ARCHIVOS LATINOAMERICANOS DE NUTRICION
Organo Oficial de la Sociedad Latinoamericana de Nutrición

Vol. 47 Nº 4, 1997

Germinação de soja BR-13 e Paraná: Efeito sobre os constituintes minerais

Mara Lucia Luiz Ribeiro[1], *Elza Iouko Ida*[2] *y Maria Cristina Neves de Oliveira*[3]

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Brasil

RESUMO. Este trabalho foi realizado com o objetivo de se avaliar o efeito da germinação sobre os constituintes minerais (cálcio, fósforo, magnésio, potássio, cobre, ferro, manganês e zinco) da soja. Para os ensaios foram utilizados os cultivares de soja - *Glycine max* (L) Merril -BR-13 e Paraná. Estes foram germinados em câmara de germinação a 25 °C e 100% de umidade, de 0 a 72 horas, com coleta de amostras em intervalos de 6 horas entre os períodos. As análises de variância e comparações entre médias indicaram que os teores dos constituintes minerais permaneceram praticamente constantes até 72 horas de germinação.
Palavras chave: Soja, cultivar, germinação, minerais.

SUMMARY. Germination of soybean BR-13 e Paraná: Effect on the minerals constituents. The objective of this work was to evaluate the effect of germination on the minerals constituents (calcium, phosphorus, magnesium, potassium, copper, iron, manganese and zinc) of soybean. For the assays the soybean cultivars -*Glycine max* (L) Merril-BR-13 and Paraná were used. These were germinated in camera of germination at 25 °C and 100% of moisture, from 0 to 72 hours, collecting the samples in intervals of 6 hours. The analysis of variance and comparison among the means indicated that the minerals constituents remained constant up to 72 hours of germination.
Key words: soybean, cultivars, germination, minerals

INTRODUÇÃO

A soja é uma leguminosa que apresenta um grande potencial para a melhora da alimentação humana. O seu consumo tem sido incentivado, principalmente por seu elevado teor protêico, com altos níveis de alguns aminoácidos essenciais, particularmente lisina (1), leucina e isoleucina e importantes propriedades funcionais (2,3). Esta leguminosa também contém quantidades substanciais de vitaminas como tiamina (B_1), riboflavina (B_2) e niacina e é considerada uma rica fonte de minerais, como ferro, cálcio e fósforo (2,3), quando comparada a outras espécies de leguminosas.

Com o desenvolvimento de novas tecnologias, a proteína de soja tem sido indicada para suplementar ou substituir a proteína animal. Entretanto, pode haver limitações neste processo, devido aos constituintes antinutricionais, tais como ácido fítico, inhibidores de tripsina, fitohemaglutininas, etc (4,5). Entre estes constituintes, pode-se destacar o ácido fítico ou inositol hexafosfato, que se constitui na principal forma de armazenagem de fósforo. Este ácido é encontrado facilmente quelato com metais di e trivalentes, tais como cálcio, cobre, zinco, ferro, magnésio, maganês e molibdênio (6,7,8). O ácido fítico pode também interagir com proteínas e vitaminas, sendo desta forma considerado com um dos fatores primários limitantes do valor nutritivo de protéinas de cereais e leguminosas (9). A reduzida disponiblidade mineral das proteínas de soja é de pouca importância quando esta é usada em baixos níveis, como um ingrediente funcional. Entretanto, se esta apresentar uma porção significativa da dieta, como no caso de alimentos infantis ou na incorporação em alimentos destinados à prevenção e tratamento de má nutrição, cuidados deverão ser tomados com relação à processos que maximizem a disponiblidade mineral (10).

Em relação a estes constituintes antinutricionais, vários processos para inativá-los our removê-los têm sido empregados tais como, moagem, hidratação, cozimento, fermentação, extração com solvente e germinação (11,12,13,14,15). Entre estes, o processo de germinação tem sido proposto como uma alterantiva para melhorar as qualidades da soja. Sua utilização apresenta vantagens, tais como elevado rendimento de produção em curto período de tempo, não sendo necessária a utilização de solo ou luz solar (16). Este tem sido desenvolvido em vários países para superar algumas das desvantagens da soja não germinada, tais como «flavour» e odor indesejáveis (14).

Os efeitos benéficos da germinação da soja podem ser observados pelo aumento de seu valor nutritivo, detectados através da elevação no teor de vitamina C (8,7,14,17) e

1. Professora Assistente do Departamento de Bioquímica - Centro de Ciências Exatas, Universidade Estadual de Londrina, Brasil
2. Professora Adjunta do Departamento de Tecnologia de Alimentos e Medicamentos, Centro de Ciências Agrárias, Universidade Estadual de Londrina
3. Pesquisadora MS. Area de Estatística Experimental, EMBRAPA-CNPSo, Londrina-Pr.

riboflavina (17), no conteúdo e na digestibilidade protêica (18,14,17). Suas qualidades nutricionais também podem ser melhoradas pelo aumento da disponibilidade de elementos essenciais como vitaminas e minerais (6,8,7). Esta disponbilidade aumentada ocorre devido à ativação de enzimas durante a germinação dos grãos. Entre estas enzimas, tem-se a fitase, a qual hidrolisa o ácido fítico (19). Consequentemente, durante este processo, observa-se uma reduçao nos teores de ácido fítico, com possível aumento de disponibilidade de minerais, vitaminas e proteínas.

Poucos estudos existem sobre a variação dos principais constituintes minerais da soja durante o processo de germinação, sendo que há controvérsias sobre os resultados obtidos. Em vista do exposto, o objetivo do trabalho foi investigar os efeitos da germinação de soja BR-13 e Paraná sobre os macro e microconstituintes minerais.

MATERIAIS E METODOS

Germinação da soja: Os grãos de soja, *Glycine max* (L) Merril, cultivares Br-13 e Paraná, foram cedidos pela EMBRAPA - CNPSo - (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - Centro Nacional de Pesquisa de Soja), Londrina-Pr-Brasil.

Inicalmente, os grãos dos dois cultivares de soja foram seleccionados para remoção dos danificados ou manchados e de materiais estranhos. Os grãos foram germinados em papel de germinação (37,5 x 28,2 cm) previamente umedecidos com água deionizada, seguindo um padrão de distribuição convencional. Posteriormente, os grãos foram cobertos com uma outra folha de papel de germinação, também umedecida, dobradas e enroladas formando pacotes. A germinação ocorreu em câmara de germinação (DeLeo) mantida a 25 °C, 100% de umidade e períodos alterandos de luminosidade.

Foram estabelecidos doze diferentes tempos de germinação com intervalos de seis horas entre os períodos, até o final de setenta e duas horas. Ao término de cada tempo, as amostras foram imediatamente transferidas para nitrogênio líquido (-210 °C), interrompendo completamente as atividades metabólicas do grão. Os tratamentos foram realizados em quatro repitições. A soja não germinada serviu como parâmetro de controle. As sojas germinadas e previamente congeladas foram liofilizadas, moídas e armazenadas à -20 °C para análises.

As variáveis estudadas foram os macroconstituintes (% de Ca, P, Mg e K) e microconstituintes (ppm de Cu, Fe, Mn e Zn).

Determinação dos constituintes minerais: Após a determinação de umidade das farinhas de soja, por secagem em estufa a 105 °C até peso constante, foram determinados os macro e microconstituintes minerais. Incialmente, amostras de 0,5 gramas foram pesadas em tubos de ensaio, apropriado para bloco digestor, ao qual foram adicionados 7 ml de mistura de ácido nítrico e ácido perclórico, na proporção de 4:1 (v/v). O mesmo foi colocado para digestão, a uma temperatura inicial de 50 °C. Após 30 minutos, esta temperatura foi elevada a 100 °C até o desaparecimento de fumaca âmbar intensa. Outra vez, a temperatura foi aumentada para 170 °C, até o desaparecimento total da fumaça. Foi obtida uma amostra límpida e transparente. Quando a amostra inicial não se apresentou límpida e transparente, foi adicionada uma nova alíquota da mistura dos ácidos. Esta foi então submetida a um maior tempo de digestão, até que fosse obtido 1 ml de amostra límpida e transparente para posteriores diluições.

Para a determinação de microconstituintes (Cu, Zn, Fe, Mn) foram acrescentados à amostra digerida, 29 ml de água deionizada, em uma dilução de 60 vezes (p/v) em relação à massa inicial da amostra. A amostra foi homogeneizada completamente em um agitador de tubos. As leituras foram realizadas em espectrofotómetro de absorção atômica, sendo os resultados finais expressos em partes por milhão (ppm).

Para a determinação dos macroconstituintes (P, K, Ca, Mg) uma nova diluição foi realizada, onde 1 ml da primeira dilução foi transferido para um tubo de ensaio e o volume completado para 40 ml, com água deionizada, em uma diluição de 2.400 vezes. Após homogeneização, foi determinado otteor de fósforo (P) e potássio (K), sendo que para o potássio uma alíquota desta dilução foi tomada para leituura em fotômetro de chama. O fósforo foi quantificado segundo modificações da técnica de Chen et al (20). Foram adicionados em 5 ml de amostra diluída, 10 ml de uma mistura reativa (molibdato de amônio 2% subcarbonato de bismuto 0,2% e 15 ml de ácido sulfúrico concentrado (d=1,89) e 1 ml de ácido ascórbico 1%. Foi efectuada a leitura em espectrofotômetro, a 660 nm. O cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foram determinados em espectrofômetro de absorção, onde foi tomado 1 ml da segunda diluição e completado o volume para 5 ml com solução de óxido de lantânio 0,5%, em uma diluição de 12.000 vezes. Os resultados foram expressos em porcentagem (g/100 g de amostra). Foram realizadas curvas padrões para os minerais analisados.

Delineamento experimental e análise estatística: O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado, com combinações de tratamentos em esquema fatorial (2 cultivares x 13 tempos de germinação) em quatro repetições.

Foram realizados estudos exploratórios para a identificação de dados discrepantes que comprometiam a homogeneidade de variância dos tratamentos em estudo. Posteriormente, foram realizadas as análises de variância e o teste de Duncan foi utilizado para comparações múltiples de médias dos tratamentos, para todos os constituintes minerais, ao nivel de 5% de probabilidade.

RESULTADO E DISCUSSÃO

Macroconstituintes minerais: Os macroconstituintes minerais analisados para os dois cultivares de soja foram cálcio, fósforo, magnésio e potássio.

As análises de variâncias indicaram que houve diferenças significativas nos teores percentuais de cálcio, fósforo, magnésio e potássio como relação à cultivares, horas de germinação e interação cultivar x horas de germinação. Entretanto, os resultados (Tabelas 1, 2, 3 e 4 respectivamente) obtidos para estas análises são próximos, acarretando a formação de subgrupos (letras minúsculas nas colunas das respectivas tabelas), o que leva a resultados praticamente constantes entre os diferentes tempos de germinação. Os coeficientes de variação para as determinações de teores de cálcio, fósforo, magnésio e potássio foram de 8, 12; 1,91; 3,91 e 2,89%, respectivamente.

TABELA 1
Médias da variável teor de cálcio (g/100 g) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (g/100g)		Cultivar Paraná (g/100g)	
	1)			
0	0,180 ab	A	0,150 c	B
6	0,165 bc	A	0,175 abc	A
12	0,158 c	A	0,185 a	A
18	0,180 ab	A	0,165 abc	B
24	0,178 abc	A	0,160 abc	A
30	0,190 a	A	0,170 abc	B
36	0,160 bc	A	0,155 bc	A
42	0,165 bc	A	0,160 abc	A
48	0,165 bc	A	0,160 abc	A
54	0,190 a	A	0,160 abc	B
60	0,190 a	A	0,173 abc	A
66	0,195 a	A	0,173 abc	A
72	0,190 a	A	0,178 ab	A

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 2
Médias da variável teor de fósforo total (g/100 g) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (g/100g)		Cultivar Paraná (g/100g)	
	1)			
0	0,588 f	B	0,690 bc	A
6	0,613 de	B	0,695 abc	A
12	0,628 bcd	B	0,708 ab	A
18	0,618 cde*	B	0,707 ab	A
24	0,618 cde	B	0,683 cd	A
30	0,620 cde	B	0,715 a	A
36	0,610 e	B	0,713 ab	A
42	0,608 e*	B	0,697 abc	A
48	0,635 abc*	A	0,663 de	A
54	0,645 a	B	0,708 ab	A
60	0,635 abc	B	0,698 abc	A
66	0,635 abc	B	0,698 abc	A
72	0,638 ab	B	0,660 e	A

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.
*: Resultados obtidos através da média de três repetições.

TABELA 3
Médias da variável teor de magnésio (g/100 g) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (g/100g)		Cultivar Paraná (g/100g)	
	1)			
0	0,183 ab	B	0,200 abcd	A
6	0,170 c	B	0,203 abc	A
12	0,173 bc	B	0,188 de	A
18	0,190 a	A	0,188 de	A
24	0,190 a	A	0,188 de	A
30	0,168 c	B	0,195 bcde	A
36	0,175 bc	B	0,193 cde	A
42	0,187 a*	A	0,195 bcde	A
48	0,173 bc*	B	0,210 a	A
54	0,173 bc*	B	0,203 abc	A
60	0,168 c	B	0,185 e	A
66	0,170 c	B	0,198 abcde	A
72	0,170 c*	B	0,207 ab	A

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.
Resultados obtidos através da média de três repetições.

TABELA 4
Médias da variável teor de potássio (g/100 g) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (g/100g)		Paraná (g/100g)	
	1)			
0	1,98 c	B	2,29 bcd	A
6	2,10 b*	B	2,26 cd	A
12	2,10 b	B	2,27 cd	A
18	2,13 ab	B	2,33 bcd	A
24	2,18 ab	A	2,24 d	A
30	2,19 ab	B	2,35 abc	A
36	2,16 ab	B	2,33 bcd	A
42	2,09 b*	A	2,29 bcd	A
48	2,20 ab	B	2,36 abc	A
54	2,20 ab	B	2,39 ab	A
60	2,22 a	B	2,35 abc	A
66	2,19 ab	B	2,45 a	A
72	2,24 a	A	2,09 e	B

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.
*: Resultados obtidos através da média de três repetições.

As médias da interação cultivar x horas de germinação para a variável teor de cálcio encontram-se na Tabela 1. No cultivar de soja BR-13 observa-se que os teores de cálcio permaneceram praticamente constantes. No tempo zero este cultivar apresentou 0,180% de cálcio e ao término de 72 horas, 0,190% que não diferiu estatisticamente do tempo zero. O cultivar de soja Paraná apresentou teores de cálcio semelhante ao BR-13. No tempo zero horas este cultivar apresentou 0,150% ce cálcio e diferiu estatisticamente de 12 e 72 horas de germinação. Ao término de 72 horas o teor de cálcio para o cultivar Paraná foi de 0,178% que diferiu estatiscamentte de zero horas. Os cultivares de soja BR-13 e Paraná apresentaram diferenças significativas entre si nos tempos de 0, 18, 30 e 54 horas, sendo que nestes tempos o cultivar BR-13 apresentou teores de cálcio superiores ao Paraná. Os cultivares BR-13 e Paraná apresentaram teores mais elevados de cálcio em 66 (0,195%) e 12 (0,185%) horas de germinação, respectivamente.

Resultados diferentes e contraditórios foram observados na literatura em relação à variação dos teores de cálcio durante a germinação. Lee & Karunanithy (21) analisaram os teores de cálcio em duas espécies de soja (*G. max e G. hispida*) e encontraram um aumento de 17,8 e 2,7%, respectivamente, após 72 horas de germinação Khader (22) obteve um aumento de 38,9% nos teores cálcio em um cultivar de soja germinado por 72 horas. Bau citado por Bau et al (1) obteve aumentos de 11,04% nos teores de cálcio, em cinco dias de germinação. Este aumento foi atribuidos à àgua de torneira utilizada para a hidratação dos grãos durante a germinação. Entretanto Danisová et al (17) encontraram reduções de 7 a 24% nos teores de cálcio em 48 e 96 horas de germinação, respectivamente, para um cultivar de soja. Esta diminuição foi atribuida à lixivia dos minerais na água de hidratação.

As médias da interação cultivar x horas de germinação para a variável teor de fósforo encontram-se na Tabela 2. Tendo em vista a formação de vários subgrupos, os resultados entre os diferentes tempos de germinação para os dois cultivares de soja BR-13 e Paraná permaneceram praticamente constantes. Considerando cada tempo de germinação, observa-se que o cultivar Paraná apresentou teores mais elevados de fósforo em relação ao BR-13 e foram estatisticamente distintos, exeto para 48 horas. Os maiores valores de fósforo foram observados em 30 horas para o cultivar Paraná (0,715%) e às 54 horas no cultivar BR-13 (0,645%). Contradições também são encontradas nos resultados do teor de fósforo em soja germinada por 72 horas. Khader (22) e Bau & Debry (7) encontraram um decréscimo de 14,9 e 6%, respectivamente, no teor de fósforo. Porém, Ahn & Yang (23) observaram para o mesmo tempo, um aumento de 7,2% no teor desta variável. Na Tabela 3 observa-se as médias para a variável teor de magnésio como relação à interação cultivar x horas de germinação.O cultivar Paraná mostrou resultados mais elevados no teor de magnésio, em relação ao BR-13. O cultivar Paraná diferiu significativamente do BR-13, exceto para os tempos de germinação 18, 24 e 42 horas. Os teores mais elevados de magnésio (0,210 e 0,190%) foram observados no tempo de 48 horas de germinação para o cultivar Paraná e 18 horas para o BR-13. Lee & Karunanithy (21) estudaram duas espécies de soja (*G. max e G. hispida*) germinadas e em 72 horas observam uma redução de 9,5 e 29,9% respectivamente, nos teores de magnésio.

As médias da variável teor de potássio com relação à interação cultivar x horas de germinação encontram-se na Tabela 4. Para os cultivares de soja BR-13 e Paraná observa-se teores de potássio praticamente constantes no decorrer da germinação, sendo que para o cultivar Paraná os teores de potássio foram mais elevados em relação ao BR-13. Estes teores, nos cultivares, apresentaram diferenças signficativas exceto para os tempos de 24 e 42 horas. Os teores más elevados de potássio (2,24 e 2,45%) foram observados em 72 e 66 horas de germinação para os respectivos cultivares BR-13 e Paraná. Entretanto, Lee & Karunanithy (21) encontraram reduçoes de 42,8 e 48% no teor de potássio em duas espécies de soja (*G. max e G. hispida*) germinadas por 72 horas.

Microconstituintes minerais: Os teores dos microconstituintes minerais cobre, ferro, manganês e zinco, em doze tempos de germinação, foram analisados para os dois cultivares de soja e submetidos a análise de variância.

As análises de varâncias dos resultados obtidos para os teores de cobre, ferro, manganês e zinco indicaram diferenças significativas como relação à cultivares, horas de germinação e interação cultivar x horas de germinação. Entretanto, os resultados obtidos (Tabelas 5, 6, 7 e 8, respectivamente) para estas análises são muitos próximos, ocorrendo a formação de subgrupos, acarretando resultados praticamente constantes entre os diferentes tempos de germinação. Os coeficientes de variação para as determinações de teores, em ppm, de cobre, ferro, manganês e zinco foram de 7,22; 4,55; 5,35 e 4,4%, respectivamente.

Na Tabela 5 pode-se observar as médias para os teores de cobre em relação cultivar x horas de germinação.

TABELA 5
Médias da variável teor de cobre (ppm) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (ppm)		Cultivar Paraná (ppm)	
	1)			
0	14,50 ab	A	12,50 ab	B
6	14,75 ab	A	13,00 ab	A
12	15,50 a	A	13,00 ab	B
18	15,00 ab	A	13,25 ab	B
24	11,50 c	A	12,00 b	A
30	13,50 b	A	12,25 b	A
36	14,75 ab	A	13,25 a b	B
42	14,75 ab	A	12,50 ab	B
48	15,00 ab	A	12,00 b	B
54	13,50 b	A	13,75 a	A
60	15,00 ab	A	12,25 b	B
66	13,75 ab	A	12,50 ab	A
72	13,75 ab	A	12,00 b	B

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

O cultivar BR-13 apresentou teores de cobre mais elevados e significativamente distintos do cultivar Paraná, com exceção dos tempos 6,24,30,54 e 66 horas de germinação. Os teores de cobre mais elevados (15,50 e 13,75 ppm) foram observados em 12 horas para o cultivar BR-13 e em 54 horas para o Paraná, respectivamente.

Na Tabela 6 observa-se as médias para a variável teor de ferro com relação à interação cultivar x horas de germinação.

TABELA 6
Médias da variável teor de ferro (ppm) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (ppm)		Cultivar Paraná (ppm)	
	1)			
0	123,25 ab	A	86,50 a	B
6	122,50 ab	A	88,50 a	B
12	118,75 bcd	A	73,75 bc	B
18	102,25 e	A	77,75 bc	B
24	120,50 ab	A	78,50 b	B
30	111,75 cd	A	72,00 c	B
36	124,00 ab	A	77,25 bc	B
42	117,00 bcd	A	72,75 bc	B
48	117,75 bcd	A	62,59 d	B
54	128,00 a	A	77,75 bc	B
60	111,00 d	A	72,75 bc	B
66	116,00 bcd	A	77,00 bc	B
72	119,50 bcc	A	77,25 bc	B

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando dentro de cada tempo, o cultivar BR-13 foi estatisticamente diferente do Paraná. O cultivar BR-13 apresentou o maior teor de ferro (128 ppm) em 54 horas e o Paraná (88,5 ppm) em 6 horas de germinação. Entretanto, Lee & Karunanithy (21) observaram reduções no teor de ferro de 9,5 e 29,9%, quando analisaram duas espécies de soja (G. *max e G. hispida)* germinadas por 72 horas. Danisová et al (17) encontraram reduções nos teores de ferro de 30 e 60% em 48 e 96 horas de germinação para um cultivar de soja.

Na Tabela 7 observa-se as médias da variável teor de manganês com relação à interação cultivares x horas de germinação.

O cultivar Paraná apresentou teores médios de manganês mais elevados quando comparado ao BR-13. O Paraná diferiu significativamente de BR-13, exceto nos tempos de germinação 6, 12, 24, 36, 42, 48, 54 e 60 horas. Os teores mais elevados de manganês (28,0 e 29,25 ppm) foram observados no tempo de 60 horas para os cultivares BR-13 e Paraná, respectivamente.

As médias para a variável teor de zinco com relação à interação cultivar x horas de germinação podem ser encontradas na Tabela 8.

TABELA 7
Médias da variável teor de manganês (ppm) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (ppm)	1)	Paraná (ppm)	
0	24,75 b	B	28,75 ab	A
6	26,50 ab	A	28,25 ab	A
12	25,75 ab	A	27,25 ab	A
18	27,67 a*	A	21,50 d	B
24	24,67 b*	A	21,50 d	A
30	20,00 c*	B	24,00 c	A
36	26,00 ab*	A	24,00 c	A
42	25,00 b*	A	26,67 b	A
48	27,50 a*	A	26,67 b	A
54	26,33 ab*	A	27,33 ab*	A
60	28,00 a	A	29,25 a	A
66	26,50 ab	A	22,25 cd	B
72	28,00 a	A	20,75 d	B

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.
*: Resultados obtidos através da média de três repetições.

TABELA 8
Médias da variável teor de zinco (ppm) com relação à interação de cultivar x horas de germinação.

Horas de germinação	Cultivar BR-13 (ppm)	1)	Paraná (ppm)	
0	26,25 abcd	B	36,25 cde	A
6	26,75 abc	B	38,00 abcd	A
12	26,00 bcd	B	39,00 ab	A
18	25,25 cd	B	40,00 a	A
24	27,00 abc	B	37,50 bcde	A
30	24,50 d	B	40,00 a	A
36	26,75 abc	B	40,25 a	A
42	26,75 abc	B	35,25 e	A
48	28,25 a	B	37,50 bcde	A
54	27,25 abc	B	36,50 cde	A
60	27,75 ab	B	35,75 de	A
66	26,00 bcd	B	36,50 cde	A
72	25,75 bcd	B	38,25 abc	A

1). Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem significativamente entre si pelo teste de Duncan, ao nível de 5% de probabilidade.

Considerando dentro de cada tempo de germinação, o cultivar Paraná apresentou resultados mais elevados, sendo estatiscamente diferente do BR-13 em todos tempos de germinação. Para os cultivares Paraná e BR-13 os teores mais elevados de zinco (40,25 e 28,25 ppm) foram observados em 36 e 48 horas de germinação, respectivamente.

CONCLUSÕES

A partir das análises de variância e comparações entre médias dos macro e microconstituintes minerais para os cultivares de soja BR-13 e Paraná, durante o processo de germinação, pode-se concluir que os teores destes constituintes minerais permaneceram praticamente constantes durante 72 horas de germinação. Os dados obtidos para teores de minerais neste trabalho, são muito próximos, portanto, qualquer oscilação indica uma diferença significativa entre os tempos, pelo teste de Duncan. Apesar da variação dos minerais em termos nutricionais não ser expressiva, estatisticamente, foram observadas algumas respostas significativas, provavelmente devido a erros amostrais do processo analítico.

O processo de germinação estudado neste trabalho foi realizado em laboratório, não sendo utilizado o solo para o mesmo. Conseqüentemente, em relação ao teor de minerais, não acorreram trocas destes entre o grão e o solo, como ocorre normalmente, o que acarretou poucas alterações em seus teores. Um outro fator que contribuiu para a manutenção dos teores de minerais foi a ausência de hidratação prévia dos grãos, o que provocaria a lixivia destes minerais (24). Os resultados contraditórios observados na literatura, podem ser atribuídos aos diferentes procedimentos adotados durante a germinação, sendo que não há uma padronização a ser seguida em todos os experimentos realizados.

Apesar da manutenção dos teores de minerais, obtidos neste trabalho, durante o germinação, pode-se destacar a importância deste processo na nutrição humana. Durante a germinação, ocorre a ativação de várias enzimas, entre elas as fitases, as quais hidrolisam o ácido fítico. Uma vez que este se encontra quelado com minerais, esta hidrólise aumentará a disponibilidade destes para um melhor aproveitamento na alimentação humana.

AGRADECIMIENTOS

As autoras agradecem à Coordenadoria de Pós-Graduação (CPG) da Universidade Estadual de Londrina e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo financiamento recebido e Ribeiro, M.L.L. agradece à Coordenadoria de Aperfeiçoamento do Pessoal de Nível Superior (CAPES) por concessão de bolsa de estudos.

REFERÊNCIAS

1. Bau HM, Villaume C, Nicolas JP, Méjean L. Effect of germination on chemical composition, biochemical constituents and antinutrittional factors of soya bean (*Glycine max*) seeds. J Sci Food Agric Essex v.73, 1997; p1-9.
2. Smith AK, Cicrcle JJ. Soybean: chemistry and technology. Westport: AVI. v.1. 1978.
3. Visser A, Thomas A. Review: soya protein products-their processing, functionality and application aspects. Food Rev Int, New York v.3, n 1/2, 1987.
4. Lam-Sanchez A. Production and nutritive value of soy-bean. Arch Latinoamer Nutr v.28, 1978; p155-168.
5. Osborn TW. Elemental composition of soybean meal and interlaboratory performance. J Agric Food Chem, Washington, v.25, n.2, 1977; p229-232.
6. Rackis JJ. Biological and phisiological factors in soybeans. J Am Oil Chem Soc. Champaign v.51, 1974; p.161A-174A.
7. Bau HM, Debry G. Germinated soybean protein products chemical and nutritional evaluation. J Am Oil Chem Soc. Champaing v.56, n.3, 1979; p.160-162.
8. Finney PL. Potential for the use of germinated wheat and soybeans to enhance human nutrition. Adv. Exp. Med Bio, New York, v.105, 1978; p.681-701.
9. Chang R. Phytate: removal from whole dry beans by enzimatic hidrolysis and diffusion. J Food Sci. Chicago, v.42, n.4, 1977; p.1098-1101.
10. Prattley CA, Stanley DW, Vande Voort FR. Protein-phytate interactions in soybeans. II Mechanism of protein-phytate binding as affected by calcium. J Food Biochem. Trumbull, v.6, 1982; p255-271.
11. Rackis JJ, Sessa DJ, Hong DH. Flavor problems of vegetable food proteins. J. Am Oil Chem Soc. Champaign, v.56, n.3, 1979; p262-271.
12. Bressani R. Effect of chemical changes during storage and processing on the nutritonal quality of common beans. Food Nutr Bull. Tokyo, v.5, n.1, 1983; p23-34.
13. Abdullah A, Baldwin RE, Minor H. Germination effects on flatus-causing factors and antinutrients of mung beans and two strains os small-seeds soybeans. J Food Prot. Ames, v.47, n.6, 1984; p441-444.
14. Mostafa MM. Rahma EH. Chemical and nutritional changes in soybean during germination. Food Chem, Essex, v.23, 1987; p.257-275.
15. Beléia A, Ida El, Lethi TT. Distribuição de fósforo e ácido fítico durante o processamento de extrato hidrossolúvel de soja. Arq. Biol. Tecnol. Curitiba, v.33, n.4, 1990; p623-629.
16. Chen LH, Wells CE. Fordham JR. Germinated seeds for human consumption. J Food Sci, Chicago, v.40, 1975; p.1290-1294.
17. Danisová C, Holotnákova E, Hozová B, Buchtová V. Effect of germination on a range of nutrients of selected grains adn legumes. Acta Alimentaria. Budapeste, v.23, n.3, 1994; p287-298.
18. Jiménez MJM, Elías LG, Bressani R et al. Estudios bioquímicos y w nutricionales de la semilla germinada de soya. Arch Latinoamer Nutr. v.35, n.3, 1985; p481-490.
19. Labouriau LG. A germinação das sementes. Washington: Secretaria Geral da Organização dos Estados Americanos, 1983.
20. Chen PS, Toribara TTY, Warner H. Microdetermination of phosphorus. Anal Chem. Washington, v.28, n.11, 1956; p.1756-1758.
21. Lee CK, Karunanithy R. Effects of germination on the chemical composition of *Glycine* and *Phaseoulus* beans. J Sci Food Agric. Essex, v.51, 1990; p437-445.
22. Khader V. Nutritional studies on fermented, germinated and baked soya bean (*Glycine max*) preparations. J Plant Foods. London v.5, 1983; p31-37.
23. Ahn B, Yang CB. Effects of soaking, germination, incubation and autoclaving on phytic in seeds. Korean J. Food Sci Technol. (S.I.) v.17, n.4, 1985; p516-521.
24. Girl J, Parvatham R, Santhini K. Effect of germination on the levels of pectins, phytins and minerals in three selected legumes. Ind J Nutr Diet. Coimbatore, v.18, 1981; p87-91.

Recibido: 09-07-1996
Aceptaado: 14-08-1997