVANCINI, S.R.P.; SALES, A.M. & AGUIRRE, J.M. Avaliação nutricional de farinha composta de milho e soja integrais. Coletânea do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas, 17(1):72-7, jan./jun. 1987.

4. BÄR, W.H. Efeito da granulometria na viscosidade e absorção de água de amostras de farinhas de milho. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos, Campinas*, 21(1): 109-14, jan./mar. 1984.
5. BENDER, A.E. & MILLER, D.S. A new brief method of estimating net protein value. *The Biochemical Journal, London*, 53(7/8):4-5, 1953.
6. BOOKWALTER, G.N.; KWOLEK, W.F.; BLACK, L.T. & GRIFFIN JR., E.L. Corn meal/soy flour blends: characteristics and food applications. *Journal of Food Science, Chicago*, 36(6):1026-32, Nov./Dec. 1971.
7. BORDERÍAS, A.J. & MONTERO, P. Fundamentos de la funcionalidad de las proteínas en alimentos. *Revista Agroquímica y Tecnología de Alimentos, Valencia*, 28(2):159-69, jun./ago. 1988.
8. BRESSANI, R.; HERNÁNDEZ, E.; CÓLON, A.; WOLZAK, A. & GÓMEZ-BRENES, R. Efecto suplementario de tres fuentes de proteína de soya sobre diferentes selecciones o productos de maiz. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion, Caracas*, 31(1):52-62, mar. 1981.

9. BRESSANI, R.; MURILLO, B. & ELIAS, L.G. Whole soybeans as a means of increasing protein and calories in maize-based diets. *Journal of Food Science*, Chicago, 39(3):577-80, May/June 1974.
10. CHEFTEL, J.C.; CUQ, J.L. & LORIENT, D. *Proteínas alimentarias*. Zaragoza, Acribia, 1989. 346p.
11. CINQUETTI, M. La polenta. *Tecnica Molitoria*, Pinerolo 31(1):1-8, 1980.
12. CIRCLE, S.J.; MEYER, E.W. & WHITNEY, R.W. Rheology of soy protein dispersions; effect of heat and other factors on gelation. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 41(3):157-72, May 1964.
13. COCHRAN, W.G. & COX, G.M. *Experimental designs*. 2.ed. New York, John Wiley, 1957. 611p.
14. DENCH, J.E.; RIVAS, R.N. & CAYGILL, J.C. Selected functional properties of sesame (*Sesamun indicum* L.) flour and two protein isolates. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, London, 32(6):557-64, June 1981.

15. DIMLER, R.J. Soybeans and corn join forces in food. *Soybean Digest*, Peoria, 27(12):50-3, 1967.
16. DUTRA DE OLIVEIRA, J.E. & SCATENA, L. Nutritional value of protein from a soybean milk powder. *Journal of Food Science*, Chicago, 32(5):592-4, Sept./Oct. 1967.
17. _____ & SOUZA, N. Metabolic studies with a corn and soya mixture for infant feeding. *Archivos Latinoamericanos de Nutricion*, Caracas, 17(4):197-206, dec. 1967.
18. EKA, O.U. Chemical evaluation of nutritive value of soya paps and porridges; the Nigerian weaning foods. *Food Chemistry*, Essex, 3(3):199-206, July 1978.
19. FIORA, F.A.; PILOSOF, A.M.R. & BARTHOLOMAI, G.B. Physico-chemical properties of soybean proteins related to flow, viscoelastic, mechanical and water-holding characteristics of gels. *Journal of Food Science*, Chicago, 55(1):133-6, Jan./Fev. 1990.

20. FLEMING, S.E.; SOSULSKI, F.W.; KILARA, A. & HUMBERT, E.S.
Viscosity and water absorption characteristics of slurries of sunflower and soybean flours, concentrates and isolates. *Journal of Food Science*, Chicago, 39(1):188-91, Jan./Fev. 1974.
21. GWIAZDA, S.; RUTKOWSKI, A. & KOCON, J. Some functional properties of pea and soy bean protein preparations. *Nahrung*, Berlin, 23(7):681-6, 1979.
22. HSU, D.L.; LEUNG, H.K.; MORAD, M.M.; FINNEY, P.L. & LEUNG, C.T. Effect of germination on electrophoretic, functional and bread-baking properties of yellow pea, lentil and faba bean protein isolates. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 59(5):344-50, Sept./Oct. 1982.
23. HUTTON, C.W. & CAMPBELL, A.M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems and in a food system; emulsion properties, thickening function and fat absorption. *Journal of Food Science*, Chicago, 42(2): 457-60, Mar./Apr. 1977a.

24. HUTTON, C.W. & CAMPBELL, A.M. Functional properties of a soy concentrate and a soy isolate in simple systems; nitrogen solubility index and water absorption. *Journal of Food Science*, Chicago, 42(2):454-6, Mar./Apr. 1977b.
25. KAHAN, G.; COOPER, D.; PAPAVALIIOU, A. & KRAMER, A. Expanded tables for determining significance of differences for ranked data. *Food Technology*, Chicago, 27(5):61-9, May 1973.
26. KINSELLA, J.E. Functional properties of proteins in foods; a survey. *CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, Cleveland, 7(4):219-80, Apr. 1976.
27. LAWHON, J.T.; CATER, C.M. & MATIL, K.F. A comparative study of the whipping potential of an extract from several oilseed flours. *Cereal Science Today*, Saint Paul, 17:240-94, 1972.
28. LIN, M.J.Y.; HUMBERT, E.S. & SOSULSKI, F.W. Certain functional properties of sunflower meal products. *Journal of Food Science*, Chicago, 39(2):368-70, Mar./Apr. 1974.

29. McWATTERS, K.H. & HOLMES, M.R. Influence of moist heat on solubility and emulsification properties of soy and peanut flours. *Journal of Food Science*, Chicago, 44(3):774-6, May/June 1979.
30. MAGA, J.A & LORENZ, K. Sensory and functional properties of extruded corn-soy blends. *Lebensmittel-wissenschaft Und Technologie*, Zurich, 11:185-7, 1978.
31. MARTYN, M.E.L.; COELHO, D.T.; ANDRADE, N.J. & CHAVES, J.B.P. Formulação e avaliação sensorial de uma sopa de soja e milho pré-cozida por extrusão. *Revista Ceres*, Viçosa, 27(152):379-84, jul./ago. 1980.
32. MATTHEWS, R.H.; SHARPE, E.J. & CLARK, W.M. Some functional properties of processed corn meal as related to use in bread, beverages and porridges. *Cereal Science Today*, Saint Paul, 15(7):208-10, July 1970.
33. MAZURS, E.G.; SCHOCH, T.J. & KITE, F.E. Graphical analysis of the Brabender viscosity curves of various starches. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 34(3):141-53, May 1957.

34. MITCHELL, H.H. A method of determining the biological value of protein. *Journal of Biological Chemistry*, Baltimore, 58(3):873-903, Jan. 1924.
35. NAVICKIS, L.L. & BAGLEY, E.B. A comparison between corn starch and dry milled corn products in their dispersion properties. *Starch/Starke*, Deerfield-Beach, 38(7):217-20, 1986.
36. NUTRITIONAL BIOCHEMICALS CORPORATION. Diet catalog of ICN, Cleveland, 1977/1978. 24p.
37. NYOTU, H.G.; ALLI, I. & PAQUETTE, G. Soy supplementation of a maize based kenyan food (ugali). *Journal of Food Science*, Chicago, 51(5):1204-7, 1986.
38. PELLET, P.L. & YOUNG, V.R. Evaluación nutricional de alimentos proteínicos. Tokyo, La Universidad de las Naciones Unidas, 1980. 175p.
39. PHILLIPS, R.D. & STERNBERG, M. Corn protein concentrate; functional and nutritional properties. *Journal of Food Science*, Chicago, 44(4):1152-61, July/Aug. 1979.

40. PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental.
10.ed. São Paulo, Nobel, 1982. 430p.
41. PLAHAR, W.A. & LEUNG, H.K. Composition of Ghanaian fermented maize meal and the effect of soya fortification on sensory properties. Journal of the science of Food and Agriculture, London, 34(1):407-11, Jan. 1983.
42. _____; _____ & COON, C.N. Effects of dehydration and soy fortification on physicochemical, nutritional and sensory properties of Ghanaian fermented maize meal. Journal of Food Science, Chicago, 48(4):1255-9, July/Aug. 1983.
43. PROTEIN ADVISORY GROUP OF THE UNITED NATIONS SYSTEMS.
Guidelines on protein-rich mixtures for use as weaning foods studies nº8. FAO/WHO/UNICEF. New York, United Nations, 1971.
44. SATTERLEE, L.D.; BEMBERS, M. & KENDRICK, J.G. Functional properties of the great northern bean (*Phaseolus vulgaris*) protein isolate. Journal of Food Science, Chicago, 40(1):81-4, Jan./Feb. 1975.

45. SOSULSKI, F.W. The centrifuge method for determining flour absorption in hard red spring wheats. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 39(4):344-50, July 1962.
46. TONELLA, M.L.; SANCHES, M. & SALAZAR, M.G. Physical, chemical, nutritional and sensory properties of corn-based fortified food products. *Journal of Food Science*, Chicago, 48(6):1637-43, Nov./Dec. 1983.
47. TRAVAGLINI, D.A.; SILVEIRA, E.T.F.; TRAVAGLINI, M.M.E.; VITTI, P.; PEREIRA, L.; AGUIRRE, J.M.; CAMPOS, S.D.S.; GERALDINI, A.M. & FIGUEIREDO, I.B. Processamento de farinha composta de resíduo do extrato de soja e milho. *Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos*, Campinas, 17(3):275-96, jul./set. 1980.
48. VAN DE KAMER, J.H. & VAN GINKEL, L. Rapid determination of crude fiber in cereals. *Cereal Chemistry*, Saint Paul, 29(4):239-51, July 1952.
49. VELU, J.G.; RINDSIG, R.B.; BRENNAN, M.; HARSHBARGER, K.E. Protein nutritive value of drum dried soy, soy-cereal and soy-banana blends. *Nutrition Reports International*, Los Altos, 17(5):537-49, May 1978.

50. VOLKERT, M.A. & KLEIN, B.P. Protein dispersibility and emulsion characteristics of four soy products. *Journal of Food Science*, Chicago, 44(1):93-6, Jan./Feb. 1979.
51. VOUTSINAS, L.P.; CHEUNG, E. & NAKAI, S. Relationships of hydrophobicity to emulsifying properties of heat denatured proteins. *Journal of Food Science*, Chicago, 48(1):26-32, Jan./Feb. 1983.
52. YASUMATSU, K.; SAWADA, K.; MORITAKA, S.; MISAKI, M.; TODA, J.; WADA, T & ISHII, K. Whipping and emulsifying properties of soybean products. *Agricultural and Biological Chemistry*, Tokyo, 36(5):719-27, May 1972.

APÉNDICE

QUADRO 17 - Resumo das análises de variância relativas às propriedades de viscosidade de pasta de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		t ^o inicial de formação de pasta	t ^o de viscosidade máxima	Viscosidade máxima	Viscosidade mínima a t ^o constante	Viscosidade final no ciclo de resfriamento
Regressão linear	1	18,5785*	43,1235*	25731,4571*	18884,8286*	136094,4643*
Regressão quadrática	1	11,6551*	9,3343*	6229,3393*	4651,5238*	45014,0010*
Regressão cúbica	1	4,3891	0,1690	4644,0250*	3276,1000*	15210,0000*
Resíduo	6	0,7772	0,1385	95,8333	126,5000	2472,9167

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 18 - Resumo das análises de variância relativas às absorções de água (AA) e de gordura (AG), nitrogênio solúvel na água (NSA), índice de solubilidade de nitrogênio (ISN), atividade emulsificante (AE) e estabilidade de emulsão (EE) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		AA	AG	NSA	ISN	AE	EE
Regressão linear	1	5892,0127*	3034,9096*	9,8107*	2172,9228*	2970,6259*	2688,4383*
Regressão quadrática	1	169,7568*	2,0502	0,0635*	71,2433*	2,2819	162,7715*
Regressão cúbica	1	31,2241*	224,5631*	0,0039*	10,9825*	143,9641*	31,5714*
Resíduo	12	1,5426	4,0450	0,0003	0,2313	0,5430	0,6540

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 19 - Resumo das análises de variância relativas à expansão de espuma (Exp.Esp.), volume de espuma (V.Esp.) e Sinérese (S) de fubá mimoso (controle) e de farinhas mistas constituídas de fubá mimoso e soja desengordurada nas diferentes proporções.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios						
		Exp. Esp.	V. Esp. 30 min	V. Esp. 60 min	V. Esp. 120 min	S 30 min	S 60 min	S 120 min
Regressão linear	1	2426,5802*	6888,2632*	5360,0708*	11321,6586*	12689,0329*	7876,5664*	4741,7359*
Regressão quadrática	1	20,3662*	28,7382	1,4175	830,2899*	253,9036*	319,9055*	1625,6003*
Regressão cúbica	1	50,9068*	109,4221	63,7914	158,3508*	79,2809	134,2910	19,7533*
Resíduo	12	0,9128	44,2678	47,3850	18,9484	43,7567	60,5333	1,7876

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 20 - Resumo das análises de variância relativas às análises sensoriais de aparência, sabor e textura dos angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios		
		Aparência	Sabor	Textura
Bloco (ajustado)	9	0,1398	0,0624	0,0644
Fórmula (não ajustada)	5	2,7036*	1,6352*	2,2376*
Resíduo	15	0,0988	0,0921	0,0523

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 21 - Resumo da análise de variância relativa à preferência dos angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios
		Preferência
Bloco (ajustado)	5	0,1937*
Fórmula (não ajustada)	3	0,0437*
Resíduo	3	0,0019

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 22 - Resumo das análises de variância relativas à composição centesimal (% base úmida) dos Angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios					
		Umidade	Proteína	Extrato etéreo	Cinza	Fibra crua	Carboidrato
Fórmula	3	0,0167*	2,9896*	0,0001	0,0267*	0,0039*	4,1608*
Resíduo	8	0,0033	0,0041	0,0015	0,0016	0,0004	0,0155

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 23 - Resumo das análises de variância relativas ao balanço de nitrogênio (BN), digestibilidade aparente (D_a), valor biológico aparente (VB_a) e utilização líquida aparente da proteína (NPU_a) dos Angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios			
		BN	D_a	VB_a	NPU_a
Bloco	6	0,0124	38,4325	13,9621	30,0437
Ração	4	0,2580*	475,3683*	406,7451*	1090,8241*
Resíduo	24	0,0052	15,6500	18,4384	20,3342

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 24 - Resumo das análises de variância relativas ao quociente de eficiência protéica (PER), PER angu/PER caseína e eficiência alimentar (EA) dos angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengordurada.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios		
		PER	PER angu/PER caseína	EA
Bloco	6	0,0741*	118,6528*	2,0861
Ração	4	1,7918*	2859,5804*	25,5219*
Resíduo	24	0,0260	41,1688	1,1219

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 25 - Resumo das análises de variância relativas ao crescimento médio dos ratos alimentados com os angus fortificados ou não com vários níveis de soja desengorurada.

Causa de variação	G.L.	Quadrados médios				
		I	II	III	Fubá	Caseína
Regressão linear	1	2587,0528*	6423,7832*	6441,9503*	300,5594*	8039,0444*
Regressão quadrática	1	0,5887	0,0730	0,0903	2,1340	31,8435
Regressão cúbica	1	0,0626	1,2807	0,1865	6,5535	0,7229
Resíduo	24	23,3496	19,5150	45,4026	34,4008	39,8039

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 26 - Resumo da correlação entre as propriedades funcionais.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
AA x NSA	0,9628*
AE x NSA	0,9698*
EE x NSA	0,9120*
AE x EE	0,9477*
Exp. Esp. x NSA	0,9778*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.

QUADRO 27 - Resumo da correlação entre as análises nutricionais.

Variáveis	Coefficiente de correlação (r)
BN x D _a	0,9087*
BN x VB _a	0,8412*
BN x NPU _a	0,9244*
BN x PER	0,7290*
D _a x VB _a	0,7620*
D _a x NPU _a	0,8789*
D _a x PER	0,7227*
VB _a x NPU _a	0,8909*
VB _a x PER	0,8031*
NPU _a x PER	0,7161*

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade.