

## Avaliação química e nutricional de farinha de sorgo integral (*Sorghum bicolor*, L. Moench), complementação com feijão e soro de leite, aplicação em panificação

Maria Inés Delucchi Zaparrari<sup>1</sup>, Joicelem Mastrodi Salgado<sup>2</sup>

**RESUMO.** Foram estudadas as características químicas, nutricionais e tecnológicas da farinha de sorgo integral para consumo humano. A composição química foi de 11,5% de proteínas, 2,7% de gordura, 1,3% de fibra, 1,2% de cinzas e 72% de carboidratos. Os minerais presentes em maior proporção foram: enxofre 0,25%, fósforo 0,21%, potássio 0,15%, magnésio 0,07% e cálcio 0,03%. A composição em aminoácidos apresentou como primeiro limitante a lisina («score» 31,3%) e como segundo aminoácido limitante a treonina («score» 61,5%). Os ácidos graxos essenciais contidos no óleo foram 36,2% de ácido linoleico, 1,4% de ácido linolenico e traços de ácido araquidônico. O conteúdo de tanino foi de 0,04%. Quando complementado com 0,4% do aminoácido lisina houve aumento no PER e no CEA. A complementação com 30% de farinha de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e 10,0% de soro de leite em pó elevou todos os parâmetros avaliados com exceção da digestibilidade. Do presente trabalho concluiu-se que a farinha de sorgo integral é uma boa fonte de caloria na dieta (359 cal/100g) sua proteína responde positivamente a complementação com farinha de feijão, soro de leite em pó e lisina sintética. O pão elaborado com 0, 5, 10 e 15% de farinha composta (trigo-sorgo) mostrou bom volume, características externas e internas boas e teve boa aceitação por um painel de degustadores.

**SUMMARY.** Chemical and nutritional evaluation of whole sorghum flour, complementation with *Phaseolus vulgaris* and dried milk whey: application in baking. The chemical characteristics nutritive value and technological properties of the whole sorghum flour for consumption were studied. The chemical analyses indicated 11.5% of protein, 2.7% of fat, 1.3% of fiber and 72% of carbohydrate. Major mineral in the flour were sulphur 0.25%, phosphorus 0.21%, potassium 0.15%, magnesium 0.07% and calcium 0.03%. The aminoacid analyses showed lysine as the first limiting amino acid (score 31.3%) and as the second treonine (score 61.5%). The essential fatty acid contents in the oil were linolenic acid 36.2%, linolenic acid 1.4% and trace of arachidonic acid. The tanin content was 0.04%. PER and CEA were increased when the whole sorghum flour was supplemented with exception of digestibility. It was concluded that whole sorghum flour is a good source of calories in the diet (359 Cal/100g) and the protein responded positively to complementing with *Phaseolus vulgaris* flour, dried milk whey and syntetic lysine. The bread baked with 0, 5, 10 and 15% of composite flour (wheat-sorghum) showed good volumen, good external and internal characteristics and a high percentage of acceptability, by a panel of degustation testers.

### INTRODUÇÃO

O sorgo tem como centro de origem a África e parte da Ásia (1, 2, 3). É considerado entre as doze culturas tropicais mais importantes (4) e ocupa o 5º lugar na produção mundial de cereais sendo seus principais produtores E.U.A., Índia, China e México responsáveis pelo triênio 1982/84 por 76% da produção mundial (5).

O valor nutricional do grão de sorgo é semelhante ao encontrado para outros cereais, o que limita o seu uso com

única fonte de alimento (6). Harden (7) observa que a suplementação com lisina ao nível de 0,4% na dieta de ratos com 10% de proteína resulta em um significativo ganho de peso. A adição de treonina a dietas para ratos com 0,4% de lisina e 8,5% de proteína, mostrou ser a treonina o segundo aminoácido limitante antecedido pela lisina. Resultado similar quanto a correlação entre o conteúdo de lisina e o PER (Razão de Eficiência Proteica) foram reportados anteriormente por Maxon et al (8).

A digestibilidade do sorgo está em correlação com o conteúdo de tanino, sendo que as variedades com baixo teor de tanino apresentam digestibilidade elevada (9). Um significativo aumento na qualidade proteica tem se conseguido com 10% de complementação dos cereais com leguminosas (10, 11). No

1. Sector de Nutrição Humana e Alimentos, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" - Universidade de São Paulo, Cx. Postal 09, Piracicaba, Brasil - CEP 13.418-900

caso do sorgo a mistura idel foi de 70% de sorgo com 30% de leguminosas aumentando o PER em 60% (10). Segundo Santos & Salgado (12) as suplementações dos cereais (milho e arroz) com soro de leite em pó melhora significativamente a qualidade proteica da mistura.

A introdução do sorgo granífero na alimentação humana no Brasil apresenta dois problemas fundamentais: em primeiro lugar sua produção é ainda insuficiente provavelmente, entre outros fatores, porque o consumo não estimula a produção. Em segundo lugar sua introdução implica em mudanças de hábitos, costumes e tradições de populações que não estão habituadas a presenciar na sua mesa preparações a base de sorgo.

Para se contornar esse problema de consumo e conseqüente o problema anterior, uma das melhores maneiras seria adicionar o sorgo em alimentos e em preparações já aceitas e integrantes da dieta habitual como trigo, feijão, etc. O pão por excelência poderia ser o alimento utilizado para esse propósito. É um alimento universalmente aceito como componente da dieta, altamente palatável. Durante o período 1973/80 os produtos de panificação apresentaram aumento no consumo aparente de 85,9% a taxa média de 12,3% ao ano. Os estados de menor poder aquisitivo e os que estão aumentando sua integração com os grandes centros foram os maiores responsáveis pelo acelerado crescimento do consumo. Não é de se surpreender que tenha havido uma modificação nos hábitos inclusive com a substituição de alimentos regionais devido as próprias características do pão (13).

A substituição parcial da farinha de trigo pela farinha de sorgo, tem sido objeto de diversos estudos (14, 15, 16). Além de significar uma vantagem econômica, pois diminui a dependência de importação de trigo pelo Brasil, significaria uma boa forma de suplementar com calorias e proteínas as populações menos favorecidas, em regiões onde outras culturas como o trigo, milho e arroz não são tão adaptáveis. Não menos importante seria a utilização de farinha de sorgo em misturas vegetais com farinhas de leguminosas e outros alimentos visto o êxito destas misturas em outros países.

Pelo exposto acima e tendo em vista a importância de se encontrar alimentos calóricos-proteicos para a alimentação humana, a fim de amenizar a situação de carência que sofre parte do povo brasileiro, as condições climáticas do Nordeste brasileiro para a produção de sorgo granífero, o incremento na produção do mesmo durante os últimos anos, é que se propõe a desenvolver esta pesquisa que teve por objetivos: avaliar através de análises bromatológicas, químicas e biológicas a farinha de sorgo integral; verificar a viabilidade de melhoramento da qualidade do sorgo por complementação do padrão de aminoácidos com fontes alimentares e aminoácidos sintéticos.

## MATERIAIS E MÉTODOS

### Matéria prima

Os grãos de sorgo (variedade BR 009) foram obtidos junto a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), no Centro de Milho e Sorgo localizado em Sete Lagoas, Minas Gerais.

Para efeito de melhoramento, enriquecimento e complementação na avaliação nutricional foram utilizados feijão carioca adquirido no comércio local e soro de leite em pó obtido nos laticínios.

Para o teste de panificação foi utilizada farinha de trigo «Renata» tipo especial adquirida no comércio de Campinas (SP).

### Obtenção das farinhas:

#### - Farinha de sorgo

A farinha de sorgo integral foi obtida de acordo com a metodologia sugerida pela Emater (7) procedendo-se da seguinte forma: cerca de 1 kg de sorgo foi colocado em maceração em 4 litros de água destilada, trocando se a água diariamente durante 3 dias. Após esse período a água foi removida e o los granos precipitado levado para secar em estufa de circulação forçada a 55°C por uma noite. Posteriormente o material foi moído em moinho de faca, acondicionado em sacos plásticos e mantido em refrigeração até análise.

#### - Farinha de feijão

A farinha de feijão foi obtida deixando-se em maceração os grãos de um dia para outro, na proporção de uma parte de feijão para quatro partes de água. Após isso o material foi cozido em panela de pressão por 20 minutos, seco em estufa a 55°C por uma noite e posteriormente moído em moinho de faca, acondicionado em saco plástico e mantido em refrigeração até análise química e biológica.

### Extração do óleo:

O óleo foi obtido submetendo-se a farinha de sorgo integral a extração com o solvente hexano por 12 horas em Soxhlet industrial. Após extração o óleo foi mantido em recipiente fechado, a temperatura de refrigeração.

#### Enriquecimento e complementação da farinha de sorgo:

Visando o melhoramento do valor nutricional da farinha de sorgo, foi realizada a complementação do padrão de aminoácido com 0,4% de lisina; e o enriquecimento foi feito com 30% de farinha de feijão e com 10% de soro de leite em pó.

### Análises químicas:

Foram feitas as análises químicas na farinha de sorgo, de feijão, soro de leite em pó, farinha de trigo, caseína e posterior-

mente no pão feito com a mistura de farinha de trigo e sorgo de acordo com a metodologia descrita pela AOAC (18) para proteína, fibra e lipídeos. Os carboidratos foram obtidos por diferença. Para o cálculo da proteína de trigo foi utilizado o fator 5,7 e para outros alimentos o fator 6, 25.

O perfil de aminoácidos na farinha de sorgo, foi determinado em analisador automático (Beckman Aminoacido Analyser) usando as técnicas descritas para esse tipo de análise.

O triptofano foi determinado pela hidrólise alcalina de Hugli & Moore (19); a cisteína pelo procedimento do ácido cístico de Moore (20) e a lisina pelo método de Kakade & Liener (21). Comparando os valores obtidos com a proteína padrão da FAO (22) foi obtido o «score» de aminoácidos (EAA) conforme a fórmula abaixo:

$$EAA = \frac{\text{mg aminoácido proteína testada}}{\text{mg aminoácido proteína padrão FAO}} \times 100$$

Os minerais foram determinados na farinha de sorgo pelo método de Sarruge & Haag (23).

O teor de tanino foi determinado pelo método de Burns (24) com a modificação de Price et al. (25).

#### Caracterização dos ácidos graxos:

Os ácidos graxos foram caracterizados por cromatografia gás líquido. Os ésteres de metila foram preparados de acordo com o procedimento da AOAC (18). A análise dos ésteres de metila foram feitas com um cromatógrafo gás-líquido e a identificação e quantificação dos mesmos foi obtida por comparação de tempo de retenção e área de pico dos ácidos graxos desconhecidos com aqueles metil ésteres de ácidos graxos padrões (óleo de milho).

#### Ensaio biológico:

Forma utilizados no presente trabalho ratos (*Rattus norvegicus*) variedade albinus, linhagem Wistar obtidos de cruzamentos sucessivos no biotério do Setor de Nutrição Humana e Alimentos -ESALQ/USP, com idade de 21-23 dias com uma variação de peso não mais de 5%.

Cada grupo composto por seis animais constituiu-se em um bloco no total de 6 blocos no qual cada rato recebeu um tratamento diferente como se detalha a seguir:

- Tratamento I: farinha de sorgo integral
- Tratamento II: farinha de sorgo integral + 30% farinha de feijão
- Tratamento III: farinha de sorgo integral + 10% de soro de leite em pó.
- Tratamento IV: farinha de sorgo integral + 0,4% de lisina
- Tratamento V: apteica
- Tratamento VI: caseína

Os animais ficaram em gaiolas individuais e receberam alimentos «ad libitum» sendo o peso e o consumo dos alimentos registrados três vezes por semana durante os 28 dias de duração do experimento. As fezes totais excretadas pelos ratos foram coletadas todos os dias do experimento, secas em estufa a 105° durante 72 horas, moídas e pesadas. Uma amostra total de cada grupo foi retirada para analisar o teor de nitrogênio. No 28 dia do experimento, após jejum de 12 horas, todos os animais foram sacrificados. As cavidades abdominal, torácica e craniana foram abertas e secas a 105° até peso constante (aproximadamente 72 horas) a fim de determinar o nitrogênio da carcaça.

O nitrogênio das fezes e das carcaças foram determinados pela técnica descrita em AOAC (18).

A formulação de todas as dietas foi feita de acordo com o estabelecido pela AOAC (18) ou seja, ao nível de 1,6% de nitrogênio, 8% de óleo de milho, 2% de mistura salina, 1% de mistura vitamínica e completada a 100% com amido de milho (maizena).

O ensaio biológico nos permitiu avaliar os seguintes parâmetros:

- Digestibilidade (D)%

$$D = \frac{\text{Prot. cons. 24h} - \text{Prot. excretada 24 h} - \text{Prot. excr. grupo apteico}}{\text{Proteína consumida (24h)}}$$

- Utilização proteica líquida (NPU):

$$NPU = \frac{Bf - (Bk + Ik)}{If} \times 100$$

onde:

Bf = nitrogênio da carcaça do grupo experimental

If = nitrogênio ingerido

Bk = nitrogênio da carcaça do grupo apteico

Ik = nitrogênio ingerido pelo grupo apteico

(Miller & Bender) (26)

Valor biológico (VB)

$$VB = \frac{NPU}{D} \times 100$$

Razão de eficiência proteica (PER)

$$PER = \frac{\text{g de peso ganho}}{\text{g proteína ingerida}}$$

(Osborne et al) (27)

Coefficiente de eficiência alimentar (CEA)

$$CEA = \frac{\text{ganho de peso (g)}}{\text{consumo de ração (g)}}$$

**Teste de panificação:**

A qualidade de panificação das misturas de farinha de trigo e sorgo foi determinada elaborando pão de forma de acordo com a seguinte formulação:

	%	g
farinha	100	1000
sal	2	20
açúcar	4	40
fermento	5	50
gordura	3	30
aditivo	1	10

\* expresso em % sobre o total de farinha

As características físicas avaliadas foram:

- Volume: foi determinado pelo método de deslocamento de sementes. O volume específico foi calculado pela relação entre volume e peso do pão.
- Cor da crosta, simetria, textura e características do miolo: foram avaliadas como características externas e internas do pão, através de atribuição de pontos, totalizando o máximo de 40 pontos.

**Avaliação sensorial**

A avaliação sensorial foi feita através do teste de comparação múltipla empregando 12 provadores de ambos os sexos que avaliaram os pães quanto a cor, odor e sabor (28).

**Análises estatísticas**

O delineamento estatístico para o ensaio biológico foi um experimento em blocos ao acaso com 7 tratamentos e 6 blocos. Foi efetuada análise de variância para o PER e o CEA, e para comparação e médias utilizou-se o teste de Tukey ao nível de 5% (29).

Para avaliação das mudanças no volume do pão e do teor proteico do mesmo foi feita análise de variância em um experimento inteiramente ao acaso com 4 tratamentos e 6 repetições no caso do volume, e 4 tratamentos e 4 repetições no caso do teor proteico. Para comparação de médias foi utilizado também o teste de Tukey ao nível de 5%.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO****Avaliação química e nutricional**

O rendimento fornecido pelo processamento dos grãos para a obtenção da farinha de sorgo integral, foi de 95,66%.

As análises químicas realizadas na farinha integral de sorgo são apresentadas na Tabela 1.

TABELA 1  
COMPOSIÇÃO EM UMIDADE, PROTEÍNA, GORDURA, CINZAS, FIBRA E CARBOIDRATOS DA FARINHA DE SORGO INTEGRAL\*

Componentes	Porcentagem
Umidade	11.16
Proteína (Nx6,25)	11.50
Gordura	2.73
Cinzas	1.20
Fibra	1.34
Carboidratos+	72.07

\* na base seca

+ calculados por diferença

Trata-se de uma variedade com teor médio de proteína (11.5%) de acordo ao encontrado por outros autores (30, 31). O teor de fibra foi de 1.34% o de cinzas 1.20% e o de gordura 2.73% sendo estes valores um pouco mais baixos dos valores médios para o sorgo (32).

As calorias totais de 100 g de farinha de sorgo fornecem por volta de 359 calorias.

O perfil de aminoácidos da farinha de sorgo integral, comparado com a proteína padrão da FAO (22) é mostrado na Tabela 2.

TABELA 2  
COMPARAÇÃO DO CONTEÚDO DE AMINOÁCIDOS ESSENCIAIS DA FARINHA DE SORGO INTEGRAL COM A PROTEÍNA PADRÃO FAO (22)

Aminoácidos*	Farinha de sorgo integral	FAO	Score
Isoleucina	20.9	30.0	69.7
Leucina	81.4	65.0	125.2
Lisina	17.2	55.0	31.3
Met. +Cist.	28.3	30.0	94.3
Fenilal. +Tir.	54.6	50.0	109.2
Treonina	24.6	40.0	61.5
Triptófano	38.9	10.0	389.0
Valina	29.1	40.0	72.8
Total	295.0	315.0	

\* mg aminoácido/g proteína

Comparando os valores obtidos no aminograma com a composição em aminoácidos da proteína padrão da FAO (22), observa-se a lisina como o primeiro aminoácido limitante («score» 31.3% seguido da treonina com o segundo aminoácido limitante («score» 61.5%). Resultados similares foram encontrados por Virupaksha & Sastry (30).

O «score» baixo indica que a farinha de sorgo não pode ser utilizada como única fonte de proteínas na dieta sem acarretar problemas aos indivíduos pela sua incapacidade em cobrir o requerimento em todos os aminoácidos essenciais.

Os minerais presentes na farinha de sorgo integral são apresentados na Table 3

TABELA 3  
COMPOSIÇÃO EM MINERAIS DA FARINHA DE SORGO INTEGRAL

Elemento		
N	(%)	1.74
P	(%)	0.21
K	(%)	0.15
Ca	(%)	0.03
Mg	(%)	0.07
S	(%)	0.25
B	(ppm)	3.0
Cu	(ppm)	1.2
Fe	(ppm)	21.0
Mn	(ppm)	1.0
Mo	(ppm)	—
Zn	(ppm)	14.0

O enxofre está em quantidade de 0.25% o potássio em 0.15% o fosforo em 0.21% e o cálcio em 0.3%. Se considerarmos que a relação Ca/P da dieta deve ser em torno de 1:1 segundo o sugerido por «Recommended Dietary Allowances» no caso da farinha de sorgo estaria em 1:7 pelo qual deve haver uma fonte de Ca na dieta para que o P seja corretamente metabolizado. Conteúdo similar de minerais foi relatado por Rostagno(33).

O teor de tanino da variedade BR-OO9 foi de 0.4% medido com mEq de catequina considerada uma variedade com baixo teor de tanino. De acordo com os níveis tóxicos encontrados para animais (34,35) o teor nesta variedade não apresentaria problemas para o consumo.

A composição em ácidos graxos do óleo de sorgo (Tabela 4) apresenta grande similaridade com o óleo de milho sendo maior o conteúdo de ácido oléico e ácido linolénico. Seu aporte do ponto de vista nutricional é importante no que diz respeito aos ácidos graxos essenciais.

TABELA 4  
COMPOSIÇÃO EM ÁCIDOS GRAXOS DO ÓLEO DE SORGO EM COMPARAÇÃO COM O ÓLEO DE MILHO

Acido graxo*	Oleo de sorgo	Oleo de milho
Palmítico	25.2	24.9
Palmitoleico	0.9	0.3
Estearico	1.3	2.4
Oleico	34.9	33.1
Linoleico+	36.2	37.9
Araquídico	—	0.4
Linolénico	1.4	0.6

\* expresso em porcentagem  
+ ácidos graxos essenciais

Para efeitos de avaliação nutricional, foi mantido um ensaio biológico onde observou-se o comportamento da farinha de sorgo integral, complementada com aminoácidos e com outros alimentos. Este ensaio foi de grande importância já que pode servir de base para a realização de misturas vegetais proteico calóricas tendo como base sorgo granifero.

A Tabela 5 mostra a composição química dos alimentos que foram utilizados no ensaio biológico para complementação do padrão de aminoácidos.

TABELA 5  
COMPOSIÇÃO QUÍMICA DOS ALIMENTOS UTILIZADOS PARA COMPLEMENTAÇÃO DA FARINHA DE SORGO INTEGRAL, SORO DE LEITE E FARINHA DE FEIJÃO

Alimento	Componente (%)					
	Umidade	Proteína	Gordura	Cinzas	Fibra	Carbo- idratos
Soro de leite	12.00	34.8	0.56	3.45	0.36	48.83
Far.de feijão	11.25	21.3	1.28	4.02	1.33	60.82

Analisando-se os parâmetros obtidos (Tabela 6) observa-se que quanto a digestibilidade a farinha de sorgo integral, apresentou-se a melhor (82.9%) sendo equivalente a 89% do valor da digestibilidade da caseína. Este valor foi superior ao valor das farinhas complementadas e enriquecidas.

No caso da complementação com a farinha de feijão, a digestibilidade foi de 72%. O decréscimo observado corresponde provavelmente a baixa digestibilidade do feijão.

TABELA 6  
VALORES MÉDIOS\* DOS RESULTADOS DA  
DIGESTIBILIDADE (D), UTILIZAÇÃO PROTEICA  
LÍQUIDA (NPU), VALOR BIOLÓGICO (VB), RAZÃO  
DE EFICIÊNCIA PROTEICA (PER) E COEFICIENTE  
DE EFICIÊNCIA ALIMENTAR (CEA) PARA AS DIE-  
TAS EXPERIMENTAIS E CONTROLE

Dietas Experimentais**	D(%)	NPU(%)	VB(%)	PER	CEA
Far.de sorgo integral	82.9	38.6	46.5	0.76	0.069
Far. sorgo integral+ 30% farinha de feijão	72.0	39.8	55.3	1.65	1.165
Far. sorgo integral + 10% soro de leite	74.4	42.7	57.4	1.24	0.123
Far. sorgo integral + 0,4% lisina	80.5	71.0	88.2	2.37	0.300
Caseína	93.1	77.0	82.7	2.84	0.302

\* média de seis repetições

\*\* foi feita dieta aprotéica

A utilização da proteína líquida (NPU) aumentou notoriamente com a adição de 0,4% de lisina demonstrando novamente ser a lisina o primeiro limitante. O valor obtido foi de 71% comparado com 77% da caseína.

O valor bilógico da farinha de sorgo integral foi realmente baixo (46.5%) sendo o menor de todos os tratamentos.

O PER apresentou-se significativamente diferente para todos os tratamentos ao nível de 5% pelo teste de Tukey sendo que a farinha de sorgo integral complementada com 0,4% de lisina mostrou a melhor valor PER (2.37) não diferindo significativamente do da caseína (padrão).

A farinha de sorgo integral respondeu de forma positiva quanto a complementação com farinha de feijão, com soro de leite em pó, e com lisina observando-se que houve complementação adequada do padrão de aminoácidos.

No que diz respeito ao CEA pelo teste de Tuckey ao nível de 5% de probabilidade houve diferença significativas entre os tratamentos farinha de sorgo integral + 0,4% de lisina e a caseína com os demais, mas eles não diferenciam entre si.

Este resultado é coerente com o resultado encontrado para o PER, significando que no maior consumo de ração correspondeu aos melhores tratamentos. No entanto como houve diferenças significativas no consumo de ração nos outros tratamentos, as diferenças encontradas no PER refletem as diferenças devido as qualidades proteicas.

Os valores achados quanto ao valor nutricional de farinha de sorgo em termos gerais coincidem com os encontrados

anteriormente por outros autores no sentido de que a complementação com 0,4% de lisina melhora notoriamente o ganho de peso dos animais (7) e que existe correlação positiva entre o conteúdo de lisina e o PER (8). Além disso a digestibilidade foi alta correspondendo ao baixo teor de tanino presente no grão da mesma forma que foi exposto por Armstrong (9).

A Tabela 7 apresenta os resultados do teste de panificação. O aumento no volume provavelmente tenha sua explicação pelo fato da farinha de sorgo empregada não ter sido desengordurada e os lipídeos polares ou não polares contribuíram então para o aumento de volume. O peso não teve grandes variações.

TABELA 7  
AVALIAÇÃO DAS CARACTERÍSTICAS INTERNAS E  
EXTERNAS DOS PÃES ELABORADOS COM  
FARINHA DE TRIGO E DISTINTAS PORCENTAGENS  
DE FARINHA DE SORGO INTEGRAL

Características*	% sorgo nos pães			
	0	5	10	15
Peso (g)	380.1	375.2	378.5	377.1
Volume (cm <sup>3</sup> )	2130.0	2346.0	2191.0	2301.0
Volume				
específico (cm <sup>3</sup> /g)	5.6	6.3	6.0	6.1
Cor externa (ptos)	9.0	9.0	9.0	9.0
Simetria (ptos)	9.0	9.0	9.0	9.0
Textura (ptos)	9.0	9.0	8.9	8.9
Cor do miolo (ptos)	9.0	9.0	8.8	8.8

\* média de seis repetições

No que diz respeito a avaliação sensorial constatou-se que ao nível de 5% de adição de farinha de sorgo, 83,3% dos doze provadores consideraram a cor e o odor dos pães e 66,6 consideraram o sabor aceitável. Ao nível de 10% foi considerado aceitável quanto a cor, odor e sabor por 71% dos provadores. Ao nível de 15% foi considerada por 25% dos provadores como de sabor não aceitável e 8,3% e 16,6% respectivamente, consideraram o odor e cor não aceitáveis.

Não foram detectados efeitos tóxicos das farinhas nas concentrações empregadas. Houve correlação entre o «score» químico e os resultados obtidos no ensaio biológico. Surge então a possibilidade do emprego de sorgo em misturas vegetais na alimentação humana logo de estudos tecnológicos apropriados para o uso das misturas na elaboração de diversos produtos.

CONCLUSÃO

A farinha integral obtida da variedade BR-009 constitui-se em bom material calórico portanto aproximadamente 359 Cal/100g.

A proteína da farinha de sorgo integral responde de forma positiva a complementação com farinha de feijão, soro de leite em pó e o aminoácido lisina.

Com os ingredientes e nas condições desta pesquisa é aceitável a elaboração de pão de forma com até 15% de substituição de farinha de trigo por farinha de sorgo integral, por apresentar bom volume, características internas e externas similares ao pão elaborado com 100% de farinha de trigo e ter alta porcentagem de aceitabilidade por um painel de provadores.

Os resultados das pesquisas apresentadas mostram o sorgo como um material promissor para ser incluído na alimentação humana como fonte de calorias e como fonte de proteínas que devem ser complementadas com outros alimentos.

REFERÊNCIAS

1. Martins J.H. History and classification of sorghum (*Sorghum bicolor* L.) In: Wall J.S. & Ros W.M. Sorghum production utilization. Westfat, AVI, 1970.
2. Oke O.L. The potencial of millet and sorghum as food in Nigeria. In: International Association for Cereal chemistry, p.121-24.1976.
3. Kent N.L. Technology of cereals. 3 ed. Oxford Pergamon Press, p.202-9. 1983.
4. Sánchez P.A. Suelos del trópico, características y manejo. São José, IICA, (Serie de libros y materiales educativos, 48).64. 1981.
5. Veiga A.C. Aspectos económicos da cultura do sorgo. Informe Agropecuario, 12(144):28-32, 1986.
6. Clark H.E. Cereal based diets to meet protein requeriments to adult man. Rev. Nutr. Diet. 32:47-8, 1978.
7. Harden M.L. The nutritional quality of proteins in sorghum. Journal of food science, 41:1082-85, 1976.
8. Maxson E.D., Rooney L.W., Lewis R.W., Clark L.E., Johnson J.W. The relationship between tannin content, enzyme inhibition rat performance and content, enzyme inhibition rat performance and characteristics of sorghum grain. Nutrition Reports International, 8 (2):146-73, 1973.
9. Armstrong W.D., Rogler J.C., Featherston W.R. In vitro studies of the protein digestibility of sorghum grain. Poultry Sci., 53:2224-7, 1974.
10. Oke O.L. A method of assesing optimum supplementation of a cereal-based diet with grain legumes. Nutrition Reports International, 11(4):313-21, 1975.
11. Okeji E.C. & Futrell M.F. Evaluation for protein quality formulation of sorghum grain legume seeds. Nutrition Reports International. 28(3):451-61, 1983.
12. Santos A.C. & Salgado J.M. Suplementação de proteínas e cereais com soro de leite em pó, avaliação química e biológica. O solo 73(2):60-4, 1981.
13. Tomasini R.G.A. Evolução histórica e aspectos econômicos. In: Osório E. Coord. Trigo no Brasil Campinas, Fundação Cargill p.3-26. 1982.
14. Dendy A.V., Clark P.A., James A.W. The use of blends of wheat and non wheat flours in bread making Tropical Sci. 12(2):131-8, 1970.
15. Thipathi B.D. & Date W.B. Partial substitution of wheat flour for bread preparation; use of cereal flours, FSTA 8(7):111-7, 1976.
16. Bastos L.I.B. Utiliza o de farinhas compostas de trigo e sorgo na fabrica o de P o. Fortaleza, BNB-ETENE, 1880. (Estudos económicos e sociais, 26) 1983.
17. Associação Rio Grandense de Empreendimentos de Assistência Técnica e Extensão Rural. O sorgo na alimenta o humana. Porto Alegre, Emater, 24 p. 1985.
18. Association of Official Agriculture Chemists. Official Methods of Analisis Association of Official Agriculture Chemist. Washington, AOAC. 1975.
19. Hugli T.E. & Moore S. Determination of the tryptophan content of protein by ion-exchanges chromatografy of alkaline hidrolysates. J. Biol. Chem. 247:2828-34, 1972.
20. Moore S. On the determination of cysteine as cysteic acid. J. Biol. Chem. 235-40, 1963.
21. Kakade M.L. & Liener I.E. A simplified for the determination of «available» lysine in protein and protein foodstufs. Analyt. Biochem. 27:273-75, 1969.
22. Food and Agriculture Organization. Aminoacid Score pattern. Rome, FAO, p. 173. 1981.
23. Sarruge J.R. & Haag H.P. Análise Química em Plantas. Piracicaba, ESALQ/USP, 57p. 1975.
24. Burns R.C. Methods for estimation of tannin grain sorghum. Agron. H., 63:511-12, 1971.
25. Price M.L., Sooyoc S.V., Bluter L.G. A critical evaluation of the vanillin reaction as an assay for tannin in sorghum grain. J. Agric. Food Chem., 26(5):1214-18, 1978.
26. Miller D.S. & Bender A.C. The determination of net utilization of protein by shortened method. Brit. J. Nutrition 9:382-3, 1955.
27. Osborne T.B., Mendel L.B., Ferry E.L. A method of expressing numerically the growth promoting value of protein. J. Biol. Chem 37:223-5, 1919.
28. Mackey A.C., Flores I., Sosa M. Evaluation Sensorial de los alimentos. Venezuela, CIEPE 135 p. 1984.
29. Pimentel Gomes F. Curso de Estatística Experimental. 10 ed. São Paulo, Novel, 427 p. 1982.
30. Virupaksha t.K. & Sastry L. V.S. Studies on the protein content and aminoacids composition of some varieties of grain sorghum. J. Agric Foods Chem 16:199-203. 1968.
31. Deosthale Y.G., Mohan V.S., Visweswara Rao K. Varietal diferences in protein. Lysine and leucine content of grain sorghum. J. Agric Food Chem 18(4):644-46.
32. Instituto de Nutrición de Centro América y Panamá. Tabla de Composición de alimentos para uso en América Latina. México INCAP/ICNND, 150p. 1978.
33. Rostagno H.S. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. Infomre Agropecuário, 12 (144):18-27, 1986.
34. Chang S.I. & Fuller, H.L. Effect of tannin content of grain sorghum on their value for growing chicks Poultry Sci. 43:30-6, 1964.
35. Vohra P., Kratzer F.A., Joslyn M.A. The growth depressing and toxic effects of tannin to chicks. Poultry Sci., 45(1): 135-42, 1966.
36. Rostagno H.S. Utilização do sorgo nas rações de aves e suínos. Informe Agropecu rio, 12(144):18-27, 1986.

Recibido : 05-05-1993

Aceptado: 11-08-1994