

TOFUS DE DIFERENTES CULTIVARES DE SOJA: PERFIL SENSORIAL E CORRELAÇÃO COM MEDIDAS INSTRUMENTAIS E DE COMPOSIÇÃO QUÍMICA

Vera de Toledo BENASSI*
Geni da Silva VAREÁ**
Sandra Helena PRUDENCIO***

■RESUMO: Oito cultivares brasileiras de soja foram utilizadas na elaboração de tofus. Foram realizadas medidas instrumentais de cor e textura dos produtos, e suas características sensoriais foram descritas por uma equipe treinada, a fim de distinguir cultivares que resultem em diferentes tipos de tofu. A separação e quantificação das frações proteicas das cultivares de soja foi realizada por eletroforese em SDS-PAGE. Foi possível obter tofu a partir de todas as cultivares, e a avaliação instrumental da textura mostrou que todos os produtos apresentaram dureza compatível com a classificação comercial de tofu soft. Todas as cultivares produziram tofus com cor clara aceitável, porém foi possível diferenciar cultivares (BRS 216, 232 e 258) que produziram tofus de cor mais branca e desejável para este produto. O conteúdo das frações proteicas dos grãos não permitiu diferenciar as cultivares, uma vez que a variação entre elas foi muito pequena. A descrição quantitativa de atributos sensoriais (ADQ) mostrou que os tofus produzidos a partir das diferentes cultivares diferiram em seus atributos de aparência, aroma e textura, mas não em relação ao sabor. No entanto, um teste de consumidor mostrou que não há diferenças de aceitação entre as amostras de tofu das cultivares estudadas.

■PALAVRAS-CHAVE: Análise sensorial; perfil de textura; cor de tofu; β -conglucina; glicinina; lipoxigenase.

INTRODUÇÃO

O Brasil é o segundo produtor mundial de soja há décadas e, após uma produção recorde (75,3 milhões de toneladas) na safra 2010/11, recuou para 66,4 milhões de toneladas em 2011/12.¹² Para a safra 2012/13, a produção brasileira está estimada em 81 milhões de toneladas, enquanto a safra dos EUA, acometida por adversidades climáticas, em 77,8 milhões de toneladas,⁴⁴ o que permitirá ao país assumir temporariamente o posto de maior produtor mundial.

O maior entrave na expansão do uso da soja são os sabores indesejáveis, principalmente o *beany flavor*, aceito em países tradicionalmente consumidores de soja, porém considerado indesejável ao paladar ocidental. O *beany flavor*, gerado pela oxidação dos ácidos graxos poliinsaturados pelas enzimas lipoxigenases,³⁷ pode ser evitado pelo tratamento térmico dos grãos antes do processamento e também pelo desenvolvimento de cultivares livres de enzimas lipoxigenases, resultando na produção de alimentos com melhores características sensoriais.^{24,45}

A produção de alimentos à base de soja, com maior qualidade e menor custo, aliada à conscientização sobre seus benefícios à saúde, tem resultado no aumento do consumo desses produtos em todo o mundo. De acordo com o FDA (*Food and Drugs Administration*), o consumo diário de 25 g de proteína de soja, como parte de uma dieta pobre em gorduras saturadas, pode reduzir o risco de doenças cardiovasculares.⁴³

O tofu é um produto de soja não fermentado, nutritivo, de fácil digestão e baixo custo. Constitui uma importante fonte de proteínas na dieta da população asiática. Sua boa aceitação na dieta ocidental se deve, em grande parte, à tendência atual de reduzir a ingestão de produtos de origem animal e de gordura saturada.^{17,19}

A cor do tofu, que varia de branca a amarela pálida, pode ser influenciada pela cultivar, condições ambientais de cultivo e de estocagem dos grãos. A coloração amarela não é considerada atrativa, podendo ser associada com seu envelhecimento, uma vez que extrato de soja e tofu tornam-se mais amarelos com o passar do tempo.¹³

Segundo Yuan & Chang,⁴⁷ a dureza é uma das características mais importantes do tofu, sendo a base da classificação comercial do produto como extra soft, soft, regular e firme. A preferência quanto à textura varia segundo o hábito cultural e o gosto pessoal do consumidor.^{13,17} A cultivar e a técnica de processamento são os principais fatores que afetam a textura do tofu. O componente bioquímico que mais a influencia é a proteína, uma vez que, durante o processamento, o extrato de soja é aquecido para causar a dissociação da proteína e um coagulante é adicionado para

* Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos – Curso de Doutorado – Universidade Estadual de Londrina – UEL – 86051-990 – Londrina – PR – Brasil. E-mail: vera.benassi@gmail.com.

** Departamento de Bioquímica e Biotecnologia – UEL – 86051-990 – Londrina – PR – Brasil.

*** Departamento de Ciência e Tecnologia de Alimentos – UEL – 86051-990 – Londrina – PR – Brasil.

dar origem à matriz proteica responsável pela textura do produto.³⁴

A funcionalidade da proteína de soja é parcialmente dependente da proporção entre as frações proteicas majoritárias, glicinina (11S) e β -conglucina (7S), que representam cerca de 70% do total de proteínas.¹⁸ A proporção entre estas frações afeta as características de formação de gel e a textura do tofu. O coágulo obtido de 11S é significativamente mais firme que o de 7S e a coesividade e elasticidade são ligeiramente mais altas no coágulo com alta proporção de 11S.¹³

Cor, composição, textura e rendimento do tofu podem ser influenciados pela cultivar de soja utilizada como matéria-prima.^{23,27,29} Cultivares consideradas excelentes para a produção de tofu são aquelas capazes de fornecer alto rendimento no processamento e resultar em produtos com sabor agradável, alto teor de proteínas e propriedades de textura adequadas ao tipo produzido.⁶ Existe interesse em identificar e direcionar as cultivares mais adequadas para cada uso alimentício específico, visando à comercialização interna bem como à exportação.¹⁷

A Embrapa Soja desenvolveu várias cultivares convencionais (não-transgênicas) que podem ser usadas na produção de alimentos, geralmente com casca e hilo claros, as quais ainda não foram testadas quanto ao seu potencial para elaboração de tofu.^{10,11,14,15} São elas: BRS 155 (teor reduzido de inibidor de tripsina, 1/3 do normal), BRS 216 (grãos pequenos e alto teor de proteínas e de isoflavonas), BRS 232 (grãos grandes), BRS 257 (ausência de enzimas lipoxigenases L_1 , L_2 e L_3), BRS 258 (descendente da cultivar BR 36, muito usada na alimentação humana, especialmente pelos agricultores orgânicos), BRS 262 (hilo preto e alto teor de isoflavonas), BRS 267 (grãos de tamanho acima da média e sabor suave) e BRS MG 790A (casca alaranjada e sabor suave).

Assim, os objetivos deste trabalho foram quantificar, nestas cultivares, as frações proteicas 11S e 7S nos grãos, produzir tofus e avaliar suas características sensoriais e determinar os parâmetros instrumentais de cor e textura. Ademais, determinaram-se as correlações entre as frações proteicas dos grãos e os atributos sensoriais e instrumentais dos tofus.

MATERIAL E MÉTODOS

Material

Cultivares de soja: BRS 155, BRS 216, BRS 232, BRS 257, BRS 258, BRS 262, BRS 267 e BRSMG 790A, desenvolvidas no programa de melhoramento genético da Embrapa Soja. As cultivares foram produzidas na safra 2007/2008, em Londrina e Ponta Grossa, com exceção da BRS MG 790A, proveniente do Triângulo Mineiro. As amostras foram mantidas em câmara fria (10°C e 68% UR) até utilização.

Tofus: produzidos de acordo com procedimento descrito por Benassi et al.,³ utilizando sulfato de cálcio diidratado ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$, Wako, Japão) como agente coagulante.

Métodos

Extração, separação e quantificação de frações proteicas dos grãos de soja

A extração das proteínas de grãos das cultivares de soja foi realizada em amostras finamente moídas ($\leq 0,25\text{mm}$); 1 g de amostra foi adicionado de 15ml de tampão TRIS-HCl 0,2M (pH 8) com β -mercaptoetanol (0,1M), e agitado por uma hora a temperatura ambiente. Seguiu-se centrifugação a 10.000g, 5°C, por 10 min (centrífuga Eppendorf, mod. 5417R, Alemanha). O conteúdo de proteínas do sobrenadante foi quantificado pelo método de Bradford.⁵ Aliquotas do sobrenadante (extrato protéico), contendo 25 μg de proteína, foram analisadas por eletroforese dissociante em SDS-PAGE, com gradiente de 8 a 16% de concentração de acrilamida em mini-gel (120x80x0,7mm), seguindo-se metodologia citada por Carrão-Panizzi et al.⁹ As frações proteicas foram separadas usando voltagem de 100V, com incrementos de 50V a cada 30 min até completar 2h. A revelação das bandas proteicas foi feita com solução de corante Coomassie Blue R-250 em metanol e água. Os pesos moleculares das frações foram estimados por comparação com um *pool* de marcadores com pesos moleculares entre 6 e 180 KDa (Bench Mark™ Pre-stained Protein Ladder, Invitrogen). A quantificação das frações proteicas de interesse (lipoxigenases, 7S e 11S) foi feita por meio do software BioNumerics (Applied Mathematics, Bélgica, v. 1.50), usando como *input* uma imagem do gel revelado; a densidade ótica das bandas foi medida e relacionada com as quantidades conhecidas de uma curva padrão de proteína construída com cinco diferentes concentrações (entre 5 e 15 μg) de inibidor de tripsina (Sigma).

Determinação de cor dos tofus

A avaliação de cor dos tofus *in natura* foi realizada com colorímetro (Color Reader CR13, Minolta, Japão), sendo as 12 repetições executadas diretamente sobre a superfície dos produtos, após calibração com o padrão branco fornecido. Foram medidos os parâmetros L^* (luminosidade), a^* (componente verde-vermelho) e b^* (componente amarelo-azul). A tonalidade cromática h^* foi calculada por: $h^* = \text{arc tang } (b^*/a^*)$.

Análise do Perfil de Textura Instrumental (TPA) dos tofus

O perfil de textura das amostras de tofu foi determinado em texturômetro (TA.XT2i, Stable Micro Systems, Inglaterra), utilizando sensor cilíndrico de alumínio de 35 mm de diâmetro (P35), para comprimir amostras cilíndricas de tofu (3 cm diâmetro x 2,2 cm altura) até 73% de deformação. As velocidades de pré-teste, teste e pós-teste

foram, respectivamente, de 2,0, 2,0 e 4,0 mm/s.³⁸ Foram realizadas seis repetições para cada tofu e os resultados foram expressos em Newton (N).

Análise descritiva quantitativa (ADQ) dos tofus

A análise sensorial (ADQ) dos tofus³⁹ foi conduzida após aprovação do projeto pelo Comitê de Ética em Pesquisa envolvendo Seres Humanos da Universidade Estadual de Londrina (parecer no 216/07/UDEL). Os testes foram realizados em cabines individuais com iluminação luz do dia especial. Utilizou-se água potável à temperatura ambiente e biscoito do tipo água e sal para limpar a boca, antes e entre as provas.

Foram selecionados 15 indivíduos com base no desempenho em testes de reconhecimento de gostos e odores básicos e ordenação de intensidade de dureza.²⁶ Os descritores/atributos levantados pela equipe, usando Método de Rede,²⁸ foram: cor amarelada, cor creme, uniformidade de superfície, aroma e sabor de soja, gosto amargo, adstringência, dureza, suculência e textura granulosa. Em consenso, foram elaboradas definições, escolhidas amostras de referência para os extremos da escala de cada descritor (Quadro 1) e definida a ficha de avaliação, cuja escala foi a não estruturada de 9 cm, ancorada com termos de intensidade a 0,5 cm de cada extremidade.

A equipe foi submetida a seis sessões de treinamento, seguindo-se a seleção final de julgadores, na qual foram avaliadas quatro amostras de tofu (A, B, C e D), em três repetições, conforme delineamento de blocos completos. Os dados foram tratados por Anova e Teste F, tendo como critérios de seleção: poder de discriminação (p de $F_{amostra} < 0,5$), repetibilidade (p de $F_{repetição} > 0,05$) e concordância de cada provador com a equipe, a qual foi medida pela comparação da ordem das médias individuais com as da equipe para cada amostra e atributo.^{2,16}

Doze julgadores compuseram a equipe final que avaliou as oito amostras de tofu, com três repetições, em 8 sessões. Em cada sessão, os provadores receberam 3 amostras a 10°C, de forma monádica, de acordo com delineamento de blocos incompletos balanceados. As amostras foram apresentadas em copos plásticos de 100 ml com tampa, codificados com algarismo de 3 dígitos e contendo uma porção de tofu de aproximadamente 3x3x1cm. Um protocolo orientava o provador a primeiramente avaliar o aroma de soja, levantando a tampa; em seguida, avaliar os atributos de aparência ainda com a amostra intacta, usando depois talheres de plástico para cortar a amostra em quatro e avaliar os demais atributos de sabor e textura.

Delineamento experimental e análise estatística dos dados

Os experimentos de cor e textura instrumental foram conduzidos de acordo com delineamento inteiramente casualizado. Para análise sensorial, o delineamento foi de blocos incompletos casualizados (com $t=8$, $k=3$, $r=3$, $b=8$ e $\lambda=1$). Os resultados foram tratados por ANOVA, teste F,

teste $F_{ajustado}$, teste de comparação de médias de Tukey, análise de correlação de Pearson e teste “t”. O nível de significância empregado foi de 5%. Os dados sensoriais foram também submetidos à Análise de Componentes Principais (ACP), baseada na matriz de correlação, onde as colunas foram os atributos sensoriais e as linhas, as amostras dos tofus.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Frações proteicas nos grãos das cultivares de soja

O perfil de frações proteicas das cultivares de soja (Figura 1) confirmou, na cultivar BRS 257, a ausência da fração proteica com menor mobilidade eletroforética, correspondente às enzimas lipoxigenases, em contraste com as demais cultivares.

Observou-se que o conteúdo total das frações 7S e 11S variou de 68 a 72% (Tabela 1) e está próximo à faixa mais frequentemente citada na literatura, entre 70-80% do total de proteínas do grão;^{18,21,41,42} no entanto, Carrão-Panizzi et al.,⁹ analisando 90 cultivares brasileiras, encontraram valores inferiores (entre 45 e 59%) para a soma das duas frações e Mujoo et al.,²⁹ trabalhando com 7 cultivares americanas, obtiveram resultados entre 30 e 34%. A relação 11S/7S variou de 1,2 a 1,4 (Tabela 1) e está de acordo com o reportado por Cui et al.,¹³ que compilaram dados obtidos para cultivares japonesas e americanas em nove diferentes estudos e encontraram, para a relação 11S/7S, valores variados, desde 0,3 até 4,9; Carrão-Panizzi et al.⁹ encontraram valores entre 1,2 e 2,8; Peng et al.,³² entre 0,7 e 1,0; Mujoo et al.,²⁹ entre 1,6 e 2,1. Estes últimos autores justificam a variabilidade encontrada pelas diferenças genéticas e ambientais e citam os trabalhos de Murphy & Resurreccion³⁰ e de Cai & Chang,⁸ que obtiveram, respectivamente, resultados entre 2,1-3,4 e 1,6-2,5.

Considerando que uma concentração maior da fração 11S em relação à 7S favorece as características de formação de gel e a textura do tofu,¹³ as cultivares de soja estudadas mostraram-se adequadas como matérias-primas para fabricação de tofu.

Determinação instrumental de cor dos tofus

Verificou-se que, de acordo com os valores de h^* (Tabela 2), embora todos os tofus possam ser genericamente designados como produtos de cor branca, a cultivar BRS 257 resultou no tofu de tonalidade mais amarelada e BRSMG 790A, no tofu menos amarelado e com nuances de vermelho. A cultivar BRS 262, a única com hilo preto, resultou no tofu mais escuro e os tofus mais claros (L^* e h^* mais elevados) foram obtidos a partir das cultivares BRS 216, BRS 232 e BRS 258. Estes últimos podem ser considerados os melhores, em termos de cor, uma vez que a cor mais branca é um fator de qualidade para este produto.¹⁷

ATRIBUTO SENSORIAL	DEFINIÇÃO	REFERÊNCIAS DE INTENSIDADE
Aparência		
Cor amarelada	Intensidade de cor amarelada no tofu.	Fraca: 10 ml de extrato concentrado obtido da cultivar BRS 257 (350g de grãos de soja macerados, triturados com 500 ml água a 90°C) + 10 ml água + 40 ml leite de vaca. Forte: 60 ml de extrato concentrado obtido da cultivar BRS 257.
Cor creme	Intensidade de cor creme no tofu, variando desde fraca até forte.	Fraca: 20 ml de extrato obtido da cultivar BRS 258 (350g de grãos de soja macerados, triturados com 1000 ml de água a 90°C) + 40 ml leite de vaca. Forte: 40 ml de extrato obtido da cultivar BRS 790 (350g de grãos de soja macerados, triturados com 1000 ml de água a 90°C) + 20 ml de leite fermentado Yakult.
Uniformidade da superfície	Homogeneidade observada na superfície da amostra.	Baixa (quando a amostra apresenta rugosidade, furinhos, etc): amostra de tofu comercial firme “da Tereza”. Alta (quando a amostra é totalmente lisa): amostra de tofu comercial extra-soft da Agronippo.
Aroma		
Aroma de Soja	Aroma característico do grão de soja cozido e de outros produtos de soja frescos não fermentados (extrato, tofu).	Baixa: tofu obtido a partir da cultivar BRS 232. Alta: tofu obtido a partir da cultivar BRS 790.
Sabor		
Sabor de soja	Sabor característico do grão de soja cozido e de outros produtos de soja frescos não fermentados (extrato, tofu).	Baixo: tofu obtido a partir da cultivar BRS 232. Alto: tofu obtido a partir da cultivar BRS 790.
Gosto amargo	Gosto associado à solução de cafeína.	Ausente: água destilada. Intenso: extrato obtido da cultivar BRS 258 (350g de grãos de soja macerados, triturados com 1000 ml de água a 90°C) + 0,05% cafeína.
Adstringência	Sensação de “amarrar” ou “secar” a boca.	Ausente: água destilada. Intensa: extrato obtido da cultivar BRS 258 (350g de grãos de soja macerados, triturados com 1000 ml de água a 90°C) + 0,15% ácido tânico.
Textura		
Dureza	Força necessária para comprimir a amostra entre os dentes molares.	Baixa: amostra de tofu comercial extra soft da Agronippo. Alta: amostra de tofu comercial “da Tereza”.
Suculência	Quantidade de líquido liberada da amostra ao ser mastigada.	Baixa (amostra seca): amostra de tofu comercial firme “da Tereza”. Alta (amostra úmida): tofu obtido a partir da cultivar BRS 258.
Granulosidade	Característica da amostra ao se desfazer na mastigação.	Pouca (quando a amostra é cremosa e se “desmancha”, sendo rapidamente engolida): tofu obtido a partir da cultivar BRS 262. Muita (quando a amostra se desfaz em grânulos, os quais permanecem por mais tempo na boca antes de serem engolidos): amostra de tofu comercial firme “da Tereza”.

Quadro 1 – Atributos, definições e referências utilizados para a avaliação sensorial de tofus de cultivares brasileiras de soja por Análise Descritiva Quantitativa (ADQ).

Análise de Perfil de Textura (TPA) instrumental dos tofus

O tofu BRS 216 apresentou a maior dureza (3,8N), enquanto os tofus BRS 262 e 267 foram os menos duros (cerca de 2,3N). Para a gomosidade foi observada a mesma tendência que para a dureza. A elasticidade não variou

entre as amostras; e, em relação à coesividade, as amostras foram divididas em dois grupos, entre os quais a diferença foi muito pequena. A fraturabilidade foi baixa (0,037 a 0,044N), mas houve diferenças entre os tofus (Tabela 3).

Na literatura, encontra-se grande variabilidade de resultados de textura, dificultando a comparação. Devido à similaridade das condições de processamento e análise, os

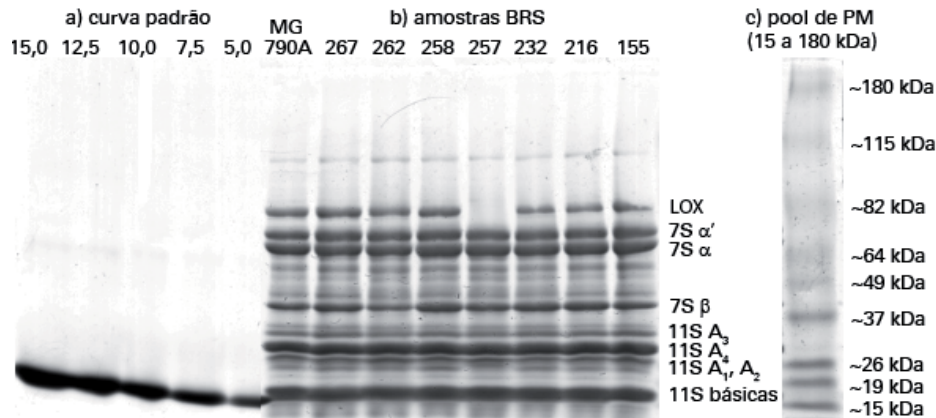


FIGURA 1 – Eletroforese em condições dissociantes e gradiente de 8 a 16% de concentração de acrilamida (SDS-PAGE). a) de 5 a 15µg do padrão inibidor de tripsina; b) das frações proteicas das cultivares brasileiras de soja. c) do *pool* de marcadores com pesos moleculares entre 6 e 180 KDa.

Tabela 1 - Valores estimados (%) das frações proteicas β-conglicina (7S) e glicina (11S) em cultivares brasileiras de soja.

Cultivar	Lipoxigenases (LOX, 2S)	β-conglicina (7S)				Glicina (11S)			7S+11S	11S/7S
		α'	α	β	total	ácidas	básicas	total		
BRS 155	5,2	11,7	12,2	6,5	30,4	20,8	16,4	37,2	67,6	1,2
BRS 216	6,1	11,3	13,4	7,3	32,0	19,6	19,9	39,5	71,5	1,2
BRS 232	5,8	11,8	13,4	6,6	31,8	19,5	20,1	39,6	71,4	1,2
BRS 257	0,0	11,3	15,1	5,7	32,0	19,0	19,3	38,2	70,2	1,2
BRS 258	8,1	11,0	13,6	6,9	31,5	19,0	18,2	37,1	68,6	1,2
BRS 262	7,4	10,8	12,4	4,5	27,7	19,8	18,2	38,1	65,8	1,4
BRS 267	8,0	11,4	11,9	6,2	29,5	19,7	18,4	38,1	67,6	1,3
BRS MG 790A	7,8	10,6	12,9	6,8	30,4	19,5	19,6	39,1	69,4	1,3

Tabela 2 – Parâmetros de cor de tofus de cultivares brasileiras de soja no sistema CIE Lab.

Cultivares	L*	a*	b*	h*
BRS 155	85,8±0,8 ^b	0,0±0,5 ^c	14,3±0,3 ^c	90
BRS 216	86,6±0,4 ^a	-0,8±0,3 ^f	13,8±0,7 ^c	93
BRS 232	86,5±0,9 ^a	-0,3±0,4 ^{de}	12,6±0,5 ^d	91
BRS 257	85,4±0,5 ^{bc}	-0,5±0,4 ^e	17,7±0,7 ^a	92
BRS 258	86,6±0,8 ^a	-0,3±0,3 ^{de}	11,8±0,7 ^e	91
BRS 262	84,3±0,5 ^e	-0,1±0,3 ^{cd}	12,7±0,6 ^d	90
BRS 267	85,0±0,8 ^{cd}	0,4±0,5 ^b	13,1±0,9 ^d	88
BRS MG 790A	84,7±0,7 ^{de}	0,8±0,6 ^a	16,1±1,5 ^b	87

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (teste de Tukey, $p \leq 0,05$)

L*: 0 = preto, 100 = branco

a*: (+) vermelho, (-) verde

b*: (+) amarelo, (-) azul

h*: 0°= vermelho, 90°= amarelo, 180°= verde, 270°= azul

resultados foram comparados aos de Rosset,³⁸ que encontrou valores de 4,5N para dureza, 0,9 para elasticidade e 0,6 para coesividade. Benassi et al.⁴ mostraram que, no mercado brasileiro, existem tofus que apresentam dureza de 3 a 7N; portanto, a dureza dos produtos avaliados (2,3 a 3,8N)

encontra-se na faixa aceita pelos consumidores brasileiros, podendo ser considerados tofus do tipo soft.

Dureza é a medida mais frequentemente reportada nos trabalhos sobre a qualidade deste produto,^{1,6,7,17,19,20,25,27,29,31,33,35,47} enquanto a fraturabilidade é raramente mencio-

Tabela 3 – Perfil de textura de tofus de cultivares brasileiras de soja.

Cultivares	Dureza (N)	Gomosidade (N)	Elasticidade	Coesividade	Fraturabilidade (N)
BRS 155	3,41 ± 0,66 ^{abc}	2,23 ± 0,42 ^{abc}	0,90 ± 0,02 ^a	0,66 ± 0,01 ^a	0,044 ± 0,003 ^a
BRS 216	3,75 ± 0,87 ^a	2,43 ± 0,55 ^a	0,89 ± 0,02 ^a	0,65 ± 0,02 ^{ab}	0,039 ± 0,006 ^{abc}
BRS 232	3,61 ± 0,53 ^{ab}	2,38 ± 0,35 ^{ab}	0,90 ± 0,03 ^a	0,66 ± 0,02 ^a	0,038 ± 0,005 ^c
BRS 257	3,14 ± 0,34 ^{bc}	2,03 ± 0,23 ^{bc}	0,89 ± 0,02 ^a	0,65 ± 0,01 ^{ab}	0,041 ± 0,004 ^{abc}
BRS 258	2,96 ± 0,57 ^{cd}	1,91 ± 0,39 ^{cd}	0,89 ± 0,02 ^a	0,65 ± 0,02 ^{ab}	0,041 ± 0,005 ^{abc}
BRS 262	2,38 ± 0,49 ^e	1,55 ± 0,32 ^e	0,90 ± 0,02 ^a	0,65 ± 0,01 ^a	0,037 ± 0,004 ^c
BRS 267	2,33 ± 0,47 ^e	1,48 ± 0,30 ^e	0,90 ± 0,03 ^a	0,63 ± 0,02 ^{ab}	0,042 ± 0,004 ^{abc}
BRS MG 790A	2,54 ± 0,28 ^{de}	1,64 ± 0,18 ^{de}	0,90 ± 0,02 ^a	0,64 ± 0,01 ^{ab}	0,043 ± 0,005 ^{ab}

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (teste de Tukey, $p \leq 0,05$)

nada.¹⁷ Vários trabalhos relatam valores para a mastigabilidade,^{1,20,31,35,38} porém Yuan & Chang,⁴⁷ baseando-se em Szczesniak & Bourne,⁴⁰ chamaram a atenção para o fato de que a mastigabilidade é própria de alimentos sólidos e não de um produto semissólido como o tofu, geralmente melhor descrito pelo parâmetro gomosidade.

Perfil sensorial dos tofus das cultivares de soja

As representações da ACP dos dados sensoriais em planos bidimensionais (CP1xCP2 e CP1xCP3) estão na Figura 2. O primeiro componente principal (CP1) explicou 33% da variabilidade total contida nas variáveis originais; o CP2, 23% e o CP3, 14%, totalizando 70% de explicação e atendendo ao critério de Kaiser, que recomenda considerar os componentes principais com autovalores superiores a 1.²² A variabilidade explicada pelo CP1 foi principalmente devida aos atributos de textura (dureza, granulidade e suculência), cor amarelada e aroma de soja; para o CP2, foram importantes os atributos de sabor (gosto amargo, sabor de soja e adstringência) e, para CP3, os atributos de aparência, uniformidade da superfície e cor creme (Figuras 2A e 2C), pois apresentaram correlação igual ou superior a 0,60 (em valor absoluto) com os respectivos componentes.

As projeções das amostras dos tofus estão nas figuras 2B e 2D e foram representadas por uma letra e um número, o qual se refere às repetições das avaliações. Para a maioria das amostras, as repetições ficaram distantes, indicando que não houve boa repetibilidade na avaliação, problema que pode ser atribuído à dificuldade de reprodução do processo para obtenção de tofu em laboratório, a qual já havia sido relatada por Benassi et al.³

O primeiro componente (CP1) discriminou os tofus das cultivares BRS 257, 262 e MG 790A (situados mais à esquerda) dos demais, provavelmente porque apresentaram maior intensidade de cor amarelada e suculência, enquanto os tofus BRS 155, 216, 232, 258 e 267 (localizados mais à direita do plano vetorial) tinham maior intensidade de aroma de soja, dureza e granulidade. Em relação ao CP2, os tofus BRS 257, 258 e 262 (na parte inferior do gráfico) foram separados dos tofus BRS 155 e 267 (mais acima) devido aos atributos de sabor das amostras: os primeiros apresentaram maior intensidade dos atributos gosto amargo, sabor de soja e

adstringência, ocorrendo o inverso com os últimos. As amostras BRS 216, 232 e MG 790A posicionaram-se na região mais central do plano bidimensional, podendo ser consideradas com atributos sensoriais de intensidades intermediárias (Figuras 2A e 2B). O CP3 discriminou as amostras BRS 155, 216, 232, 257 e 258 (mais acima) e dos tofus BRS 262, 267 e MG 790A (mais abaixo). Os primeiros possivelmente se caracterizaram por apresentar uniformidade da superfície mais alta, enquanto os últimos mostraram maior intensidade da cor creme (Figuras 2C e 2D).

A comparação dos tofus por meio do teste de Tukey (Tabela 4) confirmou, em nível de 5% de significância, as semelhanças e diferenças indicadas pela ACP. Os tofus não diferiram em relação aos atributos de sabor (sabor de soja, gosto amargo e adstringência). Em termos de aroma de soja, os tofus BRS 262, 155, 258 e 267 apresentaram maior intensidade que o tofu BRS 257. Em relação à cor, a amostra BRS 257 apresentou a cor mais amarelada e a BRS MG 790A, a cor creme mais intensa. A uniformidade da superfície foi mais elevada no tofu BRS 216, que diferiu apenas do BRS 267. Quanto aos atributos sensoriais de textura, observaram-se dois grupos de tofus, quanto à dureza: BRS 155, 216, 232 e 262, mais firmes, e os demais, mais macios. O tofu BRS 257 foi considerado mais suculento que o 216. Os tofus BRS 155 e 267 apresentaram textura mais granulosa que o BRS 262.

O tofu da cultivar BRS 257 destacou-se dos demais (Figura 2, Tabela 4) tanto por apresentar cor amarelada e suculência mais intensas como cor creme e aroma de soja menos intensos; ademais, esta cultivar era a única que não possuía enzimas lipoxigenases (Figura 1). Uma das opções para solucionar o problema do sabor indesejável na soja é o uso de cultivares sem enzimas lipoxigenases,^{24,45} como a BRS 257, especialmente em produtos como o tofu, onde o emprego de calor para inativação das enzimas poderia prejudicar a formação do gel. No entanto, Evans et al.¹⁷ fazem referência à cultivar Century, livre das isoenzimas L₂ e L₃, que produziu extrato e tofu mais amarelos que as demais cultivares. Tal ocorrência também foi observada em relação à cultivar BRS 257 no presente estudo. A cor branca é preferida nos produtos de soja; uma vez que o extrato de soja e o tofu tornam-se mais amarelos com o passar do tempo, os consumidores habituais desses produtos podem associar a

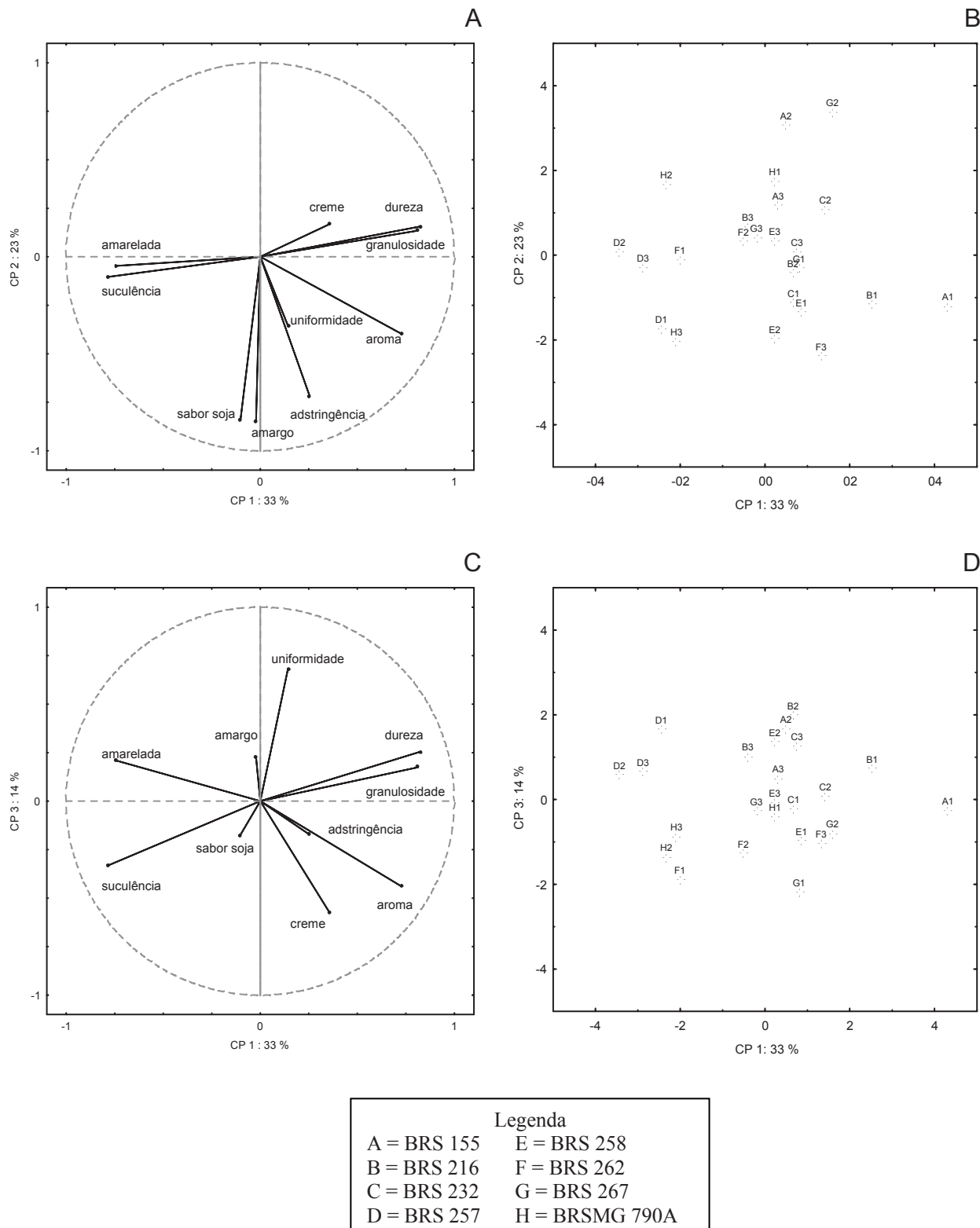


FIGURA 2 – Gráficos obtidos na Análise de Componentes Principais da ADQ de tofus de cultivares brasileiras de soja. A) Projeção dos atributos no plano dos componentes (1x2); B) Projeção dos tofus no plano dos componentes (1x2); C) Projeção dos atributos no plano dos componentes (1x3); D) Projeção dos tofus no plano dos componentes (1x3).

cor amarela ao envelhecimento. Evans et al.¹⁷ alertam aos geneticistas que é necessário eliminar esta característica para poder obter toda a vantagem de uma cultivar sem lipoxigenases (sem *beany flavor*), pois cultivares que resultem em produtos mais amarelos podem não ser interessantes para a produção de extrato e tofu.

Apesar dos tofus terem sido diferenciados pela ADQ, em teste de aceitação global com 71 consumido-

res, Benassi et al.⁴ não encontraram diferença entre os mesmos tofus, obtendo-se a média de 5,8 em uma escala hedônica de 9 pontos (1=desgostei muitíssimo e 9=gostei muitíssimo).

Não existem na literatura estudos com tofu a partir dessas cultivares, assim não foi possível comparar os resultados sensoriais e de cor e textura instrumentais aqui encontrados.

Correlações entre os resultados obtidos

Na Tabela 5 estão as correlações lineares (1 a 11) ($p \leq 0,05$) entre os parâmetros sensoriais, instrumentais e químicos.

A cor amarelada (sensorial) mostrou correlação positiva (1) com valor b^* e negativa (2) com o aroma de soja, confirmando a observação de Evans et al.,¹⁷ de que as cultivares sem lipoxigenase, apesar de apresentarem menor intensidade de aroma de soja, tendem a ser mais amarelas. Contrariamente, os tofus das cultivares com lipoxigenase tendem a apresentar aroma de soja mais intenso, conforme a correlação positiva (3) observada.

O sabor de soja apresentou correlação positiva (4) com o gosto amargo, o que também tinha sido sugerido na Figura 2A pela proximidade entre estes dois vetores. Possivelmente, isto indica que o gosto amargo está mais fortemente associado ao sabor de soja que a adstringência, a qual não apresentou correlação significativa.

Dureza e granulosidade sensorial apresentaram alta correlação (8), ou seja, durante a mastigação, os tofus mais duros permaneciam por mais tempo na boca antes de serem deglutidos. Na ACP (Figuras 2A e 2C) também se observou proximidade entre os vetores destes atributos.

Dureza e gomosidade apresentaram alta correlação (9), o que está de acordo com o mencionado por Yuan & Chang,⁴⁷ de que a gomosidade é uma medida adequada para expressar a textura de um produto semissólido como o tofu.

Os parâmetros dureza e gomosidade também apresentaram correlação com a fração proteica 7S nos grãos das cultivares (10 e 11), enquanto a fração 11S não mostrou relação linear significativa (não apresentada). Sendo a fração 11S a melhor formadora de gel e a 7S aquela que possui maior capacidade emulsificante, de acordo com Riblett et al.,³⁶ seria de se esperar que 11S tivesse maior impacto sobre os parâmetros de textura, o que não aconteceu neste experimento, contrariamente ao observado por Yagasaki et al.⁴⁶ e Evans et al.¹⁷

Dados da literatura indicavam que os grãos mais apropriados para a produção de tofu seriam aqueles com determinadas características, como: tamanho grande, casca fina e clara, hilo claro, alto teor de proteínas, conteúdo de 11S mais alto que o de 7S.^{6,13,23,33,34} Porém, os resultados evidenciaram que, apesar do emprego de cultivares com diferentes características, os tofus obtidos apresentaram diferenças pequenas em relação à cor e textura instrumentais e aos atributos sensoriais (de aparência, aroma, sabor

Tabela 4 – Intensidade média de atributos sensoriais de tofus de cultivares brasileiras de soja.¹

Amostra	Aparência			Sabor			Textura			
	Cor amarelada	Cor creme	Uniformidade da superfície	Aroma de soja	Sabor de soja	Gosto amargo	Adstringência	Dureza	Suculência	Granulosidade
BRS155	1,5±1,9 ^{bc}	2,7±1,9 ^{ab}	4,8±1,7 ^{ab}	4,6±2,2 ^a	3,4±2,3 ^a	1,7±2,1 ^a	2,9±2,2 ^a	3,8±2,2 ^a	4,0±2,2 ^{ab}	4,1±2,2 ^a
BRS216	1,4±1,6 ^c	2,4±1,8 ^{ab}	5,1±1,6 ^a	4,1±2,5 ^{ab}	3,7±2,2 ^a	2,5±2,6 ^a	3,0±2,3 ^a	3,1±2,1 ^{abcd}	3,9±2,2 ^b	3,7±2,3 ^{ab}
BRS232	1,2±1,6 ^c	2,3±1,8 ^{ab}	4,2±1,9 ^{ab}	4,1±2,5 ^{ab}	4,0±2,1 ^a	2,3±2,4 ^a	3,1±2,1 ^a	3,6±1,9 ^{ab}	4,2±1,8 ^{ab}	3,9±1,8 ^{ab}
BRS257	4,1±2,6 ^a	1,6±1,5 ^b	4,2±1,9 ^{ab}	2,6±2,2 ^b	4,2±2,9 ^a	2,5±2,7 ^a	3,1±2,6 ^a	2,2±1,5 ^{cde}	5,5±1,6 ^a	3,1±,0 ^{ab}
BRS258	0,9±1,1 ^c	2,1±1,8 ^{ab}	4,6±1,7 ^{ab}	4,7±2,2 ^a	3,9±2,1 ^a	2,4±2,5 ^a	3,7±2,6 ^a	2,5±1,9 ^{bcde}	4,4±2,3 ^{ab}	3,4±2,1 ^{ab}
BRS262	1,0±1,3 ^c	2,6±1,8 ^{ab}	4,1±2,1 ^{ab}	4,8±2,2 ^a	3,9±2,2 ^a	2,1±2,4 ^a	3,9±7,2 ^a	2,0±1,5 ^{de}	5,0±2,1 ^{ab}	2,8±1,7 ^b
BRS267	1,2±1,5 ^c	2,9±2,2 ^{ab}	3,5±1,6 ^b	4,3±2,3 ^a	3,5±,2 ^a	1,9±2,2 ^a	2,9±2,5 ^a	3,2±2,1 ^{abc}	4,7±1,9 ^{ab}	4,0±2,0 ^a
BRSMG 790A	3,1±3,0 ^{ab}	3,4±2,7 ^a	4,0±1,7 ^{ab}	3,4±2,3 ^{ab}	3,8±2,6 ^a	2,1±2,6 ^a	3,0±2,5 ^a	1,7±1,8 ^e	4,5±2,1 ^{ab}	3,0±2,1 ^{ab}

Letras diferentes na mesma coluna indicam diferença significativa (teste de Tukey, $p \leq 0,05$)

(¹) Escala de intensidade crescente de 9 cm

Tabela 5 – Correlações significativas entre os resultados de análises sensoriais, químicas e físicas de tofus de cultivares brasileiras de soja.¹

Correlação	Parâmetro 1	Categoria	Parâmetro 2	Categoria	Coefficiente de correlação
(1)	cor amarelada	sensorial	b*	instrumental	0,97
(2)	aroma soja	sensorial	cor amarelada	sensorial	-0,95
(3)	aroma soja	sensorial	LOX	comp. química	0,72
(4)	sabor soja	sensorial	gosto amargo	sensorial	0,72
(5)	uniform. superfície	sensorial	h*	instrumental	0,71
(6)	uniform. superfície	sensorial	dureza	instrumental	0,77
(7)	uniform. superfície	sensorial	gomosidade	instrumental	0,77
(8)	dureza	sensorial	granulosidade	sensorial	0,95
(9)	dureza	instrumental	gomosidade	instrumental	0,99
(10)	dureza	instrumental	7S	comp. química	0,77
(11)	gomosidade	instrumental	7S	comp. química	0,75

⁽¹⁾ $p \leq 0,05$ A uniformidade de superfície do tofu mostrou correlação (5) com o parâmetro de cor h*, significando que a tonalidade do tofu é influenciada pelo aspecto da superfície sendo mais amarelado (h* mais alto) quanto mais liso e homogêneo for o tofu externamente. A uniformidade de superfície também mostrou correlações positivas (6 e 7) com a dureza e a gomosidade medidas instrumentalmente.

e textura), podendo ser empregadas na produção de tofu quaisquer das cultivares testadas.

AGRADECIMENTO

A RENAN AUGUSTO RIBEIRO, estagiário do laboratório de Biotecnologia dos Solos da Embrapa Soja, pela colaboração no processamento das imagens obtidas em SDS-PAGE, utilizando o software Bionumerics.

BENASSI, V. T.; PRUDENCIO, S. H.; VARÉA, G. S. Tofu from soybean cultivars: sensory profile and correlation with physical characteristics and chemical composition. **Alim. Nutr.**, Araraquara, v. 23, n. 4, p. 555-565, out./dez. 2012.

■ **ABSTRACT:** Tofu was produced from eight Brazilian soybean cultivars. Color and texture measurements were performed for these products. Tofu sensory characteristics were described by a trained team aiming to identify cultivars that can produce different types of tofu. Separation and quantitation of cultivar protein fractions was performed by electrophoresis in SDS-PAGE. Tofu was obtained from all cultivars and texture evaluation showed that all products presented hardness according to commercial soft tofu classification. All cultivars resulted in tofu with acceptable light color, but it could be noticed some cultivars (BRS 216, 232 and 258) produced tofu of desirable white color. Content of protein fractions did not allow differentiation among cultivars, due to their small variability. Quantitative descriptive analysis (QDA) results showed that tofu produced from cultivars differ in appearance, aroma and texture attributes but not in taste. Although cultivars and tofu could be distinguished in several aspects, a consumer test indicated no differences in acceptance among tofu samples of these cultivars.

■ **KEYWORDS:** Sensory analysis; texture profile; tofu color; β -conglucinin; glicinin; lipoxygenase.

REFERÊNCIAS

1. ABD KARIM, A. et al. Effect of carrageenan on yield and properties of tofu. **Food Chem.**, v. 66, n. 2, p. 159-165, 1999.
2. ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. **NBR 14 140:** alimentos e bebidas – análise sensorial – teste de análise descritiva quantitativa (ADQ). 5. Rio de Janeiro, 1998. norma.
3. BENASSI, V. T.; YAMASHITA, F.; PRUDENCIO, S. H. A statistical approach to define some tofu processing conditions. **Cienc. Tecnol. Aliment.**, v. 31, n. 4, p. 1-8, 2011.
4. BENASSI, V. T.; BENASSI, M. T.; PRUDENCIO, S. H. Cultivares brasileiras de soja: características para a produção de tofu e aceitação pelo mercado consumidor. **Semin-Cienc. Agrar.**, v. 32, supl. 1, p. 1901-1914, 2011.
5. BRADFORD, M. M. A rapid and sensitive method for the quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein-dye binding. **Anal. Biochem.**, v. 72, n. 1-2, p. 248-254, 1976.
6. CAI, T.D. et al. Comparison of bench and production scale methods for making soymilk and tofu from 13 soybean varieties. **Food Res. Int.**, v. 30, n. 9, p. 659-668, 1997.
7. CAI, T.D.; CHANG, K.C. Characteristics of production-scale tofu as affected by soymilk coagulation method: propeller blade size, mixing time and coagulant concentration. **Food Res. Int.**, v. 31, n. 4, p. 289-295, 1998.

8. CAI, T. D.; CHANG, K. C. Processing effect on soybean storage proteins and their relationship with tofu quality. **J. Agr. Food Chem.**, v. 47, p. 720-727, 1999.
9. CARRÃO-PANIZZI, M. C. et al. Genetic environmental effects on β -conglycinin and glycinin content in Brazilian soybean cultivars. **Pesqui. Agropec. Bras.**, v. 43, n. 9, p. 1105-1114, 2008.
10. CARRÃO PANIZZI, M. C. et al. Breeding specialty soybean cultivars for processing and value-added utilization at Embrapa in Brazil. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 8., 2009, Beijing. Developing a global soy blue print for a safe secure and sustainable supply: proceedings. Beijing. **Proceedings...** Beijing: Chinese Academy of Agricultural Sciences: Institute of Crop Science, 2009. 1 CD-ROM.
11. CARRÃO-PANIZZI, M. C. et al. Cultivar de soja BRS 267 para consumo na alimentação humana como grãos maduros ou verdes como hortaliça. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA MERCOSOJA, 5., 2009, Goiânia. **Resumos...** Londrina: Embrapa Soja, 2009. p. 235.
12. COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Séries históricas de produtividade de grãos.** Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 29 out. 2012.
13. CUI, Z. et al. Breeding specialty soybeans for traditional and new soyfoods. In: LIU, K. (Ed.) **Soybeans as functional foods and ingredients.** Champaign: AOCS, 2004. p. 290-295.
14. CULTIVARES de soja 2004/2005 Região Centro-Sul. Londrina: Embrapa Soja: Fundação Meridional, 2005. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 249).
15. CULTIVARES de soja 2007/2008 Região Centro-Sul. Londrina: Embrapa Soja, Fundação Meridional, 2008. 80 p. (Embrapa Soja. Documentos, 299).
16. DAMÁSIO, M. H.; COSTELL, E. Análisis sensorial descriptivo: generación de descriptores y selección de catadores. **Rev. Agroquím. Tecnol. Alim.**, Valencia, v. 31, n. 2, p. 165-178, 1991.
17. EVANS, D. E.; TSUKAMOTO, C.; NIELSEN, N.C. A small scale method for the production of soymilk and silken tofu. **Crop Sci.**, v. 37, p. 1463-1471, 1997.
18. FUKUSHIMA, D. Recent progress in research and technology on soybeans. **Food Sci. Technol. Res.**, v. 7, n. 1, p. 8-16, 2001.
19. HOU, H. J.; CHANG, K. C.; SHIH, M. C. Yield and textural properties of soft tofu as affected by coagulation method. **J. Food Sci.**, v. 62, n. 4, p. 824-827, 1997.
20. KAO, F. J.; SU, N. W.; LEE, M. H. Effect of calcium sulfate concentration in soymilk on the microstructure of firm tofu and the protein constitutions in tofu whey. **J. Agr. Food Chem.**, v. 51, p. 6211-6216, 2003.
21. KITAMURA, K.; KAIZUMA, N. Mutant strains with low level of subunits of 7S globulin in soybean seed. **Jpn. J. Breed.**, v. 31, n. 4, p. 353-359, 1981.
22. LAWLESS, H. T.; HEYMANN, H. **Sensory evaluation of food.** 2nd ed. New York: Springer, 2010.
23. LIM, B. T. et al. Yield and quality of tofu as affected by soybean and soymilk characteristics: calcium sulfate coagulant. **J. Food Sci.**, v. 55, n. 4, p. 1088-1092, 1990.
24. LIU, K. Current constraints in soybean food utilization and efforts to overcome them. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 6., 1999, Chicago. **Proceedings...** Champaign: Superior Printing, 1999. p. 409-418.
25. LU, J. Y.; CARTER, E.; CHUNG, R. A. Use of calcium salts for soybean curd preparation. **J. Food Sci.**, v. 45, p. 32-34, 1980.
26. MEILGAARD, M. C.; CIVILLE, G. V.; CARR, T. **Sensory evaluation techniques.** 4th ed. New York: CRC, 2007.
27. MIN, S.; YU, Y.; ST. MARTIN, S. Effect of soybean varieties and growing locations on the physical and chemical properties of soymilk and tofu. **J. Food Sci.**, v. 70, n. 1, p. C8-C12, 2005.
28. MOSKOWITZ, H. R. **Product testing and sensory evaluation of food-marketing and r&d approaches.** Westport: Food and Nutrition Press, 1983.
29. MUJOO, R.; TRINH, D. T.; NG, P. K. W. Characterization of storage proteins in different soybean varieties and their relationship to tofu yield and texture. **Food Chem.**, v. 82, n. 2, p. 265-273, 2003.
30. MURPHY, P. A.; RESURRECCION, A. P. Varietal and environmental differences in soybean glycinin and β -conglycinin content. **J. Agr. Food Chem.**, v. 32, p. 911-915, 1984.
31. NOH, E. J. et al. Coagulation of soymilk and quality of tofu as affected by freeze treatment of soybeans. **Food Chem.**, v. 91, p. 715-721, 2005.
32. PENG, I. C. et al. The physicochemical and functional properties of soybean 11S globulin: a review. **Cereal Chem.**, v. 61, n. 6, p. 480-490, 1984.
33. POYSA, V.; WOODROW, L. Stability of soybean seed composition and its effect on soymilk and tofu yield and quality. **Food Res. Int.**, v. 35, n. 4, p. 337-345, 2002.
34. POYSA, V.; WOODROW, L.; YU, K. Effect of soy protein subunit composition on tofu quality. **Food Res. Int.**, v. 39, n. 3, p. 309-317, 2006.
35. PRABHAKARAN, M. P.; PERERA, C. O.; VALIYAVEETIL, S. Effect of different coagulants on the isoflavone levels and physical properties of prepared firm tofu. **Food Chem.**, v. 99, n. 3, p. 492-499, 2006.

36. RIBLETT, A. L. et al. Characterization of β -conglycinin and glycinin soy protein fractions from four selected soybean genotypes. **J. Agr. Food Chem.**, v. 49, n. 10, p. 4983-4989, 2001.
37. ROBINSON, D. S. et al. Lipoxigenases and the quality of foods. **Food Chem.**, v. 54, p. 33-43, 1995.
38. ROSSET, M. **Distribuição de ácido fítico e minerais durante o processamento de extrato hidrossolúvel de soja e tofu.** 2007. 78 f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) - Universidade Estadual de Londrina - UEL, Londrina, 2007.
39. STONE, H.; SIDEL, J. L. Sensory evaluation by quantitative descriptive analysis. **Food Technol.**, v. 28, n. 11, p. 24-34, 1974.
40. SZCZESNIAK, A. S.; BOURNE, M. C. Letters. **J. Food Sci.**, v. 60, n. 6, p. vii, 1995.
41. TAKAHASHI, K. et al. An induced mutant line lacking the α -subunit of β -conglycinin in soybean. **Breeding Sci.**, v. 44, p. 65-66, 1994.
42. TSUKADA, Y. et al. Genetic analysis of subunits of two major storage proteins (β -conglycinin and glycinin) in soybean seeds. **Jpn. J. Breed.**, v. 36, p. 390-400, 1986.
43. UNITED STATES DEPARTMENT OF HEALTH AND HUMAN SERVICES. Food and Drug Administration. Food labeling: health claims; soy protein and coronary heart disease. Final rule. Federal Register, v. 64, n. 206, p. 57700-57733, October 26, 1999: [Rules and Regulations]. Disponível em: <http://www.fda.gov/Food/LabelingNutrition/LabelClaims/HealthClaimsMeetingSignificantScientificAgreementSSA/ucm074740.htm>. Acesso em: 12 nov. 2012.
44. UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE. Disponível em: <http://www.fas.usda.gov/psdonline/psdQuery.aspx>. Acesso em: 29 out. 2012.
45. WILSON, L. A. Current developments in soyfood processing North America. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 6., 1999, Chicago. Proceedings... Champaign: Superior Printing, 1999. p. 394-402.
46. YAGASAKI, K. et al. Biochemical characterization of soybean protein consisting of different subunits of glycinin. **J. Agr. Food Chem.**, v. 45, n. 3, p. 656-660, 1997.
47. YUAN, S.; CHANG, S. K. C. Texture profile of tofu as affected by Instron parameters and sample preparation, and correlations of Instron hardness and springiness with sensory scores. **J. Food Sci.**, v. 72, n. 2, p. S136- S145, 2007.

Recebido em: 05/08/2011

Aprovado em: 08/10/2012