

SEÇÃO 4 FITOTECNIA

DESEMPENHO AGRONÔMICO E TECNOLÓGICO DE CULTIVARES DE SOJA CONVENCIONAL E COM CARACTERÍSTICAS ESPECIAIS PARA A ALIMENTAÇÃO HUMANA

Ivana Licia de Campos Gavioli¹, Leandro Borges Lemos², Rogério Farinelli³ e Cláudio Cavariani⁴

¹Instituto de Zootecnia de Nova Odessa (IZ), CEP 13.460-000, Nova Odessa, SP. E-mail:
ivanagronomia@yahoo.com.br

²Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, Universidade Estadual Paulista (UNESP), CEP 14.884-000,
Jaboticabal, SP. Bolsista do CNPq. E-mail: leandrobl@fcav.unesp.br

³Centro Universitário da Fundação Educacional de Barretos (UNIFEB), Barretos, SP, E-mail:
rog.farinelli@hotmail.com

⁴Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista (UNESP), CEP 18.603-970, Botucatu, SP.
E-mail: ccavariani@fca.unesp.br

RESUMO: A cultura da soja apresenta diversas cultivares com características agronômicas desejáveis e ampla adaptação ambiental, possuindo também alto valor alimentício, podendo ser usada além da alimentação animal, na alimentação humana, na forma de óleo e demais produtos funcionais pela indústria alimentícia. O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho agronômico, tecnológico e nutricional de cultivares de soja convencional destinado a produção de grãos e cultivares de soja com características especiais para a alimentação humana, cultivadas na safra verão do ano agrícola 2004/2005, em Botucatu-SP. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos, no caso cultivares de soja, com quatro repetições. As cultivares de soja utilizada foram: Embrapa 48 (dupla aptidão – soja convencional tipo grão e soja especial tipo alimento), BRS 213 (tipo alimento), IAC Foscarin 31 (tipo grão), IAC 23 (tipo grão), BRS 133 (tipo grão), BRS 216 (tipo alimento), IAC 18 (tipo grão), IAC 24 (tipo grão), BRS 134 (tipo grão), BRS 215 (tipo grão), IAC 8-2 (tipo grão) e IAC 19 (tipo grão). As cultivares de soja BRS 134, Embrapa 48, BRS 133, BRS 216, BRS 215, IAC 24 e IAC 18 destacam-se quanto à produtividade de grãos. As cultivares apresentam grande variabilidade para o teor de proteína bruta e óleo, além do tempo para cozimento. A cultivar BRS 216, destinada a alimentação humana sobressaiu quanto à produtividade de grãos e tempo para cozimento.

PALAVRAS-CHAVE: Glycine max, variedades, produtividade de grãos, teor de proteína e de óleo, cocção, hidratação.

AGRONOMIC AND TECHNOLOGY PERFORMANCE OF CONVENTIONAL AND SPECIAL SOYBEAN CULTIVARS FOR HUMAN CONSUMPTION

ABSTRACT: Soybean crop has several different cultivars with agronomic characteristics and extensive environmental adaptation, having higher food value, also can be used in nutrition animal, in human nutrition, in the form of oil and other functional products by industry foods. The aim of this study was to evaluate the agronomic, technology and nutrition performance of the soybean cultivars with conventional and special food grown at 2004/2005 season, in Botucatu, SP. The experimental design was randomized blocks, with 12 treatments (soybean

cultivars) and four replications. The soybean cultivars used were: Embrapa 48 (double adaptation – grain-type soybean and food-type soybean), BRS 213 (food-type), IAC Foscarin 31 (grain-type), IAC 23 (grain-type), BRS 133 (grain-type), BRS 216 (food-type), IAC 18 (grain-type), IAC 24 (grain-type), BRS 134 (grain-type), BRS 215 (grain-type), IAC 8-2 (grain-type) and IAC 19 (grain-type). The soybean cultivars BRS 134, Embrapa 48, BRS 133, BRS 216, BRS 215, IAC 24 and IAC 18 are distinguished how much to the yield grains. The cultivars have large variability for protein and oil contents, beyond the cooking time. The cultivar BRS 216, destined the human consumption being it was distinguished how much to the yield grains and cooking time.

KEY WORDS: *Glycine max*, varieties, yield, protein and oil content, cooking, hydration.

INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é um importante alimento, constituindo-se em excelente fonte protéica e de óleo, sendo rica em minerais como ferro, cálcio, fósforo, potássio e vitaminas do complexo B. Além disso, apresenta compostos bioativos, como as isoflavonas, as quais têm sido largamente estudadas quanto aos efeitos benéficos à saúde humana no controle do câncer, problemas cardiovasculares, osteoporose, colesterol, diabetes, obesidade e síndrome de climatério (Mandarino e Carrão-Panizzi, 1997; Lui et al., 2003).

A soja cultivada pode ser classificada em dois grupos principais: tipo grão e tipo alimento. A soja tipo grão apresenta sementes de tamanho médio, com a massa de 100 sementes entre 10 e 19 g, cultivada principalmente para atender às indústrias produtoras de óleo e de farelo. A soja tipo alimento compreende duas categorias: 1) sementes pequenas, com massa de 100 sementes menor que 10 g, destinadas ao consumo na forma de broto e de natto; 2) sementes grandes, com massa de 100 sementes igual ou maior que 20 g, tendo os seguintes usos: a) soja hortaliça (vegetable soybean ou edamame), utilizada para consumo humano, na forma de vagens imaturas; b) doce de soja, feito geralmente a partir de cultivares com sementes de tegumento e hilo pretos (kuromame); c) salada de soja, feita a partir de cultivares com sementes de tegumento e hilos claros; d) tofu, ou extrato solúvel (leite ou suco), provenientes de cultivares com sementes de tegumento e hilo claros (Vello e Silva, 2006).

O consumo de pratos à base de soja, seja por meio do próprio grão ou de alimentos elaborados a partir destes, como tofu, miso e tempeh, pela população brasileira não é significativo se comparado ao do feijão. Por outro lado, a funcionalidade de suas proteínas faz com que seus derivados sejam utilizados como ingredientes em diversos produtos, tais como molhos, sopas e produtos cárneos industrializados, produtos de panificação, farinhas desengorduradas e texturizadas (Genovese e Lajolo, 1998 e 2001).

O sabor da soja, exótico ao paladar brasileiro, tem contribuído para sua limitada aceitabilidade. Um dos compostos responsáveis pelo sabor característico de soja, a enzima lipoxigenase, é sensível ao calor, sendo facilmente inativada com o tratamento térmico, por meio de cozimento dos grãos. O cozimento promove também a destruição dos inibidores de proteases constituídos principalmente pelos inibidores de tripsina Kunitz e Bowman-Birk. No entanto, a cocção pode trazer como consequência a desnaturação das proteínas e a destruição de outros elementos, chegando-se a perder completamente o seu valor biológico e nutricional (Bordingnon e Carrão-Panizzi, 1997; Monteiro et al., 2004).

Outro aspecto importante refere-se aos vários processos tecnológicos na industrialização da soja, onde é preconizada como passo inicial, a hidratação dos grãos, objetivando facilitar os processos posteriores. O principal fator que influencia na hidratação inadequada dos grãos de soja é a presença de uma região compacta na camada das células paliçádicas do tegumento, ocasionando sementes duras (Lam-Sánchez et al., 1982).

Apesar do valor alimentício da soja, apenas o óleo é comumente usado na alimentação humana do brasileiro, sendo as tortas (subprodutos), utilizadas na alimentação animal. Ultimamente, têm surgido no mercado numerosos produtos à base de soja, direcionados como alimentos funcionais pela indústria alimentícia, visando agregar valores nutricionais aos mesmos. Somente nos Estados Unidos, as vendas de alimento à base de soja quadruplicaram desde 1992, passando de US\$ 852 milhões, para US\$ 3,7 bilhões. No entanto, no Brasil, o consumo ainda é muito baixo. Uma das razões é o elevado custo de industrialização e comercialização da soja, o que impede seu uso pelas camadas de menor poder aquisitivo. Torna-se, portanto, imprescindível a divulgação das diversas opções de consumo oferecida pela soja e os benefícios à saúde a ela associados (Lisei de Sá et al., 2006).

Foi lançado algumas cultivares de soja com características especiais para o consumo *in natura* e para a indústria de alimentos, selecionando-se aquelas que produzem sementes graúdas, com alto teor de proteína, coloração clara ou escura do hilo e que conferem boa qualidade organoléptica aos produtos e derivados dessa leguminosa. Além dessas características, outras merecem ser mencionadas, tais como ausência de enzimas lipoxigenases, teor reduzido do inibidor de tripsina Kunitz, redução do tempo de tratamento térmico, o que pode reduzir custos de processamento, e apresentando tamanho, coloração e textura de sementes ideais para produção do alimento fermentado japonês (natto). Dentre as cultivares lançadas, destacam-se a BR 36, BRS 155, BRS 213, BRS 216, IAC PL-1, BRS 257 e BRS 258 (Embrapa Soja, 2004).

Visando atender a demanda por produtos de maior valor agregado, tem sido produzido cultivares de soja com elevado potencial produtivo e resistência às principais doenças, bem como tolerantes a insetos e nematóides, mas também, com grãos de acordo com a preferência do mercado, com características culinárias, nutricionais e tecnológicas desejáveis, influenciadas diretamente pelo fator genético e pela interação genótipo x ambiente (Bonato, et al., 2000; Rangel et al., 2004; Embrapa Soja, 2006; Ávila et al., 2007; Moura et al., 2007; Albrecht et al., 2008).

O objetivo desse trabalho foi avaliar o desempenho agrônômico, nutricional e tecnológico de cultivares de soja convencional e com características especiais para a alimentação humana, na safra verão 2004/2005, em Botucatu-SP.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado na safra verão de 2004/2005, na Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP, Campus de Botucatu-SP, situada na latitude de 22° 51' S e longitude de 48° 26' W, com 740 metros de altitude.

O clima, de acordo com a classificação de Koppen, é do tipo Cfa, sendo definido como temperado (mesotérmico), com verões quentes e úmidos, e invernos frios e secos, tendo quatro ou mais meses com temperatura média superior a 10°C, cuja temperatura do mês mais quente é igual ou superior a 22°C.

O solo da área experimental é classificado como Nitossolo Vermelho estruturado, com valores de pH (CaCl₂) de 5,5; com acidez média e saturação por bases de 66,0%, não havendo a necessidade de realização de calagem.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, com 12 tratamentos, no caso, cultivares de soja, com quatro repetições. As sementes das cultivares de soja utilizadas no experimento foram provenientes da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa/Centro Nacional de Pesquisa de Soja) de Londrina (PR) e do Instituto Agrônômico de Campinas (IAC/APTA) Pólo Regional do Médio Paranapanema, Assis (SP), sendo: Embrapa 48 (dupla aptidão, ou seja, soja convencional tipo grão e soja especial tipo alimento), BRS 213 (soja especial tipo alimento – desprovida de lipoxigenases), IAC Foscarin 31 (soja convencional tipo grão), IAC 23 (soja convencional tipo grão), BRS 133 (soja convencional tipo grão), BRS 216 (soja especial tipo alimento – produção de natto “alimentado fermentado japonês”), IAC 18 (soja convencional tipo grão), IAC 24 (soja convencional tipo grão), BRS 134 (soja convencional tipo grão), BRS 215 (soja convencional tipo grão), IAC 8-2 (soja convencional tipo grão) e IAC 19 (soja convencional tipo grão).

Cada parcela experimental foi constituída por quatro linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas em 0,45 m, considerando como área útil as duas linhas centrais, eliminando-se 0,50 m das extremidades de cada linha.

O preparo do solo foi realizado em 01/12/2004, por meio da utilização de uma aração e duas gradagens niveladoras e a aplicação de herbicida Trifluralina na dose de 2,0 L ha⁻¹ do produto comercial, em pré-plantio incorporado.

A semeadura foi realizada manualmente em 03/12/2004, em área anteriormente ocupada pela aveia preta, cultivar Comum, utilizando o espaçamento de 0,45 m entre linhas e 20 sementes por metro de sulco, visando obter, após desbaste, uma população final de 300.000 plantas ha⁻¹. As sementes foram tratadas com fungicida Carboxin + Thiram, utilizando-se a dose de 250 mL por 100 kg de semente do produto comercial (Vitavax + Thiram 200 SC) e inoculante líquido 300 mL 100 kg semente⁻¹. Os micronutrientes foram aplicados via foliar com o produto comercial Cofermol (Co+Mo), a 250 mL ha⁻¹, quando a cultura se encontrava nos estádios de desenvolvimento de V3 a V5. Na adubação mineral de semeadura, foi utilizado o formulado 2-20-20 na quantidade de 300 kg ha⁻¹.

Foi avaliado o número de dias para o florescimento, compreendido entre a emergência das plântulas (VE) até 50% das plantas no estádio R1, ou seja, plantas com pelo menos uma flor aberta na haste principal. A maturação fisiológica referiu-se ao período entre a emergência das plântulas até 50% das plantas no estádio R8, ou seja, maturação plena.

No final do ciclo de cada cultivar foram coletadas 10 plantas ao acaso na área útil da parcela experimental, objetivando avaliar a altura de planta e de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e massa de 100 grãos. A produtividade de grãos foi obtida por meio da colheita de todas as plantas contidas na área útil da parcela experimental, com o auxílio de colhedora automotriz própria para experimentos, transformando os valores em kg ha⁻¹ a 13% em base úmida.

O teor de proteína bruta (%) foi determinado por meio do seguinte cálculo: PB = N total x 6,25 onde, PB = teor de proteína bruta nos grãos (%) e N total = teor de nitrogênio nos grãos, obtido pelo método de Kjeldahl (Sarruge e Haag, 1974). O teor de óleo (%) foi determinado em amostras de 1g pelo método de Soxhlet, utilizando o hexano como solvente, segundo o método da Association of Official Agricultural Chemists (1955).

O tempo para cozimento (minutos) foi realizado com o auxílio do cozedor de Mattson, descrito por Durigan (1979), que consta basicamente de 25 estiletes verticais, terminados em ponta de 1/16". O tempo final para cozimento da amostra foi obtido quando 50% + 1, ou seja, 14 estiletes se deslocaram. Para essa determinação, os grãos permaneceram hidratados em

água destilada durante um período mínimo de 12 horas. Durante a condução do teste a temperatura da água foi igual a 96°C.

A capacidade de hidratação foi determinada por meio da metodologia descrita por Durigan (1979), que consta da utilização de uma proveta graduada com capacidade de 500 mL (precisão de 5 mL) e béqueres com capacidade de 250 mL. Em cada béquer, foi colocada uma amostra, constituída de aproximadamente 50 gramas de grãos previamente escolhidos, adicionando-se 200 mL de água destilada. Durante um tempo de 12 horas foram feitas avaliações do volume de água não absorvida pelos grãos, vertendo-a do béquer para a proveta, em intervalos de meia hora, nas primeiras 4 horas, e de uma hora nas 8 horas restantes. Ao final do tempo previsto para a hidratação, a água foi totalmente drenada e os grãos pesados. Os grãos que não se hidrataram, denominados de casca dura foram separados e pesados, com o valor expresso em porcentagem. A relação de hidratação foi determinada como sendo a razão entre a massa após a hidratação e a massa inicial dos grãos. Durante a condução do teste a temperatura da água foi igual a 25°C.

Foi feita a análise de variância e teste F para as características agrônômicas, nutricionais e tecnológicas. As médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott e Knott (1974) a 5% de probabilidade. Foi realizado o estudo de regressão entre o tempo (horas) e a capacidade de hidratação (mL), visando determinar o tempo necessário para que ocorra a máxima hidratação dos grãos. Quanto à presença de grãos com casca dura e a relação de hidratação, não foi realizada análise estatística, sendo apresentados os valores médios para cada característica avaliada. Visando obter um grau de associação entre as características avaliadas procedeu-se à análise de correlação simples de Sperman.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados demonstraram que as cultivares Embrapa 48 e IAC 23 floresceram 49 dias após a emergência das plântulas, sendo significativamente mais precoces que as demais cultivares para este caráter (Tabela 1). Em seguida, vêm as cultivares BRS 133, IAC Foscarin 31, BRS 216 e BRS 134, com florescimento aos 50 dias. As cultivares BRS 133 e BRS 215 floresceram aos 51 dias após a emergência das plântulas, diferindo significativamente das demais. Contudo, todas essas cultivares apresentaram durações do período de maturação fisiológica semelhantes, não sendo observadas diferenças significativas entre elas quanto a esse período. As cultivares IAC 18, IAC 24, IAC 8-2 e IAC 19, além de demorarem mais para atingir o florescimento pleno, também necessitaram de maior número de dias para atingir a maturidade fisiológica (Tabela 1). Vale ressaltar que todas as cultivares de ciclo precoce

atingiram a maturidade fisiológica dentro do que é preconizado, ou seja, em até 120 dias (Embrapa Soja, 2006).

Tabela 1 – Média geral, teste F, teste de Scott-Knott, coeficiente de variação (CV%) dos caracteres florescimento pleno, maturação fisiológica, altura de plantas e altura de inserção da 1ª vagem de cultivares de soja convencional e com características especiais para alimentação humana, na safra 2004/05 em Botucatu (SP).

Cultivares*	Florescimento pleno (dias)	Maturação fisiológica (dias)	Altura de plantas (cm)	Altura inserção da 1ª vagem (cm)
1-Embrapa 48	49 d	114 b	78 d	16 b
2-BRS 213	50 c	112 b	81 c	15 b
3-IAC Foscarin 31	50 c	109 b	90 b	16 b
4-IAC 23	49 d	120 b	84 c	20 a
5-BRS 133	51 b	119 b	75 d	17 b
6-BRS 216	50 c	114 b	70 d	16 b
7-IAC 18	52 a	124 a	97 b	14 b
8-IAC 24	52 a	129 a	91 b	14 b
9-BRS 134	50 c	120 b	75 d	16 b
10-BRS 215	51 b	117 b	84 c	22 a
11-IAC 8.2	53 a	133 a	109 a	21 a
12-IAC 19	52 a	133 a	97 b	21 a
Média geral	51	120	86	17
Teste F	24,26**	5,05**	18,72**	4,29**
CV (%)	0,98	5,77	6,11	16,33

* Cultivares de 1 a 4 são de ciclo precoce, de 5 a 8 de ciclo semi-precoce e de 9 a 12 de ciclo médio; ** significativo com nível de significância a 1%; médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), com nível de significância a 5% de probabilidade.

As cultivares BRS 216, BRS 133, BRS 134 e Embrapa 48 apresentaram as menores alturas de plantas, como também umas das menores alturas de inserções de primeira vagem. As cultivares IAC 19 e IAC 8.2 (ciclo longo) alcançaram os maiores valores médios para estas duas características (Tabela 1), corroborando com os resultados de Motta et al. (2000) que observaram que cultivares de ciclo longo apresentaram maior altura de planta, provavelmente em virtude do período maior para o desenvolvimento e crescimento vegetativo.

De maneira geral, as cultivares apresentaram valores satisfatórios para estes dois parâmetros, pois segundo Heiffig e Câmara (2006), Rezende e Carvalho (2007) e Garcia et al. (2007) a altura de plantas compreendida entre 50 a 120 cm, com inserções de vagem de pelo menos 10 a 12 cm, se tornam adequadas à mecanização da colheita. Além disso, a diferença em relação ao porte da planta e a altura de vagem pode ser influenciadas por fatores

ambientais e/ou práticas culturais e está fortemente relacionada com as características genéticas das cultivares de soja.

Quanto aos componentes da produção, as cultivares estudadas apresentaram o número de vagens por planta variando entre 27 a 54 vagens, sendo que Embrapa 48, BRS 216 e IAC 24 destacaram-se quanto a esta característica, o que proporcionou uma das maiores produtividades de grãos (Tabela 2).

Tabela 2 – Média geral, teste F, teste de Scott-Knott, coeficiente de variação (CV%) dos caracteres número de vagens por planta, número de grãos por vagem, massa de 100 grãos e produtividade de grãos de cultivares de soja convencional e com características especiais para alimentação humana, na safra 2004/05 em Botucatu (SP).

Cultivares*	Vagens por planta (n°)	Grãos por vagem (n°)	Massa de 100 grãos (g)	Produtividade de grãos (kg ha ⁻¹)
1-Embrapa 48	54 a	1,4 b	17,7 b	3.474 a
2-BRS 213	30 c	1,4 b	22,5 a	2.630 b
3-IAC Foscarin 31	34 c	1,2 b	21,2 a	2.545 b
4-IAC 23	33 c	1,4 b	22,0 a	2.678 b
5-BRS 133	42 b	1,5 b	18,2 b	3.487 a
6-BRS 216	51 a	1,5 b	14,0 c	3.737 a
7-IAC 18	30 c	1,9 a	19,2 b	3.794 a
8-IAC 24	51 a	1,6 b	18,0 b	3.763 a
9-BRS 134	34 c	1,4 b	19,5 b	3.275 a
10-BRS 215	27 c	1,9 a	22,5 a	3.758 a
11-IAC 8.2	47 a	1,4 b	19,0 b	2.374 b
12-IAC 19	40 b	1,5 b	18,2 b	2.739 b
Média geral	39	1,5	19,0	3.188
Teste F	6,92**	3,03**	9,04**	5,36**
CV (%)	18,05	15,83	8,42	14,95

* Cultivares de 1 a 4 são de ciclo precoce, de 5 a 8 de ciclo semi-precoce e de 9 a 12 de ciclo médio; ** significativo com nível de significância a 1%; médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), com nível de significância a 5% de probabilidade.

Considerando-se o número de grãos por vagem, a cultivar IAC Foscarin 31 apresentou menor valor, diferindo estatisticamente apenas da BRS 215 e IAC 18, que alcançaram o maior número médio de grãos por vagem, como também se destacaram em relação à produtividade de grãos (Tabela 2).

As cultivares BRS 213, BRS 215, IAC 23 e IAC Foscarin 31 apresentaram a maior massa de 100 grãos, porém mesmo com o menor valor, a cultivar BRS 216 apresentou produtividade acima da média do experimento (Tabela 2). Contudo, os resultados obtidos para as cultivares citadas são satisfatórios e estão coerentes com as descrições das mesmas (Embrapa Soja, 2006). Verifica-se novamente que a cultivar BRS 215 além de apresentar resultado superior para o número de grãos por vagem e massa de 100 grãos, também obteve

alta produtividade, porém com menor valor médio para o número de vagens por planta (Tabela 2). Por meio da análise de correlação foi possível obter que o número de vagens por planta foi negativo e inversamente proporcional a massa de 100 grãos ($r = -0,82^{**}$), ou seja, à medida que uma cultivar de soja produz um número elevado de vagens, a massa de seus grãos diminui. Tal desempenho agrônômico foi observado também para a cultivar IAC 8-2 (Tabela 2). Isso se deve, provavelmente, ao efeito compensatório que a planta exerce sobre os componentes da produção, visando à obtenção de uma produtividade de grãos estável.

Os componentes da produção influenciaram os resultados para as cultivares mais produtivas, entres elas, a IAC 18, IAC 24, BRS 215 e BRS 216 (Tabela 2), o que condiz com relatos da literatura, onde a importância relativa de cada componente da produção no rendimento final de grãos varia conforme a cultivar, semelhante ao verificado por Navarro Júnior e Costa (2002).

O número de grãos por vagem foi o único componente da produção que correlacionou de forma positiva e significativa com a produtividade de grãos ($r = 0,66^*$). Isso mostra a importância de selecionar cultivares de soja com maior propensão para a produção de vagens com dois ou três grãos visando à obtenção de altas produtividades.

A produtividade de grãos variou de 2.374 a 3.794 kg.ha⁻¹ obtidas pelas cultivares IAC 8-2 e IAC 18, respectivamente (Tabela 2). As cultivares pertencentes ao grupo de ciclo semi-precoce (IAC 18, IAC 24, BRS 133 e BRS 216) apresentaram melhor desempenho produtivo, com resultados superiores a 3.400 kg ha⁻¹. Apesar de as cultivares pertencentes ao grupo de ciclo precoce apresentarem, em geral, menores médias de produtividade de grãos, destaca-se o desempenho produtivo da Embrapa 48 com 3.474 kg ha⁻¹, em função do elevado número de vagens por planta. Segundo Embrapa Soja (2006), esta cultivar apresenta ampla adaptabilidade e estabilidade de produção.

Durante o período reprodutivo das diferentes cultivares, se caracterizou por apresentar elevada precipitação pluvial no terceiro decêndio do mês de janeiro (217 mm) com redução drástica para todo o mês de fevereiro (1º, 2º e 3º decêndio de 4, 23 e 39 mm, respectivamente), proporcionando a elevação da temperatura, alterando de 20,7°C (3º decêndio de janeiro) para 20,4°C, 22,6°C e 23,4°C (1º, 2º e 3º decêndio de fevereiro, respectivamente). É possível que essa condição climática tenha interferido nas cultivares de ciclo precoce para expressarem o seu potencial produtivo, com exceção da Embrapa 48, por apresentar tolerância à seca na fase de planta adulta (Embrapa Soja, 2006).

Quanto às características tecnológicas, nota-se que houve grande oscilação para o teor de proteína bruta entre as cultivares de soja, tendo variação de 34,0% a 42,5%, obtida pelas

cultivares Embrapa 48 e BRS 134, respectivamente (Tabela 3). Em trabalho realizado por Ávila et al. (2007) no Estado do Paraná, verificou-se que o teor de proteína não foi alterado tanto pelas cultivares, quanto para os locais de condução dos experimentos, permanecendo os valores entre 30,7% a 34,8%. A disponibilidade de nitrogênio no solo e potencial genético da soja para melhor utilizar o nitrogênio, são fatores que determinam a concentração de proteína nos grãos (Yaklich e Vinyard, 2004).

Segundo Rangel et al. (2004) e Marcos Filho (2005) restrições hídricas observadas durante o período reprodutivo da cultura da soja, especificamente na fase de enchimento de grãos elevam os teores de proteínas. Fato que pode ser verificado nos resultados de Albrecht et al. (2008), como também no respectivo trabalho, onde no 1º e 3º decêndio do mês de março, a precipitação pluvial foi muito baixa (0 e 4,0 mm, respectivamente), o que pode ter influenciado os valores de proteína bruta das cultivares de soja.

A variação no teor de proteína pode ser devida ao efeito de cultivares, pois de acordo com Mandarino et al. (2006), a maioria das cultivares de soja apresenta um teor médio entre 30% e 45%, e esse teor está diretamente relacionado com eficiência no processo de fixação simbiótica, que contribui com uma maior concentração de nitrogênio, alterando-se de acordo com as variações do ambiente.

Tabela 3 – Média geral, teste F, teste de Scott-Knott, coeficiente de variação (CV%) dos caracteres teor de proteína bruta, teor de óleo e tempo para cozimento de cultivares de soja convencional e com características especiais para alimentação humana, na safra 2004/05 em Botucatu (SP).

Cultivares*	Proteína bruta (%)	Teor de óleo (%)	Tempo para cozimento (minutos)
1-Embrapa 48	34,0 e	19,9 b	40 b
2-BRS 213	37,7 c	20,1 b	40 b
3-IAC Foscarin 31	38,5 b	19,1 c	39 b
4-IAC 23	38,5 b	18,3 d	41 b
5-BRS 133	38,0 c	18,9 c	40 b
6-BRS 216	38,7 b	17,5 d	25 d
7-IAC 18	38,0 c	18,8 c	36 c
8-IAC 24	39,0 b	18,0 d	43 a
9-BRS 134	42,5 a	20,4 b	39 b
10-BRS 215	39,0 b	21,0 a	45 a
11-IAC 8.2	36,5 d	17,8 d	35 c
12-IAC 19	36,0 d	18,5 c	39 b
Média geral	38,1	19,0	39
Teste F	52,95**	17,05**	18, 79**
CV (%)	1,50	2,82	5,22

* Cultivares de 1 a 4 são de ciclo precoce, de 5 a 8 de ciclo semi-precoce e de 9 a 12 de ciclo médio; ** significativo com nível de significância a 1%; médias seguidas de letras distintas diferem entre si pelo teste de Scott e Knott (1974), com nível de significância a 5% de probabilidade.

Houve diferença significativa para o caráter teor de óleo entre as cultivares avaliadas, sendo que foram observados valores entre 17,5% (BRS 216) e 21,0% (BRS 215) (Tabela 3). Estes resultados se assemelham aos de Ávila et al. (2007), que obtiveram valores entre 16,0% (Embrapa 48) à 21,7% (BR 36). Contudo, os valores obtidos por Albrecht et al. (2008) foram superiores aos observados nos trabalhos mencionados. Segundo Albrecht et al. (2008), as maiores temperaturas médias no período reprodutivo das cultivares de soja contribuíram para o acúmulo de óleo nos grãos.

Todos esses resultados corroboram aos relatados por Mandarinino et al. (2006), para quem, normalmente, as cultivares de soja apresentaram entre 15% e 25% de lipídios totais. Essa característica apresenta variação ambiental entre plantas do mesmo genótipo, entre vagens da mesma planta e entre sementes de uma mesma vagem, sendo ainda influenciada por tratamentos culturais, época de semeadura e anos de cultivo (Albrecht et al., 2008). Grieshop e Fahey (2001) observaram a mesma tendência em cultivares de soja provenientes do Mato Grosso do Sul. Temperaturas de 25° a 28°C favorecem o aumento do teor de óleo, mas temperaturas muito elevadas causam diminuição na concentração. A proteína, por sua vez, aumenta linearmente com a temperatura, mesmo quando acima de 28°C (Dornbos e Mullen, 1992; Gibson e Mullen, 1996). Portanto, proteína e óleo parecem ser favorecidos com o calor, embora a proteína pareça ser menos influenciada pelas mudanças de temperatura.

Quanto ao tempo para cozimento, destacou-se a cultivar BRS 216 com o menor valor médio de 25 minutos (Tabela 3). Silva et al. (2009) em estudo da composição química e física de cultivares de soja tipo grão e tipo alimento, verificaram que as cultivares BRS 216 e BRS 213 apresentaram menor tempo para cozimento, sendo de 32 e 31 minutos, respectivamente. O menor tempo para cozimento é favorável e vantajoso pela economia de tempo e de consumo de energia, por exemplo, a utilização de gás, durante o processo de cocção, seja na elaboração de alimentos no próprio lar, ou pela indústria. No entanto, quando feitas comparações entre cultivares, deve-se levar em consideração o sistema e a temperatura da água no processo de cocção, assim como o período transcorrido da colheita até a avaliação e as condições de armazenamento. Isso é importante porque Vieira et al. (1997) verificaram, para o tempo de cozimento, uma variação de 155 a 219 minutos, valores estes elevados, quando comparados aos resultados obtidos neste experimento.

Observa-se que a cultivar BRS 215 apresentou maior teor de óleo (21,0%) e maior tempo para cozimento dos grãos (45 minutos). A cultivar IAC 24 apresentou uma das menores estimativas de teor de óleo (18,0%) e também tempo de cocção de 43 minutos,

semelhante ao da BRS 215. A cultivar BRS 216 obteve menor teor de óleo e necessitou de menos tempo para alcançar o cozimento dos grãos (Tabela 3). No entanto, por meio da análise de correlação, verificou-se relação não significativa entre o teor de óleo e o tempo para cozimento ($r = 0,56^{ns}$). A ausência de correlação significativa também foi observada entre as características nutricionais e tecnológicas, bem como a produtividade de grãos e essas características. Porém, a massa de 100 grãos apresentou correlação positiva com o teor de óleo ($r = 0,65^*$) e o tempo para cozimento ($r = 0,64^*$). Isso se verifica de forma clara, principalmente pelos resultados obtidos quanto a essas características citadas, para as cultivares BRS 215 e BRS 216 (Tabela 2 e 3).

As equações de regressão entre o tempo de hidratação e a quantidade de água absorvida para as cultivares de soja evidenciaram que o período máximo para hidratação variou de 11:05 h a 13:56 h para as cultivares BRS 134 e IAC 24, respectivamente (Tabela 4), apresentando uma diferença de 2:51 h, evidenciando que existe diferença quanto a velocidade de absorção de água entre as cultivares, corroborando com Lam-Sánchez et al. (1982).

Tabela 4 – Regressão entre o tempo para hidratação e quantidade de água absorvida pelos grãos e respectivos coeficientes de determinação (R^2) para os caracteres tempo para máxima hidratação (TMH), grãos de casca dura (CD) e relação de hidratação (RH) de cultivares de soja convencional e com características especiais para alimentação humana, na safra 2004/05 em Botucatu (SP).

Cultivares*	Equação de Regressão ¹	R^2	TMH (horas:minutos)	CD (%)	RH
1-Embrapa 48	$y = -0,0001x^2 + 0,1573x + 12,050$	0,95	13:06	0,00	2,34
2-BRS 213	$y = -0,0001x^2 + 0,1413x + 11,494$	0,95	11:46	0,00	2,28
3-IAC Foscarin 31	$y = -0,0001x^2 + 0,1486x + 14,615$	0,93	12:22	0,00	2,33
4-IAC 23	$y = -0,0001x^2 + 0,1570x + 14,138$	0,94	13:04	0,00	2,35
5-BRS 133	$y = -0,0001x^2 + 0,1592x + 13,499$	0,94	13:16	0,00	2,35
6-BRS 216	$y = -0,0001x^2 + 0,1583x + 14,992$	0,93	13:11	0,00	2,37
7-IAC 18	$y = -0,0001x^2 + 0,1606x + 14,872$	0,93	13:22	0,33	2,43
8-IAC 24	$y = -0,0001x^2 + 0,1673x + 13,095$	0,95	13:56	0,00	2,37
9-BRS 134	$y = -0,0001x^2 + 0,1428x + 15,026$	0,92	11:05	0,00	2,28
10-BRS 215	$y = -0,0001x^2 + 0,1522x + 15,216$	0,93	12:40	0,00	2,32
11-IAC 8.2	$y = -0,0001x^2 + 0,1626x + 17,235$	0,91	13:33	0,00	2,43
12-IAC 19	$y = -0,0001x^2 + 0,1636x + 20,363$	0,88	13:37	0,00	2,46
Média	-	-	12:55	0,03	2,36

* Cultivares de 1 a 4 são de ciclo precoce, de 5 a 8 de ciclo semi-precoce e de 9 a 12 de ciclo médio; ¹ x = tempo para hidratação (horas) e y = quantidade de água absorvida (mL).

O tempo de absorção máxima obtida por Vieira et al. (1997) foi de 12 a 15 h, tempo semelhante aos encontrados neste experimento. Merece destaque as cultivares BRS 213 e BRS 134 que alcançaram valores inferiores a 12 h (Tabela 4). De acordo com Salunkhe et al. (1989), a maceração dos grãos é uma importante etapa no processamento de produtos de soja

como "leite", iogurte, farinhas, broto de soja e soja cozida. A maceração dos grãos de soja reduz o tempo para cozimento e melhora a textura e aparência dos grãos cozidos, facilita a desintegração dos grãos e a extração de nutrientes no processamento de "leite", bem como é indispensável para a germinação na obtenção de broto de soja. De acordo com Vieira et al. (1997), o conhecimento desse parâmetro é essencial no desenvolvimento e seleção de cultivares de soja tanto para o consumo *in natura* quanto para industrialização.

Quanto à presença de grãos com casca dura, somente a cultivar IAC 18 apresentou tal comportamento (Tabela 4), porém com valor pouco expressivo (0,33%). Lam-Sánchez et al. (1982) verificaram valor de 5,90% de grãos de casca dura apenas para a cultivar Davis entre doze cultivares de soja avaliadas. Portanto, no que se refere a essa característica, pode inferir que as cultivares de soja não apresentaram problemas quanto à presença de grãos com casca dura.

Os valores da relação de hidratação variaram de 2,28 (BRS 213) a 2,46 (IAC 19), e revelam que nos grãos das cultivares de soja foi absorvido mais do que a sua própria massa em água, tendo em média, relação de hidratação de 2,36 (Tabela 4). Os resultados obtidos no presente experimento corroboram com Lam-Sánchez et al. (1982) que verificaram uma variação de 2,17 a 2,42 na relação de hidratação, apresentadas para a cultivar Davis e a linhagem F 61-2926, respectivamente.

O tempo para a máxima hidratação apresentou correlação positiva e de alta intensidade com a relação de hidratação ($r = 0,80^{**}$). Pode-se inferir que quanto maior o tempo necessário para atingir a máxima hidratação, mais elevada será a relação de hidratação e conseqüentemente maior será a massa final dos grãos. Toledo et al. (2007) avaliando a capacidade de hidratação em 8 horas, verificaram que após duas horas de embebição, os grãos da cultivar Embrapa 48 atingiram o dobro da sua massa inicial, e para BRS 212 e BRS 231, como para as cultivares BRS 213 e BRS 214, o valor foi alcançado com três e quatro horas de hidratação, respectivamente.

CONCLUSÕES

As cultivares de soja BRS 134, Embrapa 48, BRS 133, BRS 216, BRS 215, IAC 24 e IAC 18 destacam-se quanto à produtividade de grãos.

As cultivares apresentam grande variabilidade para o teor de proteína bruta e óleo, além do tempo para cozimento.

A cultivar BRS 216, destinada a alimentação humana sobressaiu quanto à produtividade de grãos e tempo para cozimento.

REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteínas e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, p.865-873, 2008.

ASSOCIATION OF OFFICIAL AGRICULTURAL CHEMISTS. **Official methods of analysis**. 8. Ed. Washington, 1995. 30p.

ÁVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleos e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.29, p.111-127, 2007.

BONATO, E. R.; BERTAGNOLLI, P. F.; LANGE, C. E.; RUBIN, S. A. L. Teor de óleo e de proteína em genótipos de soja desenvolvidos após 1990. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, p.2391-2398, 2000.

BORDINGNON, J. R.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. **O sabor da soja: o segredo para obter pratos saborosos com soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1997. 6p. (Folder Técnico, 02).

DORNBOS, D.L.; MULLEN, R.E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustments by drought and temperature. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, New Yourk, v.69, p.228-231, 1992.

DURIGAN, J.F. Influência do tempo e das condições de estocagem sobre as propriedades químicas, físico-mecânicas e nutricionais do feijão mulatinho (*Phaseolus vulgaris* L.) 1979. 81f. Dissertação (Mestrado em Ciência de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade de Campinas, Campinas.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2005**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. 239p.

EMBRAPA SOJA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Centro Nacional de Pesquisa de Soja. **Tecnologias de produção de soja – Região Central do Brasil – 2007**. Londrina: Embrapa Soja: Embrapa Cerrados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2006. 225p.

GARCIA, A.; PÍPOLO, A.E.; LOPES, I.O.N.; PORTUGAL, F.A.F. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 11p. (Circular Técnica, 51).

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Atividade inibitória de tripsina em produtos derivados de soja (*Glycine max*) consumidos no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Lavras, v.18, p.312, 1998.

GENOVESE, M. I.; LAJOLO, F. M. Determinação de isoflavonas em derivados de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Lavras, v.21, p.86-93, 2001.

GIBSON, L.R.; MULLEN, R.E. Soybean composition under high day and night growth temperatures, **Journal of the American Oil Chemists' Society**, New York, v.73, p.733-737, 1996.

GRIESHOP, C.M.; FAHEY, G.C. J. Comparison of quality characteristics of soybeans from Brazil, China, and United States. **Journal Agricultural and Food Chemistry**, New York, v.49, p.2669-2673, 2001.

HEIFFIG, L.S.; CÂMARA, G.M. de S. **Soja: Colheita e perdas**. Piracicaba: ESALQ – Divisão de Biblioteca e Documentação, 2006. 37p. (Série: Produtor Rural).

LAM-SÁNCHEZ, A.; DURIGAN, J. F.; OLIVEIRA, J. E. D.; BRESSANI, R. Avaliação nutricional e tecnológica de material de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) introduzido. **Científica**, São Paulo, v.10, p.87-97, 1982.

LISEI DE SÁ, M. E.; CIABOTTI, S.; BARCELOS, M. F. P. Formas de consumo da soja. In: Soja na alimentação humana e animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG. v.27, p.47-58, 2006.

LUI, M. C. Y.; AGUIAR, C. L.; ALENCAR, S. M.; SCAMPARINI, A. R. P.; PARJ, Y. K. Isoflavonas em isolados e concentrados protéicos de soja. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Lavras, v.23, p.206-212, 2003.

MANDARINO, J. M. G.; BRUEL, F. H.; LISEI de SÁ, M. E. Propriedades físico-químicas da soja. In: Soja na alimentação humana e animal. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte: EPAMIG. v.27, p.22-26, 2006.

MANDARINO, J. M. G.; CARRÃO-PANIZZI, M. C. Soja: o melhor plano para a sua saúde. Londrina. 1997. 6p.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, 2005. 495p.

MONTEIRO, M. R. P.; COSTA, N. M. B.; OLIVEIRA, M. G. A. Qualidade protéica de linhagens de soja com ausência do Inibidor Tripsina Kunitz e das isoenzimas lipoxigenases. **Revista de Nutrição**, São Paulo, v.17, p.195-205, 2004.

MOTTA, I. DE M.; BRACCINI, A. de L.E.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; BRACCINI, M. DO L. Características agrônômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.22, p.153-162, 2000.

MOURA, N.C.; CANNIATI-BRAZACA, S.G.; SOUZA, M.C.; DIAS, C.T.S. Composição de cultivares de soja submetidas a diferentes tratamentos térmicos. **Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v.18, p.151-160, 2007.

NAVARRO JÚNIOR, M. N.; COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes do rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.37, p.269-274, 2002.

RANGEL, M.A.S.; CAVALHEIRO, L.R.; CAVICHIOLLI, D.; CARDOSO, P.C. **Efeito do genótipo e do ambiente sobre os teores de óleo e proteína nos grãos de soja, em quatro ambientes da Região Sul de Mato Grosso do Sul**, safra 2002/2003. Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, 2004. (Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 17).

REZENDE, P.M.; CARVALHO, E.A. Avaliação de cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) para o Sul de Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, p.1616-1623, 2007.

SALUNKHE, D.K.; SATHE, S.K.; DESHPANDE, S.S. French Bean. In: SALUNKHE, D.K.; KADAM, S.S. (Ed.) **CRC Hand Book of World Food Legumes: nutricional chemistry, processing technology, and utilization**. Boca Raton: CRC Press, v.2, p.23-63, 1989.

SARRUGE, J.R.; HAAG, H.P. **Análises químicas em plantas**. Piracicaba: ESALQ, 1974. 56p.

SCOTT, A.; KNOTT, M. Acluster-analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v.30, p.507-512, 1974.

SILVA, J.B.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; PRUDÊNCIO, S.H. Chemical and physical composition of grain-type and food-type soybean for food processing. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.44, p.777-784, 2009.

TOLEDO, T.C.F.; CANNIATTI-BRAZACA, S.G.; ARTHUR, V.; PIEDADE, S.M.S. Efeito da radiação gama na absorção de água e no tempo de cocção em cultivares de soja, **Bragantia**, Campinas, v.66, p.565-570, 2007.

VELLO, N.A.; SILVA, L.A.S. Genética busca atender ao consumo humano crescente. In: A cadeia produtiva da soja. **Visão Agrícola**, Piracicaba: Esalq/USP, p.60-62. 2006.

VIEIRA, C. R.; CABRAL, L. C.; PAULA, A. C. O. de. Caracterização física e tecnológica de seis cultivares de soja plantadas no Brasil. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Lavras, v.17, p.1-8, 1997.

YAKLICH, R.W.; VINYARD, B.T. Estimating soybean protein and oil concentration before harvest. **Journal of the American Oil Chemists Society**, New York, v.81, p.189-194, 2004.

Recebido para publicação em: 01/07/2012

Aceito para publicação em: 20/07/2012