

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE SOJA QUANTO AOS TEORES DE ISOFLAVONÓIDES¹

MERCEDES CONCÓRDIA CARRÃO-PANIZZI²

RESUMO - Foram avaliados, por cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), os teores de isoflavonóides de 100 cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), do banco de germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSO/EMBRAPA), semeadas na safra 1993-94. FT-Canarana, UFV-9, BBR-31 e FT-13, apresentaram os menores teores de isoflavonóides (16,78; 22,26; 25,56; e 29,58 mg/100 g, respectivamente), ao passo que EMBRAPA-20 apresentou o teor mais elevado (172,94 mg/100 g). Altas temperaturas (média $\geq 24^{\circ}\text{C}$) durante o desenvolvimento de grãos diminuíram os teores de isoflavonóides. Cultivares semeadas em Porangatu, GO (13° de latitude S), apresentaram menores teores de isoflavonóides, do que cultivares semeadas em Londrina, PR, ($23^{\circ} 12'$ de latitude S), provavelmente como consequência das diferenças em temperatura nos dois locais.

Termos para indexação: *Glycine max*, genistina, daidzina.

EVALUATION OF SOYBEAN CULTIVARS FOR ISOFLAVONE CONTENTS

ABSTRACT - Isoflavone contents of 100 soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) cultivars from the germplasm bank of the Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSO/EMBRAPA), sown in the 1993-94 season, were determined by high performance liquid chromatography (HPLC). Cultivars FT-Canarana, UFV-9, BBR-31 and FT-13 showed low contents of isoflavones (16.78; 22.26; 25.56; and 29.58 mg/100 g, respectively), while EMBRAPA-20 had the highest level (172.94 mg/100 g). High temperatures ($\geq 24^{\circ}\text{C}$ in average) during seed development, decreased the amount of isoflavones. Soybean cultivars sown in Porangatu, GO (13° S latitude) had lower levels of isoflavones compared to the same cultivars sown in Londrina, PR, ($23^{\circ} 12'$ S latitude) probably due to differences in temperature between the two places.

Index terms: *Glycine max*, genistin, daidzin.

INTRODUÇÃO

Os isoflavonóides glicosídeos, presentes na soja (*Glycine max* (L.) Merrill), compreendem os compostos genistina, daidzina e glicitina, bem como suas agliconas correspondentes, genisteína, daidzeína e gliciteína (MacLeod & Ames, 1988). Outros compostos derivados destes glicosídeos são as formas acetil e malonil (Ohta et al., 1979; Kudou et al., 1991a).

As propriedades estrogênicas dos isoflavonóides têm causado polêmica ao ser discutida a utilização de soja na alimentação humana. Entretanto, o hormônio sintético diethylstilbestrol, que é utilizado para aumentar a produção de leite e de carne, em

bovinos apresenta atividade estrogênica 10^5 vezes mais efetiva (Bischoff et al., 1962; Murphy, 1982). Segundo Snyder & Kwon (1987), os níveis de isoflavonóides observados nos grãos de soja são muito baixos, para causar efeitos fisiológicos adversos em humanos.

Recentemente, vários autores têm-se referido ao potencial anti-cancerígeno dos isoflavonóides (Messina & Barnes, 1991; Caragay, 1992; Coward et al., 1993; Xu et al., 1994; Wynder et al., 1994; Kennedy, 1995). Em estudos epidemiológicos, foi observado que entre homens e mulheres japoneses, a mortalidade decorrente de câncer relacionado com hormônios é muito reduzida. O teor elevado de isoflavonóides excretado na urina dessas pessoas estava correlacionado com o alto consumo de produtos à base de soja (Adlercreutz et al., 1991). A injeção de isoflavonóides através de dieta rica em produtos à base de soja pode ser a causa da incidência reduzida de câncer de mama e de próstata obser-

¹ Aceito para publicação em 19 de junho de 1996.

² Eng^a Agr^a, Dr^a., Embrapa - Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSO), Caixa Postal 231, CEP 86001-970 Londrina, PR, Brasil.

vada nos asiáticos, em comparação com os americanos (Coward et al., 1993).

Estes compostos também são importantes para o processamento da soja, porque são responsáveis pelo amargor e a adstringência observados nos produtos derivados (Huang et al., 1981; Matsuura et al., 1989; Kitamura et al., 1991; Kudou et al., 1991a; Ha et al., 1992). Pela ação da enzima β -glucosidase, os glucosídeos daidzina e genistina se hidrolisam, formando as agliconas daidzeína e genisteína, que têm sido relacionadas com o aumento do gosto amargo e da sensação adstringente da soja (Matsuura et al., 1989). Por outro lado, vários trabalhos têm demonstrado a efetividade da genisteína como agente preventivo ou inibidor de processos cancerígenos (Peterson & Barnes 1991, 1993; Fotsis et al., 1993; Steele et al., 1995).

Dada a importância da soja e o seu potencial de utilização na dieta humana, desenvolveu-se este trabalho, com o objetivo de avaliar os teores de isoflavonóides em cultivares comerciais de soja.

MATERIAL E MÉTODOS

Sementes de 100 cultivares comerciais de soja, do banco de germoplasma do Centro Nacional de Pesquisa de Soja (CNPSo), semeadas na safra 1993/1994 em Londrina, Paraná (23° 12' de latitude S), foram analisadas quanto ao teor de isoflavonóides. Utilizou-se cromatografia líquida de alto desempenho (HPLC), no Legume Breeding Laboratory do National Agriculture Research Center (NARC) em Tsukuba, Japão. A análise quantitativa de daidzina, genistina e suas respectivas formas malonyl foram conduzidas conforme o método de Kudou et al. (1991b).

Com a disponibilidade de sementes das cultivares IAC-8, BR-40, GOBR-26 e EMGOPA-311 semeadas em Porangatu, Goiás (13° latitude), efetuou-se uma comparação dos teores de isoflavonóides destas mesmas cultivares semeadas em Londrina.

Amostragem para análises de cromatografia

A partir de amostras de sementes de 100 g, foram retiradas subamostras de 30 g, e destas subamostras foram pesados e moídos 5 g de sementes de soja.

Extração dos isoflavonóides e análises em HPLC

Amostras de 100 mg de soja moída foram colocadas em tubos de ensaio de 10 ml, com tampa contendo 4 ml

de etanol 70% e 0,1% de ácido acético, por uma hora, em temperatura ambiente. Após centrifugação, alíquotas de 40 μ l do sobrenadante foram aplicadas diretamente no cromatógrafo (Tosoh, modelo UV -8011, com auto-aplicador de amostras Tosoh UV - 8010). As análises foram realizadas em coluna de fase reversa (ODS-80TM, diâmetro 4,6 x 250 mm, TSK-gel, Tosoh Corporation, Tokyo).

Como solvente, foi usado um gradiente linear de ácido acético 0,1% e acetonitrila 20% no início, que correu para 45% em 30 minutos (quando todos os compostos de isoflavonóides foram detectados), e então para 80% em 33 minutos (para eluição de todos os compostos remanescentes), e finalmente, para 20% em 35 minutos, para estabelecimento de equilíbrio do sistema. O fluxo de solvente foi de 1,0 ml/min, e a absorção UV foi medida a 260 nm. Procedeu-se a duas repetições de análise para cada cultivar.

Daidzina e genistina, purificadas conforme o método de Kudou et al. (1991b), foram utilizadas como padrões. O teor de isoflavonóides foi calculado como mg/100 g.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O teor de isoflavonóides foi variável entre as cultivares testadas. Por exemplo, no ciclo de maturação precoce e semiprecoce, a variação foi de 121,38 - 35,82 mg/100 g (Tabela 1), e de 121,72 - 29,58 mg/100 g nas cultivares de ciclo médio (Tabela 2). As cultivares tardias apresentaram maior faixa de variação, ou seja: a cultivar EMBRAPA-20 apresentou o valor máximo (172,94 mg/100 g), enquanto a cultivar FT-Canarana apresentou o valor mínimo (16,78 mg/100 g) (Tabela 3). Esta variabilidade foi independente do ciclo de maturação, e pode ser atribuída a uma característica genética das cultivares.

Considerando-se a frequência das cultivares com teores de isoflavonóides semelhantes, observa-se que a maioria delas (40-45%) apresentou teores na faixa de 50-75 mg/100 g (Fig. 1). As cultivares precoces e médias apresentaram seus teores de isoflavonóides entre 50-100 mg/100 g, em 69% e 68% das observações, respectivamente. Nas cultivares tardias, a variabilidade foi maior, pois a maioria das observações (69%) apresentaram teores de isoflavonóides na faixa de 25-75 mg/100 g; duas cultivares (7,7%) apresentaram teores acima de 100 mg/100 g, e ou-

TABELA 1. Teor de isoflavonóides (mg/100 g) em cultivares de soja, dos grupos de maturação precoce e semiprecoce, semeadas em Londrina, Paraná, na safra 1993/94¹.

Cultivar	Daidzina	Malonyldaidzina	Genistina	Malonylgenistina	Total
EMGOPA-309	10,35bc	42,02a	11,59defghij	57,42a	121,38a
OCEPAR-13	9,80bcd	39,00abc	13,39lmnopr	58,78a	120,97a
BR-24	10,77ab	34,86cd	14,73b	52,73b	113,09ab
IAC-13	10,66abc	40,48ab	12,15cdefg	49,06cde	112,35b
Paranalba	12,31a	30,28defgh	17,97a	51,60bc	112,17b
Paraná	8,04defgh	34,44cd	13,71bc	52,99b	109,18bc
BR-16	9,65bcde	35,06bcd	13,07bcde	48,48de	106,26bc
OCEPAR-12	7,88efghi	31,66defg	11,86cdefgh	50,44bcd	101,84cd
FT-10	9,78bcd	33,75cde	9,58jklmno	42,85ghi	95,96de
União	8,27defg	32,88def	9,42klmnop	43,06ghi	93,63def
FT-12	9,58bcde	30,13defgh	10,08ghijklmn	43,12ghi	92,91efg
FT-Manacá	6,61ghijklm	28,92efghi	11,10efghijk	43,70gh	90,33efgh
FT-Jatobá	8,87cdef	27,79fghij	10,17fghijklm	41,85ghi	88,68efgh
EMBRAPA-1	6,40hijklm	20,90lmnopq	12,80bcde	46,90ef	87,00fgh
BR-13	7,12fghij	24,49hijklm	11,73bcd	40,84hi	84,18ghi
FT-7	5,11lmnopqr	22,22klmno	12,25cdef	44,37fg	83,95hij
FT-9	5,15klmnopq	24,08ijklmn	11,32defghijk	42,34ghi	82,89hijk
OCEPAR-7	5,32jklmnop	22,45jklmno	9,83hijklmn	40,35ijk	77,95ijkl
Ivaí	5,38jklmnop	20,40mnopqr	9,52jklmnop	41,08hi	76,38jkl
OCEPAR-2	4,93mnopqrst	25,61hijklm	8,43lmnopqrst	37,39kl	76,36jkl
FT-Invicta	5,04lmnopqrs	24,15ijklmn	9,64ijklmno	37,33kl	76,16jkl
BR-2	6,75ghijkl	22,24klmno	10,47fghijkl	37,81lm	77,27jklm
IAC-12	6,94ghijk	27,05ghijk	8,22mnopqrstu	32,86no	75,07klm
OCEPAR-4	4,11pqrst	19,21nopqrs	9,76hijklmn	45,25hi	74,33lmn
OCEPAR-8	5,33jklmnop	25,89hijkl	8,15mnopqrstu	34,91lmn	74,28lmno
BR-14	6,20ijklmn	10,70nopqrs	9,00lmnopq	37,10l	71,43lmnop
Davis	4,30pqrst	18,20opqrst	7,99nopqrstuv	40,63ij	71,12lmnop
OCEPAR-3	4,21pqrst	19,56nopqrs	8,86lmnopqr	37,52kl	70,15lmnopq
BR-1	6,90ghijk	22,60jklmno	8,80lmnopqrs	31,40opq	69,70lmnopqr
CAC-1	4,87mnopqrst	20,38mnopqr	7,58opqrstuvw	34,89lmn	67,74mnopqrs
OCEPAR-6	6,14ijklmno	21,36lmnop	8,70lmnopqrs	31,38opq	67,58mnopqrs
FT-20	4,37opqrst	15,53qrstuv	8,98lmnopq	37,59jkl	66,47nopqrst
IAC-31	5,30klmnop	19,37nopqrs	8,02nopqrstuv	33,20mno	65,89opqrst
BR-29	4,90lmnopqrst	20,40mnopqr	8,00nopqrstuv	32,10nop	65,50pqrst
FT-Cometa	4,26pqrst	16,64pqrstuv	8,59lmnopqrs	32,37no	61,96pqrstu
Ivorá	4,52nopqrst	15,14rstuvw	8,25mnopqrstu	33,99mno	61,90pqrstu
OCEPAR-10	4,80mnopqrst	21,52lmnop	6,71stuvwxy	28,50qrs	61,53rstu
IAC-2	3,83pqrst	17,19opqrstu	7,06qrstuvwxy	33,06mno	61,40stu
FT-2	3,75pqrst	14,26stuvw	7,57opqrstuvw	33,11mno	58,69tuv
BR-5	6,53ghijklm	19,12nopqrs	6,57tuvwxy	23,86tuv	56,09uvw
Pérola	3,87pqrst	15,27rstuv	7,45pqrstuvwxy	29,19pqr	55,78uvw
EMGOPA-302	5,05lmnopqrs	18,28opqrst	7,14qrstuvwxy	25,08tu	55,55vwx
OCEPAR-14	3,16t	16,51pqrstuv	7,03qrstuvwxy	25,07tu	51,77vwx
IPAGRO-20	3,33rst	15,01rstuvw	6,31uvwxy	26,60rst	51,25vwx
EMGOPA-305	3,75pqrst	13,45tuvw	6,85rstuvwxy	26,14st	50,19wxy
BR-8	4,06pqrst	14,94rstuvw	5,70wxy	25,27tu	49,97wxy
BR-4	3,94pqrst	14,78stuvw	6,39tuvwxy	23,71tuv	48,82wxy
BR-40	3,70pqrst	14,60stuvw	5,90vwxy	22,70uvw	47,00xyz
BR-36	3,41qrst	11,94uvw	5,33y	22,89uvw	43,57xyz
EMBRAPA-4	3,29st	12,29uvw	5,38xy	21,55vwxy	42,51yz
BR-3	4,30pqrst	11,20vw	6,00vwxy	20,50wx	41,80yz
BR-12	4,29pqrst	12,35uvw	5,19y	18,56xy	40,39z
BR-35	4,38nopqrst	9,72w	5,07y	16,65y	35,82z

¹Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

TABELA 2. Teor de isoflavonóides (mg/100 g) em cultivares de soja, do grupo médio de maturação, semeadas em Londrina, Paraná, na safra 1993/94¹.

Cultivar	Daidzina	Malonyldaidzina	Genistina	Malonylgenistina	Total
BR-37	11,41a	40,50a	12,83b	56,98b	121,72a
MSBR-20	8,13b	31,43c	15,03a	60,51a	115,10ab
Dourados	12,10a	38,90ab	11,50bc	46,20d	108,70b
EMBRAPA-5	11,10a	38,38bc	11,12a	46,25d	101,86b
EMGOPA-304	11,15a	31,52c	11,20bc	41,09e	94,96c
GOBR-25	7,93bc	18,52defg	14,90a	53,38c	94,73cd
BR-30	7,48bc	32,98bc	9,80cd	40,80ef	91,06cd
IAC-17	7,14bcd	28,99c	10,00cd	38,16fg	84,29de
EMBRAPA-2	6,40cde	29,00c	8,40defg	36,90g	80,70ef
Cobb	5,21efg	19,49defg	9,08def	40,50ef	74,28fg
Andrews	5,60def	20,68de	9,30de	38,60efg	74,18fg
MSBR-34	4,65fgh	21,65d	7,74efgh	36,30g	70,34gh
FT-Estrela	4,00gh	15,42defgh	7,59efghi	41,05e	68,06ghi
IAC-8	5,23efg	20,33def	7,57efghi	31,28h	64,41hi
BR-38	4,14fgh	18,30defg	7,24fghi	29,62hi	59,30ij
Tiarajú	4,68fgh	15,02efgh	6,09hij	28,68hi	54,47jk
São Carlos	5,12cefg	15,10efgh	6,59ghij	25,53jk	52,34jk
IAC-11	3,68gh	18,30defg	5,23j	24,33k	51,54jk
EMBRAPA-3	3,30h	13,60gh	5,80ij	27,40ij	50,10jk
MSBR-21	4,66fgh	14,23fgh	6,49hij	24,36k	49,74jk
FT-14	5,17efg	14,39efgh	4,90j	23,40k	47,86k
FT-13	3,17h	9,12h	2,99k	14,30l	29,58l

¹Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

tras duas, abaixo de 25 mg/100 g. Esta frequência de distribuição dos teores de isoflavonóides (Fig. 1), em que a maioria das observações se localizam nas faixas centrais, sugere que o conteúdo de isoflavonóides é um caráter de natureza quantitativa.

Sabe-se que o teor de isoflavonóides é influenciado pelas condições ambientes, como época e local de semeadura, e pelas cultivares (Eldridge & Kwolek, 1983). Altas temperaturas durante o desenvolvimento dos grãos causaram diminuição nos isoflavonóides; conseqüentemente, cultivares precoces expostas a temperaturas mais elevadas apresentaram menor teor de isoflavonóides que as cultivares tardias (Kitamura et al., 1991; Tsukamoto et al., 1995). Esta diferença no teor de isoflavonóides entre cultivares precoces (em média 77,30 mg/100 g) e tardias (em média 428,0 mg/100 g), observada por Kitamura et al. (1991), resulta das temperaturas mais diferenciadas dos países de clima temperado do hemisfério norte, ao contrário do que acontece no Brasil.

Em Kyushu, Japão, as temperaturas médias em 1991, durante os meses de colheita, agosto, setembro, e outubro, foram de 27,2°C, 24,7°C, e 17,3°C, respectivamente (Tsukamoto et al., 1995). Em Londrina, as temperaturas médias observadas em 1994 durante os meses de colheita, fevereiro, março e abril, foram de 24,5°C, 22,8°C e 21,7°C, respectivamente. Percebe-se, portanto, que as temperaturas pouco diferenciadas em Londrina não causaram efeito significativo nos teores de isoflavonóides, quando os diferentes ciclos de maturação das cultivares foram considerados. As diferenças nos teores de isoflavonóides entre as cultivares foram independentes do ciclo de maturação destas.

As cultivares tardias, FT-Canarana, UFV-9, BBR-31, e a cultivar de ciclo médio, FT-13, apresentaram os menores teores de isoflavonóides, ou seja: 16,78; 22,26; 25,56; e 29,58 mg/100 g, respectivamente (Tabelas 2 e 3). A cultivar EMBRAPA-20, também tardia, apresentou o teor mais alto (172,94 mg/100 g) (Tabela 3). Entre as

TABELA 3. Teor de isoflavonóides (mg/100 g) em cultivares de soja, dos grupos de maturação semitardio e tardio, semeadas em Londrina, Paraná, na safra 1993/94¹.

Cultivar	Daidzina	Malonyldaidzina	Genistina	Malonylgenistina	Total
EMBRAPA-20	14,13a	50,99a	19,23b	88,59a	172,94a
GOBR-26	7,26bc	21,85cd	22,00a	70,93b	122,04b
Numbaíra	6,77bc	26,51b	10,47de	48,01c	91,76c
Paranagoiana	6,79bc	25,81b	11,15d	40,80de	84,55cd
EMGOPA-301	6,10cd	19,37cde	14,95c	41,14de	81,56d
EMGOPA-313	4,49efgh	17,41efg	9,89def	44,96cd	76,75de
EMGOPA-311	4,56efgh	19,69cde	8,21efg	39,13ef	71,59e
CEP-20	7,50b	22,70bc	8,30efg	33,00g	71,50e
EMGOPA-307	6,03cd	19,90cde	6,83gh	28,97ghi	61,73f
EMGOPA-310	4,01fghij	16,83efgh	7,02g	33,57fg	61,43f
UFV-ITM-1	5,37de	18,18def	7,40fg	24,18ijkl	55,13fg
BR-11 RC	3,10ijk	13,50hij	7,20g	30,80gh	54,60fg
RS-6	3,71ghijk	14,27ghij	6,57gh	28,51ghi	53,06g
Tropical	5,07def	19,51cde	6,09ghi	22,12jklm	52,79g
RS-7	3,16ijk	14,56fghij	6,59gh	27,81ghij	52,12g
UFV-Araguaia	3,97fghij	14,08ghij	6,79gh	26,50hijk	51,34g
FT-Seriema	3,33hijk	13,50hij	5,77ghi	28,51ghi	51,11g
BR-32	4,15efghi	15,38fghi	6,16ghi	23,80ijkl	49,49g
EMGOPA-308	4,68efg	8,03lm	7,67fg	28,32ghi	48,70gh
Nova IAC-7	5,09def	9,15kl	6,27gh	20,39lm	40,90hi
UFV-5	3,90fghij	8,88klm	4,43hij	21,48klm	38,69i
IAC-14	4,50efgh	12,62ijk	3,65ijk	16,57mn	37,34i
UFV-15	3,29hijk	13,90ghij	4,41hij	12,29no	33,89i
BABR-31	2,80jk	10,88jkl	1,51k	10,37o	25,56j
UFV-9	3,00ijk	7,80lm	3,16jk	8,30o	22,26jk
FT-Canarana	2,54k	5,22m	2,15jk	6,87o	16,78k

¹Médias seguidas por letras distintas diferem entre si pelo teste de Tukey (P≤0,05).

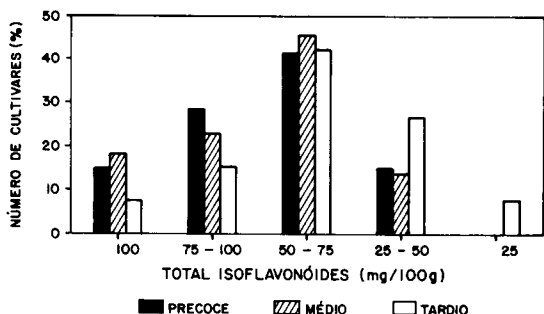


FIG. 1. Distribuição dos teores de isoflavonóides (mg/100 g) em cultivares de soja conforme o ciclo de maturação.

cultivares precoces, o maior teor foi o da cultivar EMGOPA-309 (121,38 mg/100 g), e o menor, o da cultivar BR-35 (35,82 mg/ 100 g) (Tabela 1).

Dados comparativos entre as cultivares que foram semeadas em Londrina, PR, e em Porangatu,

mostram a influência do local e da temperatura sobre os níveis de isoflavonóides na soja. Embora não existam dados das temperaturas médias em Porangatu, sabe-se que esse local é mais quente que Londrina. As cultivares semeadas em Londrina, com exceção da cultivar IAC-8, apresentaram teores de isoflavonóides cerca de 50% mais elevados do que os teores apresentados pelas cultivares semeadas em Porangatu (Fig. 2). Estes dados concordam com os resultados de Tsukamoto et al. (1995), os quais observaram a influência da temperatura nos níveis de isoflavonóides em cultivares que se desenvolveram em câmaras de crescimento com temperatura controlada. Isto indica que é possível potencializar os conteúdos de isoflavonóides de acordo com a necessidade, mudando o local de plantio. Neste caso, quando se deseja soja com sabor melhorado para utilização na alimentação humana, é indicada a semeadura em locais mais quentes, porque há dimi-

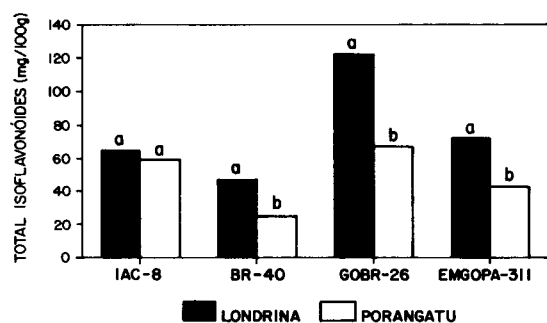


FIG. 2. Teor de isoflavonóides totais (mg/100 g) em cultivares de soja semeadas em Londrina, PR, e em Porangatu, GO, 1993-94. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey ($P \leq 0,05$).

nuição do teor de isoflavonóides responsáveis pelo amargor e adstringência da soja. Da mesma maneira, quando a soja for utilizada como medida terapêutica de algumas doenças, a semeadura em locais mais frios pode proporcionar o aumento nos teores destes compostos.

Algumas cultivares são relativamente estáveis quanto aos teores de isoflavonóides, e pequenas variações podem ocorrer por influência do local e da época de semeadura. Assim, o teor de isoflavonóides continua semelhante, embora o valor numérico do teor seja modificado. Carrão-Panizzi & Kitamura (1995) relataram variabilidade do teor de isoflavonóides entre cultivares de soja brasileira, e constataram que a cultivar BR-36 apresentou o teor mais baixo (41,0 mg/100 g). No presente experimento, verifica-se que a cultivar BR-36 manteve seu teor de isoflavonóides reduzido (43,57 mg/100 g).

Considerando-se a importância da genistina como precursora da genisteína, observou-se, nas cultivares GOBR-26, EMBRAPA-20, Paranaíba, MSBR-20, e EMGOPA-301, que apresentaram teores altos deste composto (22,0, 19,23, 17,97, 15,03, e 14,95 mg/100 g, respectivamente). Já as cultivares BABB-31, FT-Canarana, FT-13, UFV-9, e IAC-14, apresentaram os menores teores de genistina (1,51, 2,15, 2,99, 3,16, e 3,65 mg/100 g, respectivamente). Neste caso, as cultivares com altos teores seriam recomendadas na terapêutica de processos cancerígenos (Peterson & Barnes, 1991, 1993), enquanto as cultivares com teor reduzido poderiam originar produtos de soja menos adstringentes, como observado por Matsuura et al. (1989).

Segundo Kudou et al. (1991b), o acúmulo de daizina e malonildaidzina ocorre durante todo o período de desenvolvimento de grãos, enquanto a genistina e a malonilgenistina ocorrem durante os períodos finais de enchimento de grãos (50 dias depois da floração).

Estudos adicionais que considerem temperatura durante estes períodos devem ser conduzidos, a fim de se elucidarem as variabilidades observadas.

CONCLUSÕES

1. As cultivares brasileiras de soja apresentam variação quanto ao teor de isoflavonóides nos grãos, o que significa que o melhoramento genético de cultivares de soja quanto a este caráter é viável.

2. As cultivares FT-Canarana, UFV-9, BABB-31 e FT-13 apresentam teores menores de isoflavonóides, e as cultivares EMBRAPA-20, GOBR-26, BR-37, EMGOPA-309 E OCEPAR-13 apresentam teores maiores.

3. Cultivares semeadas em Porangatu, GO, apresentam níveis mais baixos de isoflavonóides do que quando semeadas em Londrina, PR, o que significa que temperaturas mais elevadas diminuem os teores destes compostos.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Leones A. Almeida, pelo fornecimento das cultivares do Banco de Germoplasma do CNPSo; ao Dr. Maurício S. Assunção, pelas cultivares de Porangatu; ao Dr. Keisuke Kitamura, que permitiu o desenvolvimento das análises no Breeding Legume Laboratory, do National Agriculture Research Center, em Tsukuba, Japão; à Dra. Maria C. N. de Oliveira, pelas análises estatísticas; e aos Drs. Antônio R. Panizzi e Norman Neumaier, pela revisão crítica do trabalho.

REFERÊNCIAS

- ADLERCREUTZ, H.; HONJO, H.; HIGASHI, A.; FOTSIS, T.; HAMALAINEN, E.; HASEGAWA, T.; OGAWA, H. Urinary excretion of lignans and isoflavonoid phytoestrogens in Japanese men and women consuming a traditional Japanese diet. *American Journal of Clinical Nutrition*, v.54, p.1093-1100, 1991.

- BISCKOFF, E.M.; LIVINGSTON, A.L.; HENDRICKSON, A.P.; BOOTH, A.N. Relative potencies of several estrogen like compounds found in forages. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.10, p.410, 1962.
- CARAGAY, A.B. Cancer-preventive foods and ingredients. **Food Technology**, v.4, n.4, p.65-68, 1992.
- CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KITAMURA, K. Isoflavone content in Brazilian soybean cultivars. **Breeding Science**, v.45, p.295-300, 1995.
- COWARD, L.; BARNES, N.C.; SETCHELL, K.D.R.; BARNES, S. Genistein, daidzein, and their β -glycoside conjugates: antitumor isoflavones in soybean foods from American and Asian diets. **Journal of Agricultural Chemistry**, v.41, p.1961-1967, 1993.
- ELDRIDGE, A.; KWOLEK, W. Soybean isoflavones: effect of environment and variety on composition. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.31, n.2, p.394-396, 1983.
- FOTSIS, T.; PEPPER, M.; ADLERCREUTZ, H.; FLEISCHMANN, G.; HASE, T.; MONTESANO, R.; SCHWEIGERER, L. Genistein, a dietary-derived inhibitor of *in vitro* angiogenesis. **Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America**, v.90, p.2690-2694, 1993.
- HA, E.Y.W.; MORR, C.V.; SEO, A. Isoflavone aglucones and volatile organic compounds in soybeans: effects of soaking treatments. **Journal of Food Science**, v.57, n.2, p.414-417, 1992.
- HUANG, A.; HSIEH, O.A.L.; CHANG, S.S. Characterization of the non volatile minor constituents responsible for the objectionable taste of defatted soybean flour. **Journal of Food Science**, v.47, p.19-23, 1981.
- KENNEDY, A.R. The evidence for soybean products as cancer preventive agents. **Journal of Nutrition**, v.125, p.733S-743S, 1995.
- KITAMURA, K.; IGITA, K.; KIKUCHI, A.; KUDOU, S.; OKUBO, K. Low isoflavone content in early maturing cultivars, so called summer-type soybeans (*Glycine max* (L) Merrill). **Japanese Journal of Breeding**, v.41, p.651-654, 1991.
- KUDOU, S.; SHIMOYAMADA, M.; IMURA, T.; UCHIDA, T.; OKUBO, K. A new isoflavone glycoside in soybean seeds (*Glycine max* Merrill), Glycitein 7-O- β -D-(6'-O-Acetyl)-Glucopyranoside. **Agricultural and Biological Chemistry**, v.55, n.3, p.859-860, 1991a.
- KUDOU, S.; FLEURY, Y.; WELTI, D.; MAGNOLATO, D.; UCHIDA, T.; KITAMURA, K.; OKUBO, K. Malonyl isoflavone glycosides in soybean seeds (*Glycine max* (L) Merrill). **Agricultural and Biological Chemistry**, v.55, n.9, p.2227-2233, 1991b.
- MACLEOD, G.; AMES, J. Soy flavor and its improvement. **CRC Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.27, n.4, p.219, 1988.
- MATSUURA, M.; OBATA, A.; FUKUSHIMA, D. Objectionable flavor of soymilk developed during the soaking of soybeans and its control. **Journal of Food Science**, v.54, n.3, p.602-605, 1989.
- MESSINA, M.; BARNES, S. The role of soy products in reducing risk of cancer. **Journal of the National Cancer Institute**, v.83, p.541-546, 1991.
- MURPHY, P.A. Phytoestrogen content of processed soybean products. **Food Technology**, v.36, n.1, p.60-64, 1982.
- OHTA, N.; KUWATA, G.; AKAHORI, H.; WATANABE, T. Isoflavonoid constituents of soybeans and isolation of a new acetyl daidzin. **Journal Agricultural Biological Chemistry**, v.43, n.7, p.1415-1419, 1979.
- PETERSON, G.; BARNES, S. Genistein inhibition of growth of human breast cancer cells: independence from estrogen receptors and the mult-drug resistance gene. **Biochemical and Biophysical Research Communications**, v.179, n.1, p.661-667, 1991.
- PETERSON, G.; BARNES, S. Genistein and biochanin A inhibit the growth of human prostate cancer cells but no epidermal growth factor receptor tyrosine autophosphorylation. **The Prostate**, v.22, p.335-345, 1993.
- SNYDER, H.E.; KWON, T.W. **Soybean utilization**. New York: AVI Book, 1987. 346p.
- STEELE, V.E.; PEREIRA, M.A.; SIGMAN, C.C.; KELLOFF, G.J. Cancer chemoprevention agent

- development strategies for genistein. **Journal of Nutrition**, v.125, p.713S-716S, 1995.
- TSUKAMOTO, C.; SHIMADA, S.; IGITA, K.; KUDOU, S.; KOKUBUN, M.; OKUBO, K.; KITAMURA, K. Factors affecting isoflavone content in soybean seeds: changes in isoflavones, saponins, and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. **Journal of Agricultural Food Chemistry**, v.43, n.5, p.1184-1192, 1995.
- WYNDER, E.L.; ROSE, D.P.; COHEN, L.A. Nutrition and prostate cancer: a proposal for dietary intervention. **Nutrition and Cancer** v.22, p.1-10, 1994.
- XU, X.; WANG, H.-J.; MURPHY, P.A.; COOK, L.; HENDRICH, S. Daidzein is more bioavailable soymilk isoflavone than is genistein in adult women. **Journal of Nutrition**, v.124, n.6, p.825-832, 1994.