

MAURO CEZAR BARBOSA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE
DE SEMENTES DE SOJA NO NOROESTE DO PARANÁ**

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2012**

MAURO CEZAR BARBOSA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE
DE SEMENTES DE SOJA NO NOROESTE DO PARANÁ**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal, para obtenção do Título de Doutor.

**MARINGÁ
PARANÁ – BRASIL
MARÇO – 2012**

MAURO CEZAR BARBOSA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO, COMPOSIÇÃO QUÍMICA E QUALIDADE
DE SEMENTES DE SOJA NO NOROESTE DO PARANÁ**

Tese apresentada à Universidade Estadual de Maringá, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação em Agronomia, área de concentração: Produção Vegetal, para obtenção do Título de Doutor.

APROVADA em: 02/03/2012.

Prof. Dr. Claudemir Zucareli

Prof. Dr^a. Carolina Maria Gaspar Oliveira

Prof. Dr^a. Adriana Gonela

Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim

Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini
(Orientador)

A Deus todo poderoso
Aos meus pais
Aos meus irmãos
Aos meus amigos
Aos meus professores

Dedico

AGRADECIMENTOS

Ao maravilhoso Deus, por ter me concedido saúde, força e sabedoria para realizar este trabalho.

Aos meus pais, Luzia e José, pelo amor e apoio incondicional.

Aos meus irmãos Marcos, Marcelo e Mario, pelo incentivo e carinho.

Aos meus tios, tias, primos, cunhadas e sobrinhos por todo apoio.

Ao Prof. Dr. Alessandro de Lucca e Braccini, orientador deste trabalho, pelos ensinamentos, trabalhos, apoio e amizade, além de tudo que contribuiu e pelo exemplo de dedicação à pesquisa, profissionalismo e competência na orientação.

Ao meu co-orientador, Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim, pelas sugestões, comprometimento e apoio sempre que solicitado.

Aos Professores participantes da Banca, pelo comprometimento, participação, opinião e honrosa contribuição.

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Maringá (UEM), pela oportunidade de realização do curso.

Aos funcionários do NUPAGRI, FEI e PGA, pela colaboração.

Ao CNPQ e a CAPES, pela concessão de bolsa de estudo.

Ao Pesquisador da Embrapa Soja Msc. José Marcos Gontijo Mandarino e ao Téc. Rodrigo Santos Leite, pelo apoio e colaboração na determinação de isoflavonas na Embrapa Soja em Londrina.

As Professoras Cristina e Rosane, e às técnicas Maria “pingo” e Balbina, do laboratório de bioquímica do departamento de Biologia da UEM, pelo apoio e compreensão.

A todos os professores do Programa de Pós-graduação em Agronomia, pelo seu conhecimento compartilhado comigo.

Aos Alunos e funcionários do Campus Regional de Umuarama da Universidade Estadual de Maringá (UEM);

Aos amigos Pedro Roberto Bravo e Carlos Eduardo Barão, mais que amigos e irmãos em todas as horas.

Aos amigos e parceiros(as) de pesquisa, que me auxiliaram nessa caminhada: Carlos, Pedro, Fernanda, Leandro “Ermão”, Érica, Fernando, Gleberon, Thiago, Paulo, Alfredo, Marcos, Ana Carolina, Odair, Marcelo Moraes, Priscila, Reinaldo, Fabricio, Sabrina, Wertz, Melissa, Milton, Renata, Isaac, Alex, Andréia, Fabíola, Bernadete e tantos outros que de alguma forma contribuíram na realização desse trabalho ou simplesmente pelo convívio.

A todos vocês, meu reconhecimento!

BIOGRAFIA

MAURO CEZAR BARBOSA, filho de José Barbosa Filho e Luzia Aparecida Auxiliadora de Assis, nasceu no dia 05 de Agosto de 1981, em Maringá, Paraná.

Cursou o ensino fundamental em escola estadual, concluindo ensino médio, no curso de Educação Geral, no ano de 1998, no Colégio Estadual João XXIII, no município de Maringá. Ingressou no ensino superior no ano de 1999.

Cursou bacharelado em Agronomia, em período integral, pela Universidade Estadual de Maringá, graduando-se em Engenharia Agrônômica no ano letivo de 2003. Estagiou em diversos locais dentro e fora da Universidade. Participou de inúmeros cursos, projetos e eventos. Foi também bolsista de PIBIC/CNPq-UEM.

No ano de 2006 concluiu a especialização em “Economia e Gestão do agronegócio”, pelo departamento de economia da Universidade Estadual de Maringá.

No ano de 2009 concluiu o curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração em Produção Vegetal, no Programa de Pós-graduação em Agronomia (PGA), na Universidade Estadual de Maringá e no mesmo ano iniciou o curso de doutorado na mesma instituição.

Nos anos de 2010 e de 2011 atuou como professor colaborador no curso de Agronomia do Departamento de Ciências Agrônômicas, campus de Umuarama – PR, da Universidade Estadual de Maringá.

Atualmente, dedica-se à conclusão do doutorado e de duas Especializações, uma na área de Educação: Métodos e Técnicas e a outra em Gestão Ambiental, ambas pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná UTFPR.

***“Deus dá a todos uma estrela,
uns fazem dela um Sol,
outros nem se quer
conseguem vê-la”***

Helena Kolody, poetisa Paranaense.

“Omnia possum in eo qui me confortat”

Filipenses 4:13, Bíblia Sagrada em latim.

***“Religião e ciências da natureza envolvem,
em seu exercício, a afirmação de Deus.
Na religião Deus está no começo e para as
ciências da vida está no termo do
raciocínio.”***

Max Planck, físico alemão.

***“Confia no Senhor e faze o bem;
Habita na terra e alimenta-te da verdade
Agrada-te do Senhor, e
Ele satisfará aos desejos do
teu coração”***

Salmos 37: 3-4, Bíblia Sagrada.

ÍNDICE

LISTA DE TABELAS	ix
LISTA DE FIGURAS	xiii
RESUMO	xv
ABSTRACT	xvii
1 INTRODUÇÃO	1
2 REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Importância da cultura da soja no Brasil e no Mundo.....	3
2.2 Ecofisiologia e Fenologia da cultura da soja.....	5
2.3 Desempenho agrônômico.....	8
2.4 Época de Colheita	10
2.5 Qualidade de Sementes	13
2.6 Composição química da soja e Isoflavonas.....	16
3 REFERÊNCIAS.....	27
CAPÍTULO 1	42
DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA EM DUAS ÉPOCAS DE COLHEITA E DOIS AMBIENTES DE CULTIVO NO ESTADO DO PARANÁ	42
1 INTRODUÇÃO	44
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	47
2.1 Instalação e condução do experimento	47
2.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	53
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	54
4 CONCLUSÕES	67
5 REFERÊNCIAS.....	68
CAPÍTULO 2	73
TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA EM DOIS AMBIENTES NO ESTADO DO PARANÁ	73
1 INTRODUÇÃO	75
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	78
2.1 Instalação e condução do experimento	78
2.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	84
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	86
5 CONCLUSÕES	93
6 REFERÊNCIAS.....	94
CAPÍTULO 3	100
TEOR DE ISOFLAVONAS, QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA APÓS RETARDAMENTO DA COLHEITA EM DOIS AMBIENTES NO PARANÁ	100
1 INTRODUÇÃO	102
2 MATERIAL E MÉTODOS.....	105
2.1 Instalação e condução do experimento	105
2.2 Delineamento experimental e análise estatística.....	113
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	115
5 CONCLUSÕES	147
6 REFERÊNCIAS.....	148

APÊNDICE.....	156
APENDICE A.....	157

LISTA DE TABELAS

REVISÃO LITERATURA

Tabela 1	Ingredientes funcionais presentes na soja.....	21
----------	--	----

CAPÍTULO 1

Tabela 1	Análise de química do solo (0 – 0,20) em Maringá e Umuarama - PR, antes da implantação da cultura.....	47
Tabela 2A	Identificação e características das cultivares de soja estudadas.	157
Tabela 3A	Identificação e características das cultivares de soja estudadas.	158
Tabela 4	Resumo da análise de variância conjunta, referente às variáveis respostas: altura de planta (ALTP), altura de inserção da primeira vagem (ALTI), número de vagens (NVAG), massa de cem sementes (MASSA) e rendimento (REND), de cultivares de soja, em duas épocas de colheita, em dois locais, e em dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010).....	55
Tabela 5	Altura de plantas, inserção de primeira vagem e número de vagens por planta de cultivares de soja em dois anos agrícolas nos municípios de Maringá e Umuarama.....	56
Tabela 6	Altura de plantas, inserção de primeira vagem e número de vagens por planta de cultivares de soja nos municípios de Maringá e Umuarama em dois anos agrícolas.....	56
Tabela 7	Massa de cem grãos (g) de cultivares de soja, em dois anos agrícolas nos municípios de Maringá e Umuarama.....	58
Tabela 8	Massa de cem grãos (g) de cultivares de soja nos municípios de Maringá e Umuarama em dois anos agrícola.....	59
Tabela 9	Rendimento de grãos (kg ha^{-1}) de cultivares de soja em duas épocas de colheita nos municípios de Maringá e Umuarama – PR em dois anos agrícolas.....	61
Tabela 10	Rendimento de grãos (kg ha^{-1}) de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama – PR, em dois anos agrícolas e duas	

	épocas de colheita.....	62
Tabela 11	Rendimento de grãos (kg ha ⁻¹) de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita, em Maringá e Umuarama – PR.....	64

CAPÍTULO 2

Tabela 1	Resultados da análise de química do solo em Maringá e Umuarama - PR, antes da implantação da cultura.....	78
Tabela 4	Resumo da análise de variância conjunta, referente às variáveis teores de óleo e proteína, de cultivares de soja, em duas épocas de colheita, em dois locais, e em dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010).....	86
Tabela 5	Teor de óleo (%) de cultivares de soja em Maringá e Umuarama, em duas épocas de colheita.....	87
Tabela 6	Teor de óleo (%) de cultivares de soja em duas épocas de colheita em Maringá e Umuarama.....	88
Tabela 7	Teor de proteína (%) de cultivares de soja em Maringá e Umuarama.....	90

CAPÍTULO 3

Tabela 1	Resultados da análise de química do solo em Maringá e Umuarama - PR, antes da implantação da cultura.....	105
Tabela 4	Resumo da análise de variância conjunta, referente às variáveis respostas: primeira contagem da germinação (PC), germinação total (GT), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (TCOND), sanidade total (SANID), e isoflavonas totais (ISO), de cultivares de soja em duas épocas de colheita, em Maringá e Umuarama e dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010).....	116
Tabela 5	Plântulas normais (%) na primeira contagem do teste de germinação de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama em dois anos agrícola.....	117
Tabela 6	Plântulas normais (%) na primeira contagem do teste de germinação de cultivares de soja em Maringá e Umuarama em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.....	118

Tabela 7	Plântulas normais (%) na primeira contagem do teste de germinação de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita em Maringá e Umuarama – PR.....	119
Tabela 8	Germinação (%) de sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.....	122
Tabela 9	Germinação (%) de sementes de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.....	123
Tabela 10	Germinação (%) de sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas, em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama–PR.....	124
Tabela 11	Plântulas normais (%) no teste de envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.....	127
Tabela 12	Plântulas normais (%) no teste de envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e em duas épocas de colheita.....	128
Tabela 13	Plântulas normais (%) no teste de envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.....	129
Tabela 14	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.....	131
Tabela 15	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.....	132
Tabela 16	Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas, em duas épocas de colheita, cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.....	133
Tabela 17	Incidência de patógenos (%) avaliada pelo teste de sanidade das sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.....	136
	..	

Tabela 18	Incidência de patógenos (%) avaliada pelo teste de sanidade das sementes de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.....	137
Tabela 19	Incidência de patógenos (%) avaliada pelo teste de sanidade das sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita, cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.....	139
Tabela 20	Concentração total de isoflavonas (mg 100 g ⁻¹) de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.....	142
Tabela 21	Concentração total de isoflavonas (mg 100 g ⁻¹) de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.....	143
Tabela 22	Concentração total de isoflavonas (mg 100 g ⁻¹) de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita, cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.....	144

LISTA DE FIGURAS

REVISÃO LITERATURA

Figura 1	Estrutura química das principais classes de flavonóides distribuídas na natureza.....	19
Figura 2	Estrutura química dos tipos de isoflavonas da soja.....	22

CAPÍTULO 1

Figura 1	Dados diários de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Umuarama nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	48
Figura 2	Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Umuarama, Estado do Paraná.....	49
Figura 3	Dados climáticos diários de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Maringá nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	50
Figura 4	Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Maringá, Estado do Paraná.....	51

CAPÍTULO 2

Figura 1	Dados diários de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Umuarama nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	79
Figura 2	Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Umuarama, Estado do Paraná.....	80

Figura 3	Dados diários de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Maringá nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	81
Figura 4	Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Maringá, Estado do Paraná.....	82

CAPÍTULO 3

Figura 1	Dados diários de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Umuarama nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	106
Figura 2	Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Umuarama, Estado do Paraná.....	107
Figura 3	Dados diários de temperaturas máxima e mínima, precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Maringá nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	108
Figura 4	Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Maringá, Estado do Paraná.....	109
Figura 5A	Dados climáticos nos meses de março e abril em Umuarama nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	159
Figura 6A	Dados climáticos nos meses de março e abril em Maringá nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.....	160
Figura 7A	Espectro cromatográfico das isoflavonas e respectivos tempos de retenção.....	161
Figura 8A	Cromatograma da extração e quantificação de isoflavonas da cultivar BRS 257 na época R8, no primeiro ano em Maringá. (1- Daidzina, 2 - Glicitina, 3 - Genistina, 4 - Malonil Daidzina, 5 - Malonil Glicitina, 6 - Malonil Genistina, 7 - Daidzeína, 8 - Gliciteína, 9 – Genisteína).....	162

RESUMO

BARBOSA, Mauro Cezar, D.S., Universidade Estadual de Maringá, Março de 2012. **Desempenho agrônômico, composição química e qualidade de sementes de soja no noroeste do Paraná.** Orientador: Professor Dr. Alessandro de Lucca e Braccini, Co-orientador: Professor Dr. Carlos Alberto Scapim.

A soja constitui um dos produtos de maior importância na economia brasileira, sendo a principal fonte de proteína e óleo vegetal de alta qualidade. Além de ser considerado um alimento completo, é categorizada como um alimento funcional pelas propriedades de seus compostos bioativos, entre eles as isoflavonas. A atividade antioxidante das isoflavonas pode ser considerada um mecanismo de garantia da qualidade das sementes, pela perda da ação de radicais livres na membrana celular, em virtude da teoria de deterioração. Os objetivos deste trabalho foram: avaliar o desempenho agrônômico e os componentes de produção de cultivares de soja produzida em dois locais de semeadura e em duas épocas de colheita; os teores de óleo e proteína das sementes de cultivares submetidas ao retardamento de colheita em dois locais; e os teores de isoflavonas, a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cultivares de soja na maturação e quinze dias após o ponto de colheita em dois locais de semeadura. Foram instalados experimentos na primeira quinzena de novembro em Maringá e Umuarama no noroeste do Estado do Paraná, em duas épocas de colheita (R8 e R8+15 dias) e dois anos agrícolas (2009/2010 e 2010/2011). As cultivares avaliadas foram Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232; sob o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As características agrônômicas determinadas foram: altura das plantas, altura de inserção das primeiras vagens, número de vagens por planta, produtividade de grãos e massa de cem grãos. Os teores de óleo e proteína, a qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado e, a qualidade sanitária por meio do método do papel-filtro ou “blotter test”. Foram também

determinados os teores de isoflavonas totais. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância conjunta e realizados os desdobramentos das interações. Com base nos resultados pudemos inferir que: O rendimento de grãos foi superior na primeira época de colheita, destacando-se as cultivares BRS 232, BRS 255 RR e BRS 282. A altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta, massa de grãos e rendimento são influenciados negativamente pelo efeito do ano para os locais avaliados. As cultivares semeadas em Maringá apresentaram superioridade em relação às características agronômicas e aos componentes de produção em comparação a Umuarama. O cultivo de soja, na região de Maringá, proporciona maior teor de óleo nos grãos em relação ao cultivo na região de Umuarama. A produção de soja, na região de Umuarama, proporciona maior teor de proteína nos grãos em relação à produção na região de Maringá. O teor de óleo e proteína não se alterou com 15 dias de retardamento da colheita. A qualidade fisiológica, sanitária e concentração de isoflavonas das sementes é intensamente influenciada pela interação entre as cultivares, local, época de colheita e pelo ano de cultivo. A região de Maringá proporciona maior qualidade fisiológica, menor incidência de microorganismos e maior concentração de isoflavonas totais em sementes de soja, quando comparada à região de Umuarama. A primeira época de colheita propicia a melhor qualidade fisiológica e sanitária das sementes para os locais, anos e cultivares estudadas. A cultivar BRS 257 destaca-se com a maior concentração de isoflavonas totais em Maringá, para os anos e épocas de colheita avaliados.

Palavras-chave: *Glycine max*, maturação, rendimento, arenito Caiuá, vigor, isoflavonas.

ABSTRACT

BARBOSA, Mauro Cezar, D.S., State University of Maringá, March to 2012. **Agronomic performance, chemical composition and quality of soybean seeds in the northwest of Paraná.** Adviser: Professor Dr. Alessandro de Lucca e Braccini. Committee member: Professor Dr. Carlos Alberto Scapim.

Soybean is one of the most important products in the Brazilian economy being the main source of proteins and vegetable oil of high quality. Besides being considered a complete food, it is categorized as a functional food because of the properties of its bioactive compounds, which include isoflavones. The antioxidant activity of isoflavones may be considered a guarantee mechanism for the seeds quality, by the loss of the action of free radicals in the cell membrane, due to the deterioration theory. The objectives of this work were: to evaluate the agronomic performance and yield components of soybean cultivars production at two sowing locations and two harvest times; the content of oil and protein of the cultivars seeds submitted to the retardation of harvest in two locations; and the content of isoflavones, the physiological and sanitary quality of the seeds from soybean cultivars during the maturation and fifteen days after the harvest time in two different sowing locations. Experiments were installed in the first half of November in Maringá and Umuarama in the northwestern Paraná State, during two harvest dates (R8 and R8 + 15 days) and two agricultural years (2009/2010 and 2010/2011). The evaluated cultivars were Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 and BRS 232; under a randomized block design, with four replications. The agronomic characteristics determined were: plant height, height of insertion of the first pods, number of pods per plant, grain yield, and weight of hundred grains. The concentration of oil and protein, the physiological seed quality were evaluated using the germination tests, first count of germination test, electrical conductivity and accelerated aging, and the sanitary quality through the filter paper method or "blotter test ". We also determined the levels of total isoflavones. The data collected were submitted to joint variance analysis and accomplished the unfolding of the interactions. Based on the results we can infer that: The grain

yield was superior in the first harvest season, standing out the cultivars BRS 232, BRS 255 and BRS 282 RR. The plant height, height of first pod insertion, number of pods per plant, grain weight and yield are negatively influenced by the effect of the year for the locations studied. The cultivars sown in Maringá were superior in relation to agronomic characteristics and to the production components, in comparison to Umuarama. Soybean cultivation in Maringá's region provides higher oil content in grain in relation to the cultivation in Umuarama's region. Soybean production in Umuarama's region provides higher protein content in grains in relation to Maringá's region production. The oil and protein content did not change with 15 days of harvest retardation. The physiological and sanitary quality, and isoflavone concentration of seeds is strongly influenced by the interaction between cultivars, location, harvest time, and crop year. Maringá's region provides greater physiological quality, lower microorganisms incidence, and higher concentration of total isoflavones in soybean seeds, when compared to Umuarama. The first harvest season propitiates the best physiological and sanitary quality of the seeds for the locations, years and cultivars studied. The BRS 257 cultivar stands out with the highest concentration of total isoflavones in Maringá, for the years and harvest times evaluated.

Key words: *Glycine max*, maturity, yield, Sandstone caiué, vigor, isoflavone.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é cultivada em praticamente todas as regiões do território brasileiro, e constitui um dos produtos de maior importância na economia. Ocupa lugar de destaque na oferta de óleo e proteínas vegetais para consumo interno e externo, sendo principal fonte proteica vegetal.

O Brasil em virtude do avanço nos trabalhos de pesquisa participa com cerca de 26,4% da produção mundial, o que o coloca como segundo maior produtor dessa leguminosa (APROSOJA, 2010).

Considerada um alimento completo a soja é constituída de proteínas, carboidratos, lipídeos, vitaminas, minerais e compostos bioativos. É também avaliada como um alimento funcional pelas propriedades de suas proteínas e presença de isoflavonas. As isoflavonas são as mais importantes por apresentarem elevada atividade metabólica e fisiológica. A quantidade e o tipo de isoflavona presentes na soja são afetados pelo ambiente, pelo genótipo e pela interação desses fatores, durante o desenvolvimento dos grãos.

A máxima qualidade fisiológica das sementes de soja é alcançada na maturidade fisiológica, quando elas possuem seu máximo acúmulo de matéria seca, germinação e vigor. Entretanto, neste estágio, as sementes apresentam elevado teor de água, fato que impossibilita a operação de colheita mecanizada. Após este ponto, inicia-se o processo natural de deterioração que envolve a interação de mudanças citológicas, fisiológicas, bioquímicas e físicas das sementes, que resultam na perda do vigor e viabilidade das mesmas. A intensidade e a velocidade desse complexo de mudanças dependem de fatores genéticos e ambientais.

A cultura da soja é muito sensível a qualquer tipo de estresse ambiental que ocorra em alguma fase crítica do desenvolvimento (vegetativo ou reprodutivo), pois levam a modificações no desempenho agrônomico, na composição química, e na qualidade das sementes. O estresse hídrico associado a altas temperaturas pode explicar as variações na concentração de proteínas, óleo, qualidade fisiológica e sanitária, e concentrações de isoflavonas, tanto entre locais como entre anos em um mesmo local.

A soja tem sido tradicionalmente cultivada na região de Maringá com elevados índices de produtividade. Já na região do Arenito de Caiuá vem sendo introduzida como alternativa na reforma de pastagens degradadas ou reforma em áreas de cana-de-açúcar. Contudo, sem grandes expectativas de sucesso de produtividade na região do arenito devido às características edafoclimáticas e à carência de informações consistentes para épocas de semeadura, genótipos adaptados à região, concomitantemente com época de colheita.

A avaliação do desempenho agrônomo de cultivares de soja em determinadas regiões, é de fundamental importância para o sucesso da produção. Busca-se, cultivares com características agrônomicas favoráveis como: alto rendimento, estabilidade de produção, porte ereto, altura de inserção da primeira vagem maior que 10 cm, adaptação a baixas latitudes e maturação uniforme. Estas características diferem entre as cultivares e são modificadas pelas condições ambientais (FARIAS et al., 2007).

O controle de qualidade de sementes de soja é de fundamental importância, dentro do contexto das cadeias produtivas. Para a obtenção de sementes de soja de melhor qualidade, é fundamental que a colheita seja realizada o mais próximo possível do ponto de maturação fisiológica.

A caracterização das cultivares de soja quanto ao teor de isoflavonas, teores de óleo e proteína, qualidade fisiológica e sanitária possibilita disponibilizar informações sobre as cultivares mais indicadas para determinados usos, agrega valor qualitativo a esses e, viabiliza o aumento de sua participação no mercado.

Portanto, é extremamente válida e necessária a realização de estudos, cujos resultados permitam a consolidação e recomendação de tecnologias mais favoráveis e adaptadas a cada região para a cultura da soja e de cultivares mais indicadas, que possibilitem e sinalizem maiores rendimentos, maior qualidade fisiológica, sanitária e bioquímica.

O presente trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agrônomo das plantas, os componentes de produção, os teores de óleo e proteínas, o teor de isoflavonas e a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cultivares de soja submetidas ao retardamento de colheita em dois locais.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Importância da cultura da soja no Brasil e no Mundo

A soja cultivada no mundo é muito diferente dos ancestrais que lhe deram origem. Nos seus primórdios, a soja era uma planta de hábito prostrado e habitava a costa leste da Ásia, principalmente a região norte da China. Sua evolução ocorreu de plantas oriundas de cruzamentos naturais entre duas espécies de soja selvagem, que foram domesticadas e melhoradas por cientistas da antiga China (HAMPTON, 2001).

O ocidente ignorou o seu cultivo até a segunda década do século XX, quando os EUA iniciaram sua exploração comercial; primeiro como forrageira e, posteriormente, como grão. A partir de 1941, a área cultivada para grãos superou a cultivada para forragem, cujo cultivo declinou rapidamente até desaparecer em meados dos anos 60, enquanto a área cultivada para produção de grãos crescia exponencialmente, não apenas nos EUA, como também no Brasil e na Argentina. Os três países anteriormente citados mais a China são responsáveis por, aproximadamente, 88,33% da produção mundial (ABIOVE, 2010; APROSOJA, 2010; USDA, 2010).

No contexto das grandes culturas produtoras de grãos, a soja foi a que mais se expandiu em termos percentuais nos últimos 37 anos, tanto no Brasil quanto em nível mundial. De 1970 a 2007, o crescimento da produção global foi da ordem de 536% (de 44 para 236 milhões de toneladas), enquanto as produções de culturas como trigo, arroz, milho, feijão, cevada e girassol cresceram, no máximo, um terço desse montante (DALL'AGNOL et al., 2007).

Dentre os principais produtores mundiais de soja (EUA, Brasil, Argentina, China e Índia), o Brasil figura com o maior potencial de expansão da área cultivada, podendo multiplicar a atual produção e suprir a esperada demanda adicional pelo produto nas próximas décadas. Para 2020, a produção projetada para o Brasil é de 105 milhões de toneladas, quando será destacadamente o maior produtor e exportador do produto (ABIOVE, 2010; APROSOJA, 2010).

O desenvolvimento da soja no Brasil iniciou-se quando os primeiros genótipos foram introduzidos e testados no Estado da Bahia, em 1882. Assim como ocorreu nos EUA, durante as décadas de 1920 e 1940, as primeiras cultivares de soja introduzidas no Brasil foram estudadas mais com o propósito de avaliar seu desempenho como forrageiras, do que como plantas produtoras de grãos para a indústria de farelo e óleo (MARCOS FILHO et al., 1982; DALL'AGNOL; HIRAKURI, 2008).

Em 2007, o Brasil comemorou 125 anos da introdução da soja em seu território, onde permaneceu esquecida por quase 70 anos (1882/1950). Sua trajetória de crescimento, sem paralelo na história do país, começou na década de 60 e, em menos de vinte anos, converteu-se na cultura líder do agronegócio brasileiro. No final da década de 70, mais de 80% da produção brasileira de soja ainda se concentrava nos três estados da região sul, embora o cerrado, na região central do país, já sinalizasse que participaria como ator principal no processo produtivo da oleaginosa. A percentagem de participação do cerrado passou de 2%, em 1970, para 20% em 1980, superior aos 40% em 1990 e, em 2007, contribuiu com 58,5%, com tendência a ocupar maior espaço a cada nova safra (DALL'AGNOL et al. 2007).

O setor agroindustrial brasileiro cresce significativamente há décadas, resultado da expansão da área de produção e, principalmente, do aumento da produtividade. Neste contexto agroindustrial, há 37 anos, desde 1970 até 2007, o complexo agroindustrial da soja liderou absoluto a pauta de exportações do agronegócio brasileiro (CONAB, 2009; MDIC, 2009).

A soja é cultivada em praticamente todas as regiões do território brasileiro, em virtude do avanço nos trabalhos de pesquisa, representando 26,4% da produção mundial, o que coloca o Brasil como segundo maior produtor dessa leguminosa (APROSOJA, 2010).

Os cinco estados que possuem maior participação na produção nacional da cultura da soja são Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul. O Paraná é o segundo maior produtor, com uma produção de 15,3 milhões de toneladas em uma área de 4,48 milhões de ha, e rendimento de 3.417 kg ha⁻¹; representando 20,4% da produção nacional (CONAB, 2010).

A demanda anual por esta oleaginosa é crescente, tendo na indústria de moagem seu principal destino final, absorvendo cerca de 95% do volume colhido para transformação em óleo vegetal e farelo de soja. Acima de 30% do óleo vegetal produzido no mundo é proveniente da cultura da soja. Além desse propósito, a soja tem papel importante no arração animal (REVISTA RURAL, 2005; APROSOJA, 2010). O uso da soja também vem sendo enfatizada como alternativa na prevenção de doenças e na alimentação humana, podendo ser transformado em diversos alimentos protéicos, tais como, farinha, leite, proteína texturizada e creme, bem como para fim industrial na fabricação de derivados não tradicional como biodiesel, tintas, vernizes, entre outros (COWARD et al., 1993; WANG; MURPHY, 1994a; ESAKI et al., 1998). Isso configura um aumento na demanda do produto, além de ser alvo de exportações para outros países (EMBRAPA SOJA, 2010; DALL'AGNOL; HIRAKURI, 2008).

A cultura da soja tem sido objeto de intensa atividade de pesquisa dirigida à obtenção de informações que possibilitem aumentos na produtividade e redução nos custos de produção. Isso tem exigido constante reformulação e adaptação das tecnologias utilizadas, introdução de novas técnicas de cultivo e transformação agroindustrial.

2.2 Ecofisiologia e Fenologia da cultura da soja

A cultura da soja (*Glycine max* (L.) Merrill) está sujeita, ao longo de seu ciclo, a estresses causados pelo não atendimento das suas necessidades hídricas, térmicas e fotoperiódicas que resultam na redução da produtividade e da qualidade do produto (EMBRAPA SOJA, 2010). A soja, sendo uma cultura termo e fotossensível, está sujeita a uma gama de alterações fisiológicas e morfológicas, quando as suas exigências não são satisfeitas. Assim, torna-se necessário o conhecimento das condições climáticas da região cultivada, bem como das necessidades da cultura, associadas aos estádios de desenvolvimento, visando maior produtividade e melhor qualidade das sementes (LARCHER, 2000).

A metodologia de descrição fenológica dos estádios de

desenvolvimento da soja proposta por Fehr e Caviness (1977) é mundialmente a mais utilizada, por apresentar uma terminologia única, objetiva, precisa e adequada, que permite descrever qualquer cultivar. O sistema proposto divide os estádios de desenvolvimento da soja em estádios vegetativos e estádios reprodutivos.

O melhor entendimento das exigências climáticas da cultura e das relações da água no sistema solo-planta-atmosfera pode contribuir para a redução dos riscos de insucesso na produção agrícola (FARIAS et al., 2007).

A disponibilidade de água é um dos mais importantes fatores ambientais para o crescimento e desenvolvimento das plantas. O déficit hídrico causado pela seca ou salinidade nos solos é um dos problemas ambientais que mais limita a produção agrícola em várias regiões do mundo (TAIZ; ZEIGER, 2009).

As plantas respondem ao estresse hídrico, dependendo do estágio em que se encontram, bem como da severidade e duração do estresse. A aclimação ao estresse ambiental resulta de eventos integrados que ocorrem em todos os níveis de organização, desde o anatômico e morfológico até o celular, bioquímico e molecular. O murchamento de folhas em resposta ao déficit hídrico reduz a perda de água pela folha e, também, a exposição à luz incidente, diminuindo, assim, o estresse pelo calor sobre as folhas (BERGAMIN et al., 1999; FARIAS et al., 2007).

Para a cultura da soja, a necessidade de água durante todo o seu ciclo, varia entre 450 a 800 mm, dependendo das condições climáticas, do manejo da cultura e da duração de seu ciclo. As maiores exigências de água se concentram na fase de emergência das plântulas, florescimento e formação dos grãos. Na fase de emergência, tanto o excesso, quanto a falta de água, são prejudiciais à obtenção de uniformidade na população de plantas. Deficiências hídricas expressivas durante a floração e o enchimento de grãos provocam alterações fisiológicas nas plantas, como redução na taxa de crescimento, na atividade fotossintética, na fixação de nitrogênio e no metabolismo da planta, que podem paralisar o crescimento, bem como retardar o desenvolvimento reprodutivo (ASSAD et al., 2001; GARCIA et al., 2007; BASTIDAS et al., 2008; EMBRAPA SOJA, 2010).

O conhecimento do consumo de água em cada estágio de

desenvolvimento da soja é importante para ajustar a época de semeadura à disponibilidade hídrica da região de cultivo, além de ser importante fator a ser avaliado para época de colheita (FIETZ; URCHEI, 2002; BRACCINI et al., 2003; PELUZZIO et al., 2008; BARBOSA, 2009; DALTRO et al., 2010).

As temperaturas ideais para o desenvolvimento da soja oscilam entre 20 e 30°C, sendo que valores abaixo desta faixa de temperatura tendem a prejudicar a germinação e a emergência das plântulas. O crescimento vegetativo da soja é reduzido ou nulo a temperaturas menores ou iguais a 10°C. Temperaturas acima de 40°C têm efeito adverso na taxa de crescimento, provocam distúrbios na floração, diminuem a capacidade de retenção de vagens e o acúmulo de biomassa seca nas sementes. Esses problemas se acentuam com a ocorrência de déficit hídrico. No entanto, a temperatura noturna tem maior importância que a temperatura diurna na antecipação do florescimento da soja. A floração da soja somente é induzida quando ocorrem temperaturas acima de 13°C (BERGAMIN et al., 1999; PÍPOLO, 2002; GARCIA et al., 2007).

As diferenças de data de floração entre anos, apresentadas por uma cultivar semeada numa mesma época, ocorrem em virtude das variações de temperatura. Assim, a floração precoce acontece, principalmente, em decorrência de altas temperaturas, podendo acarretar diminuição na altura das plantas. Esse problema pode agravar se, paralelamente, houver insuficiência hídrica e/ou fotoperiódica durante a fase de crescimento. Por fim, a maturação pode ser acelerada pela ocorrência de altas temperaturas, quando associadas aos períodos de alta umidade (FARIAS et al., 2007).

O efeito do fotoperíodo e da temperatura, no período de florescimento da soja, pode ser estudado por meio de uma relação quantitativa entre essas variáveis. Desta forma, temperaturas abaixo de 21°C aumentam o período para que ocorra o florescimento, temperaturas entre 21 a 27°C, são consideradas ótimas para indução floral, e acima dos 27°C há pouco estímulo para tal (RODRIGUES et al., 2001; GARCIA et al., 2007).

A adaptação de diferentes cultivares a determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e térmicas, de sua exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é característica variável entre cultivares, ou seja, cada cultivar possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o processo de

florescimento é retardado e conseqüentemente afeta a época de colheita e produtividade (BERGAMIN et al., 1999; EMBRAPA SOJA, 2010).

O efeito típico do fotoperíodo na soja é a redução do período compreendido entre a emergência das plântulas e o início do florescimento e, conseqüentemente, do ciclo da cultura. Entretanto, cultivares que apresentam a característica de período juvenil longo, possui maior adaptabilidade, possibilitando sua utilização em faixas mais amplas de latitudes (locais), de épocas de semeadura e épocas de colheita mais favoráveis, evidenciando que o aumento da temperatura e a falta de umidade resultam na antecipação do florescimento da soja (SEDIYAMA et al., 1972; BERGAMIN et al., 1999; NEUMAIER et al., 2000; EMBRAPA SOJA, 2010).

Em qualquer ambiente que as plantas cresçam, elas estarão sujeitas às condições de múltiplos estresses ambientais. Esses estresses são fatores externos que comumente levam a baixas produtividades na cultura da soja, além de afetar a qualidade das sementes, os teores de óleo e proteínas e a composição bioquímica dos grãos (ALBRECHT et al., 2008a e b; ÁVILA et al., 2007; FRANÇA NETO et al., 2007; ÁVILA et al., 2011).

2.3 Desempenho agrônômico

O desenvolvimento da soja é influenciado por diversos fatores ambientais, tais como: temperatura, precipitação pluvial, umidade do solo e, principalmente, fotoperíodo. Considerando a variação desses fatores durante o ano e a resposta da soja a essa variação, nenhum outro aspecto cultural isolado influencia tanto o desenvolvimento e a produção dessa cultura quanto a época de semeadura (ROCHA et al., 1996; BHÉRING et al., 1991a e b; GARCIA et al., 2007).

A avaliação do desempenho agrônômico e componentes de produção de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, em determinada região, é de fundamental importância para a indicação do melhor período de semeadura de cada cultivar (COSTA VAL et al., 2003; LAMBERT et al., 2007). Busca-se, comumente, cultivares de soja com características agrônômicas favoráveis como: alto rendimento, estabilidade de produção, porte ereto, altura

de inserção da primeira vagem maior que 10 cm, adaptação a baixas latitudes e maturação uniforme. Estas características diferem entre as cultivares e são modificadas pelas condições ambientais, que variam entre os locais e épocas de semeadura (COSTA, 1996; MARCHIORI et al., 1999; MOTTA et al., 2000; FARIAS et al., 2007).

A época de semeadura determina a exposição das plantas às variações dos fatores climáticos limitantes ao crescimento, desenvolvimento e rendimento da cultura; isto porque contribui fortemente para a definição da altura da planta, altura de inserção de vagens e da produção de grãos (EMBRAPA SOJA, 2010).

Segundo Harrington (1973), a ocorrência de estresse hídrico na época entre a fertilização e a maturação pode influenciar a longevidade da semente. Períodos de altas temperaturas causam danos às flores ou são letais ao grão de pólen, impedindo a formação das sementes ou tornando-as inviáveis.

Sionit e Kramer (1977) induziram o estresse de água durante o período de formação das vagens e observaram redução no número de vagens e na qualidade de sementes. Além disso, o período reprodutivo foi o mais sensível ao estresse hídrico, principalmente no estágio de formação de vagem (R3) e enchimento da semente (R5) (RASSINI; LIN, 1981).

A melhor época de semeadura para soja é a que possibilita, na maioria dos anos, que a implantação da lavoura, o crescimento e a reprodução das plantas ocorram sob as condições favoráveis de umidade e temperatura, exigidos pela espécie. Na maioria das regiões produtoras, o melhor período de semeadura da soja é aquele que se inicia assim que as chuvas da primavera repuserem a umidade do solo e a temperatura permitir uma germinação e emergência das plântulas entre 5 a 7 dias, e que haja umidade para as plantas crescerem e produzirem em níveis que tornem a atividade viável economicamente (GARCIA et al., 2007). Essa condição é mais provável, para a maioria das regiões, estendendo-se de meados de outubro a meados de dezembro (COSTA VAL et al., 2003). Porém, algumas áreas produtoras das regiões Norte e Nordeste do país fogem desse padrão, em que a melhor época varia entre locais, desde novembro até abril (LAMBERT et al., 2007; EMBRAPA SOJA, 2010).

Val et al. (1985), trabalhando com nove cultivares de soja e cinco épocas de semeadura, concluíram que a melhor época de semeadura para a região de Londrina – PR ocorreu em meados de novembro, quando as cultivares, em sua maioria, alcançaram as maiores produções e altura das plantas. A antecipação da semeadura para setembro prejudicou a maioria das cultivares, reduzindo tanto o rendimento de grãos, como a altura das plantas e de inserção das vagens.

Normalmente, as semeaduras tardias e precoces resultam em plantas com menor altura, quando comparados com as semeaduras realizadas na época recomendada para a cultura. Há, igualmente, tendência da altura de inserção da primeira vagem ser reduzida, podendo resultar em perdas na colheita, além de reduzirem o rendimento de grãos (URBEN FILHO; SOUZA, 1993; QUEIROZ et al., 1998; ALBRECHT et al., 2008a e b; BARBOSA, 2009).

O período da maturação até a colheita da soja, em condições climáticas favoráveis, tem sido reconhecido como fator condicionante da alta qualidade das sementes. Alguns trabalhos têm indicado que a época de semeadura deve ser estabelecida de tal forma que o estágio de maturação das sementes ocorra em condições de temperatura mais amena, associada a baixos índices pluviométricos (FRANÇA NETO et al., 1998, 2007; HENNING, 1994).

A taxa respiratória durante o processo de maturação das sementes é influenciada pela temperatura e pela umidade (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). Umidade elevada durante a maturação provoca atraso na desidratação das sementes, prolonga o período de alta taxa respiratória, além de promover a perda de açúcares e de massa das sementes, reduzindo a produtividade. Outros trabalhos evidenciam as perdas da qualidade devido à umidade (FRANÇA-NETO; HENNING, 1984; AHRENS; PESKE, 1994a e b).

2.4 Época de Colheita

O desenvolvimento e a maturação das sementes são aspectos importantes a serem considerados não somente na tecnologia de produção de sementes, mas também na produção de grãos destinados a indústria. Entre os fatores que determinam a qualidade dos mesmos, estão as condições de

ambiente predominantes na fase de floração/frutificação e a colheita na época apropriada (FARIAS et al., 2007; FRANÇA NETO et al., 2007).

A maturação da semente é o conjunto de transformações ocorridas no óvulo fertilizado até atingir a máxima potencialidade de desempenhar suas funções vitais, estando desligada da planta-mãe (CARVALHO; NAKAGAWA, 2000). A qualidade máxima da semente, com respeito à germinação e ao vigor, é tradicionalmente associada à acumulação da massa da matéria seca máxima, chamado também de maturidade de massa (MARCOS FILHO, 2005).

O ponto de maturidade fisiológica é um fator determinante para a colheita de sementes com elevada qualidade (COSTA et al., 2002, 2007). A semente adquire maior qualidade na maturidade quando ainda contém teores elevados de água (POPINIGIS, 1985). Entretanto, o alto grau de umidade da planta e da semente na época de colheita, aumenta o risco a danos mecânicos de amassamento, e também a velocidade de deterioração, sendo necessária uma secagem artificial imediata, elevando o custo de produção das sementes (MARCOS FILHO, 2005). A semente seca, ou seja, aquela com conteúdo abaixo de 12% de umidade poderá apresentar danos mecânicos imediatos, distinguidos por fissuras, rachaduras e quebras. Semente com conteúdo acima de 14% de umidade é mais suscetível aos danos mecânicos latentes, caracterizados por amassamentos e abrasões (FRANCA NETO et al., 1992, 1998; KRZYZANOWSKI et al., 2004).

Segundo a Embrapa soja (2010), a colheita é a fase mais crítica de todo o processo de produção de soja. Isto principalmente pelos riscos climáticos a que está sujeita a lavoura destinada à produção de grãos ou de sementes.

Recomenda-se que esta operação deva ser iniciada tão logo a soja atinja o estágio de desenvolvimento fenológico R8, ou seja, apresentando 95% das vagens maduras. A partir desse ponto, a tendência é aumentar a deiscência e a deterioração das sementes em intensidade proporcional ao tempo que a soja permanecer no campo. Em lavouras destinadas à produção de grãos, além da deiscência, as perdas podem ser maiores devido à redução da qualidade industrial. Em lavouras destinadas a produção de sementes, o retardamento da colheita para reduzir a umidade pode resultar na

deterioração das sementes e elevação da incidência de patógenos pela exposição prolongada aos elementos climáticos (EMBRAPA SOJA, 2010).

Vários fatores contribuem para a ocorrência das perdas na colheita, dentre eles, conforme a Embrapa (2002) citado por Belini et al. (2009), tem-se apontado como causadores de perda: mau preparo do solo; inadequação da época de semeadura, do espaçamento e da densidade; cultivares não adaptados, ocorrência de plantas daninhas; retardamento da colheita; umidade inadequada na colheita; e má regulagem e condução da colhedora.

As perdas durante a colheita no Brasil embora tenham apresentado declínio, encontram-se acima do nível aceitável. As perdas situam-se ao redor de 2,5 a 3 sacas por hectare, com exceção do Estado do Paraná, que apresenta perdas de 1 saca por hectare, media tolerável de acordo com as pesquisas (PINHEIRO NETO; TROLI, 2003; COSTA et al., 2007).

Lin e Severo (1982) conduziram experimento de campo com o objetivo de estudar os efeitos do atraso da colheita na produtividade e parâmetros de qualidade da semente dos cultivares de soja “Bragg” e “Prata”. O ensaio foi conduzido em Guaíba - RS no ano de 1978 e consistiu de 5 épocas de colheita para cada cultivar, distribuídas semanalmente a partir do estágio de maturação fisiológica da semente (entre 40% e 50% de umidade), correspondendo a 0, 7, 14, 21 e 28 dias. O pico de produtividade foi obtido na colheita aos 14 dias após a maturidade fisiológica e a partir daí, ambos cultivares apresentaram redução de 26,6% no rendimento médio até a última colheita. Os melhores índices de germinação, vigor e emergência de plântulas foram obtidos quando as sementes foram colhidas na época da maturação fisiológica, decrescendo, significativamente, com o atraso da colheita. Os valores significativos da interação entre cultivares e épocas de colheita revelou que cada cultivar respondeu segundo suas características próprias de resistência à deiscência natural, danos mecânicos e tolerância às condições climáticas durante a permanência no campo. Os autores concluíram que as condições de temperatura e umidade elevadas foram os principais fatores que causaram a redução do rendimento e qualidade das sementes de soja.

Vários autores relataram que se a época de maturação e/ou colheita da soja coincidir com períodos chuvosos e altas temperaturas, o rendimento e a qualidade da semente estarão seriamente comprometidos (PESKE;

HAMER, 1997; MESQUITA et al., 2001, 2002; BRACCINI et al., 1994, 2003, 2004; ALBRECHT et al., 2010).

Serra (1995) estudou o efeito da maturidade e do retardamento de colheita sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja, em seis cultivares de ciclo precoce, a partir do estágio de desenvolvimento R4 até R8 + 26 dias. Observou diferenças no comportamento das cultivares em relação à germinação e vigor, sendo o melhor desempenho registrado pela cultivar BR-4 e o pior, pela cultivar FT-Cometa. O ponto de maturidade fisiológica foi alcançado quando ocorreu a melhor combinação entre os máximos de germinação e vigor, ainda no estágio R6/R7, entre 78 a 85 dias após a antese e o retardamento de colheita, após o estágio R8 associado a condições climáticas adversas, diminuiu sensivelmente a qualidade fisiológica das sementes das cultivares, que demonstraram diferenças quanto à tolerância ao retardamento de colheita.

O zoneamento agroclimático do Estado do Paraná proposto por Costa et al. (1994), O município de Maringá é considerado medianamente favorável a produção de sementes de qualidade. Já o município de Umuarama, inserido na região do Arenito de Caiuá, por apresentar elevadas temperaturas diurnas, é considerado pouco favorável à produção de sementes com elevada qualidade fisiológica.

2.5 Qualidade de Sementes

A qualidade pode ser vista como um padrão de excelência em certos atributos que vão determinar o desempenho da semente quando semeada ou armazenada. A qualidade de sementes é mencionada em escritos da antiguidade, desde a filosofia chinesa do século X a.C. até a Bíblia (HAMPTON, 2001). Ainda segundo o mesmo autor, a qualidade das sementes é um conceito múltiplo que compreende diversos componentes, que podem ser congregados em três categorias: Descrição (espécie e pureza varietal; pureza analítica; uniformidade; massa da semente); Higiene (contaminação com invasoras nocivas; sanidade da semente; contaminação com insetos e ácaros); e Potencial de desempenho (germinação, vigor, emergência e uniformidade em

campo). Todos estes componentes não apresentam o mesmo valor, nem a sua ordem de importância relativa é a mesma em todas as circunstâncias.

As sementes constituem o principal veículo de multiplicação de espécies cultivadas, e ainda é considerada como o insumo agrícola de maior importância, representando a base do processo produtivo, uma vez que conduz ao campo as características genéticas determinantes do desempenho da cultivar e contribui decisivamente para o sucesso do estabelecimento do estande (MARCOS FILHO, 2005; TERASAWA et al., 2009). Para obtenção de maiores rendimentos é indispensável, além de técnicas adequadas de cultivo, a utilização de sementes com elevado potencial genético e qualidade fisiológica (EMBRAPA SOJA, 2010; FRANÇA NETO et al., 2007).

A qualidade fisiológica das sementes é a sua capacidade de desempenhar funções vitais caracterizadas pela germinação, vigor e longevidade (BEWLEY; BLACK, 1994). Conforme alguns autores (HAMPTON; TEKRONY, 1995; CARVALHO; NAKAGAWA, 2000), pode ser definida como um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, indicando que o potencial de desempenho das mesmas somente permite ser identificado, de maneira consistente, quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária.

O genótipo e o ambiente influenciam a qualidade fisiológica das sementes, sendo máxima por ocasião da maturidade fisiológica. Nesta fase, a massa da matéria seca, a germinação e o vigor geralmente atingem valores máximos (DELOUCHE; BASKIN, 1973; POPINIGIS, 1985). A partir deste período, alterações degenerativas iniciam-se, de modo que a qualidade fisiológica é conservada ou decresce, dependendo das condições ambientais no período que antecede a colheita, da condução dos processos de colheita, secagem, beneficiamento e das condições de armazenamento (DELOUCHE, 1982; BRACCINI et al., 2001; AVILA; ALBRECHT, 2010). As consequências da deterioração são evidenciadas pela perda do vigor, aumento de plântulas anormais e redução da porcentagem de germinação, traduzindo-se no estabelecimento inadequado das plantas em campo (KRZYŻANOWSKI et al., 2003, 2008).

De acordo com Delouche (1982), a deterioração é mínima na semente na sua maturidade fisiológica e progride de modo inevitável, irreversível e

inexorável; pode-se, quando muito, reduzir a velocidade de seu progresso, pelo emprego de técnicas adequadas de manejo em toda a cadeia de produção.

A deterioração da semente de soja tem sido ampla e profundamente estudada, mas o mecanismo exato ainda permanece inexplicado. Entretanto, é evidente que a deterioração está alistada com diversos fatores como, danos aos cromossomos e ácidos nucléicos, alterações nos sistemas de membranas e enzimáticos, degradando o sistema respiratório, diminuindo a produção de ATP e desorganizando as membranas celulares. Além da perda da compartimentalização celular, a desintegração do sistema de membranas promove descontrole do metabolismo e das trocas de água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a redução da viabilidade da semente (MARCOS FILHO, 2005). No campo, a deterioração resulta da combinação de condições adversas do ambiente somados a organismos patogênicos que podem ocorrer a qualquer instante até a realização da colheita (BRACCINI et al., 2003; GOULART, 2005; HENNING, 2005).

A consequência da deterioração das sementes pode ser identificada pelas alterações morfológicas como escurecimento do tegumento durante o armazenamento e alterações anatômicas na camada hipodérmica na testa de sementes de soja (SILVA et al, 2008). As manifestações mais evidentes da deterioração são aquelas relacionadas ao desempenho de plântulas, as quais são identificadas por testes que avaliam o potencial fisiológico das sementes (MARCOS FILHO, 2005; KRZYZANOWSKI et al., 2008).

Em estudo sobre a influência do retardamento de colheita em cultivares de soja, Costa et al. (1983) verificaram reduções na germinação e no vigor das sementes, especialmente quando associados a condições climáticas adversas.

Em experimento desenvolvido sobre retardamento de colheita de soja, observou-se que nos estádios R7.1 e R8.1 ocorreram às melhores porcentagens de germinação, diferindo estatisticamente das épocas em que o atraso da colheita foi superior a 10 dias após o estágio R9. O retardamento a partir deste ponto acarreta sérios inconvenientes, determinados pela exposição das sementes a condições menos favoráveis do ambiente, podendo ocorrer redução na qualidade e quantidade produzida, bem como decréscimo nos níveis de óleo e proteína das sementes (EMBRAPA SOJA, 2006).

Santos et al. (1996) avaliaram a produtividade e a qualidade das sementes de genótipos de soja colhidos em diferentes épocas. As sementes foram colhidas em duas épocas, sendo a primeira por ocasião da maturidade fisiológica e a segunda 30 dias após o ponto de colheita. Concluiu-se que: a) alguns dos genótipos estudados apresentaram diferenças marcantes quanto à produtividade, destacando-se como mais produtivo o FT 11 e como menos produtivo o CR 1, tanto quando colhidos na maturidade fisiológica, como trinta dias após o ponto de colheita; b) o retardamento da colheita prejudicou a produtividade, assim como a germinação e o vigor das sementes de diversos genótipos, além de ter provocado aumento na incidência de fungos.

Braccini et al. (1994) conduziram um experimento com o objetivo de avaliar a qualidade fisiológica e sanitária da semente de soja com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. Para tanto, as variedades Doko, Savana, UFV-1 e UFV-10, com tegumento permeável e a IAC-14 e as linhagens IAC 80-3110, TG x 849-9D e TG x 849-41D, portadoras do caráter semente dura, foram submetidas a quatro épocas de colheita: no estágio R8 e aos 15, 30, 45 dias após este estágio. As linhagens TG x 849-9D e TG x 849-41D, além da variedade Doko, foram altamente promissoras em manter a viabilidade e o vigor das sementes com o atraso da colheita. Por outro lado, a variedade Savana e a linhagem IAC 80-3110, apresentaram menor tolerância a deterioração das sementes no campo. O caráter de impermeabilidade do tegumento não foi o único fator responsável pela qualidade fisiológica das sementes. O período de 45 dias de retardamento da colheita, após o estágio R8, foi o mais adequado na diferenciação dos genótipos de melhor qualidade.

Alguns trabalhos associaram o momento da colheita de semente de soja ou a sua exposição prolongada a condições adversas no campo, à qualidade fisiológica e/ou sanitária e/ou bioquímica. Constataram efeitos negativos sobre a qualidade das mesmas na medida em que se distanciou a colheita do estágio R8 (CARRARO et al., 1985; RESENDE et al., 1996; ÁVILA et al., 2007, 2011; LIMA et al., 2007; TOLEDO, 2008).

2.6 Composição química da soja e Isoflavonas

A soja atualmente é considerada um alimento completo, já que é constituída de aproximadamente 40% de proteínas, 30% de carboidratos, 20% de lipídeos (SGARBIERI et al., 1981; HUNGRIA et al., 1994), consideráveis teores de vitaminas do complexo B, minerais (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998; PUPPO; AÑÓN, 1999), lecitinas, saponinas, tocoferóis, inibidores de protease e isoflavonas, sendo estas de grande interesse por suas propriedades funcionais (MAKELA et al., 1994; ESTEVES; MONTEIRO, 2001; CHOI; RHEE, 2006).

Segundo Pires et al. (2006), as proteínas são os nutrientes em maiores quantidades na soja e são ricas em aminoácidos essenciais, como lisina e leucina. As proteínas de reserva glicinina e β -conglucina são as mais abundantes, mas também se destacam as lipoxigenases, inibidores de tripsina Kunitz, inibidores de protease de baixa massa molar, lectinas e ureases. Além das proteínas, a soja é rica em lipídeos (18-20 %), sendo que, do total, cerca de 15% são ácidos graxos saturados e 85% ácidos graxos insaturados (destacando-se os ácidos linoleico e linolênico) (PENALVO et al., 2004). Segundo Moraes et al. (2006), há uma correlação negativa entre o teor de proteínas e o teor de lipídeos na soja, pois à medida que se aumenta o teor de proteína, o teor de óleo é reduzido.

Os carboidratos correspondem a 30% da composição da soja, sendo que destes 15% são insolúveis e 85% solúveis (USB, 2008). Da mesma forma que os lipídeos, quando se aumenta o teor de proteína, ocorre redução no teor de carboidratos, o que evidencia correlação negativa entre estas duas características também (MORAES et al., 2006). Wilcox e Shibles (2001) sugerem que o aumento no teor de proteína pode reduzir o teor de açúcares solúveis presentes na fração carboidratos totais, melhorando desta forma a qualidade nutricional do farelo de soja.

Os compostos fenólicos segundo Shahidi e Naczk (2004), representam um importante grupo entre os compostos bioativos. Que idealizam o principal grupo de metabólitos secundários presentes nas plantas e encontram-se largamente distribuídos no reino vegetal. Eles são provenientes das vias do ácido chiquímico e fenilpropanoídica e podem ser definidos como substâncias que possuem um anel aromático com um ou mais grupos hidroxilas. Os três

maiores grupos de fenólicos da dieta são os flavonóides, os ácidos fenólicos e os polifenóis (taninos).

Os flavonóides são caracterizados estruturalmente como difenilpropanos com 15 átomos de carbono arranjados em três anéis (HERTOG et al., 1992; SCALBERT et al., 2005). De acordo com Cook e Samman (1996), ocorrem naturalmente em frutas, vegetais, sementes, grãos e flores, sendo, portanto, componentes usuais da dieta humana. A sua estrutura química permite sua categorização em flavanonas, flavonas, flavonóis (catequinas), dihidroflavonóis, isoflavonas e antocianinas (Figura 1).

Segundo Pietta (2000), os flavonóides estão associados com o comportamento ecológico de algumas plantas. Devido às cores vibrantes apresentadas por alguns flavonóides (flavonas e antocianinas), estes podem agir como atrativos para insetos polinizadores. Além disso, a característica adstringente das catequinas e outros flavanóis representam um sistema de defesa contra alguns insetos. Ainda segundo o mesmo autor, os flavonóides também podem agir como protetores de células vegetais por seqüestrar espécies reativas de oxigênio produzidas pela radiação UV necessária à fotossíntese.

Um antioxidante é uma substância natural ou sintética que previne ou retarda a deterioração dos produtos pela ação do oxigênio reativo; são compostos que protegem os sistemas biológicos contra os efeitos deletérios dos processos ou das reações que levam à oxidação de macromoléculas ou estruturas celulares (JORDÃO JUNIOR et al., 1998).

A capacidade antioxidante demonstrada pelos flavonóides é uma das atividades biológicas que mais têm sido associadas com a redução do risco de enfermidades emergentes de países desenvolvidos, como doenças cardiovasculares e alguns tipos de câncer (MARTÍNEZ-VALVERDE et al., 2000). Além de ser uma das teorias mais aceitas no combate a radicais livres e evolução do processo de deterioração das sementes e grãos (SHAHIDI; WANASUNDARA, 1992; KRZYZANOWSKI et al., 2001; FRAÇA NETO et al., 2002; MARCOS FILHO, 2005).

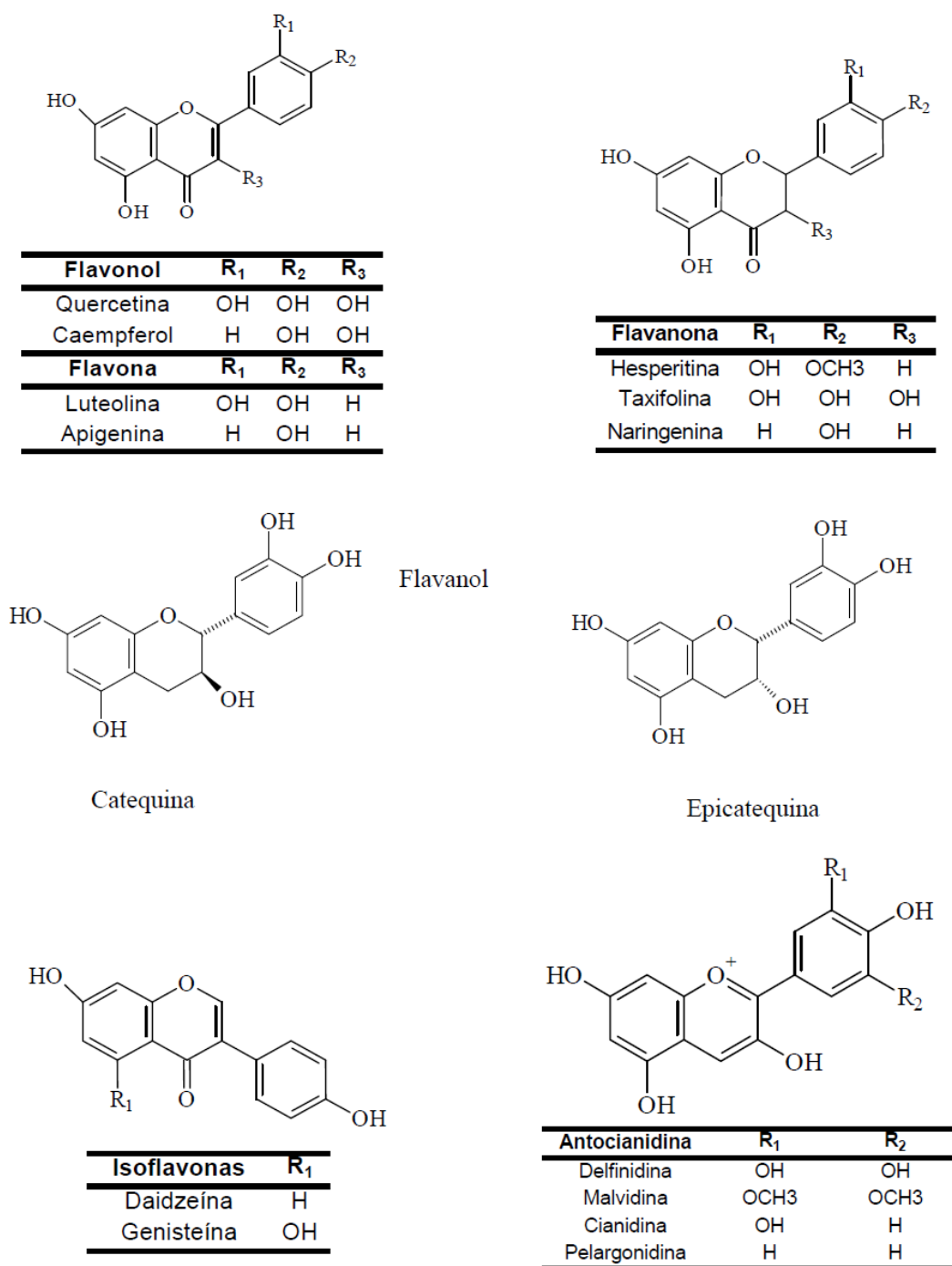


Figura 1. Estrutura química das principais classes de flavonóides distribuídas na natureza. Fonte: adaptado de Cook e Samman (1996) e Scalbert et al. (2005).

Os demais componentes da soja incluem minerais (cálcio, ferro, potássio, magnésio, fósforo, zinco e sódio), vitaminas do complexo B e α -tocoferol (SAIDU, 2005). Setchel et al. (1998), Kim et al. (2005) e Genovese et

al. (2007) afirmam que a soja é considerada um alimento funcional pelas propriedades de suas proteínas e isoflavonas, que exercem ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos.

A partir das evidências científicas, a agência reguladora de medicamentos e alimentos, Food and Drug Administration (FDA) dos Estados Unidos, autorizou a alegação funcional de que “25 g de proteína de soja como parte de uma dieta baixa em gordura saturada e colesterol, podem reduzir o risco de doenças cardiovasculares” (FDA, 1999). Da mesma forma, no Brasil, a Agência Nacional de Vigilância Sanitária aprovou a alegação de propriedade funcional: “o consumo diário de no mínimo 25 g de proteína de soja pode ajudar a reduzir o colesterol. Seu consumo deve estar associado a uma dieta equilibrada e hábitos de vida saudáveis” (ANVISA, 2002a e b).

O termo alimentos funcionais refere-se ao alimento ou ingrediente que apresenta alegação de propriedades funcionais ou de saúde. Podem além de funções nutricionais básicas, quando se tratar de nutriente, produzirem efeitos metabólicos e/ou fisiológicos e/ou efeitos benéficos à saúde, devendo ser seguro para consumo sem supervisão médica (BRASIL, 1999).

Mais recentemente a soja vem sendo reconhecida também por possuir diversos componentes biologicamente ativos (Tabela 2) como as isoflavonas, lecitinas, saponinas, tocoferóis, fitatos, inibidores de proteases; destacando-se entre os alimentos funcionais mais estudados no momento (MORAIS et al., 2009).

Dentre os principais efeitos funcionais das isoflavonas tem-se a diminuição da intensidade e frequência dos sintomas vasomotores em mulheres na menopausa (SETCHELL; CASSIDY, 1999; FANTÍ et al., 2003), na prevenção da osteoporose (POTTER et al., 1998; MESSINA, 2000); na redução de doenças cardiovasculares (LISSIN; COOKE, 2000; SACKS et al., 2006) e na diminuição do colesterol sérico e da pressão arterial (BAKHIT et al., 1994; LUKACZER et al., 2006).

Estudos também comprovam que as isoflavonas possuem atividade antioxidante, antifúngica e antimutagênica (LEE et al., 2002; BENAVENT et al., 2008), além de atuar no metabolismo dos lipídeos e da glicose (FRITZ, 2003; CEDERROTH; NEF, 2009). Existem diversos trabalhos apontando os benefícios das isoflavonas para a saúde, porém ainda não foi estabelecida a

quantidade necessária de isoflavonas que deve ser ingerida para produzir tais efeitos (BAIRD et al., 1995; ANDERSON; GARNER, 1997; TSUKAMOTO et al., 2001; BARNES et al., 2002).

Originam-se do metabolismo secundário, com base na estrutura fenólica (WILDMAN, 2001; TAIZ; ZEIGER, 2009). São sintetizadas por um ramo da via dos fenilpropanóides, comum a via dos flavonóides até os substratos (2S) liquiritigenina e (2S) naringenina, quando ocorre a migração do anel 1,2-aril, mediada pela isoflavona sintase, a qual é a enzima chave do metabolismo das isoflavonas. Outros ramos dessa via produzem lignina e antocianina (JUNG et al., 2000). Elas representam o maior subgrupo de isoflavonóides, com cerca de 364 formas agliconas e várias formas de glicosídeos conjugados (DEWICK, 1994).

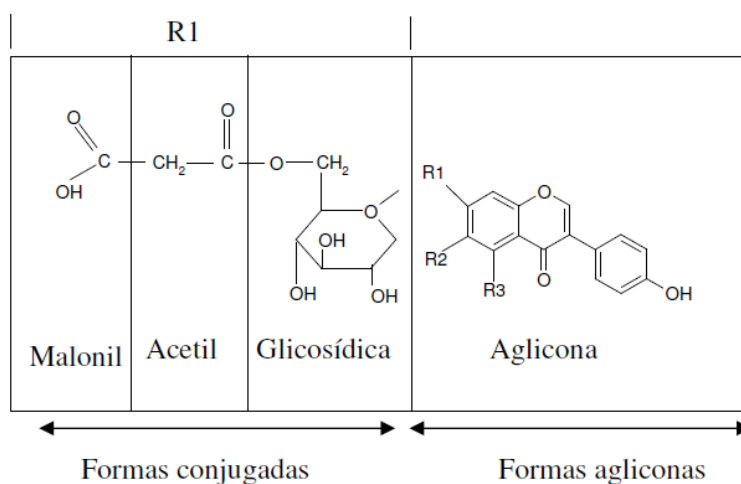
Tabela 1. Ingredientes funcionais presentes na soja.

Ingredientes	Função Fisiológica
Isoflavonas	- Inibição da proliferação de células cancerígenas - Inibição da osteoporose - Inibição da síndrome de menopausa - Prevenção de diabetes
Saponina	- Antioxidante - Anticâncer - Prevenção de esclerose arterial
Lecitina	- Redução do colesterol - Prevenção do envelhecimento celular - Ativadora de células cerebrais
Vitamina E	- Antioxidante
Oligossacarídeos	- Prebiótico intestinal
Proteínas e seus peptídeos	- Redução do colesterol - Redução da pressão sanguínea - Redução da obesidade - Antioxidante
Fibras alimentares	- Prebiótico intestinal - Inibição de câncer intestinal
Cálcio	- Prevenção de osteoporose
Inibidor da tripsina	- Prevenção de diabetes

Fonte: Moraes et al. (2009).

As isoflavonas são compostos polifenólicos que estão presentes na soja e desenvolvem-se durante todo o período de enchimento do grão; sua síntese ocorre entre 35 até 60 dias após o florescimento (TSUKAMOTO et al., 1995). A estrutura química das isoflavonas (Figura 2) apresenta um núcleo flavona, composto por dois anéis benzênicos ligados a um anel heterocíclico. A posição do anel benzênico é a base para a categorização da classe isoflavonóide (ROSTAGNO et al., 2009).

Estão presentes na soja em quatro formas químicas: agliconas, β -glicosídeos, acetil glicosídeos e malonil glicosídeos sendo que cada uma apresenta-se em três classes: genistina, daidzina e glicitina (KAO et al., 2008). De acordo com Barbosa et al. (2006a), as diferenças na estrutura química das isoflavonas podem influenciar na sua atividade biológica, na sua biodisponibilidade e nos seus efeitos fisiológicos.



Isoflavonas	R1	R2	R3
Genisteína	OH	H	OH
Daidzeína	OH	H	H
Gliciteína	OH	OCH ₃	H
Genistina	C ₆ O ₅ H ₁₁	H	OH
Daidzina	C ₆ O ₅ H ₁₁	H	H
Glicitina	C ₆ O ₅ H ₁₁	OCH ₃	H
Acetil-genistina	C ₆ O ₅ H ₁₁ +COCH ₃	H	OH
Acetil-daidzina	C ₆ O ₅ H ₁₁ +COCH ₃	H	H
Acetil-glicitina	C ₆ O ₅ H ₁₁ +COCH ₃	OCH ₃	H
Malonil-genistina	C ₆ O ₅ H ₁₁ +COCH ₂ COOH	H	OH
Malonil-daidzina	C ₆ O ₅ H ₁₁ +COCH ₂ COOH	H	H
Malonil-glicitina	C ₆ O ₅ H ₁₁ +COCH ₂ COOH	OCH ₃	H

Figura 2. Estrutura química dos tipos de isoflavonas da soja. Fonte: Adaptado de Rostagno et al. (2009).

As formas malonil são as mais abundantes na soja *in natura*. Quando esta é submetida a processamentos, onde sejam utilizadas altas temperaturas e pressão, elas são convertidas nas formas acetil e estas, nas formas glicosídicas (PARK et al., 2001). Os processos fermentativos podem converter os glicosídeos nas agliconas correspondentes, devido ao aumento na atividade da enzima beta-glicosidade (CARRÃO-PANIZZI; BORDIGNON, 2000).

A quantidade e o tipo de isoflavonas presente na soja são afetadas pelo ambiente, pelo genótipo e pela interação desses fatores durante o desenvolvimento dos grãos (CARRÃO-PANIZZI et al., 2003; LEE et al., 2003, 2007). Ainda, de acordo com Tsukamoto et al. (1995) e Choi et al. (1996), os níveis de isoflavonas na soja variam em mais que o triplo, dependendo da parte morfológica de onde é extraída (cotilédones, hipocótilo e tegumento). Kudou et al. (1991) relatam que os teores de isoflavonóides são 5,5 a 6,0 vezes maiores no hipocótilo do que nos cotilédones.

Em trabalho realizado por Genovese et al. (2005), foram analisadas 14 variedades de soja desenvolvidas pela Embrapa Soja, em relação ao conteúdo e perfil de isoflavonas. O teor de isoflavonas variou significativamente entre as variedades (57 a 188 mg de isoflavonas por 100 g de farinha de soja), com valor médio de $116 \pm 34 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$. Em relação ao perfil desses compostos, a maioria (90-95%) encontra-se na forma glicosilada. Os β -glicosídeos representam a principal forma (50-59%) seguida pelos malonilglicosídeos (28-39%), os quais somam 82 a 91% do total de isoflavonas presentes no grão.

Os resultados obtidos por Genovese et al. (2005), foram semelhantes aos obtidos por Carrão-Panizzi et al. (1998), em experimento conduzido com variedades de soja cultivadas no Paraná, cujo conteúdo de isoflavonas foi de (54 a 147 mg 100 g^{-1}). Segundo Barbosa et al. (2006b), analisando uma variedade de grãos de soja adquiridos no comércio, obtiveram teor de isoflavonas de $110 \pm 2 \text{ mg } 100 \text{ g}^{-1}$, resultado similar ao encontrado em outros trabalhos. Entretanto, esses valores são inferiores aos obtidos em variedades americanas (116 – 274 mg 100 g^{-1}), segundo Genovese et al. (2005). Choi et al. (2000), encontraram de 125 a 153 mg 100 g^{-1} em variedades coreanas, e Wang e Murphy (1994b), encontraram um teor variável entre 126 a 142 mg 100 g^{-1} em variedades japonesas.

A oxidação é essencial para a manutenção dos processos biológicos em muitos organismos vivos, e os radicais livres são continuamente produzidos. Os radicais livres podem ser gerados no citoplasma, nas mitocôndrias ou na membrana celular e o seu alvo podem ser as proteínas, lipídios, carboidratos e DNA (BIANCHI; ANTUNES, 1999).

Os organismos possuem sistemas antioxidantes que protegem contra os danos provocados pelos radicais livres, e também através de sistemas de reparo. O envelhecimento, resultado do aumento da formação de radicais livres, desequilibra o sistema antioxidante que pode levar a deterioração das funções fisiológicas e, conseqüentemente, a perda da germinação e vigor das sementes. Entretanto, os antioxidantes presentes nas sementes podem ser de grande interesse como agentes protetores para auxiliar na redução dos danos oxidativos. Estudos recentes indicam que os compostos fenólicos como as isoflavonas apresentam excelente atividade antioxidante (SHAHIDI et al., 1992; RUIZ-LARREA et al., 1997; KRZYZANOWKI et al., 2001). No entanto, são escassos os relatos de que a atividade antioxidante das isoflavonas está relacionada com a qualidade fisiológica e com o seu conteúdo nas sementes de soja.

As isoflavonas elaboradas pelas plantas têm como função conferir proteção à planta de soja contra patógenos (DIXON, 2001). Elas possuem ilimitadas funções, entre elas o efeito antibacteriano (TANAKA et al. 2002); a resistência a artrópodes, constatada na cultivar IAC-100; a resistência a doenças como *Phytophthora* e a resistência a nematóides (LIU et al., 1992; RIVERA-VARGAS et al., 1993; CARRÃO-PANIZZI; KITAMURA, 1995).

Os teores de isoflavonas da soja influem na nodulação dos simbioses fixadores de nitrogênio (SAGUNUMA; TAKAKI, 1993). Loh et al. (2001) constataram que para o *Bradyrhizobium japonicum* as isoflavonas induzem à nodulação dos simbioses. A daidzina e genistina atuam como moléculas sinalizadoras para bactérias simbióticas fixadoras de nitrogênio em vegetais, resultando na produção de compostos aromáticos que podem influenciar geneticamente na atividade indutora de nódulos (COOPER et al., 1999).

Nas células que compõem os tecidos das sementes, o efeito antioxidante poderia ser um importante mecanismo de garantia da qualidade das sementes, uma vez que a degradação da membrana celular pela ação de

radicais livres é uma das mais discutidas e aceitas teorias de deterioração. Krzyzanowki et al. (2001 e 2002) e França Neto et al. (2002) demonstraram que os teores de isoflavonas nas sementes estão relacionados com a melhor qualidade e vigor dessas.

Segundo Kudou et al. (1991), o acúmulo das formas glicosídicas daidzina, genistina e as suas formas malonil correspondentes ocorrem durante o desenvolvimento das sementes, e que as formas genistina e malonil genistina aumentaram seu teor nos períodos finais da maturação das sementes. Indicando que as isoflavonas atuam na proteção das sementes de soja.

Carrão-Panizzi et al. (1998) verificaram que sementes de soja produzidas em locais com temperaturas mais amenas possuem maiores teores de isoflavonas, quando comparado àquelas produzidas em locais mais quentes, fato também observado por Ávila et al. (2007), avaliando dois locais de semeadura no Estado do Paraná.

Yin e Vyn (2005) estudando a relação entre teor de isoflavonas, óleo e proteínas com a produção de sementes de soja sugerem que a elevada produção de grãos pode ser acompanhada de alta concentração de isoflavonas sem nenhum declínio substancial na concentração de óleo e proteínas.

França-Neto et al. (2002) comparando quatro cultivares de soja em cinco épocas de colheita, associaram o teor de isoflavonas ao vigor das sementes de soja após retardamento de colheita. Sugeriram que quanto mais elevado o teor de isoflavonas, maior o vigor das plântulas provenientes dessas sementes, o que repercute em uma maior proteção contra estresse em função do ambiente ou tempo de armazenamento.

Ávila et al. (2011) comparando o conteúdo de isoflavonas e a qualidade fisiológica de sementes de soja antes e após 180 dias de armazenamento para 21 cultivares, concluíram que os teores de isoflavonas diferenciam-se entre as cultivares e possuem comportamento distinto ao longo do armazenamento. Desta forma também evidenciaram que melhor qualidade fisiológica está ligada a maior concentração de isoflavonas nas cultivares avaliadas durante o armazenamento.

Os programas de melhoramento genético da soja têm dado maior ênfase à produtividade, resistência a doenças e adaptabilidade (COCKBURN et al., 2002; CHIARI et al., 2004, 2006). O teor de isoflavonas não tem merecido

atenção por parte dos melhoristas até o presente, sobretudo no Brasil, onde as informações sobre esta característica são raras e pouco conclusivas.

Numa atual situação global de crescimento populacional e crescente demanda por alimentos em quantidade, qualidade e funcionalidade dos alimentos faz-se necessário que esses tipos de componentes como as isoflavonas, mereçam maior atenção em busca de informações conclusivas a respeito do seu papel não somente para os seres humanos, mas também no desempenho e qualidade dos grãos e sementes.

Neste sentido trabalhos relacionados a este tema têm importância, pois corrobora para estudos preliminares, específicos e esclarecedores; tendo em vista que o teor de isoflavonas e sua relação com a qualidade de sementes devam ser melhor estudados e apreciados para que se possa realmente fazer jus a uma agricultura moderna, sustentável, de qualidade, e de extrema tecnologia.

3 REFERÊNCIAS

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Dados do Complexo Soja: Exportações 2010**. Site: www.abiove.com.br. Acesso dia 22 de novembro de 2011.

AHRENS, C. D.; PESKE, S. T. Flutuação de umidade e qualidade em sementes de soja após a maturação fisiológica. Avaliação do teor de água. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 2, p. 107-110, 1994a.

AHRENS, C. D.; PESKE, S. T. Flutuações de umidade e qualidade em sementes de soja após a maturação fisiológica. II Avaliação da Qualidade Fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 16, n. 2, p. 111-115, 1994b.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. P. Jr.; BARBOSA, M. C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes** (Impresso), v. 32, p. 39-48, 2010.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; AGUIAR, C.G.; ÁVILA, M.R.; STÜLP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da soja. **Scientia Agrária**, Curitiba, v.9, n.4, p.445-454, 2008a.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteína e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.817-825, 2008b.

APROSOJA, Associação dos Produtores de Soja e Milho do Estado de Mato Grosso. **Publicações e Estatísticas da Soja 2010/2011**- Cuiabá, MT – Brasil. Disponível em: <http://www.aprosoja.com.br>. Acesso em: 28 Nov. 2011

ANDERSON, J. W.; JOHNSTONE, B. M.; COOK-NEWELL, M. E. Meta-analysis of the effects of soy protein intake on serum lipids. **The New England Journal of Medicine**, v.333, n.5, p.276-282, ago. 1995.

ANVISA, 2002 a. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução n. 2 de 07 de janeiro de 2002. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos**. Disponível em: <http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/tecno.htm>. Acesso em: 28 de Out. 2011

ANVISA, 2002 b. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. **Resolução n. 2 de 07 de janeiro de 2002. Alimentos com Alegações de Propriedades Funcionais e/ou de Saúde, Novos Alimentos/Ingredientes, Substâncias Bioativas e Probióticos.** Disponível em: http://www.anvisa.gov.br/alimentos/comissoes/novos_alimentos.htm. Acesso em: 18 de Nov. 2011

ASSAD, E.D.; ALMEIDA, I.R.; EVANGELISTA, B.A.; LAZZAROTTO, C.; NEUMAIER, N. NEPOMUCENO, A.L. Caracterização de risco de déficit hídrico nas regiões produtoras de soja no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 9, n. 3, p. 415-421, 2001 (número especial)

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; BAZO, G.L.; e CABRAL, Y.C.F. Effect of storage period on isoflavone content and physiological quality of conventional and transgenic soybean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 33, n.1, p. 149-161, 2011.

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; e VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, 2007.

BAIRD, D.; UMBACH, D.; LANSDELL, L. Dietary intervention study to assess estrogenicity of dietary soy among postmenopausal women. **The Journal of Clinical Endocrinology and Metabolism**, 1995; 80:1685-90.

BAKHIT, R. M.; KLEIN, B. P.; ESSEX-SORLIE, D. HAM, J. O.; ERDMAN, J. W JR.; POTTER, S. M. Intake of 25 g soybean protein with or without soybean fiber alters plasma lipids in men with elevated cholesterol concentrations. **The Journal of Nutrition**, v.124, p.213–222, 1994.

BARBOSA, A.C.L.; LAJOLO, F.M.; GENOVESE, M. I. Influence of temperature, pH and ionic strength on the production of isoflavone-rich soy protein isolates. **Food Chemistry**, v.98, p.757-766, 2006 a.

BARBOSA, A. C. L.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M.; GENOVESE, M. I. Teores de Isoflavonas e Capacidade Antioxidante da Soja e Produtos Naturais, **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 26, p. 921-926. 2006 b.

BARBOSA, M. C. **Desempenho agrônômico de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no arenito Caiuá.** Universidade Estadual de Maringá - UEM, fevereiro de 2009, Maringá. (Dissertação de mestrado).

BARNES, S.; KIM, H.; XU, J. Soy in the prevention and treatment of chronic diseases. Congresso brasileiro de soja. **Anais**, p.295-308, Londrina, 2002.

BASTIDAS, AM; SETRYONO, TD; DOBERMANN, A. Soybean sowing date: The vegetative, reproductive, and agronomic impacts. **Crop Science**, v. 48, n. 2, p. 727-740, 2008.

BELINE, H; MEGLIORINI, E; SLOMSKI, V.G; PEREIRA, A.C. **Cultura da soja: receita não realizada das perdas evitáveis durante a colheita.** Custos e @gronegocio on line - v. 5, n. 1 - Jan/Abr - 2009. ISSN 1808-2882. Disponível em: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br>

BENAVENT, M.A.; SILVÁN, J.M.; MORENO, F.J.; VILLAMIEL, M.; CASTILLO, M. D. Protein quality, antigenicity, and antioxidant activity of soy-based foodstuffs. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.56, n.15, p. 6948-6505, 2008.

BERGAMIN, M.; CANCIAN, M.A.E.;CASTRO, P.R.C. Ecofisiologia da soja. In: CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. (Org.). **Ecofisiologia de cultivos anuais:** trigo, milho, soja, arroz e mandioca. São Paulo: Nobel, 1999. p. 73-90.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. **Seeds: physiology of development and germination.** 2 ed. New York: Plenum Press, 1994. 445p.

BIANCHI, M. L. P.; ANTUNES, L. M. G. Radicais livres e os principais antioxidantes da dieta. **Revista de Nutrição**, Campinas, v. 12, p. 123-130, 1999.

BHÉRING, M.C.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; ANDRADE, M.A.S. Influência de épocas de plantio sobre algumas características agronômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 38, n. 219, p. 396-408, 1991a.

BHÉRING, M.C.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; ANDRADE, M.A.S. Influência de épocas de plantio sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 38, n. 219, p. 409-421, 1991b.

BRACCINI, A.L.; MOTTA, I.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; ÁVILA, M.R.; MESCHEDE, D.K. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, 2004.

BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; ÁVILA, M. R.; SCHUAB, S. R. P. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 76-86, 2003.

BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração de sementes: Aspectos bioquímicos e fisiológicos. Informativo **ABRATES**. v. 11, n.1, Abril, 2001.

BRACCINI, A. de L. e; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, 16 (2): 195-200, 1994.

BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Legislação. Resolução n. 16, de 30 de abril de 1999. Aprova o regulamento técnico de procedimentos para registro de alimentos funcionais e ou novos ingredientes. **Diário Oficial da União**, Brasília, 3 maio 1999.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; SIMÃO, A.S.; KIKUCHI, A. Efeitos de genótipos, ambientes e de tratamentos hidrotérmicos na concentração de isoflavonas agliconas em grãos de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. v.38, n.8, p.897-902, 2003.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; BORDIGNON, J.R. Activity of beta-glucosidase and levels of isoflavone glucosides in soybean cultivars affected by the environment. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n.5, p. 873-878, 2000.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Soja: potencial de uso na dieta brasileira**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998. 16 p.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KITAMURA, K. Isoflavone content in brazilian soybean cultivars. **Breeding Science**, v.45, p.295-300, 1995.

CARRARO, I.M.; BEGO, A.; ROCHA, A. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade de sementes de soja em Palotina, PR. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.7, n.3, p. 123-131, 1985.

CARVALHO, N.M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 588p.

CEDERROTH, C.R.; NEF, S. Soy, isoflavones and metabolism: A review. **Molecular and Cellular Endocrinology**, v.304, n.1, p.30-42, 2009.

CHIARI, L.; NAOE, L.K.; PIOVESAN, N.D.; CHAMEL, J.I.; CRUZ, C.D.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G.. Inheritance of isoflavone contents in soybean seeds. **Euphytica** (Wageningen), Holanda, v. 150, p. 141-147, 2006.

CHIARI, L.; PIOVESAN, N.D.; NAOE, L.K.; CHAMEL, J.I.; VIANA, J.M.S.; MOREIRA, M.A.; BARROS, E.G. Genetic parameters relating isoflavone and protein content in soybean seeds. **Euphytica**, Wageningen, v. 138, n. 1, p. 55-60, 2004.

CHOI, M.S.; RHEE, K.C. Production and Processing of soybeans and nutrition and safety of isoflavone and other soy products for human health. **Journal of Medicinal Food**. v.9, n.1, p.1-10, 2006.

CHOI, Y. S.; LEE, B. H.; KIM, J. H.; KIM, N. S. Concentration of phytoestrogens in soybeans and soybean products in Korea. **Journal of the Science of Food and Agriculture**, v. 80, p. 1709-1712, 2000.

CHOI, J.S.; KWON, T.W.; KIM, J.S. Isoflavone contents in some varieties of soybean. **Journal Korea Foods and Biotechnology**, Seoul, v.5, n.2, p.167-169, 1996.

COCKBURN, A. Assuring the safety of genetically modified (GM) foods: the importance of a holistic, integrative approach. **Journal of Biotechnology**, v.98, p. 79-106, 2002.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Central de Informações Agropecuárias: Conjuntura Agropecuária 2009 e 2010**. Site: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em 24 Nov. 2011.

COOK, N. C.; SAMMAN, S. Flavonoids – Chemistry, metabolism, cardioprotective effects, and dietary sources. **Nutritional Biochemistry**, v. 7, p. 66-76, 1996.

COOPER, J.E.; RAO, J.R.; STEELE, H.L.; MCCORRY, T.P. Legume flavonoids: symbiotic functions, method for identification and their metabolism by rhizobia. **Physiology Plant**, v.107, p.251-258, 1999.

COSTA, N.P. da; MESQUITA, C.M.; FRANÇA-Neto, J.B.; MAURINA, A.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Desperdícios na colheita mecânica da soja no Paraná e no Brasil na safra 2006/2007. In **XXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Campo Grande, 2007. Disponível em http://www.cnpso.embrapa.br/download/pdf/resumos_rpsrcb_2007.pdf. Acesso em 01 de novembro de 2011.

COSTA VAL, W.M.; OLIVEIRA, E.F.; GARCIA, A. Caracterização de cultivares e linhagens de soja quanto à sementeira e densidade populacional para o estado do Paraná. (04.2001.325-01) In: HOFFMANN-CAMPO, C.B.; SARAIVA, O.F. (Org). **Resultados da pesquisa de soja – 2002: melhoramento**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2003. p. 36-54. (Documento, 210).

COSTA, J.A. **Cultura da Soja**. Porto Alegre: Evangraf, 1996. 233p.

COSTA, N.P.; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do estado do Paraná para a produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.16, n 1, p. 12-19, 1994.

COSTA, N.P.; FRANCA NETO, J.B ; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PEREIRA, L.A.G.; BARRETO, J.N. **Efeito de retardamento de colheita de cultivares de soja sobre a qualidade da semente produzida: Resultados de pesquisa de soja 1982/83**. Londrina: Embrapa-Cnpso, 1983. p.61-64.

COWARD, L.; BARNES, N;C.; SETCHELL, K.D.R.; BARNES, S. Genistein, daidzein, and their. beta.-glycoside conjugates: antitumor isoflavones in soybean foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 41, p. 1961-1967, 1993.

DALL'AGNOL, A.; HIRAKURI, M.H. **Realidade e Perspectiva do Brasil na Produção de Alimento e Agroenergia, com ênfase na Soja**. Circular Técnica 59. Setembro, 2008. 8p.

DALL'AGNOL, A.; ROESSING, A. C.; LAZZAROTTO, J. J.; HIRAKURI, M. H.; OLIVEIRA, A. B. **O complexo agroindustrial da soja brasileira**. Londrina, PR, Brasil: Embrapa Soja. n.43, setembro de 2007. Circular Técnica

DALTRO, E. M. F. Aplicação de dessecantes em pré-colheita: efeito na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes** (Impresso), v. 32, p. 111-122, 2010.

DELOUCHE, J.C. Physiological changes during storage that affect soybean seed quality. In: SINCLAIR, J.B.; JACKOBS, J.A. (Ed.). **Soybean seed quality and stand establishment**. [S.l.]: Intsoy, 1982. p.57-66. (Intsoy, 22).

DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**, 1:427-52, 1973.

DEWICK, P. M. Isoflavonoids. In: HARBORNE, J. B. (Ed.). **The flavonoids: advances in search since 1986**. Chapman & Hall, 2-6 Boundary Row, London, 1994, p. 117-238.

DIXON, R.A. Natural products and plant disease resistance. **Nature**, v.411, n. 14 p.843-847, 2001.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2011/2012**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 281p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2007**. Londrina: Embrapa-Soja, 2006. 217p (Sistemas de Produção, 10).

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2003**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2002. 195p. (Sistemas de Produção, 2).

ESAKI, H.; ONOZAKI, H.; MORIMITSU, Y. Potent antioxidative isoflavones isolate from soybeans fermented with *Aspergillus saitoi*. **Bioscience, Biotechnology, and Biochemistry**, v. 62, n.4, p.740-746, 1998.

ESTEVES, E.A.; MONTEIRO, J.B.R. Efeitos benéficos das isoflavonas de soja em doenças crônicas. **Revista de Nutrição**, v.14, n.1, p.43-52, 2001.

FANTI, P.; STEPHENSON, T.J.; KAARIAINEN, I.M.; REZKALLA, B.; TSUKAMOTO, Y.; MORISHITA, T.; NOMURA, M.; KITAYAKARA, C.; CUSTER, L.J.; FRANKE, A.A. Serum isoflavones and soya food intake in Japanese, Thai and American end-stage renal disease patients on chronic haemodialysis. **Nephrology Dialyses Transplantation**, v.18, p.1862–1868, 2003.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecologia da soja**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 10p (Embrapa soja, circular técnica, 48).

FDA. U.S. **Food and Drug Administration**. Food labeling: Health claims; soy protein and coronary heart disease. October 26, 1999. Disponível em: <http://www.fda.gov/>. Acesso em: 28 Out. 2011

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p

FIETZ, C.R., URCHEI, M. A. Deficiência Hídrica da Cultura da Soja na Região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 262-265, 2002.

FRANÇA NETO, J.B.; CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. **Varição nas concentrações de isoflavonas em sementes de soja sujeitas ao retardamento de colheita**. In: Resumos da XXIV reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil 24. 2002. Londrina: Embrapa soja. 246p.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G. de P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2007. 12p. (Comunicado Técnico, 40).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1998. 72p. (Documentos, 116).

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **DIACOM: diagnóstico completo da qualidade da semente de soja**. LONDRINA: EMBRAPA-CNPSO, 1992. 22 P. (EMBRAPACNPSO. CIRCULAR TÉCNICA, 10).

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1984. (Circular técnica, 9).

FRITZ, K. L.; SEPPANEN, C. M.; KURZER, M. S.; CSALLANY, A. S. The in vivo antioxidant activity of soybean isoflavones in human subjects. **Nutrition Research**, v.23, p.479–487, 2003.

GARCIA, A.; PÍPOLO, A.E.; LOPES, I.A.N.; PORTUGAL, F.A.F. **instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 10p (Embrapa soja, circular técnica, 51).

GENOVESE, M.I.; BARBOSA, A.C.L.; PINTO, M.S.; LAJOLO, F.M. Commercial soy protein ingredients as isoflavones sources for functional foods. **Plants Foods for Human Nutrition**, v.62, p.53-58, 2007.

GENOVESE, M. I.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M. Isoflavone profile and antioxidant activity of Brazilian soybean varieties, **Food Science Technology International**, v. 11, p. 205–211. 2005.

- GOULART, A.C.P. Tratamento de sementes de soja com fungicidas. In: ZAMBOLIM, L. **Sementes: qualidade fitossanitária**. Viçosa: UFV, 2005. p.451-478.
- HAMPTON, J.G.. O que é Qualidade de Sementes?. **Seed News** v.5 n.5 - 2001.
- HAMPTON, J.G.; TEKRONY, D.M. (ed.). **Handbook of vigour test methods**. Zürich: International Seed Testing Association. 3 ed., 1995. 117p.
- HARRINGTON, J.F. Biochemical basis of seed longevity. **Seed Science and Technology**, Zurich, v.1, p. 453-461, 1973.
- HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).
- HENNING, A.A. **Patologia de sementes**. Londrina: EMBRAPA Soja, 1994. 43p. (Documentos, 90).
- HERTOG, M. G. L.; HOLLMAN, P. C. H.; KATAN, M. B. Content of potentially anticarcinogenic flavonoids of 28 vegetables and 9 fruits commonly consumed in The Netherlands. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.40, p. 2379-2383, 1992.
- HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. **Fixação biológica de nitrogênio em soja. Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, p. 9-89, 1994.
- JORDÃO JÚNIOR, A.A.; CHIARELLO, PG; BERNARDES, M.S.M.; VANNUCCHI, H. Peroxidação lipídica e etanol: papel da glutathione reduzida e da vitamina E. **Medicina**, n. 31, p. 434-449, 1998.
- JUNG, W.; YU, O.; LAU, S-M. C.; O'KEEFE, D. P.; ODELL, J.; FADER, G.; MCGONIGLE, B. Identification and expression of isoflavone synthase, the key enzyme for biosynthesis of isoflavones in legumes. **Nature Biotechnology**, v. 18, p. 208-212, 2000.
- KAO, T.H.; CHIEN, J.T.; CHEN, B.H. Extraction yield of isoflavones from soybean cake as affected by solvent and supercritical carbon dioxide. **Food Chemistry**, v.107, p.1728-1736, 2008.
- KIM, J.K.; KIM, S.H.; HAHN, S.J.; CHUNG, M. Changing soybean isoflavone composition and concentrations under two different storage conditions over three years. **Food Research International**, v.38, p.435-444, 2005.
- KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **O controle de qualidade agregando valor a semente de soja – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 54).

KRZYZANOWSKI, F. C.; FRANÇA NETO, J. B.; COSTA, N. P. **Teste do hipoclorito de sódio para semente de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. 4 p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 37).

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B. Agregando valor à semente de soja. **Seed News**, Pelotas, set./out., v.7, n.5, 2003.

KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST S.H. FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. Relação entre a quantidade de isoflavonas e o vigor de sementes de soja. In: **II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA**, 2002, Londrina. 393p., Documentos/Embrapa soja, ISSN 1516-781X; n.181.

KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST S.H. FRANÇA NETO, J.B. Influência do conteúdo de isoflavonas sobre a qualidade fisiológica da sementes de soja. In: **CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES**, 7. Brasília, 2001. **Anais...** Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2001. p.47.

KUDOU, S.; FLEURY, Y; WELTI, D.; MAGNOLATO, D.; UCHIDA, T.; KITAMURA, K., OKUBO, K. Malonil isoflavone glycosides in soybeans seeds (*Glycine max* Merrill). **Agriculture biology chemistry**, v.55, p. 2227-2233, 1991.

LAMBERT, E.S.; MEYER, M.C.; KLEPKER, D. (Org.). **Cultivares de soja 2007/2008 região Norte e Nordeste**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2007. 36p. (Documento, 284).

LARCHER, W. Trad.: PRADO, C.H.D.A. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. p. 341-418.

LEE, S.J.; AHN, J.K.; KHANH, T.D.; CHUN, S.C.; KIM, S.L.; RO, H.M.; SONG, H.K.; CHUNG, I.L. Comparison of isoflavone concentrations in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) sprouts grown under two different light conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.23, p.9415-9421, 2007.

LEE, S.J.; YAN, W.; AHN, J.K.; CHUNG, I.M. Effects of year, genotype and their interactions on various soybeans isoflavones. **Field Crops Research**, v.81, p.181-192, 2003.

LEE, S. J.; CHUNG, I. M.; AHN, J. K.; LEE, S. K.; KIM, S. H.; YOO, N. H. Variation in antioxidative activity of soybean (*Glycine max* L.) varieties with crop year and duration of storage time. **Food Science and Biotechnology**, v.11, p.649-653, 2002.

LOH, J.T. et al. Population density-dependent regulation of the bradyrhizobium japonicum nodulation genes. **Molecular microbiology**, v.42 n.1, p.37-46, 2001.

LIMA, W.A.A.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A.; DIAS, L.A.S.; PIOVESAN, N.D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de

genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.186-192, 2007.

LIN, S.S.; SEVERO, J.L.. Efeito do atraso da colheita sobre a qualidade da semente e rendimento de soja. Porto Alegre: **Agronomia Sulriograndense**. v. 18, n. 1, p. 47-49. 1982.

LISSIN, L.W.; COOKE, J.P. Review article: phytoestrogens and cardiovascular health, **Journal of the American College of Cardiology**, v.35, n.6, p.1403-1410, 2000.

LIU, S.; NORRIS, D.M.; HARTWIG, E.E.; XU, M. Inducible phytoalexins in juvenile soybean genotypes predict soybean looper resistance in the fully developed plants. **Plant Physiology**, v.100, p.1479-1485, 1992.

LUKACZER, D.; LISKA, D.J.; LERMAN, R.H.; DARLAND, G.; SCHILTZ, B.; TRIPP, M.; BLAND, J.S. Effect of a low glycemic index diet with soy protein and phytosterols on CVD risk factors in postmenopausal women. **Nutrition**, v.22, p.104-113, 2006.

MAKELA, S.I.; PYLKKÄNEN, L.H.; SANTTI, R.S.S.; ADLERCREUTZ, A. Dietary soybean may be antiestrogenic in male mice. **The Journal of Nutrition**, p.436-445, 1994.

MARCHIORI, L.F.S; CÂMARA, G.M.S; PEIXOTO, C.P; MARTINS, M.C. Desempenho vegetativo de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] em épocas normal e safrinha. **Scientia Agrícola**, Piracicaba, v. 56, n. 2, p. 383-390, 1999.

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

MARCOS FILHO, J.; GODOY, O.P. CÂMARA, G.M.S. Tecnologia da produção. In: CÂMARA, G.M.S. et al. **Produção, pré-processamento e transformação agroindustrial**. São Paulo: Secretaria da Indústria, Comércio, Ciência e Tecnologia, 1982. p. 01-39.

MARTÍNEZ-VALVERDE, I.; PERIAGO, M. J.; ROS, G. Significado nutricional de los compuestos fenólicos de la dieta. **Archivos Latinoamericanos de Nutrición**, v. 50, p. 5-18, 2000.

MDIC - Ministério do Desenvolvimento, Indústria e Comércio. **Indicadores Estatísticos: Balança Comercial 2009/2010**. www.desenvolvimento.gov.br. Acesso dia 21 de novembro de 2011.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; PEREIRA, J. E.; MAURINA, A. C.; ANDRADE, J. G. M. **Caracterização da colheita mecanizada da soja no estado do Paraná**. Engenharia Agrícola. Jaboticabal: SBEA, v. 21, n. 2, p. 195-205. 2001.

MESQUITA, C. M.; COSTA, N. P.; PEREIRA, J. E.; MAURINA, A. C.; ANDRADE, José G. M. **Perfil da colheita da soja no Brasil: Safra 1998/1999**. Engenharia Agrícola. Jaboticabal: SBEA, v. 22, n. 3, p. 398-406. 2002.

MESSINA, M. Soyfoods and soybean phyto-oestrogens (isoflavones) as possible alternatives to hormone replacement therapy (HRT). **European J. Cancer**, v. 36, p. S71-S77, 2000.

MORAES, C. S.; PASTORE, G. M.; SATO, H. H.; PARK, Y. K. **Isoflavonas de soja e suas atividades biológicas**. 1. ed. São Paulo: Livraria Varela, 2009. v. 1. 84 p. ISBN: 9788577590117.

MORAES, R. M. A.; JOSE, I. C.; RAMOS, F. G.; BARROS, E. G.; MOREIRA, M. A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

MOTTA, I.S.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; INOUE, M.H.; ÁVILA, M.R.; BRACCINI, M.C.L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.24, n.5, p.1281-1286, 2002.

MOTTA, I.S.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; BRACCINI, M.C.L. Características agrônômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2000.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. Estádios de Desenvolvimento da Cultura de Soja. *In* : BONATO, E. R., ed. **Estresses em Soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 254p.

PARK, Y.K.; AGUIAR, L.C.; ALENCAR, S.M.; MASCARENHAS, H.A.A.; SCAMPARINI, A.R.P. Avaliação do teor de isoflavonas em soja brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.3, n.3, p. 156-160, 2001.

PELÚZIO, J.M.; RAMO, L.N.; FIDELIS, R.R.; AFFÉRI, F.S.; CASTRO-NETO, M.D.; CORREIA, M.A.R. Influência da dessecação química e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja no sul do estado do Tocantins. **Bioscience Journal**, v.24, n.2, p.77-82, 2008.

PENALVO, J,L.; CASTILHO, M,C.; SILVEIRA, M, I, N; MATAALLANA.; M, C.; TORIJA, M,E. Fatty acid profile of traditional soymilk. **European Food Research and Technology**. v.219, n.3, p. 251-253, 2004.

PESKE, S.T. & HAMER, E. Colheita de sementes de soja com alto grau de umidade. II Qualidade fisiológica. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, 19 (1): 66-70, 1997.

PIETTA, P. G. Flavonoids as antioxidants. **Journal of Natural Products**, v. 63, p. 1035-1042, 2000.

PINHEIRO NETO, R.; TROLI, W. Perdas na colheita mecanizada de soja (*Glycine Max* (L.) Merrill), no município de Maringá, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 25, n. 2, 2003. Disponível em <http://periódicos.uem.br/ojs/index.php>. Acesso em 01.12.2011.

PÍPOLO, A.E. **Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. 128p. Tese (Doutorado).

POPINIGS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: Agiplan, 1985.

POTTER, S.M., BAUM, J.A., TENG, H. Soy protein and isoflavones: Their effects on blood lipids and bone density in postmenopausal women. **American Journal of Clinical Nutrition**, v.68, n.6, p.1375S-1379S, 1998.

PIRES, C. V.; OLIVEIRA, M. G. A.; ROSA, J. C.; COSTA, N. M. B. Qualidade nutricional e escore químico de aminoácidos de diferentes fontes protéicas. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. v.16, n.1, p.179-187, 2006.

PUPPO, M. C.; AÑÓN, M. C. Soybean protein dispersions at acid pH. Thermal and rheological properties. **Journal of Food Science**, v.64, n.1, p.50-56, 1999.

QUEIROZ, E.F.; GAUDENCIO, C.A.; GARCIA, A.; TORRES, E.; OLIVEIRA, C.N. Efeito de épocas de plantio sobre o rendimento da soja, na região Norte do Paraná. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília. V.33, n.9, p.512-519, 1998.

RASSINI, J.B.; LIN, S.S. Efeito de períodos de estiagens artificiais durante estádios de desenvolvimento da planta no rendimento e qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 225-237, 1981.

REVISTA RURAL. **Montanha Russa Assusta Produtores de Soja**. vol. 84 - janeiro/fevereiro 2005. Disponível em: <http://www.revistarural.com.br>. Acesso em: 21 Nov. 2011

RESENDE, J.C.F.; REIS, M.S.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S. Efeito da época de colheita e condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.245, p.17-27, 1996.

ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, C.S.; PEREIRA, M.G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 1996. 76p. (Boletim, 188).

RODRIGUES, O; DIDONET, A. D.; LHAMBY, J. C. B.; BERTAGNOLLI, P. F.; Luz, J. da S. Resposta Quantitativa do Florescimento da Soja à Temperatura e Fotoperíodo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 3, p. 431-437, 2001.

ROSTAGNO, M.A.; VILLARES, A.; GUILLAMÓN, E.; GARCIA-LAFUENTE, A.; e MARTÍNEZ, J.A. Sample preparation for the analysis of from soybeans and soy foods. **Journal of Chromatography**. 1216. P.2-29. 2009.

RUIZ-LARREA, M.B.; LEAL, A.M.; MARTIN, C., MARTINEZ, R.; LACORT, M. **Antioxidant action of estrogens in rat hepatocytes**. Ver. Esp. Fisiol. 53, 225–229. 1997.

SACKS, F.M.; LICHTENSTEIN, A.; HORN, L.V.; HARRIS, W.; ETHERTON, P. K.; WINSTON, M. Soy protein, isoflavones, and cardiovascular health: an American Heart Association Science Advisory for Professionals from the Nutrition Committee. **Journal of the American Heart Association**, v.113, n.7, p.1034-1044, 2006.

SAIDU, J. E. P. **Development, evaluation and characterization of protein-isoflavone enriched soymilk**. 2005. Dissertação. Louisiana State University, Louisiana, Estados Unidos.

SAGUNUMA, N. TAKAKI, M. Changes in amounts of isoflavone in seeds during germination of soybean and role in the formation of root nodules. **Soil Science and Plant Nutrition**., v.39, p.661-667,1993.

SANTOS, V.L.M. dos; SILVA, R.F. da; CARDOSO, A.A. & SEDIYAMA, T. Avaliação da produtividade e da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), colhidas na maturação fisiológica e trinta dias após o ponto de colheita. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, 18 (1): 50-56, 1996.

SCALBERT, A.; MANACH, C.; MORAND, C.; RÉMÉSY, C. Dietary polyphenols and the prevention of diseases. **Critical Review in Food Science and Nutrition**, v. 45, p. 287-306, 2005.

SHAHIDI, F.; NACZK, M. **Phenolics in Food and Nutraceuticals**. CRC Press, p. 403-427, 2004.

SHAHIDI, F.; WANASUNDARA, P.K.J.P.D. Phenolic antioxidants. **Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v.32, n.1, p.67-103, 1992.

SEDIYAMA, C.S.; VIEIRA, C.; SEDIYAMA, T.; CARDOSO, A.A.; ESTEVÃO, H.H. Influência do retardamento da colheita sobre a deiscência das vagens e sobre a qualidade e poder germinativo das sementes de soja. **Experientiae**, Viçosa, v. 14, n. 5, p. 117-141, 1972.

SERRA, M.E.J. da V. **Efeito da maturação e retardamento de colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja**. Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias – Campus de Jaboticabal da UNESP. Jaboticabal, 1995. (Dissertação de mestrado).

SETCHELL, K. D. R. Phytoestrogens: the biochemistry, physiology and implications for human health of soy isoflavones. **The American Journal of Clinical Nutrition**. v.68, p.1333-1346, 1998.

SETCHELL, K. D. R.; CASSIDY, A. Dietary isoflavones: biological effects and relevance to human health. **The Journal of Nutrition**., United States, v. 129, n.3, p.758-767, 1999.

SGARBIERI, V. C.; GARRUTI, E. C.; GUZMÁN, E. C. Soybeans as an extender of common beans. **Journal of the American Oil Chemists' Society**, v.58, n.3, p.522-526, 1981.

SILVA, M. A.; VIEIRA, R.D; SANTOS, J.M. Influência do envelhecimento acelerado na anatomia da testa de sementes de soja, cv. Monsoy 8400. **Revista Brasileira de Sementes**, v.30, n.2, p.91-99, 2008.

SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 2, p. 274-277, 1977.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. Trad.: SANTARÉM, E.R. **Fisiologia vegetal**. 4^a. ed. Porto Alegre: Artmed, 2009. 613p.

TANAKA, H.; SATO, M.; FUJIWARA, S.; HIRATA, M.; ETOH, H.; TAKEUCHI, H. Antibacterial activity of isoflavonoids isolated from *Eritrina variegata* (Leguminosae) for their antibacterial activity against methicilin-resistant *Staphylococcus aureus* (MRSA). **Letters in Applied Microbiology**., v.35, n.6, p.494-498, 2002.

TERASAWA, J. M. ; PANOBIANCO, M. ; POSSAMAI, E. ; KOEHLER, H. S. . Antecipação da colheita na qualidade fisiológica de sementes de soja. **Bragantia** (São Paulo, SP. Impresso), v. 68, p. 765-773, 2009

TOLEDO, M.R. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cultivares de soja colhidas em diferentes épocas e horários**. 2008. 80p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

TSUKAMOTO, C.; KUDOU, S.; KIKUCHI, A.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; ONO, T.; KITAMURA, K.; OKUBO, K. Isoflavones in soybean products: composition, concentration and physiological effects. 1 Simpósio brasileiro sobre os benefícios da soja para a saúde humana. **Anais**., p.9-14, Circular 169. 2001.

TSUKAMOTO, C.; SHIMADA, S.; IGITA, K.; KUDOU, S.; KOKUBUN, M.; OKUBO, K.; KITAMURA, K. Factors affecting isoflavones content in soybean seeds: changes in isoflavones, saponins and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.43, p.1184-1192, 1995.

URBEN FILHO, G.; SOUZA, P.I.M. Manejo da cultura da soja sob cerrado: Época, densidade e profundidade de semeadura. In: ARANTES, N.E.; SOUZA, P.I.M. (Ed.) **Cultura da soja nos cerrados**. Piracicaba: POTAFOS, 1993. p.216-218.

USB- United Soybean Board. **The Healthful Balances Nutrient**, Soy and Health. 2008. Disponível em: <<http://www.soyconnection.com/>>. Acesso em: 18 novembro 2011.

USDA - Foreign Agricultural Services. **Commodities and Products: Oilseeds 2010**. Site: www.fas.usda.gov. November, 22th 2011.

VAL, W.M.C.; GAUDÊNCIO, C.A.; GARCIA, A. Ensaio sobre época de plantio. In: **RESULTADOS DE PESQUISA DE SOJA**: 1984/85. Londrina: EMBRAPA-CNPSO, 1985. p.393-6. (Documentos, 15).

WANG, H.; MURPHY, P.A. Isoflavone content in commercial soybean foods. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. V. 42, n. 88, p.1666-1673, 1994a.

WANG, H., MURPHY, P. A. Isoflavone composition of American and Japanese soybean in Iowa: effects of variety, crop year, and location. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v. 42, p. 1674-1677, 1994 b.

WILCOX, J.R.; SHIBLES, R.M. Interrelationships among seed quality attributes in soybean. **Crop Science**, v.41, p.11-14, 2001.

WILDMAN, R.E.C. **Handbook of nutraceuticals and functional foods**. Boca Raton: CRC Press, 2001.

YIN, X.; VYN, T.J. Relationships of Isoflavone, Oil, and Protein in Seed with Yield of Soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.97, p.1314-1321, 2005.

CAPÍTULO 1

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE CULTIVARES DE SOJA EM DUAS ÉPOCAS DE COLHEITA E DOIS AMBIENTES DE CULTIVO NO ESTADO DO PARANÁ

RESUMO. A soja constitui, atualmente, um dos produtos de maior importância na economia brasileira e no mundo; foco de pesquisas intensas. Com o objetivo de avaliar o desempenho agrônomo de cultivares de soja nos municípios de Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010) e duas épocas de colheita (R8 e 15 dias após primeira época), foram conduzidos experimentos instalados na primeira quinzena de novembro, sob o delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. As cultivares avaliadas foram Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232. As características agrônomicas determinadas foram: altura das plantas, altura de inserção das primeiras vagens, número de vagens por planta, produtividade de grãos e massa de cem grãos. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta e realizados os desdobramentos das interações. As diferentes épocas de colheita não influenciaram a altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta e massa de cem grãos. O rendimento de grãos foi superior na primeira época de colheita, destacando-se as cultivares BRS 232, BRS 255 RR e BRS 282. A altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta, massa de grãos e rendimento são influenciados negativamente pelo efeito do ano para os locais avaliados. As cultivares semeadas em Maringá apresentaram superioridade em relação às características agrônomicas e aos componentes de produção em comparação com as de Umuarama.

Palavras-chave: *Glycine max*, maturação, rendimento, Arenito Caiuá.

AGRONOMIC PERFORMANCE OF SOYBEAN CULTIVARS IN TWO HARVEST TIMES AND TWO ENVIRONMENTS IN THE STATE OF PARANA

ABSTRACT. The soybean constitutes, currently, one of the most important products in world and Brazilian's economy, and it is the focus of intense researches. In order to evaluate the agronomic performance of soybean cultivars in the cities of Maringá and Umuarama, in two agricultural seasons (2008/2009 and 2009/2010) and two harvest times (R8 and 15 days after the first time), experiments installed in the first half of November were carried, under a randomized block design, with four replications. The cultivars evaluated were Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 and BRS 232. The agronomic characteristics determined were: plant height, height of insertion of the first pods, number of pods per plant, grain yield and weight of hundred seeds. The data were submitted to joint variance analysis and performed over the ramifications of the interactions. The different harvest times did not influence plant height, height of first pod insertion, number of pods per plant and weight of hundred grains. The yield was higher in the first harvest season, standing out the cultivars BRS 232, BRS 255 and BRS 282 RR. The plant height, height of first pod insertion, number of pods per plant, grain weight and yield are negatively influenced by the year effect for the locations studied. The cultivars sown in Maringá were superior in relation to agronomic characteristics and production components in comparison to Umuarama.

Key words: *Glycine max*, maturity, yield, sandstone Caiuá.

1 INTRODUÇÃO

A soja é considerada, mundialmente, a principal fonte de produção de óleos e proteínas vegetais para alimentação humana e animal. Constitui, atualmente, um dos produtos de maior importância na economia brasileira, ocupando lugar de destaque na oferta de óleo para consumo interno, na fabricação de ração animal como principal fonte protéica, bem como, na pauta de exportação do país (ABIOVE, 2010).

É uma leguminosa cultivada em praticamente todas as regiões do território nacional; o Brasil é o segundo maior produtor mundial, responsável por 26,4% da produção (USDA, 2010). O Mato Grosso, Paraná, Rio Grande do Sul, Goiás e Mato Grosso do Sul, são os cinco estados que possuem maior participação na produção nacional da cultura da soja (CONAB, 2010).

Ecofisiologicamente, durante o seu ciclo, a cultura da soja é exigente em relação a vários fatores ambientais. Desta forma, é relevante destacar que alguns fatores como adubação, escolha da variedade, densidade populacional, escolha da época de semeadura e época de colheita, influenciam no desenvolvimento das plantas, na produção e rendimento da lavoura e também na qualidade dos grãos (FARIAS et al., 2007).

A avaliação do comportamento agrônomo e desempenho produtivo de cultivares de soja em diferentes ambientes são fundamentais na indicação e recomendação de manejos culturais e tecnologias para cada região (EMBRAPA SOJA, 2010). Assim, torna-se necessário o conhecimento das condições climáticas da região cultivada, bem como das necessidades da cultura associadas aos estádios de desenvolvimento, visando maior produtividade (LARCHER, 2000).

O desenvolvimento da soja é influenciado pela temperatura, precipitação pluvial, umidade do solo e pelo fotoperíodo. Considerando a variação desses fatores durante o ano e a resposta da soja a essa variação, nenhum outro aspecto cultural isolado influencia tanto o desenvolvimento e a produção dessa cultura quanto à época de instalação e colheita da lavoura (BHÉRING et al., 1991a e b; ROCHA et al., 1996; MARCOS FILHO, 2005;

GARCIA et al., 2007).

Estas pesquisas com a finalidade de estabelecer a época de semeadura, época de colheita e a cultivar mais adequada para altas produções em determinada região fornecem um representativo marco teórico à fitotecnia, sendo um referencial científico para a prática da agricultura em nossas condições edafoclimáticas. No entanto, não são trabalhos definitivos e generalizadores, já que a cada ano introduzem-se novos genótipos para cultivo e novas áreas são abertas para expansão do cultivo da soja, ou seja, aumenta-se a variabilidade genotípica e ambiental (ALBRECHT et al., 2009; BARBOSA, 2009; EMBRAPA SOJA, 2010).

O período de colheita constitui a fase mais crítica de todo processo de produção de soja, isto especialmente pelos riscos climáticos que está sujeita a lavoura destinada à produção de grãos ou à produção de sementes ou ainda ao consumo *in natura* (EMBRAPA SOJA, 2010). Diversas são as causas apontadas para a ocorrência de perdas durante a colheita (BELINE et al., 2009). A Embrapa (2002) aponta como causadores de perda, o mau preparo do solo; a inadequação da época de semeadura, do espaçamento e da densidade; uso de cultivares não adaptadas; a ocorrência de plantas daninhas; o retardamento da colheita; a umidade inadequada na colheita e; a má regulação e condução da colhedora.

A colheita deve ser iniciada tão logo a soja atinja o estágio R8 (ponto de colheita), a fim de evitar perdas na qualidade do produto (MEDINA et al., 1997; BRACCINI et al., 2003; EMBRAPA SOJA, 2010). Pois é reconhecido que a máxima qualidade dos grãos de soja é alcançada por ocasião da maturidade fisiológica, coincidindo com o máximo acúmulo de massa seca, de vigor e de germinação (POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2005).

No ponto de maturidade fisiológica, o elevado grau de umidade dos grãos impede a colheita mecanizada da soja. Dessa forma, os grãos permanecem “armazenadas no campo” até atingir a umidade adequada para a colheita mecânica. Nesse período raramente as condições climáticas são favoráveis à manutenção da qualidade das sementes (FRANÇA NETO; HENNING, 1984; FRANÇA NETO et al., 2007). Neste sentido, o período de permanência dos grãos no campo, após a maturidade fisiológica, é fator

importante na deterioração e na perda de atributos do desempenho agronômico.

A soja tem sido tradicionalmente utilizada na região de Maringá com elevados índices de produtividade; e sendo introduzida expansivamente na região do Arenito de Caiuá, como uma alternativa na reforma de pastagens degradadas ou reforma em áreas de cana-de-açúcar. Contudo, sem grandes expectativas de sucesso de produtividade devido às características edafoclimáticas e a carência de informações consistentes para épocas semeadura, genótipos adaptados a região, concomitantemente com época de colheita, pois estes afetam negativamente a qualidade dos grãos.

O trabalho teve por objetivo avaliar o desempenho agronômico das plantas de cultivares de soja em dois ambientes e duas épocas de colheita nos municípios de Maringá e Umuarama, ambas situadas no noroeste do Estado do Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação e condução do experimento

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010 em dois locais. Em Maringá, o experimento foi instalado em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), região noroeste do Estado do Paraná, situada a uma latitude de 23°25' sul e longitude de 51°57' a oeste de Greenwich, com altitude média de 540 m. O solo da área experimental é identificado como pertencente à classe Argissolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura média.

Em Umuarama, o experimento foi instalado na Fazenda do Campus Regional em Umuarama – PR, pertencente à Universidade Estadual de Maringá. A área está localizada na região noroeste do Estado do Paraná, com altitude de 480 m, 23°44'S de latitude e 53°17'W de longitude. O solo é identificado como pertencente à classe Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura arenosa.

Os solos das áreas experimentais foram analisados quanto às características químicas (0 - 20 cm) e a adubação foi realizada de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja (EMBRAPA SOJA, 2010). Os resultados da análise química do solo estão apresentados na Tabela 1. As demais práticas culturais foram realizadas conforme preconizado pelo sistema de produção da região.

Tabela 1. Análise de química do solo (0- 20 cm) em Maringá e Umuarama - PR, antes da implantação da cultura.

Maringá											
P ¹ mg dm ⁻³	pH ² CaCl ₂	H ₂ O	H ⁺ +Al ³⁺ -----	Al ³⁺	K ¹	Ca ³	Mg ³	SB	CTC	V %	C ⁴ g dm ⁻³
6	5,2	6,0	3,17	0,0	1,49	2,13	1,22	4,84	8,01	60,42	10,95
Umuarama											
2	4,2	5,2	0,60	4,1	0,16	0,97	0,57	1,70	6,31	26,98	12,01

¹ - Extrator Mehlich 1; ² - CaCl₂ 0,01mol L⁻¹; ³ - KCl 1mol L⁻¹; ⁴ - Método Walkley-Black.

O clima predominante nas duas regiões é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco com verões quentes, segundo classificação de Köppen (IAPAR, 2000).

Os dados climáticos diários de precipitação pluvial, balanço hídrico, temperatura máxima e mínima diária, referentes ao período de duração dos ensaios estão apresentados nas Figuras 1, 2, 3 e 4 (IAPAR, 2010).

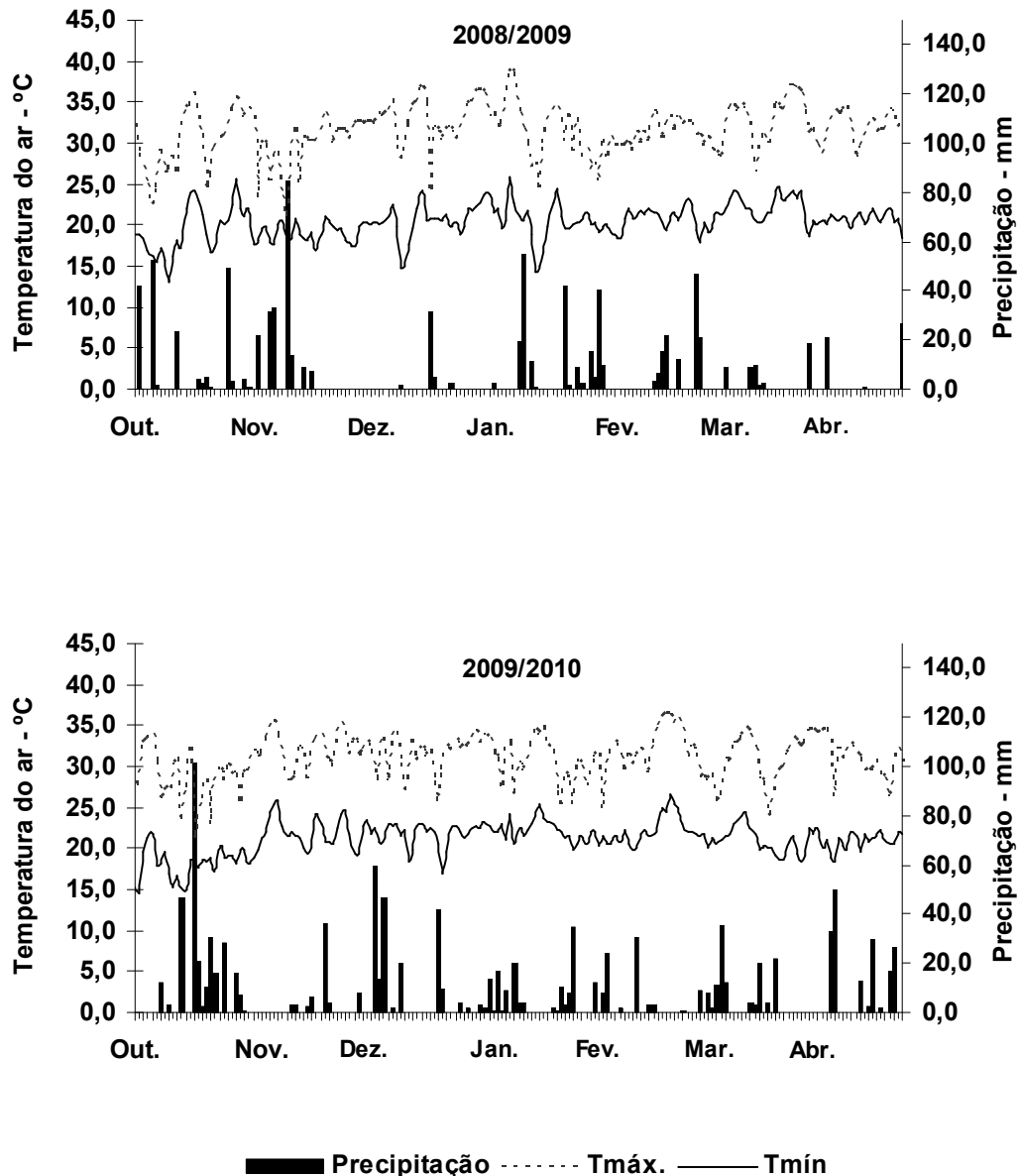
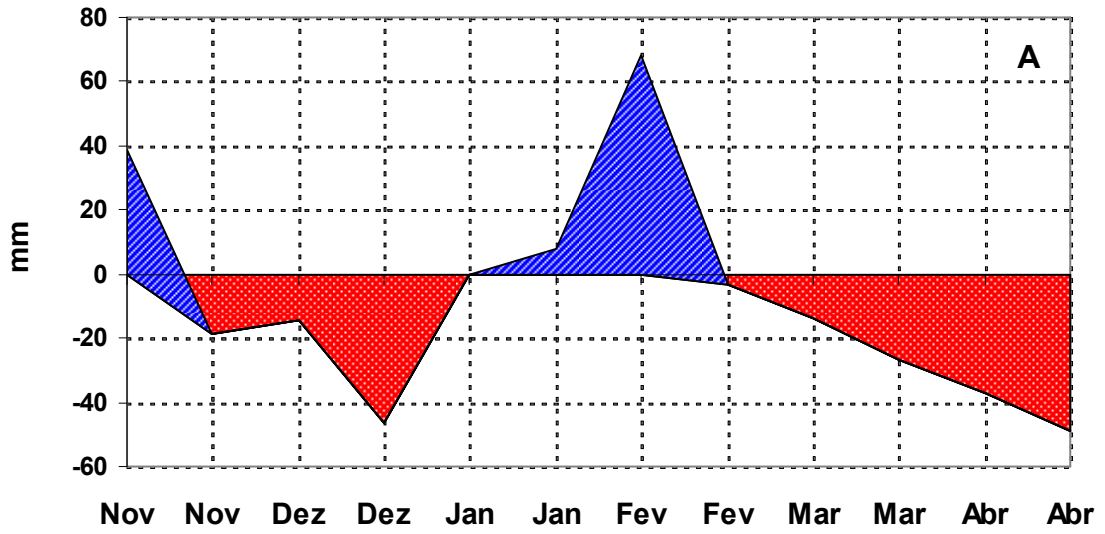


Figura 1. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e da precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Umuarama, nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. Fonte: Iapar.

2008/2009



2009/2010

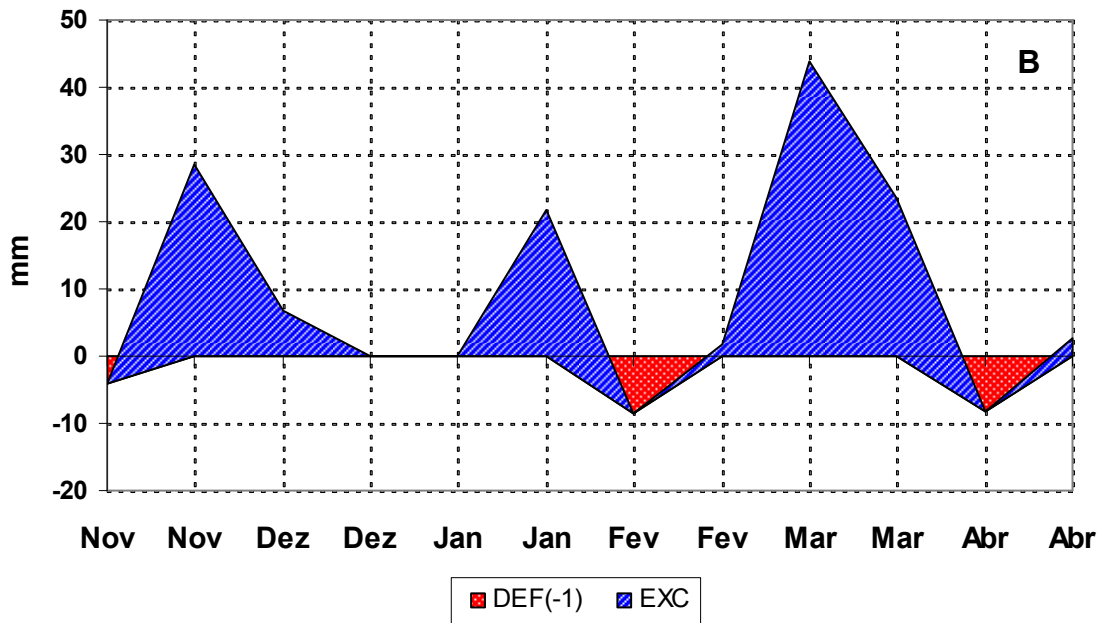


Figura 2. Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Umuarama, Estado do Paraná.

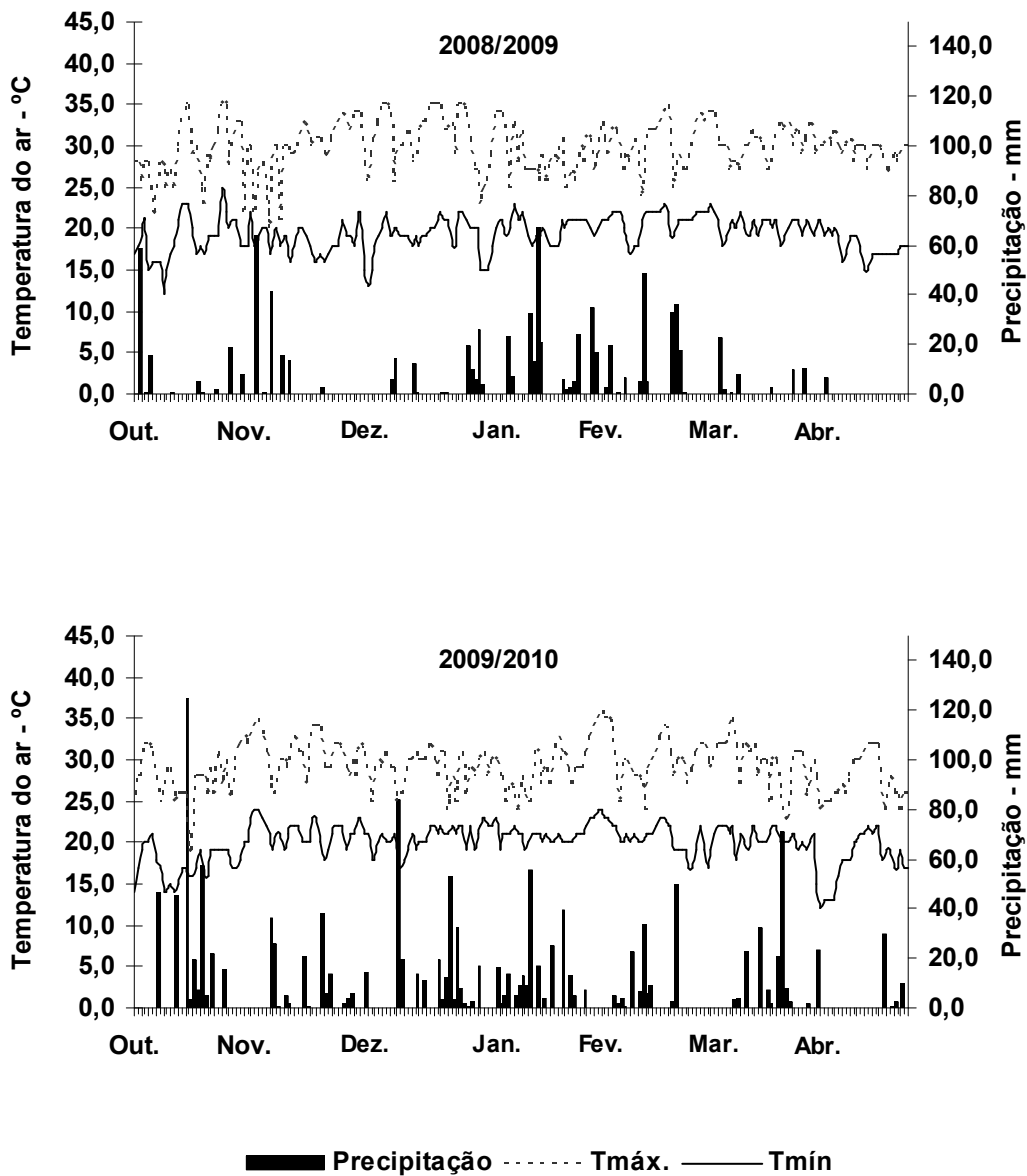


Figura 3. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e da precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Maringá, nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. Fonte: FEI.

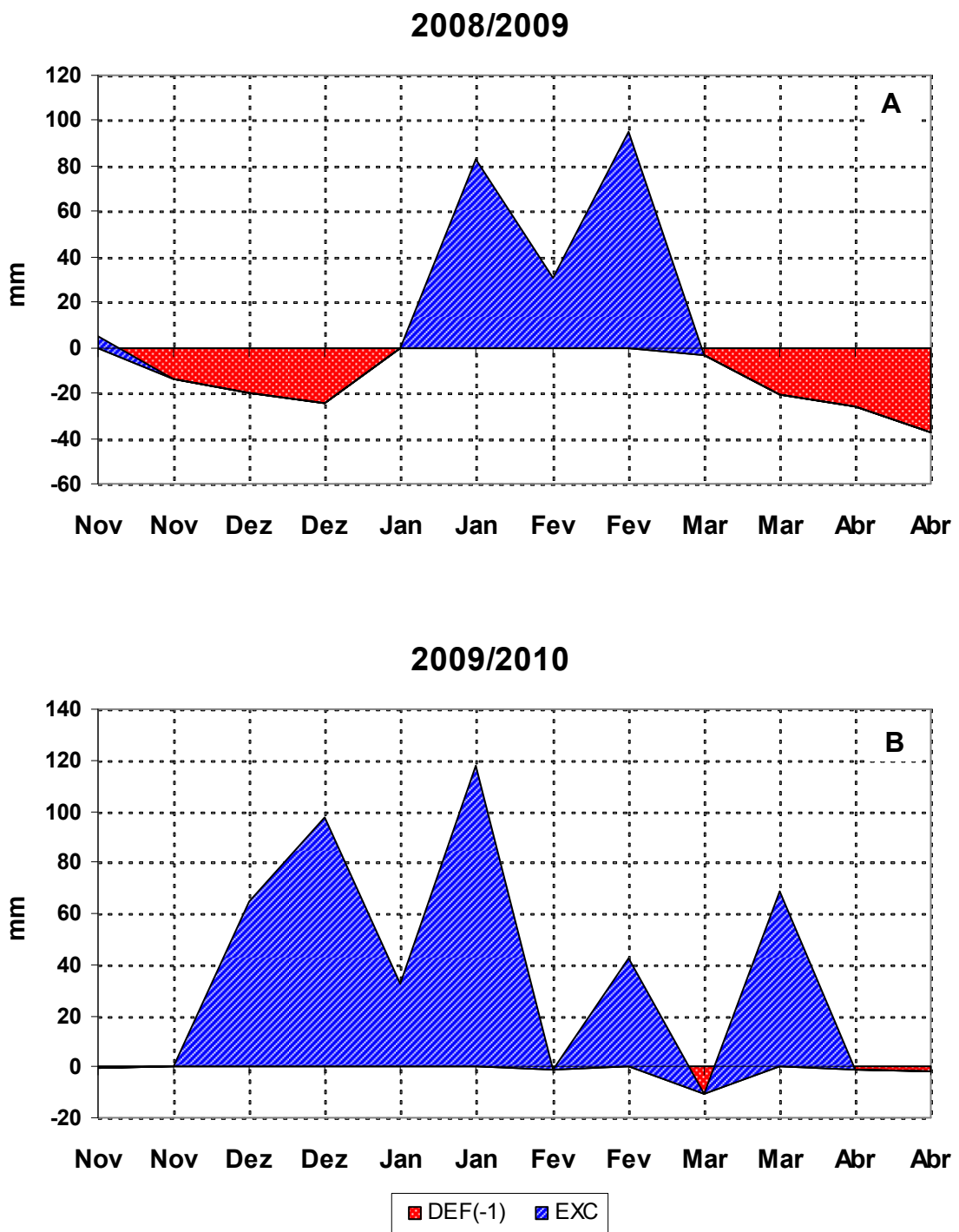


Figura 4. Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Maringá, Estado do Paraná.

Foram avaliadas seis cultivares de soja: Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232 (Tabelas 2A e 3A no apêndice). A semeadura na safra 2008/2009 foi realizada no dia 08/11 em Maringá e 09/11 em Umuarama. Na safra 2009/2010 as semeaduras foram nos dias 12/11 e 13/11 em Maringá e Umuarama, respectivamente.

As parcelas foram constituídas por seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si. Na colheita, foram eliminadas as duas linhas externas, bem como 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais como bordaduras. A área útil das unidades experimentais foi de 7,2 m².

Para a semeadura, realizada com auxílio de matracas, foram utilizadas quantidades maiores de sementes que a indicada. Duas semanas após a emergência das plântulas, foram realizados desbastes, deixando-se cerca de 18 plantas por metro linear (400.000 plantas ha⁻¹).

Por ocasião da semeadura, as sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax-thiran (Carboxin + Thiram = 250 mL 100 kg⁻¹ de sementes) e inoculadas com inoculante turfoso (100 g 50 kg⁻¹ de sementes), à base de *Bradyrhizobium japonicum*.

As plantas daninhas foram controladas com aplicação de herbicidas pós-emergentes e capina manual. O controle das pragas e doenças foi realizado, sempre que necessário, com pulverizações sistemáticas de inseticidas e fungicidas recomendados até o final do ciclo da cultura.

Na pré-colheita foi avaliada a altura média das plantas, a altura de inserção das primeiras vagens e o número de vagens por planta. Para a determinação da altura de planta e altura de inserção das primeiras vagens, foram avaliadas 10 plantas ao acaso na área útil das parcelas, com o auxílio de régua milimetrada e, os resultados expressos em centímetros. O número de vagens por planta foi avaliado contando-se o número de vagens presentes nas mesmas dez plantas na área útil de cada parcela.

As duas colheitas foram realizadas manualmente, a primeira no estágio de desenvolvimento R8, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura (FEHR; CAVINESS, 1977), e a segunda colheita 15 dias após o estágio de maturação plena. Após a colheita, as plantas da área útil de cada parcela, foram levadas para a debulha em máquina trilhadora estacionária. Os grãos provenientes da trilha mecânica foram limpos

com o auxílio de peneiras, secadas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel Kraft multifoliado.

As avaliações de rendimento e massa de cem grãos foram realizadas após a colheita. Partindo-se da produtividade de grãos nas parcelas, foram calculados o rendimento (kg ha^{-1}) e a massa de cem grãos (g). Os dados de rendimento e massa de grãos foram corrigidos para 13% umidade. O grau de umidade dos grãos foi avaliado por meio do método de estufa a 105°C por 24 horas (BRASIL, 2009). A massa de cem grãos foi determinada, por meio da pesagem de oito subamostras de 100 grãos, para cada repetição de campo, com o auxílio de balança analítica (± 1 mg) (BRASIL, 2009).

2.2 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Os tratamentos constituíram-se da combinação de seis variedades de soja e duas épocas de colheita para cada local e ano. Atendidas as pressuposições básicas para a análise de variância (modelo matemático aditivo; erros do modelo independentes; erros com distribuição normal; erros homocedásticos), os dados foram submetidos à análise de variância; em seguida, foi verificada a semelhança dos quadrados médios do resíduo pelo teste de Hartley (RAMALHO et al., 2000) e, a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual. Quando a semelhança entre o quadrado médio residual e a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual não foi superior a sete, realizou-se a análise conjunta dos dados (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002; ZIMMERMAN, 2004; BANZATTO; KRONKA, 2008).

As médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), em nível de 5% de probabilidade, para avaliação dos efeitos de cultivares dentro de cada local, época de colheita e ano. A comparação entre locais, época de colheita e ano para as cultivares foi realizada pelo teste F, conclusivo ($p < 0,05$). No entanto, independente do efeito significativo nas interações de terceira ordem foram realizados os desdobramentos, o que permitiu observar diferenças significativas. Todas as análises foram realizadas no software SISVAR® (UFLA, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância ($p < 0,05$) possibilitou detectar interações significativas de primeira ordem (Cultivar x Ano, Local x Ano) para altura de plantas e de inserção de primeira vagem e número de vagem por planta; e também significância nas interações de segunda ordem (Cultivar x Local x Ano) para massa cem grãos e rendimento (Tabela 4).

Os resultados relacionados à altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e número de vagem por plantas estão apresentados nas Tabelas 5 e 6. Mesmo realizando o desdobramento não houve diferença significativa entre as épocas de colheita dentro de cada local e ano agrícola.

As cultivares demonstraram comportamentos distintos entre si para altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem, e para o número de vagem por planta (Tabela 5). A cultivar BRS 282 apresentou maior altura de plantas (78,39 cm), seguida das cultivares BRS 255 RR (71,90 cm) e BRS 232 (68,04 cm) no primeiro ano agrícola; no segundo ano destacam-se as cultivares BRS 255 RR, BRS 282, BRS 246 RR e Embrapa 48. Em relação à altura de inserção de primeira vagem, as cultivares BRS 282 e BRS 255 RR foram as que apresentaram maior altura de inserção no primeiro ano; no segundo ano destacou-se a cultivar BRS 246 RR seguida das cultivares BRS 255 RR e BRS 282. Para o número de vagens ressalta-se as cultivares BRS 282 com 42 vagens e a cultivar Embrapa 48 com 38,5 vagens por planta no primeiro ano; no segundo ano sobressaíram-se as cultivares BRS 282, BRS 255 RR, BRS 232, e BRS 246 RR. Esses resultados evidenciam o potencial genético de cada cultivar e a influência ambiental (umidade e temperatura). Estando em consonância com relatos de alguns autores (MOTTA et al., 2000; BRACCINI et al., 2004; SETIYONO et al., 2007; BASTIDAS et al., 2008; BARBOSA, 2009; EMBRAPA SOJA, 2010).

Na comparação entre locais dentro de cada ano (Tabela 6), o município de Maringá proporcionou maior altura de plantas e altura de inserção de primeira vagem independente do ano agrícola em comparação ao município de Umuarama. Para o número de vagens por planta, o primeiro ano favoreceu

TABELA 4. Resumo da análise de variância conjunta, referente às variáveis respostas: altura de planta (ALTP), altura de inserção da primeira vagem (ALTI), número de vagens (NVAG), massa de cem sementes (MASSA) e rendimento (REND), de seis cultivares de soja, em duas épocas de colheita, em dois locais, e em dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010).

Fontes de variação	G.L.	Quadrados Médios				
		ALTP	ALTI	NVAG	MASSA	REND
Cultivar	5	980,477*	27,686*	255,512*	93,454*	441678,61*
Local	1	56612,237*	835,835*	744,187*	21,094*	56881233,28*
Época	1	5,167 ^{ns}	6,380 ^{ns}	4,083 ^{ns}	0,069 ^{ns}	223160,64*
Ano	1	2869,840*	149,460*	5720,333*	1,487 ^{ns}	270405,90*
Cultivar x Local	5	131,633 ^{ns}	1,226 ^{ns}	209,487*	2,731*	135335,21*
Cultivar x Época	5	138,805 ^{ns}	5,446 ^{ns}	29,858 ^{ns}	0,594 ^{ns}	163534,84*
Cultivar x Ano	5	320,154*	11,040*	78,383*	11,750*	297137,05*
Local X Época	1	29,688 ^{ns}	1,333 ^{ns}	341,333 ^{ns}	6,220*	1645826,14*
Local x Ano	1	10148,629*	33,000*	7600,33*	10,631*	100,008 ^{ns}
Época x Ano	1	60,188 ^{ns}	3,74 ^{ns}	4,687 ^{ns}	1,445 ^{ns}	476866,13*
Cultivar x Local x Época	5	55,831 ^{ns}	0,754 ^{ns}	8,733 ^{ns}	0,862 ^{ns}	143092,14*
Cultivar x Local x Ano	5	269,768 ^{ns}	5,586 ^{ns}	14,508 ^{ns}	3,211*	129261,11*
Cultivar x Época x Ano	5	72,298 ^{ns}	1,344 ^{ns}	12,187 ^{ns}	0,500 ^{ns}	67889,63 ^{ns}
Local x Época x Ano	1	9,946 ^{ns}	1,505 ^{ns}	7,520 ^{ns}	0,094 ^{ns}	51428,32 ^{ns}
Cultivar x Local x Época x Ano	5	74,779 ^{ns}	0,696 ^{ns}	10,495 ^{ns}	1,161 ^{ns}	37988,15 ^{ns}
Blocos/Anos/Locais	12	97,655	7,379	77,871	1,213	122725,21
Resíduo	132	62,55	2,454	33,307	0,697	50707,49
Total	191					
Média Geral		62,4	10,3	30,7	13,9	1.789,1
C.V. (%)		12,67	15,19	18,83	5,98	12,59

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo.

Tabela 5. Altura de plantas, inserção de primeira vagem e número de vagens por planta de cultivares de soja em dois anos agrícolas nos municípios de Maringá e Umuarama.

Cultivares	Altura de Plantas (cm)		Inserção da 1ª vagem (cm)		Número de Vagens (unid.)	
	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	59,55 c	58,97 a	9,81 c	8,70 c	38,50 a	23,43 b
BRS 282	78,39 a	62,21 a	12,20 a	9,66 b	42,00 a	29,56 a
BRS 255 RR	71,90 b	63,92 a	12,08 a	10,37 b	33,12 b	27,06 a
BRS 246 RR	62,31 c	59,71 a	11,15 b	11,37 a	36,00 b	23,62 a
BRS 257	57,28 c	55,33 b	10,57 b	7,93 c	32,43 b	21,87 b
BRS 232	68,24 b	53,63 b	11,06 b	8,56 c	34,62 b	25,62 a
Média	66,27	58,96	11,14	9,43	36,11	25,19
C.V. (%)	12,67		15,19		18,83	

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Tabela 6. Altura de plantas, inserção de primeira vagem e número de vagens por planta de cultivares de soja nos municípios de Maringá e Umuarama em dois anos agrícolas.

Locais	Altura de Plantas (cm)		Inserção da 1ª vagem (cm)		Número de Vagens (unid.)	
	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
Maringá	76,18 a	83,82 a	12,87 a	11,93 a	27,85 b	29,52 a
Umuarama	56,38 b	34,10 b	9,52 b	6,93 b	42,37 a	20,87 b
Média	66,28	58,96	11,19	9,43	35,11	25,19
C.V. (%)	12,67		15,19		18,83	

* Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na coluna dentro de cada ano, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

as maiores médias observadas para as cultivares semeadas em Umuarama; porém no segundo ano as cultivares semeadas em Maringá apresentaram maior número de vagens por planta.

As maiores alturas de planta (76,18 e 83,82 cm) e de inserção de primeira vagem (12,87 e 11,93 cm) obtidas pelas cultivares semeadas no município de Maringá nos dois anos estão de acordo com as características genotípicas descritas pela Embrapa (EMBRAPA SOJA, 2008 e 2010). As menores alturas médias de plantas e de inserção de primeira vagem foram observadas em Umuarama nos dois anos agrícolas, possivelmente devido às características edáficas e climáticas desfavoráveis ao desenvolvimento.

O desempenho observado em Maringá em relação ao de Umuarama, esta associado às particularidades da região como temperaturas mais amenas, classe de solo mais fértil e regime hídrico maior, desta forma, resultando possivelmente em maior crescimento. No primeiro ano observa-se (Figuras 1, 2, 3 e 4) altas temperaturas e má distribuição de chuvas no final de novembro, dezembro e início de janeiro, causando um déficit hídrico na fase vegetativa, e no final de fevereiro, março e abril, ocasionando déficit hídrico na fase reprodutiva; desfavorecendo o desenvolvimento das plantas e enchimento dos grãos, sendo estes estresses mais acentuados no município de Umuarama. No segundo ano agrícola há ocorrência de déficit hídrico em dois momentos na fase reprodutiva. Condições ambientais e resultados semelhantes aos obtidos no trabalho foram relatados por outros autores (MOTTA et al., 2000, BRACCINI et al., 2004, SETIYONO et al., 2007; ALBRECHT et al., 2009; BARBOSA, 2009).

O suprimento hídrico no estágio vegetativo da cultura é fundamental para bom desempenho agrônômico e reprodutivo segundo, Farias et al. (2005), Farias et al. (2007) e Bastidas et al. (2008). Salienta-se que as temperaturas elevadas (próximas aos 40°C), principalmente quando associadas à ocorrência de déficit hídrico como observado no período do experimento, têm efeitos adversos na taxa de crescimento, promovendo alterações fisiológicas como fechamento estomático, enrolamento e queda prematura de folhas; provocam distúrbios na floração, como queda de flores, diminuindo a capacidade de retenção de vagens e diminui o número das mesmas por planta. As duas etapas críticas da cultura de soja, em relação à disponibilidade hídrica, são da

germinação à emergência e no pós-florescimento (BERLATO et al., 1992; CÂMARA; HEIFFIG, 2000; EMBRAPA SOJA, 2010). Quaisquer estresses nessas fases influenciarão as características agronômicas das cultivares, como foi observado no experimento.

Os resultados referentes à massa de cem grãos das cultivares avaliadas estão apresentados nas Tabelas 7 e 8. Não houve efeito de épocas de colheita para massa de cem grãos.

Tabela 7. Massa de cem grãos (g) de cultivares de soja, em dois anos agrícolas nos municípios de Maringá e Umuarama.

Cultivar	Maringá ¹		Umuarama	
	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	13,68 a	12,09 b	13,33 a	11,97 b
BRS 282	12,50 a	13,09 a	11,47 b	12,70 a
BRS 255 RR	16,01 a	13,70 b	13,96 a	12,54 b
BRS 246 RR	12,44 b	13,79 a	12,96 a	13,47 a
BRS 257	14,93 a	13,95 b	13,28 b	14,35 a
BRS 232	18,08 a	17,13 b	15,84 b	17,27 a
Média	14,60	13,95	13,47	13,71
C.V.(%)	5,98			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, dentro de cada local, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Em Maringá houve diferença significativa entre os anos para as cultivares Embrapa 48, BRS 255 RR, BRS 257 e BRS 232, apresentando massa de grãos maiores no primeiro ano em comparação ao segundo. Para Umuarama verifica-se que os valores da massa de grãos do primeiro ano são maiores que o segundo ano para as cultivares Embrapa 48 e BRS 255 RR; para as cultivares BRS 282, BRS 257 e BRS 232 ocorre o inverso, as médias do segundo ano são maiores que as médias do primeiro ano agrícola.

No primeiro ano as cultivares BRS 282, BRS 255 RR, BRS 257 e BRS 232 em Maringá apresentaram médias de massa de cem grãos maiores que as médias obtidas em Umuarama (Tabela 8). No segundo ano somente houve diferença significativa para a cultivar BRS 255 RR em Maringá.

Tabela 8. Massa de cem grãos (g) de cultivares de soja nos municípios de Maringá e Umuarama em dois anos agrícola.

Cultivar	2008/2009 ¹		2009/2010	
	Maringá ²	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	13,68 dA	13,33 bA	12,09 cA	11,97 dA
BRS 282	12,50 eA	11,47 cB	13,09 bA	12,70 dA
BRS 255 RR	16,01 bA	13,96 bB	13,70 bA	12,54 dB
BRS 246 RR	12,44 eA	12,96 bA	13,79 bA	13,47 cA
BRS 257	14,93 cA	13,28 bB	13,95 bA	14,35 bA
BRS 232	18,08 aA	15,84 aB	17,13 aA	17,27 aA
Média	14,60	13,47	13,95	13,71
C.V.(%)	5,98			

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada ano, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada local, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Pode-se evidenciar que, de maneira geral, as diferenças observadas na massa de grãos estão associadas aos estresses ambientais, caracterizados pela baixa fertilidade do solo e capacidade de retenção de água no solo em Umuarama. Medina et al. (1997) caracterizaram que condições marcadas por temperaturas elevadas, de até 36°C, e frequência de chuvas relativamente baixa, que por ventura coincidam com o período de acúmulo de biomassa seca nos grãos (R5 a R7), quando associado ao solo mais arenoso (drenagem rápida), pode provocar intensa evapotranspiração na cultura, resultando em menor disponibilidade hídrica. Segundo Wang e Wang (1978), as condições altamente favoráveis à transpiração, associadas à luminosidade elevada, causam fechamento dos estômatos, mesmo quando não falta água no solo; nesses casos, a absorção e condução de água tornam-se inferiores à perda pelas folhas, levando à deficiência hídrica interna, que induz ao murchamento transitório. Segundo Sionit e Kramer (1977) e Rassini e Lin (1981), a consequência do estresse hídrico durante o desenvolvimento dos grãos pode resultar na menor massa de cada grão; o que está em consonância com Taware et al. (1997) e corrobora com os resultados observados no trabalho.

Analisando a massa de cem grãos entre as cultivares dentro de cada local e ano (Tabela 8), é possível constatar diferença significativa. Observa-se que a cultivar BRS 232 apresenta a maior média de massa de grãos entre todas as cultivares em todos os locais independente do ano agrícola. As diferenças visualizadas no trabalho entre as cultivares, podem ser atribuídas às características genóticas de cada cultivar e sua interação com o ambiente, reafirmando explicações e resultados de Nakagawa et al. (1983), Peixoto et al. (2000), Motta et al. (2000), Ávila et al. (2007) e Barbosa (2009). É importante destacar que a superioridade da cultivar BRS 232 era esperada, em virtude de a referida cultivar apresentar características genóticas que lhe conferem maior massa de grãos (EMBRAPA SOJA, 2010).

Os resultados referentes ao rendimento estão apresentados nas Tabelas 9, 10 e 11. É possível visualizar na Tabela 9 que para o município de Maringá não houve variação significativa entre as épocas de colheita no primeiro ano agrícola com exceção da cultivar BRS 232, que na época R8 apresentou maior rendimento que a época R8+15 dias. No segundo ano houve diferença significativa para as cultivares BRS 282, BRS 255 RR e BRS 257, em que a época R8 apresentou maior rendimento. Para Umuarama não ocorreu diferença significativa entre as épocas de colheita para todas as cultivares analisadas tanto no primeiro como no segundo ano. Santos et al. (1996) avaliando a produtividade de cultivares de soja em diferentes épocas de colheita, concluíram que o retardamento de colheita diminui o rendimento das cultivares; colaborando com os resultados obtidos neste trabalho.

Para a comparação entre os locais (Tabela 10), verifica-se que independentemente do ano e época de colheita o rendimento de grãos em Maringá é maior do que em Umuarama. Além de destacar o elevado rendimento observado para Maringá, que em média foi maior (80,5%) que os rendimentos observados em Umuarama Assim, evidencia-se que o município de Maringá possui maior potencial produtivo devido a melhores condições ambientais em relação à Umuarama. Fato este que corrobora com resultados de outros autores (MOTTA et al., 2000, 2002; ALBRECHT et al., 2008; ÁVILA et al., 2007; BARBOSA, 2009).

Tabela 9. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de cultivares de soja em duas épocas de colheita nos municípios de Maringá e Umuarama – PR em dois anos agrícola.

Cultivares	2008/2009				2009/2010			
	Maringá		Umuarama		Maringá		Umuarama	
	R8 ¹	R8+15 ¹	R8	R8+15	R8	R8+15	R8	R8+15
EMBRAPA 48	2506,53 a	2461,21 a	1088,63 a	1288,05 a	2264,07 a	2091,18 a	881,54 a	1133,41 a
BRS 282	2420,47 a	2146,38 a	1186,44 a	1471,06 a	2758,97 a	2303,83 b	1337,98 a	1386,57 a
BRS 255 RR	2246,06 a	2216,21 a	962,24 a	1272,69 a	2389,80 a	1677,41 b	1080,09 a	1351,13 a
BRS 246 RR	2245,53 a	2187,99 a	1260,88 a	1377,29 a	2241,02 a	1977,77 a	1158,04 a	1067,41 a
BRS 257	2527,38 a	2173,39 b	1189,59 a	1328,81 a	3099,69 a	2242,95 b	1364,34 a	1139,63 a
BRS 232	2646,52 a	2681,60 a	1449,89 a	1503,30 a	2174,37 a	2320,22 a	1275,66 a	1319,63 a
Média	2432,08	2311,13	1189,61	1373,53	2487,99	2102,23	1182,94	1323,96
C.V. (%)	12,59							

* Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 10. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama – PR, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.

Cultivares	R8				R8+15			
	2008/2009		2009/2010.		2008/2009		2009/2010.	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	2506,53 a	1088,63 b	2264,07 a	881,54 b	2461,21 a	1288,05 b	2091,18 a	1133,41 b
BRS 282	2420,47 a	1186,44 b	2758,97 a	1337,98 b	2146,38 a	1471,06 b	2303,83 a	1386,57 b
BRS 255 RR	2246,06 a	962,24 b	2389,80 a	1080,09 b	2216,21 a	1272,69 b	1677,41 a	1351,13 b
BRS 246 RR	2245,53 a	1260,88 b	2241,02 a	1158,04 b	2187,99 a	1377,29 b	1977,77 a	1067,41 b
BRS 257	2527,38 a	1189,59 b	3099,69 a	1364,34 b	2173,39 a	1328,81 b	2242,95 a	1139,63 b
BRS 232	2646,52 a	1449,89 b	2174,37 a	1275,66 b	2681,60 a	1503,30 b	2320,22 a	1319,63 b
Média	2432,08	1189,61	2487,99	1182,94	2311,13	1373,53	2102,23	1232,96
C.V. (%)	12,59							

* Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

¹ R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Os menores rendimentos obtidos em Umuarama devem-se, provavelmente ao déficit hídrico mais intenso ocorrido em fases críticas da cultura, baixa fertilidade e propriedades físicas do solo, que afetaram o potencial produtivo. O rendimento da soja é determinado geneticamente; no entanto, o efeito dos fatores ecofisiológicos pode interferir na sua expressão, limitando o seu desenvolvimento em algum momento durante o ciclo da cultura. Medeiros et al. (1991) relatam que as causas dos baixos níveis de rendimentos de grãos podem ser atribuídas ao fator de aptidão climática e edáfica da região e ao nível de tecnologia aplicado.

Houve variações entre os anos dentro de cada época de colheita e local (Tabela 11). Em Maringá houve diferença para as cultivares BRS 282 e BRS 257 no estágio R8, no qual o segundo ano apresentou maiores rendimentos, possivelmente devidos maior regularidade climática neste ano agrícola para a época R8. Na cultivar BRS 232 ocorreu o inverso, o primeiro ano propiciou melhor rendimento; para as demais cultivares não houve diferença significativa entre os anos. Na a segunda época (R8+15 dias) foi observada diferença entre os anos agrícolas para as cultivares Embrapa 48, BRS 255 RR e BRS 232 onde as médias de rendimento do primeiro ano superaram as do segundo. Para Umuarama não houve diferença significativa entre os anos nas duas épocas de colheita.

Analisando o rendimento entre as cultivares dentro de cada ano, época de colheita e local (Tabela 11), é possível averiguar diferença significativa entre as cultivares. Em Maringá no primeiro ano da época R8 não houve diferença entre as cultivares; porém no segundo ano ocorreu diferenciação entre as cultivares, destacando a cultivar BRS 257 com o maior rendimento. Na segunda época houve diferença significativa entre as cultivares, ressaltando as Embrapa 48 e BRS 232 no primeiro ano; e no segundo destacam-se as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 257 e BRS 232, com o maior rendimento de grãos. Para Umuarama, na época R8, não houve diferença entre as cultivares no primeiro ano; contudo, no segundo ano ocorre diferença, destacando as cultivares BRS 257, BRS 282 e BRS 232 que apresentaram um maior rendimento. Na segunda época (R8+15 dias), não houve diferença significativa entre as cultivares, tanto no primeiro como no segundo ano agrícola.

Tabela 11. Rendimento de grãos (kg ha⁻¹) de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita, em Maringá e Umuarama – PR.

Cultivares	Maringá				Umuarama			
	R8 ^{2,3}		R8+15 ^{2,3}		R8		R8+15	
	2008/2009 ¹	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	2506,53 aA	2264,07 cA	2461,21 aA	2091,18 aB	1088,63 aA	881,54 bA	1288,05 aA	1133,41 aA
BRS 282	2420,47 aB	2758,97 bA	2146,38 bA	2303,83 aA	1186,44 aA	1337,98 aA	1471,06 aA	1386,57 aA
BRS 255 RR	2246,06 aA	2389,80 cA	2216,21 bA	1677,41 bB	962,24 aA	1080,09 bA	1272,69 aA	1351,13 aA
BRS 246 RR	2245,53 aA	2241,02 cA	2187,99 bA	1977,77 bA	1260,88 aA	1158,04 bA	1377,29 aA	1067,41 aA
BRS 257	2527,38 aB	3099,69 aA	2173,39 bA	2242,95 aA	1189,59 aA	1364,34 aA	1328,81 aA	1139,63 aA
BRS 232	2646,52 aA	2174,37 cB	2681,60 aA	2320,22 aB	1449,89 aA	1275,66 aA	1503,30 aA	1319,63 aA
Média	2432,08	2487,99	2311,13	2102,23	1189,61	1182,94	1373,53	1232,96
C.V. (%)	12,59							

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada época de colheita, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

³ R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

O diferencial produtivo notado nas cultivares BRS 257, BRS 232, BRS 282 e Embrapa 48, pode ser atribuído ao potencial genotípico inerente de cada cultivar, que diante das condições climáticas possibilitou a expressão de altos rendimentos comparada às demais cultivares avaliadas. A produtividade de uma cultura é definida pela interação entre a planta, o ambiente de produção e o manejo. Altos rendimentos só são obtidos, quando as condições ambientais são favoráveis em todos os estádios de desenvolvimento da cultura (MARTINS et al., 1999).

Diante dos resultados obtidos, fica evidente a influência do clima em função do local e ano, além da época de colheita, no desempenho das cultivares. Para Cunha et al. (2001), a soja pode ser considerada uma cultura tolerante à deficiência hídrica, por possuir período de florescimento longo, permitindo que escape de secas de curta duração, compensando a perda de flores ou legumes com o aparecimento de flores tardias por ocasião de condições mais adequadas de umidade no solo. No entanto, a deficiência hídrica submete a planta de soja a um estresse que se manifesta na forma de baixa estatura, folhas pequenas e murchas, entrenós curtos, redução na taxa de crescimento da cultura, menor índice de área foliar, menor taxa de expansão foliar, menor duração da área foliar, atividade fotossintética menos intensa, prejuízos à fixação de nitrogênio, maior abortamento de flores e de vagens, menor período de florescimento, menor número de grãos por vagem, menor período de enchimento de grãos, diminuição da qualidade de grãos e aceleração da senescência foliar. Estas perdas, em algumas ocasiões, acabam não sendo compensadas pela pelo número de grãos por vagem e pela massa do grão, pois esses componentes do rendimento possuem limites máximos determinados geneticamente e, por influir no metabolismo geral da planta, afetando negativamente o rendimento de grãos (DE SOUZA et al., 1997; CONFALONE et al., 1998; NEUMAIER et al., 2000; DESCLAUX et al., 2000). Condições estas observadas em alguns períodos de condução do experimento, que reafirmam os resultados obtidos.

Diante de todo o exposto em relação ao desempenho agrônomo das cultivares avaliados no trabalho, é válido ressaltar maior potencial de sucesso na região de Maringá e, que para regiões como a do Arenito Caiuá (Umuarama), outras considerações devem ser relevadas, como a maior

suscetibilidade a estresse hídrico, em virtude de condições edáficas; a implementação de estudos voltados à aplicação de práticas de manejo e viabilização da irrigação, assim como da integração lavoura-pecuária, ampliação das épocas em diferentes regiões do Arenito de Caiuá, ensaios com diferentes coberturas, rotação ou consorciamento de culturas, uso de variedades resistentes a seca, entre outras. Dessa maneira, é possível certificar uma recomendação mais sólida para o aumento do rendimento e qualidade da cultura da soja, além de todo complexo industrial pós-campo.

4 CONCLUSÕES

As diferentes épocas de colheita não influenciaram na altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta e massa de cem grãos.

O rendimento de grãos foi superior na primeira época de colheita, destacando-se as cultivares BRS 232, BRS 255 RR e BRS 282.

A altura de plantas, altura de inserção de primeira vagem, número de vagens por planta, massa de grãos e rendimento são influenciados negativamente pelo efeito do ano para os locais avaliados.

A cultivar BRS 232, em relação à massa de cem grãos, destaca-se das demais cultivares estudadas para os locais e anos avaliados.

As cultivares semeadas em Maringá apresentaram superioridade em relação às características agronômicas e aos componentes de produção em comparação a Umuarama.

5 REFERÊNCIAS

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Dados do Complexo Soja:** Exportações 2010. Site: www.abiove.com.br. Acesso dia 22 de novembro de 2011.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; AVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. e STULP, M. Sementes de soja produzidas em épocas de safrinha na região oeste do Estado do Paraná - **Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, 2009, v. 31, n. 1, p. 121-127.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteína e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.817-825, 2008.

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; e VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, 2007.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.

BARBOSA, M. C. **Desempenho agrônômico de cultivares de soja em duas épocas de semeadura no arenito Caiuá**. Universidade Estadual de Maringá - UEM, fevereiro de 2009, Maringá. (Dissertação de mestrado).

BASTIDAS, AM; SETRYONO, TD; DOBERMANN, A. Soybean sowing date: The vegetative, reproductive, and agronomic impacts. **Crop Science**, v. 48, n. 2, p. 727-740, 2008.

BHÉRING, M.C.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; ANDRADE, M.A.S. Influência de épocas de plantio sobre algumas características agrônômicas da soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 38, n. 219, p. 396-408, 1991a.

BHÉRING, M.C.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S.; SEDIYAMA, T.; ANDRADE, M.A.S. Influência de épocas de plantio sobre a qualidade fisiológica das sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v. 38, n. 219, p. 409-421, 1991b.

BELINE, H; MEGLIORINI, E; SLOMSKI, V.G; PEREIRA, A.C. **Cultura da soja: receita não realizada das perdas evitáveis durante a colheita**. Custos e @gronegocio on line - v. 5, n. 1 - Jan/Abr - 2009. ISSN 1808-2882

BERLATO, M.A. As condições de precipitação pluvial no Estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.) **Agrometeorologia aplicada à irrigação**. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS, 1992. p.11-23.

BRACCINI, A.L.; MOTTA, I.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; ÁVILA, M.R.; MESCHÉDE, D.K. Características agronômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, 2004.

BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; ÁVILA, M. R.; SCHUAB, S. R. P. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 76-86, 2003.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária**. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

CÂMARA, G.M. de S.; HEIFFIG, L.S. Fisiologia, ambiente e rendimento da cultura da soja. In: CÂMARA, G.M. de S. (Coord.) **Soja: tecnologia da produção II**. Piracicaba: ESALQ/LPV, 2000. 450p.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Central de Informações Agropecuárias: Conjuntura Agropecuária**. Boletim 2010. Site: www.conab.gov.br. Acesso dia 18 Novembro de 2011.

CONFALONE, A.E.; COSTA, L.C.; PEREIRA, C.R. Crescimento e captura de luz em soja sob estresse hídrico. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.6, n.2, p.165-169, 1998.

CUNHA, G.R., BARNI, N.A.; HAAS, J.C. et al. Zoneamento agrícola e época de semeadura para soja no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v.9, n.3, p.446-459, 2001.

DESCLAUX, D.; HUYNH, T.; ROUMET, P. Identification of soybean plant characteristics that indicate the timing of drought stress. **Crop Science**, Madison, v.40, n.3, p.716-722, 2000.

DE SOUZA, P.I.; EGLI, D.B.; BRUENING, W.P. Water stress during seed filling and leaf senescence in soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v.89, n.5, p.807-812, 1997.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2011/2012**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 281p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2009/2010**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 261p (Sistemas de Produção, 13).

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2003**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 2002. 195p. (Sistemas de Produção, 2).

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, DF, 1999.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecologia da soja**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 10p (Embrapa soja, circular técnica, 48).

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. Água em solos arenosos: estabelecimento de déficit hídrico em culturas. In: REUNIÃO DE PESQUISA DA CENTRAL DO BRASIL, 27., 2005. Cornélio Procópio. **Ata...** Londrina: Embrapa soja, 2005. p. 147-155. (Embrapa soja, documento, 265).

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development**. Ames: Iowa State University, 1977. 11p

FRANÇA NETO, J. B.; HENNING, A. A. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja**. Londrina: Embrapa Soja, 1984. (Circular técnica, 9).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G. de P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2007. 12p. (Comunicado Técnico, 40).

GARCIA, A.; PÍPOLO, A.E.; LOPES, I.A.N.; PORTUGAL, F.A.F. **Instalação da lavoura de soja: época, cultivares, espaçamento e população de plantas**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 10p (Embrapa soja, circular técnica, 51).

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Clima do Paraná**. 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 12 Set. 2011.

IAPAR – Instituto Agrônômico do Paraná. **Clima do Paraná**. 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 12 Set. 2011.

LARCHER, W. Trad.: PRADO, C.H.D.A. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RiMa Artes e Textos, 2000. p. 341-418.

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

MARTINS, M.C.; CÂMARA, G.M.S.; PEIXOTO, C.P.; MARCHIORI, L.F.S.; LEONARDO, V.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura, densidades de plantas e desempenho vegetativo de cultivares de soja. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 56, n. 4, out. 1999.

MEDEIROS, S. L. P.; WESTHPHALEN, S. L.; MATZENAUER, R.; BERGAMASCHI, H. Relações entre evapotranspiração e rendimento de grãos de milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, jan. 1991, v. 26, n. 1, p. 1-10.

MEDINA, P.F.; RAZERA, L.F.; MARCOS FILHO, J; BORTOLETTO, N. Produção de sementes de cultivares precoces de soja em duas épocas e dois locais paulistas: I. características agrônômicas e produtividade. **Bragantia**, Campinas, v. 56, n. 2, p. 291-303, 1997.

MOTTA, I.S.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; INOUE, M.H.; ÁVILA, M.R.; BRACCINI, M.C.L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum**, Maringá, v.24, n.5, p.1281-1286, 2002.

MOTTA, I.S.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES, A.C.A.; BRACCINI, M.C.L. Características agrônômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 22, n. 2, p. 153-162, 2000.

NAKAGAWA, J.; ROSOLEM, C.A.; MACHADO, J.R. Épocas de semeadura da soja. 1. Efeitos na produção de grãos e nos componentes da produção. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, (11):1187-1198, 1983.

NEUMAIER, N.; NEPOMUCENO, A. L.; FARIAS, J.R.B.; OYA, T. Estádios de Desenvolvimento da Cultura de Soja. *In*: BONATO, E. R., ed. **Estresses em Soja**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2000. 254p.

PEIXOTO, C. P. ; CÂMARA, G. M. S. ; MARTIN, M. C. ; MARCHIORI, L. F. S. ; GUARZONI, R. A. ; MATIAZZI, P. . Épocas de Semeadura e densidade de plantas de soja: componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, Piracicaba-SP, v. 57, n. 1, p. 89-96, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientação para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

POPINIGS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: Agiplan, 1985.

RAMALHO, M.A.P; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. p. 114-134.

RASSINI, J.B.; LIN, S.S. Efeito de períodos de estiagens artificiais durante estádios de desenvolvimento da planta no rendimento e qualidade da semente de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Agronomia Sulriograndense**, Porto Alegre, v. 17, n. 2, p. 225-237, 1981.

ROCHA, V.S.; OLIVEIRA, A.B.; SEDIYAMA, T.; GOMES, J.L.L.; SEDIYAMA, C.S.; PEREIRA, M.G. **A qualidade da semente de soja**. Viçosa: UFV, 1996. 76p. (Boletim, 188).

SANTOS, V.L.M. dos; SILVA, R.F. da; CARDOSO, A.A.; SEDIYAMA, T. Avaliação da produtividade e da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), colhidas na maturação fisiológica e trinta dias após o

ponto de colheita. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v.18, n.1, p.50-56, 1996.

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

SETIYONO, T.D.; WEISS, A.; SPECHT, J.E.; BASTIDAS, A.M.; CASSMAN, K.G.; DOBERMANN, A. Understanding and modeling the effect of temperature and daylength on soybean phenology under high-yield conditions. **Field Crops Research**, v. 100, p. 257–271, 2007.

SIONIT, N.; KRAMER, P.J. Effect of water stress during different stages of growth of soybean. **Agronomy Journal**, Madison, v. 69, n. 2, p. 274-277, 1977.

SISVAR[®], UFLA, 2006. In: FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45^a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

TAWARE, S. P.; HALVANKAR, G. B.; RAUT, V. M.; PATIL, V. P. Variability, correlation and path analysis in soybean hybrids. Soybean Genetics Newsletter, **Ames**, v. 24, p. 96-98, May 1997.

USDA - Foreign Agricultural Services. **Commodities and Products: Oilseeds 2010**. Site: www.fas.usda.gov. November, 22th 2011.

WANG, S.R.; WANG, G.M. Resistência à seca. In: **EMBRAPA**: resultados de pesquisa de soja 1977/78. Londrina: EMBRAPA Soja, 1978. p.66-74

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2004. 402p.

CAPÍTULO 2

TEORES DE ÓLEO E PROTEÍNA DE CULTIVARES DE SOJA SUBMETIDAS AO RETARDAMENTO DE COLHEITA EM DOIS AMBIENTES NO ESTADO DO PARANÁ

RESUMO. A soja é atualmente a principal fonte de proteína vegetal de alta qualidade e o seu óleo consiste no líder mundial entre os de origem vegetal. Diante disto, os teores de proteína e óleo em grãos de soja determinam seu valor comercial. O objetivo foi avaliar os teores de proteína e óleo de grãos de cultivares de soja em Maringá e Umuarama, no noroeste do Estado do Paraná, em duas épocas de colheita (R8 e R8+15 dias), e dois anos agrícolas (2009/2010 e 2010/2011). Foram avaliadas as variedades Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232 semeadas na primeira quinzena de novembro, sob delineamento em blocos casualizados, com quatro repetições. Os teores de óleo e proteína dos grãos foram avaliados e os dados submetidos à análise de variância conjunta e realizados os desdobramentos das interações. O cultivo de soja na região de Maringá proporciona maior teor de óleo nos grãos em relação ao cultivo na região de Umuarama. As cultivares BRS 255RR, Embrapa 48 e BRS 232 destacam-se com o maior teor de óleo em Maringá. A produção de soja na região de Umuarama proporciona maior teor de proteína nos grãos em relação à produção na região de Maringá. Em Umuarama destacam-se as cultivares BRS 257, BRS 282, BRS 246RR e BRS 232 com maior teor de proteína. O teor de óleo e proteína não se alterou com 15 dias de retardamento da colheita.

Palavras-chave: *Glycine max*, composição química, época de colheita.

OIL AND PROTEIN CONTENT OF SOYBEAN CULTIVARS UNDER HARVEST DELAY IN TWO ENVIRONMENTS IN THE STATE OF PARANÁ

ABSTRACT. The soybean is currently the main source of high quality vegetable protein, and its oil consists in the world's leading among the vegetable origin ones. Given this, the levels of proteins and oil in soybean grains determine its commercial value. The objective was to evaluate the content of protein and oil in grains from soybean cultivars in Maringá and Umuarama, in northwestern Paraná State, in two harvest dates (R8 and R8 + 15 days), and two agricultural years (2009/2010 and 2010 / 2011). We evaluated the varieties Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 and BRS 232 sown in the first half of November, under a randomized block design with four replications. The contents of oil and protein in grains were evaluated and the data were submitted to joint variance analysis and accomplished the unfolding of the interactions. Soybean cultivation in Maringá's region provides higher oil content in grain in relation to the cultivation in Umuarama's region. The cultivars BRS 255RR, Embrapa 48 and BRS 232 stand out with higher oil content in Maringá. Soybean production in Umuarama's region provides higher protein content in grains in relation to Maringá's region production. In Umuarama, the cultivars BRS 257, BRS 282, BRS 232 and BRS 246RR stand out with higher content of protein. The oil content and protein did not change with 15 days of harvest retardation.

Key words: *Glycine max*, chemical composition, harvest time.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é a principal fonte de proteína vegetal de alta qualidade existente no mundo, com ampla oferta e sem concorrência em volume e acessibilidade (BELING, 2003). O seu óleo consiste no líder mundial entre os de origem vegetal, representando entre 20 e 24% de todos os óleos e gorduras consumidas no mundo. No Brasil, este número se eleva acima de 50% em produtos alimentícios (MOREIRA, 1999). Além disso, o óleo desta leguminosa tem sido destinado para a produção de biocombustíveis, a ponto de ser responsável por fornecer 60% do óleo mundial destinado para este novo mercado (AGRIANUAL, 2009). E o farelo é principalmente utilizado na indústria de rações (ABIOVE, 2010).

A caracterização das cultivares de soja, quanto ao teor de óleo e proteína, possibilita disponibilizar informações sobre as cultivares mais indicadas para determinados usos, agrega valor qualitativo a esses produtos e viabiliza o aumento de sua participação no mercado (SBARDELOTTO; LEANDRO, 2008), haja vista a grande variação entre genótipos quanto aos teores de óleo e proteína (PAULA et al., 2008). A avaliação dos efeitos do local de semeadura sobre o teor de óleo e proteína permite a recomendação de locais que otimizem a expressão destas características de qualidade (PÍPOLO, 2002).

Quanto aos teores de óleo e proteína nos grãos de soja, há unanimidade em afirmar que estes componentes apresentam correlação negativa entre si (THORNE; FEHR, 1970; SIMPSON JUNIOR; WILCOX, 1983; MORAES et al., 2006). Conforme Brim (1973), os grãos de soja apresentam relação 2:1 entre os teores de proteína e de óleo. Além disso, a variação do conteúdo destes dois constituintes nos grãos de soja é atribuída ao genótipo e às condições do ambiente por ocasião do desenvolvimento das sementes (WILCOX; CAVINES, 1992).

O retardamento da colheita a partir de R7.1 e R8.1 acarreta sérios inconvenientes, determinados pela exposição das sementes a condições

menos favoráveis do ambiente, podendo ocorrer redução na qualidade e quantidade produzida, bem como decréscimo nos níveis de óleo e proteína das sementes (EMBRAPA, 2006).

Tango et al. (1983), estudando o teor e as características do óleo de diversos cultivares de soja proveniente de quatro regiões brasileiras, verificaram que o conteúdo de óleo e a composição em ácidos graxos variaram significativamente em função do cultivar e do local de cultivo.

Bonato et al. (2000) realizaram estudo em três regiões do Rio Grande do Sul, com 26 genótipos de soja, e observaram que os teores de óleo e de proteína diferiram estatisticamente entre os locais estudados. Em função disso, alegaram que fatores ambientais podem contribuir fortemente para a concentração de proteína nos grãos. As diferenças causadas pelas condições físicas e químicas do solo e condições climáticas variáveis entre as regiões afetaram de forma diferente os genótipos, pois as interações entre os genótipos e os locais também foram altamente significativas, demonstrando que os genótipos de soja estudados reagem diferentemente em relação às condições ambientais nos quais são cultivados.

Em trabalho realizado nas condições do Estado do Paraná, Albrecht et al. (2008), comprovaram a influência da antecipação da semeadura tanto sobre a produtividade como sobre os teores de óleo e proteína de três cultivares de soja, ratificando a influência ambiental e época de colheita sobre tais componentes da semente.

A correlação entre o rendimento de grãos e teor de proteína nos grãos pode ser negativa (WILCOX; GUODONG, 1997; VOLDENG et al., 1997); a correlação entre teor de óleo e rendimento de grãos de soja, dependendo dos genótipos avaliados, pode ser elevada e positiva (JOHNSON et al., 1955; SIMPSON JUNIOR; WILCOX, 1983).

A variabilidade na composição do grão de soja tem sido problemática para a indústria, pois as concentrações a serem obtidas, por exemplo, para proteínas no farelo, nem sempre são alcançadas. Segundo levantamento realizado por Carraro, citado por Lazzarini e Nunes (1998), de 27 cultivares avaliadas no Paraná, na safra 1994/95, apenas duas cultivares apresentaram teores acima de 37% de proteína no grão, o que é considerado satisfatório para a indústria. O farelo de soja destinado à exportação é classificado em três

categorias (HyPro, Normal e LowPro) de acordo com seu conteúdo de proteína, que deve conter acima de 41,5%, com base na matéria seca (MORAES et al., 2006). Desta forma, os teores de proteína e óleo nos grãos de soja determinam seu valor comercial.

Trabalhos visando avaliar os teores de óleo e proteínas das sementes de diferentes cultivares de soja em diferentes épocas de colheita são escassos na literatura para as regiões avaliadas no trabalho, mais especificamente para região de Umuarama. Portanto, é extremamente válida e necessária a realização de estudos, cujos resultados, permitam a consolidação e recomendação de tecnologias mais favoráveis e adaptadas a cada região para a cultura da soja e de cultivares mais indicadas para Maringá e Umuarama, que possibilitem e sinalizem maiores rendimentos, maiores teores de óleo e proteína.

O trabalho teve por objetivo avaliar o teor de óleo e proteína de cultivares de soja, submetidas ao retardamento de colheita em dois anos agrícolas nos municípios de Maringá e Umuarama, no noroeste do Estado do Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação e condução do experimento

Os experimentos foram conduzidos em dois ambientes nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010. Em Maringá, o experimento foi instalado em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), região noroeste do Estado do Paraná, situada a uma latitude de 23°25' sul e longitude de 51°57' a oeste de Greenwich, com altitude média de 540 m. O solo da área experimental é identificado como pertencente à classe Argissolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura média.

Em Umuarama, o experimento foi instalado na Fazenda do Campus Regional em Umuarama – PR, pertencente à Universidade Estadual de Maringá. A área está localizada na região noroeste do Estado do Paraná, com altitude de 480 m, 23°44'S de latitude e 53°17'W de longitude. O solo é identificado como pertencente à classe Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura arenosa.

Os solos das áreas experimentais foram analisados quanto às características químicas (0 - 20 cm) e a adubação foi realizada de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja (EMBRAPA SOJA, 2010). Os resultados da análise química do solo estão apresentados na Tabela 1. As demais práticas culturais foram realizadas conforme preconizado pelo sistema de produção da região.

Tabela 1. Análise de química do solo (0- 20 cm) em Maringá e Umuarama - PR, antes da implantação da cultura.

Maringá											
P ¹	pH ²		H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	K ¹	Ca ³	Mg ³	SB	CTC	V	C ⁴
mg dm ⁻³	CaCl ₂	H ₂ O	-----		cmol _c dm ⁻³	-----				%	g dm ⁻³
6	5,2	6,0	3,17	0,0	1,49	2,13	1,22	4,84	8,01	60,42	10,95
Umuarama											
2	4,2	5,2	0,60	4,1	0,16	0,97	0,57	1,70	6,31	26,98	12,01

¹ - Extrator Mehlich 1; ² - CaCl₂ 0,01mol L⁻¹; ³ - KCl 1mol L⁻¹; ⁴ - Método Walkley-Black.

O clima predominante nas duas regiões é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco com verões quentes, segundo classificação de Köppen (IAPAR, 2000).

Os dados climáticos locais de precipitação pluvial, balanço hídrico, temperatura máxima e mínima diária, referentes ao período de duração dos ensaios, foram coletados diariamente e estão apresentados nas Figuras 1, 2, 3 e 4 (IAPAR, 2010).

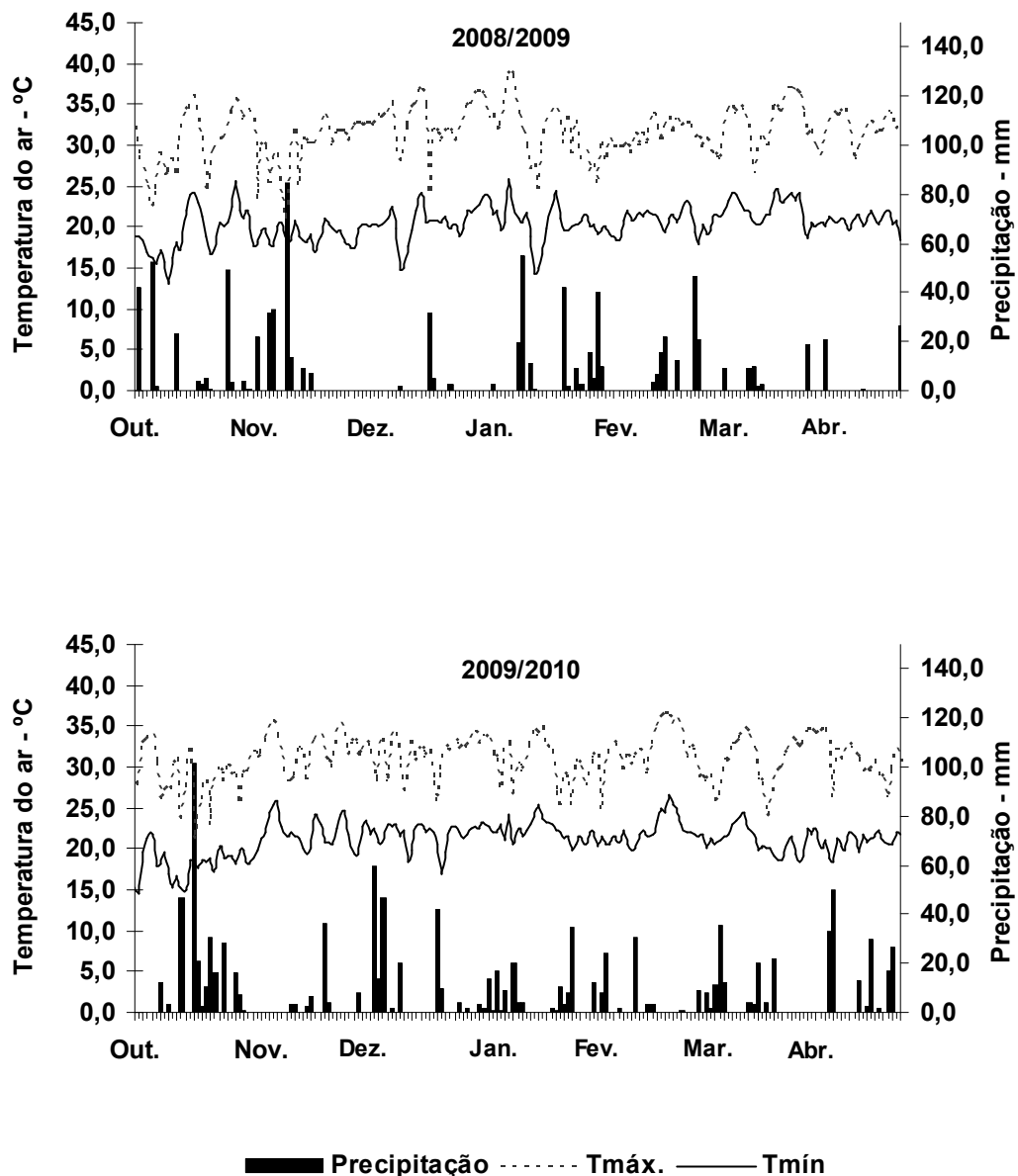
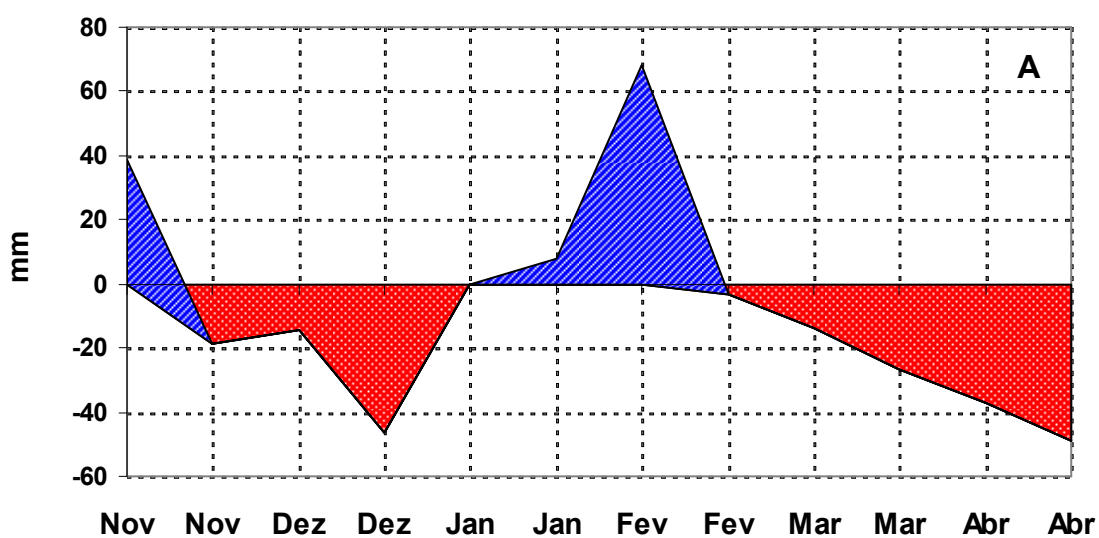


Figura 1. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e da precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Umuarama nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. Fonte: IAPAR.

2008/2009



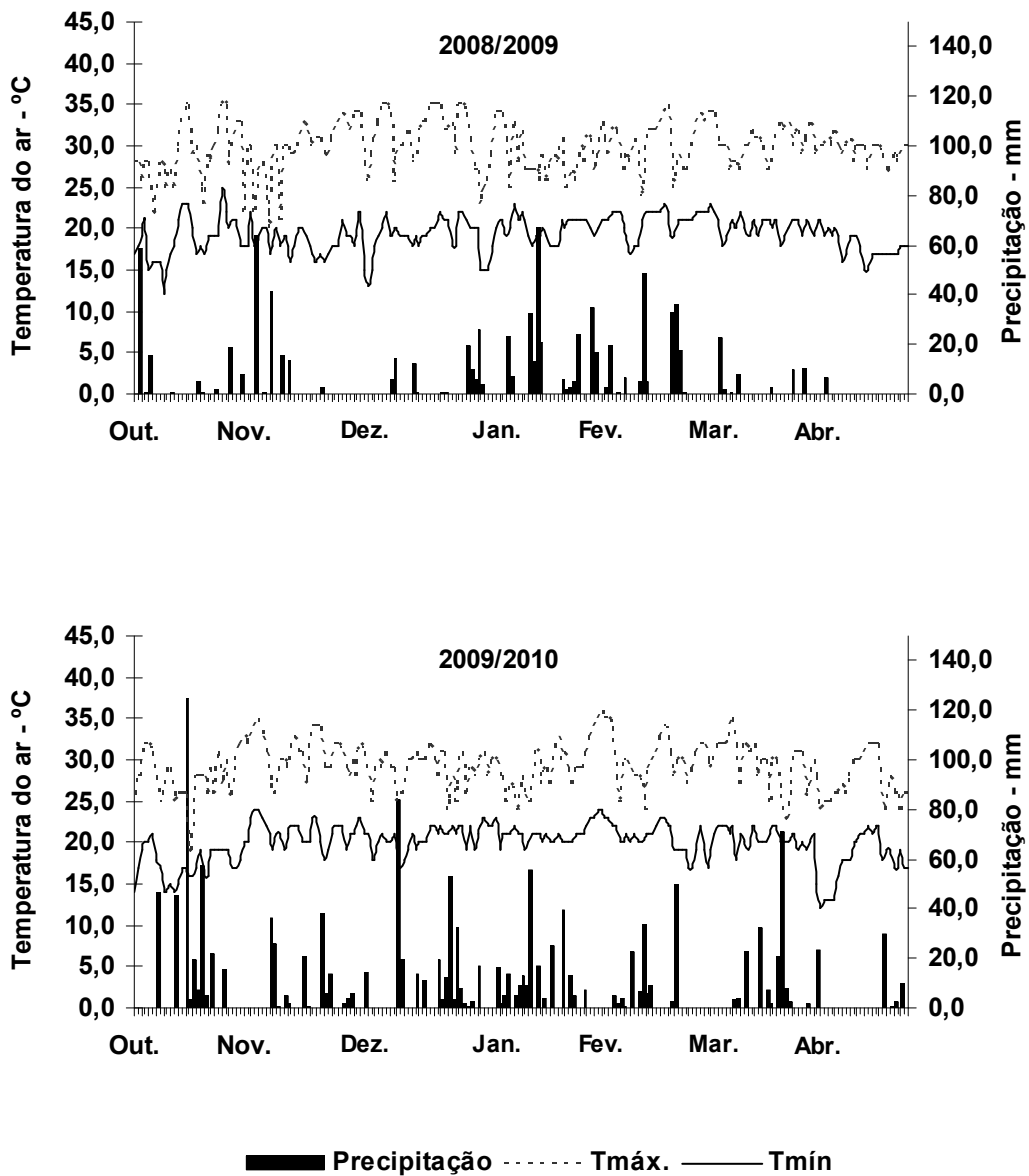


Figura 3. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e da precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Maringá nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. Fonte: FEI.

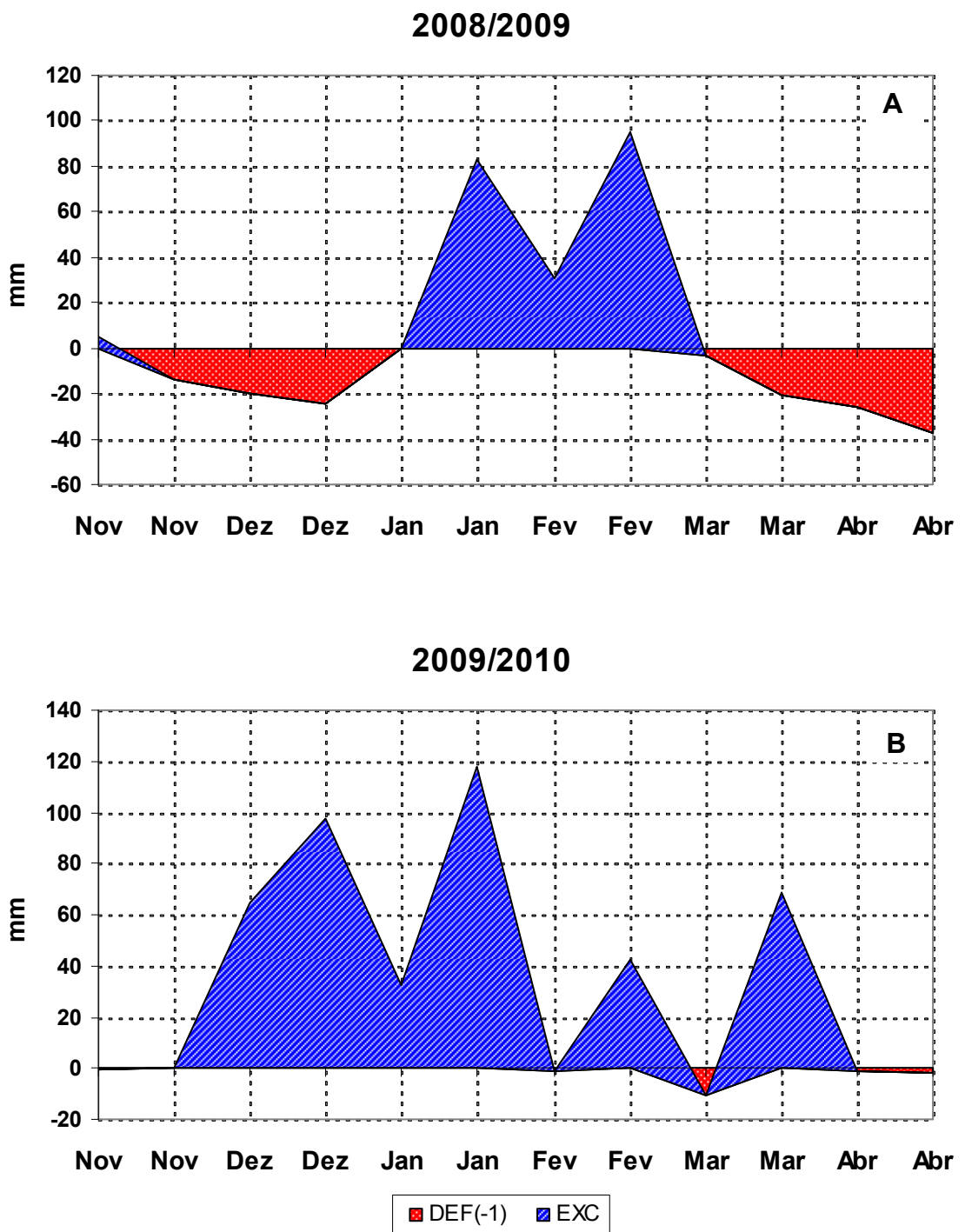


Figura 4. Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Maringá, Estado do Paraná.

Foram avaliadas seis cultivares de soja: Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232. A semeadura na safra 2008/2009 foi realizada no dia 08/11 em Maringá e 09/11 em Umuarama. Na safra 2009/2010 as semeaduras foram nos dias 12/11 e 13/11 em Maringá e Umuarama, respectivamente.

As parcelas foram constituídas por seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si. Na colheita, foram eliminadas as duas linhas externas, bem como 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais como bordaduras. A área útil das unidades experimentais foi de 7,2 m².

Para a semeadura realizada com auxílio de matracas, foram utilizadas quantidades maiores de sementes que a indicada. Duas semanas após a emergência das plântulas, foram realizados desbastes, deixando-se cerca de 18 plantas por metro linear (densidade de 400.000 plantas ha⁻¹).

Por ocasião da semeadura, as sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax-thiran (Carboxin + Thiram = 250 mL 100 kg⁻¹ de sementes) e inoculadas com inoculante turfoso (100 g 50 kg⁻¹ de sementes), à base de *Bradyrhizobium japonicum*.

As plantas daninhas foram controladas por meio de aplicação de herbicidas pós-emergentes e capinas manual. O controle das pragas e doenças foi realizado, sempre que necessário, com pulverizações sistemáticas de inseticidas e fungicidas recomendados para cada espécie de inseto e doença, até o final do ciclo das duas culturas.

As colheitas foram realizadas manualmente, a primeira no estágio de desenvolvimento R8, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura (FEHR; CAVINESS, 1977), e a segunda colheita aos 15 dias após o estágio de maturação plena. Após a colheita, as plantas da área útil de cada parcela, foram amarradas em feixes, que devidamente identificados foram levados para a debulha em máquina trilhadeira estacionária. As sementes provenientes da trilha mecânica foram limpas com o auxílio de peneiras, secadas em condições naturais e acondicionadas em sacos de papel Kraft multifoliado, e levadas para as avaliações dos teores de proteína e óleo em laboratório.

A avaliação do teor de proteínas foi realizada pelo método de Kjeldahl (Nitrogênio total), conforme recomendação da Association of Official Analytical

Chemists (A.O.A.C., 1990) e Vitti et al. (2001), com modificações. Foram analisadas quatro subamostras de 0,2 g da farinha de soja moída, a qual foi condicionada em tubos de ensaio, junto com 2 g de uma mistura catalítica (sulfato de cobre e selênio em pó) e 5 mL de ácido sulfúrico concentrado. Estes tubos foram levados para aquecimento em um bloco digestor para a digestão da matéria orgânica. O aquecimento foi gradual até a temperatura de 350°C permanecendo nesta temperatura por mais 2,5 horas. Após a digestão, iniciou-se a de destilação da amônia liberada, pela a reação com hidróxido de sódio (50%), a qual foi recolhida em solução de ácido bórico a 4%. A titulação foi realizada em solução padrão de ácido clorídrico (1N), em que os indicadores foram o vermelho de metila (0,2%) e o azul de metila (0,2%); sendo recuperado cerca de 99,7% de nitrogênio. Para a determinação de proteínas total, multiplicou-se o conteúdo de nitrogênio pelo fator 6,25 com base na matéria seca.

Para avaliação do teor de óleo (lipídios totais), utilizou-se o aparelho extrator de Soxhlet (TE 044) e éter de petróleo como solvente, segundo procedimento descrito nas Normas Analíticas do Instituto Adolfo Lutzs (I.A.L., 1985), com refluxo de 6 horas. Avaliaram-se quatro subamostras de 2 g de farinha de soja, provenientes de amostras das sementes de cada repetição de campo. Os resultados foram expressos em porcentagem de óleo extraído.

2.2 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições (mantidas as repetições de campo). Os tratamentos constituíram-se da combinação de seis variedades de soja e duas épocas de colheita para cada local e ano. Atendidas as pressuposições básicas para a análise de variância (modelo matemático aditivo; erros do modelo independentes; erros com distribuição normal; erros homocedásticos), os dados foram submetidos à análise de variância; em seguida, foi verificada a semelhança dos quadrados médios do resíduo pelo teste de Hartley (RAMALHO et al., 2000) e, a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual. Quando a semelhança entre o quadrado médio residual e a razão entre o maior e o menor quadrado médio

residual não foi superior a sete, realizou-se a análise conjunta dos dados (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002; ZIMMERMAN, 2004; BANZATTO; KRONKA, 2008).

As médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), em nível de 5% de probabilidade, para avaliação dos efeitos de cultivares dentro de cada local, época de colheita e ano. A comparação entre locais, época de colheita e ano para as cultivares foi realizada pelo teste F, conclusivo ($p < 0,05$). No entanto, independente do efeito significativo nas interações de terceira ordem foram realizados os desdobramentos, o que permitiu observar diferenças significativas. Todas as análises foram realizadas no software SISVAR® (UFLA, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância para teores de óleo e de proteína das sementes está apresentado na Tabela 4. A ANOVA ($p < 0,05$) possibilitou detectar interações significativas, sendo de segunda ordem (Cultivar x Local x Época) para teor de óleo e de primeira ordem (Cultivar X Local) para teor de proteína.

Tabela 4. Resumo da análise de variância conjunta, referente às variáveis teores de óleo e proteína, de cultivares de soja, em duas épocas de colheita, em dois locais, e em dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010).

Fontes de variação	G.L.	Quadrados Médios	
		OLEO (%)	PROTEINA (%)
Cultivar	5	11,1621*	28,4908*
Local	1	83,1080*	298,6016*
Época	1	0,1160 ^{ns}	35,9840*
Ano	1	67,1187*	100,9200*
Cultivar x Local	5	2,1991*	8,2922*
Cultivar x Época	5	1,0098*	2,3449 ^{ns}
Cultivar x Ano	5	0,3295 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Local X Época	1	2,5392*	0,7450 ^{ns}
Local x Ano	1	0,9520 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Época x Ano	1	0,9520 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Cultivar x Local x Época	5	0,9379*	1,7072 ^{ns}
Cultivar x Local x Ano	5	0,3563 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Cultivar x Época x Ano	5	0,3421 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Local x Época x Ano	1	0,9520 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Cultivar x Local x Época x Ano	5	0,3565 ^{ns}	0,0000 ^{ns}
Blocos/Anos/Locais	12	0,1290	1,5560
Resíduo	132	0,3504	1,3537
Total	191		
Média Geral		21,17	37,53
C.V. (%)		2,80	3,10

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo.

Na média geral e para as cultivares avaliadas no trabalho, o teor de proteína apresentado foi de 37,53%; valor superior ao obtido por Ávila et al (2007), Albrecht et al. (2008b), Minuzzi et al. (2009) e Lélis et al. (2010). Entretanto, os valores obtidos foram similares aos apresentados por Meschede et al. (2004) com valores entre 36,92 e 37,96%, Souza et al. (2009) com 35,6%

e Rangel et al. (2007) com 33,5%. Constata-se ainda na tabela 4, que os teores médios de óleo (21,17%) e proteína (37,53%), sancionam o observado por alguns autores, em que as frações de proteína e óleo nas sementes da soja compreendem aproximadamente 60% do total da massa seca da semente (WANG et al., 1999; PAULA, 2007; PAULA et al., 2008; ALBRECHT et al., 2008b).

O teor médio de óleo apresentado foi de 21,1%, valor mais elevado que o verificado por Ávila et al. (2007), Possenti et al (2010), e Ciabotti et al. (2006); porém menores que os observados por Rocha et al. (2002), Albrecht et al. (2008b) e Minuzzi et al. (2009). Marega Filho (1999) encontrou variações do teor do óleo de soja para alimentação entre 12,0 e 20,4%. Teixeira et al. (1984), em trabalhos com soja tipo grão encontraram em média 22,2% de óleo. Prontamente Hamawaki et al. (2002), trabalhando com cruzamentos de soja tipo grão, obtiveram teores de óleo entre 19,0 a 25,4%. Essas diferenças dos resultados obtidos no experimento comparado as demais literaturas, podem estar relacionada aos genótipos e ao ambiente de condução do experimento.

Comparando os resultados do teor de óleo das cultivares dentro de cada local e época (Tabela 5), Pode-se verificar que independentemente da cultivar e época de colheita o teor de óleo das cultivares semeadas em Maringá é superior aos teores das cultivares semeadas em Umuarama; porém ocorre uma única exceção na época R8, em que a cultivar BRS 246 RR não diferiu no teor de óleo entre os locais.

Tabela 5. Teor de óleo (%) de cultivares de soja em Maringá e Umuarama, em duas épocas de colheita.

Cultivar	R8 ^{1*}		R8+15	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	22,16 a	20,96 b	22,56 a	20,47 b
BRS 282	21,44 a	19,11 b	21,42 a	19,27 b
BRS 255RR	22,26 a	21,23 b	22,27 a	21,20 b
BRS 246RR	21,32 a	21,20 a	21,51 a	19,73 b
BRS 257	21,30 a	20,33 b	21,28 a	20,08 b
BRS 232	21,93 a	21,07 b	22,46 a	21,47 b
Média	21,73	20,65	21,91	20,37
C.V.(%)	2,80			

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na linha, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Os resultados superiores para Maringá provavelmente foram reflexos de um comportamento climático e edáficos favoráveis (umidade, temperatura, fertilidade e capacidade de retenção de água) em relação à Umuarama, o que permite inferir um conjunto de fatores edáficos e ecofisiológicos que associados, ou isoladamente, podem interferir nos teores de óleo. De acordo com Dornbos e Mullen (1992), Gibson e Mullen (1996) e Pípolo (2002), as temperaturas de 25° a 28°C favorecem o aumento do teor de óleo, mas temperaturas muito elevadas causam diminuição na concentração, o que possivelmente pode explicar os resultados obtidos em Umuarama. Segundo Harris et al. (1978), Hungria et al. (2000) e Rangel et al. (2004), temperaturas elevadas associadas ao déficit hídrico influenciam negativamente os teores de óleo, por meio dos seus efeitos sobre o crescimento e o desenvolvimento da semente. Condições estas também observadas no período de condução do experimento (Figuras 1, 2, 3 e 4).

Na Tabela 6, averigua-se que independentemente da cultivar e ano agrícola, não houve variação significativa entre as épocas de colheita para as cultivares semeadas em Maringá. Para Umuarama verifica-se a mesma tendência, porém com uma única exceção da cultivar BRS 246RR, que apresentou maior teor de óleo na época R8.

Tabela 6. Teor de óleo (%) de cultivares de soja em duas épocas de colheita em Maringá e Umuarama.

Cultivar	Maringá ¹		Umuarama	
	R8 ^{2*}	R8+15	R8	R8+15
EMBRAPA 48	22,16 aA	22,56 aA	20,96 aA	20,47 bA
BRS 282	21,44 bA	21,42 bA	19,11 cA	19,27 cA
BRS 255RR	22,26 aA	22,27 aA	21,23 aA	21,20 aA
BRS 246RR	21,32 bA	21,51 bA	21,20 aA	19,73 cB
BRS 257	21,30 bA	21,28 bA	20,33 bA	20,08 bA
BRS 232	21,93 aA	22,46 aA	21,07 aA	21,47 aA
Média	21,73	21,91	20,65	20,37
C.V.(%)	2,80			

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada local, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada época, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

As cultivares diferiram significativamente entre si quanto ao teor de óleo nos grãos dentro de cada época de colheita e local (Tabela 6). As maiores médias obtidas em Maringá independentemente da época são visualizadas para as cultivares BRS 255 RR, EMB 48 e BRS 232. Para Umuarama as cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 232 e Embrapa 48 apresentaram maior teor de óleo na primeira época de colheita, e na segunda época destacaram-se as cultivares BRS 232 e BRS 255 RR. As menores médias foram observadas nas cultivares BRS 282, BRS 246 RR e BRS 257 para Maringá, e nas cultivares BRS 282 e BRS 246 RR para Umuarama.

As cultivares Embrapa 48, BRS 282 e BRS 232 atingiram os teores de óleo característicos de cada cultivar (Tabelas 2 e 3 no apêndice), no entanto as cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR e BRS 257 não atingiram tais teores (EMBRAPA SOJA, 2010). Essa redução no teor de óleo está diretamente relacionada com a exposição das sementes a condições ambientais desfavoráveis à manutenção da qualidade, como umidade excessiva e temperaturas elevadas, além de uma possível predisposição genotípica dessas cultivares ao processo deteriorativo. Ratificando os resultados observados por Ávila et al. (2007) e em acordo com explanações de Carraro et al. (1985), Triboi e Triboi-Blondel (2002), Lacerda et al. (2003) e Embrapa Soja (2006).

Os resultados dos teores de proteínas estão apresentados na Tabela 7. Mesmo realizando os desdobramentos não houve efeito significativo de épocas de colheita e de os anos. Verifica-se efeitos significativos nos teores de proteína na interação entre locais e cultivares. Na comparação entre os locais, independentemente da cultivar os teores de proteína nos grãos de soja em Umuarama foi superior aos teores observados em Maringá. Em Maringá o maior teor de proteína foi visualizado para a cultivar BRS 257, seguida de um segundo grupo formado pelas cultivares BRS 282 e BRS 232; o menor teor de proteína foi observado para a cultivar Embrapa 48. Para Umuarama destacam-se as cultivares BRS 257, BRS 282, BRS 246 RR e BRS 232 que apresentaram os maiores teores de proteína. Pípolo (2002), ao trabalhar com cinco genótipos em dois anos agrícolas (1998/1999 e 1999/2000) e 10 diferentes locais, verificou diferenças entre os genótipos nas concentrações médias de proteína e de óleo. Ressaltou que as diferenças entre os teores de proteína dentro do mesmo local em anos diferentes, não podem ser explicadas

sem levar em consideração as condições climáticas. O estresse hídrico durante esse período pode afetar o processo de fixação biológica de nitrogênio que, preferencialmente, vai para a formação do grão. A ocorrência de verânicos propicia uma redução acentuada da produtividade de grãos, e pode aumentar a concentração de proteínas nos grãos.

Tabela 7. Teor de proteína (%) de cultivares de soja em Maringá e Umuarama.

Cultivar	Maringá ²	Umuarama
EMBRAPA 48 ¹	34,32 dB	38,26 bA
BRS 282	36,65 bB	39,41 aA
BRS 255RR	35,77 cB	37,87 bA
BRS 246RR	35,59 cB	38,86 aA
BRS 257	38,27 aB	39,55 aA
BRS 232	37,13 bB	38,74 aA
Média	36,28	38,78
C.V.(%)	3,10	

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, entre os locais, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada local, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

Vale ressaltar que no município de Umuarama foram obtidos maiores teores de proteína em comparação ao município de Maringá. Reafirmando os resultados de Marega Filho et al. (1999), que afirmam existir uma correlação negativa entre os teores de óleo e proteína da semente de soja.

Pípolo (2002) observou tendência de as sementes coletadas nos locais com temperaturas médias mais amenas (21 a 23°C) e com maior altitude (maior que 650 m) apresentarem maior concentração de proteína do que aquelas coletadas nos locais com temperaturas mais altas (23 a 27°C). Nos casos em que não se verificou essa tendência, os resultados foram melhor explicados pela distribuição de chuvas durante o período de enchimento e pelo rendimento de grãos. O mesmo estudioso verificou que o teor de proteína, por sua vez, aumenta linearmente com a temperatura, mesmo quando acima de 30°C. Colaborando, evidentemente, com as condições climáticas (temperaturas elevadas) observadas em Umuarama.

Segundo Wilcox e Guodong (1997), os teores de óleo e proteínas das sementes de soja são determinados geneticamente, porém, são fortemente

influenciados pelo ambiente, durante o período de desenvolvimento da cultura, principalmente o período de enchimento dos grãos. Segundo Rangel et al. (2007) o estresse hídrico, aliado a altas temperaturas pode explicar as variações na concentração de proteínas entre locais, anos e genótipos. Resultados esses que corroboram com as condições e resultados observados no trabalho.

Os valores dos teores de proteína em Maringá e Umuarama não atingiram os padrões de classificação internacional destinados à exportação; isto devido às condições ambientais e estresses sofridos durante o desenvolvimento da cultura. De acordo com Moraes et al. (2006), estes valores para exportação devem ser acima de 41,3%.

Vieira et al. (1999) estudando a composição centesimal de seis cultivares de soja, constataram diferença significativa do teor de proteína das sementes entre as cultivares. Os resultados observados em nosso trabalho contrariam os resultados encontrados por Ávila et al. (2007), que, ao estudarem outras cultivares (ciclo precoce e semiprecoce) nos mesmos locais, não observaram diferença significativa dos teores de proteínas entre os genótipos e nem entre locais.

Cabe aqui ressaltar que as cultivares que apresentaram os menores teores médios de óleo foram as mesmas que apresentaram os maiores teores médios de proteína. Este comportamento evidencia o que é amplamente relatado na literatura, ou seja, correlação negativa entre estes dois constituintes da semente de soja (SIMPSON JUNIOR; WILCOX, 1983; MAREGA FILHO et al., 1999; MIRANDA, 2006; SOARES et al., 2008). Este fato condiz com o relatado por Hanson (1991), Pípolo (2002) e Rangel et al. (2004, 2007), segundo os quais haveria uma correlação negativa entre os níveis de óleo e proteínas das sementes, explicado pela concorrência pelos esqueletos carbônicos.

Embora a composição química das sementes seja influenciada também pelas condições ambientais e pelo manejo cultural, é possível que os resultados observados dos teores de óleo e proteína nas diferentes cultivares de soja e locais, possam ser úteis no sentido de subsidiar futuros trabalhos de pesquisa visando o aumento destes componentes nas sementes, assim como, norteando o empresário rural na escolha de cultivares potencialmente

produtivas e detentora de características desejáveis de acordo com o objetivo da produção. Principalmente para a região do arenito Caiuá, que demanda manejo e tratamentos culturais mais especializados para sucesso da cultura.

5 CONCLUSÕES

O cultivo de soja na região de Maringá proporciona maior teor de óleo nos grãos em relação ao cultivo na região de Umuarama.

As cultivares BRS 255RR, Embrapa 48 e BRS 232 destacam-se com o maior teor de óleo em Maringá. Em Umuarama destacam-se as cultivares BRS 255RR, BRS 246RR, BRS 232 e Embrapa 48.

A produção de soja na região de Umuarama proporciona maior teor de proteína nos grãos em relação à produção na região de Maringá.

Em Umuarama destacam-se as cultivares BRS 257, BRS 282, BRS 246RR e BRS 232 com maior teor de proteína. Em Maringá Destaca-se a cultivar BRS 257.

O teor de óleo e proteína não se alterou com 15 dias de retardamento da colheita.

6 REFERÊNCIAS

ABIOVE - Associação Brasileira das Indústrias de Óleos Vegetais. **Dados do Complexo Soja: Exportações 2010**. Site: www.abiove.com.br. Acesso dia 22 de novembro de 2011.

AGRIANUAL 2009. **Anuário da Agricultura Brasileira**. Mercado e Perspectivas. São Paulo-SP, 2009. 497p.

ALBRECHT, L.P.; BRACCINI, A.L.; ÁVILA, M.R.; SUZUKI, L.S.; SCAPIM, C.A.; BARBOSA, M.C. Teores de óleo, proteína e produtividade de soja em função da antecipação da semeadura na região oeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.67, n.4, p.817-825, 2008.

AOAC - **Association of Official Analytical Chemist**. Official methods of the Association of Official Analytical Chemist. 15. ed. Washington, D.C.: AOAC, 1990. v. 1, p. 209-230.

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; e VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, 2007.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.

BELING, R. R. **Anuário Brasileiro da Soja 2003**. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2003. 144p.

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, n.12, p.2391-2398, 2000.

BRIM, C.A. Quantitative genetics and breeding. In: CALDWELL, B.E.; HOWELL, R.W.; JOHNSON, H.W., ed. Soybeans: improvement, production and uses. Madison: **American Society of Agronomy**, 1973. 172p.

CARRARO, I.M.; BEGO, A. & ROCHA, A. Efeito do retardamento da colheita sobre a qualidade de sementes de soja em Palotina, PR. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, v. 7, n. 3, p.123-131, 1985.

CIABOTTI, S.; BARCELLOS, M.F.P.; MANDARINO, J.M.G.; TARONE, A.G. Avaliações químicas e bioquímicas dos grãos, extratos e tofos de soja comum e de soja livre de lipoxigenase. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p.920-929, 2006.

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento. **Central de Informações Agropecuárias: Conjuntura Agropecuária 2009 e 2010.** Site: www.conab.gov.br. Acesso dia 24 de novembro de 2011.

DORNBOS, D. L. Jr; MULLEN, R. E. Soybean seed protein and oil contents and fatty acid composition adjustment by drought and temperature. **Journal of American oil society**. v.69, p.228-231, 1992.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2011/2012.** Londrina: Embrapa Soja, 2010. 281p.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Paraná – 2007.** Londrina: Embrapa-Soja, 2006. 217p (Sistemas de Produção, 10).

EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação dos Solos.** Brasília, DF, 1999.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stage of soybean development.** Ames: Iowa State University, 1977. 11p

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

HAMAWAKI, O. T. ; HAMAWAKI, O.T. ; HAMAWAKI, R. L. . Seleção de progênies superiores em cruzamentos óctuplos de soja. **Bioscience Journal (UFU)**, Uberlândia-MG, v. -18, n. -2, p. -49--58, 2002.

HANSON, W. D. Seed protein content and delivery of assimilates to soybean seed embryos. **Crop Science**, Madison, v.31, n. 6, p. 1600-1604, 1991.

HARRIS, H.C.; McWILLIAM, J.R.; MASON, W.K. Influence of Temperature on Oil Content and Composition of Sunflower Seed. **Australian Journal of Agricultural Research**, Collingwood, v. 29, n.3, p.1203-1212, 1978.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. Fixação biológica do nitrogênio com a cultura da soja. In: Workshop Nitrogênio na sustentabilidade de sistemas intensivos de produção agropecuária, Dourados, MS. **Anais...** Dourados: Embrapa Agropecuária Oeste, Embrapa Agrobiologia, 2000. p.51-75, (Documentos, 128)

IAL - Instituto Adolfo Lutz. Normas analíticas do Instituto Adolfo Lutz: **Métodos químicos e físicos para análise de alimentos.** São Paulo, 1985. v. 1, p. 533.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Clima do Paraná.** 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 12 Set. 2011.

IAPAR – Instituto Agrônomo do Paraná. **Clima do Paraná.** 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 12 Set. 2011.

JOHNSON, H.W.; ROBINSON, H.F.; COMSTOCK, R.E. Genotypic and phenotypic correlations in soybeans and these implications in selection. **Agronomy Journal**, Madison, v.47, p.477-483, 1955.

LACERDA, A.L.S.; LAZARINI, E.; SÁ, M, E.; FILHO, W.V.V. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.25, n.2, p.97- 105, 2003.

LAZZARINI, S.G.; NUNES, R. - “Competitividade do Sistema Agroindustrial da Soja”. In: FARINA, E.M.M.Q. (Coord.) **Competitividade da Agroindústria Brasileira**. PENSA-IPEA, CD ROM, 1998.

LÉLIS, M. M.; HAMAWAKI, O.T.; TAVERES, M.; AQUINO, L.A.. Oil contents in soybean genotypes in three sowing dates. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 04, p. 602-609, 2010.

MAREGA FILHO, M. **Relações entre os teores de óleo, proteína e tamanho das sementes de soja**. Londrina, 1999. 82 p. Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Londrina/ Centro Nacional de Pesquisa de Soja – EMBRAPA/ Instituto Agrônômico do Paraná.

MESCHEDE, D.K.; BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; SCHUAB, S.R.P. Rendimento, teor de proteína nas sementes e características agrônômicas das plantas de soja em resposta à adubação foliar e ao tratamento de sementes com molibdênio e cobalto. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.26, n.2, p.139-145, 2004.

MINUZZI, Andréia et al. Rendimento, teores de óleo e proteínas de quarto cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**. 2009, vol.33, n.4, pp. 1047-1054. ISSN 1413-7054.

MIRANDA, F.D. **Produção, conteúdo de proteína e óleo no grão da soja: herdabilidades, correlações e seleção de genótipos superiores**. 2006. 74p. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2006.

MORAES, R.M.A. de; JOSÉ, I.C.; RAMOS, F.G.; BARROS, E.G. de; MOREIRA, M.A. Caracterização bioquímica de linhagens de soja com alto teor de proteína. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, n.5, p.725-729, 2006.

MOREIRA, M.A. Programa de melhoramento genético da qualidade de óleo e proteína da soja desenvolvido na UFV. In: Congresso brasileiro de soja, 1., 1999, Londrina. **Anais...** Londrina: Embrapa Soja, 1999. p.99-104.

PAULA, S.A. **Composição bioquímica e fatores antinutricionais de genótipos de soja**. 2007. 74p. Dissertação (Mestrado em Bioquímica Agrícola) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2007.

PAULA, S. A.; REZENDE, S. T.; TREVIZANO, L. M.; GUIMARAES, V. M.. **Biochemical composition and antinutritional Factors of soybean genotypes**. In: XXXVII Annual Meeting of SBBq and XI Congress of the PABMB, 2008, Águas de Lindóia. XXXVII Annual Meeting of SBBq and XI Congress of the Pan-american Association for Biochemistry and Molecular Biology (PABMB), 2008.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais**: exposição com exemplos e orientação para uso de aplicativos. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PÍPOLO, A.E. **Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. 128p. Tese (Doutorado).

POSSENTI, J. C. ; VILLELA, F. A. Efeito do molibdênio aplicado via foliar e via sementes sobre o potencial fisiológico e produtividade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes** (Impresso), v. 32, p. 143-150, 2010.

RAMALHO, M.A.P; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. p. 114-134.

RANGEL, M.A.S.; MINUZZI, A.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; e CARDOSO, P.C.. Efeitos da interação genótipos x ambientes no rendimento de grãos e nos teores de proteína de cultivares de soja. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 29, n. 3, p. 351-354, 2007.

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).

ROCHA, M.M.; VELLO, N.A.; MAIA, M.C.C.; LOPES, A.C.A. Magnitude da interação genótipos x ambientes para o caráter teor de óleo em linhagens de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v.6, n.3, p.617- 625, 2002.

SBARLOTTO, A.; LEANDRO, G.V. Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.38, n.3, p.614-619, 2008.

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

SIMPSON JUNIOR, A.M.; WILCOX, J.R. Genetic and phenotypic associations of agronomic characteristics in four high protein soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.23, p.1077-1081, 1983.

SISVAR[®], UFLA, 2006. In: FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45^a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

SOARES, T. C. B. ; GOOD-GOD, P. I. ; MIRANDA, F. D. ; SOARES, Y. J. B. ; SCHUSTER, I. ; PIOVEZAN N. D. ; BARROS, E. G. ; MOREIRA, M. A. . QTL mapping for protein content in soybean cultivated in two tropical environments. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 43, p. 1533-1541, 2008.

SOUZA, L. C. F. ; ZANON, G. D. ; PEDROSO, F. F. ; ANDRADE, L. H. L. . Teor de proteína e de óleo nos grãos de soja em função do tratamento de sementes e aplicação de micronutrientes. **Ciência e Agrotecnologia** (UFLA), v. 33, p. 1586-1593, 2009.

TANGO, J.S.; TURATTI, J.M.; SILVA, M.T.C.; SHIROSE, I.; YOTSUYANAGI, K. Influência do local de plantio no teor e características do óleo de algumas cultivares de soja. **Boletim do Instituto de Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.20, n.4, p.355-374, 1983.

TEIXEIRA, J.P.F.; MASCARENHAS, H A A & BATAGLIA, O.C. **Efeito de cultivares, tipos de solo e práticas culturais sobre a composição química de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. In: SEMINÁRIO NACIONAL DE PESQUISA DE SOJA, 1., Londrina, 1978. Anais. Londrina, EMBRAPA-CNPSO, v.1, p.11-16, 1979.

THORNE, J.C.; FEHR, W.R. Incorporation of highprotein, exotic germplasm into soybean populations by 2- and 3-way crosses. **Crop Science**, Madison, v.10, p.652-655, 1970.

TRIBOI, E.; TRIBOI-BLONDEL, A. Productivity and grain or seed composition: a new approach to an old problem. **European Journal of Agronomy**. v.16, p.163-186, 2002.

VITTI, G. C.; CAMARGO, M. A. F.; LARA, C. **Síntese de análise químicas em tecido vegetal**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, 2001.

VIEIRA, C.R.; CABRAL, L.C.; PAULA, A.C.O. Composição centesimal e conteúdo de aminoácidos, ácidos graxos e minerais de seis cultivares de soja destinadas à alimentação humana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.7, p.1277-1283, 1999.

VOLDENG, H.D.; COBER, E.R.; HUME, D.J.; GILLARD, C.; MORRISON, M.J. Fifty-eight years of genetic improvement of short-season soybean cultivars in Canada. **Crop Science**, Madson, v.37, n.2, p.428-431, 1997.

WANG, S.H.; CABRAL, L.C.; MAIA, L.H.; ARAÚJO, F.B. Mingau de arroz e soja pronto para consumo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n.5, p.855-860, 1999.

WILCOX, J.R.; CAVINES, J.F. Normal and low linolenic acid soybean strains: response to planting date. **Crop Science**, Madison, v.32, n.5, p.1248-1251, 1992.

WILCOX, J.R.; GUODONG, Z. Relationship between seed yield and seed protein in determinate and indeterminate soybean populations. **Crop Science**, Madison, v.37, n.2, p.361-364, 1997.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2004. 402p.

CAPÍTULO 3

TEOR DE ISOFLAVONAS, QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE CULTIVARES DE SOJA APÓS RETARDAMENTO DA COLHEITA EM DOIS AMBIENTES NO PARANÁ

RESUMO. A soja é considerada um alimento funcional e a atividade antioxidante das isoflavonas pode ser considerada um mecanismo de manutenção da qualidade das sementes, pela diminuição da ação de radicais livres na membrana celular, em virtude da teoria de deterioração. Com o objetivo de avaliar os teores de isoflavonas e a qualidade fisiológica e sanitária das sementes de cultivares de soja foram instalados experimentos em Maringá e Umuarama, no Estado do Paraná, em duas épocas de colheita (R8 e R8+15 dias) e dois anos agrícolas (2009/2010 e 2010/2011). Foram avaliadas as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232, com semeadura em novembro. A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada por meio dos testes de germinação, primeira contagem do teste de germinação, condutividade elétrica e envelhecimento acelerado; a qualidade sanitária por meio do método “blotter test”; e também determinados os teores de isoflavonas totais. Os dados foram submetidos à análise de variância conjunta e realizados os desdobramentos das interações, seguindo o delineamento de blocos casualizados, com quatro repetições. A qualidade fisiológica, sanitária e a concentração de isoflavonas das sementes são intensamente influenciadas pela interação entre as cultivares, local, época de colheita e pelo ano de cultivo. A região de Maringá proporciona maior qualidade fisiológica, menor incidência de microorganismos e maior concentração de isoflavonas totais em sementes de soja, quando comparada a Umuarama. A primeira época de colheita propicia a melhor qualidade fisiológica e sanitária das sementes para os locais, anos e cultivares estudadas. A cultivar BRS 257 destaca-se com a maior concentração de isoflavonas totais em Maringá, para os anos e épocas de colheita avaliados.

Palavras-chave: *Glycine max*, maturação, vigor, atividade antioxidante.

ISOFLAVONE CONTENT, PHYSIOLOGICAL SEED QUALITY AND HEALTH OF SOYBEAN CULTIVARS AFTER DELAYED HARVEST IN TWO ENVIRONMENTS OF PARANÁ STATE

ABSTRACT. The Soybean is considered a functional food and the antioxidant activity of isoflavones may be considered a mechanism for maintaining the quality of seeds, by the reduction of the action of free radicals in the cell's membrane, due to the deterioration theory. In order to evaluate the levels of isoflavones and the physiological and sanitary quality of soybean cultivars seeds, experiments were installed in Maringá and Umuarama in the Paraná State, during two harvest dates (R8 and R8 + 15 days) and two agricultural years (2009/2010 and 2010/2011). The evaluated cultivars were Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 and BRS 232 with sowing in November. the physiological seed quality was evaluated using the germination tests, first count of germination test, electrical conductivity and accelerated aging, the sanitary quality using the method "blotter test", and it was also determined the content of total isoflavones. The data collected were submitted to joint variance analysis and accomplished the unfolding of the interactions, following the randomized block design with four replications. The physiological and sanitary quality, and isoflavone concentration of seeds is strongly influenced by the interaction between cultivars, location, harvest time, and crop year. Maringá's region provides greater physiological quality, lower microorganisms incidence, and higher concentration of total isoflavones in soybean seeds, when compared to Umuarama. The first harvest season propitiates the best physiological and sanitary quality of the seeds for the locations, years and cultivars studied. The BRS 257 cultivar stands out with the highest concentration of total isoflavones in Maringá, for the years and harvest times evaluated.

Key words: *Glycine max*, maturity, vigor, antioxidant activity.

1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) é considerada um alimento completo, já que é constituída de aproximadamente 40% de proteínas, 30% de carboidratos, 20% de lipídeos (HUNGRIA et al., 1994), consideráveis teores de vitaminas do complexo B, minerais (CARRÃO-PANIZZI; MANDARINO, 1998), lecitinas, saponinas, tocoferóis, inibidores de protease e isoflavonas, sendo estas de grande interesse por suas propriedades funcionais (BARNES et al., 2006; CHOI; RHEE, 2006). Considerando as propriedades de suas proteínas e isoflavonas, que exercem ação moduladora em determinados mecanismos fisiológicos, e devido a sua capacidade antioxidante, a soja é tida como um alimento funcional (GENOVESE et al. 2007).

É reconhecido que a máxima qualidade fisiológica das sementes de soja é alcançada na maturidade fisiológica (POPINIGIS, 1985; MARCOS FILHO, 2005). Após este ponto, inicia-se o processo natural de deterioração que progride de modo inevitável, irreversível e inexorável. Envolve a interação de mudanças citológicas, fisiológicas, bioquímicas e físicas das sementes, que resulta na perda do vigor e viabilidade das mesmas (KRZYZANOWSKI et al., 2008), sendo que a intensidade e a velocidade desse complexo de mudanças dependem de fatores genéticos e ambientais (DELOUCHE, 2002).

Segundo dados obtidos da Embrapa Soja (2010), a colheita é a fase mais crítica de todo o processo de produção de soja. Isto se deve, principalmente, pelos riscos climáticos a que está sujeita a lavoura destinada à produção de grãos ou de sementes. A mesma fonte recomenda que esta operação seja iniciada tão logo a soja atinja 95% das vagens maduras. No entanto, devido à dificuldade de colheita neste ponto de maturação estas ficam armazenadas a campo, sujeitas a fatores estressantes bióticos ou abióticos. Índices elevados de precipitação pluvial, flutuações de umidade relativa do ar e variações da temperatura ambiental, resultarão, com certeza, em perdas na qualidade fisiológica e sanitária das sementes (ÁVILA; ALBRECHT, 2010).

Alguns trabalhos associaram o momento da colheita de semente de soja ou a sua exposição prolongada a condições adversas no campo, à qualidade fisiológica e/ou sanitária e/ou bioquímica. Constataram efeitos negativos sobre a qualidade das mesmas na medida em que se distanciou a colheita do estágio R8 (SEDIYAMA, 1979; FRANÇA NETO; HENNING, 1992; RESENDE et al., 1996; RANGEL et al., 2004; LIMA et al., 2007; ÁVILA et al., 2007).

As isoflavonas na soja têm como função conferir proteção contra patógenos (DIXON, 2001), efeito antibacteriano (TANAKA et al., 2002), resistência a artrópodes, constatado na cultivar IAC-100; resistência a doenças como *Phytophthora* e resistência a nematóides (RIVERA-VARGAS et al., 1993; CARRÃO-PANIZZI; KITAMURA, 1995).

A quantidade e o tipo de isoflavonas presentes na soja são afetados pelo ambiente, pelo genótipo e pela interação desses fatores durante o desenvolvimento das sementes (LEE et al., 2007). De acordo com Tsukamoto et al. (1995) e Choi et al. (1996), os níveis de isoflavonas na soja variam em mais que o triplo, dependendo da parte morfológica da semente de onde é extraída (cotilédones, hipocótilo e tegumento).

Em trabalho realizado por Genovese et al. (2005), foram analisadas 14 variedades de soja desenvolvidas pela Embrapa Soja, em relação ao conteúdo e perfil de isoflavonas. O teor de isoflavonas variou significativamente entre as variedades (57 a 188 mg de isoflavonas/100 g de sementes de soja), com valor médio de $116 \pm 34 \text{ mg } 100^{-1} \text{ g}$.

Nas células que compõem os tecidos das sementes o efeito antioxidante poderia ser um importante mecanismo de garantia da qualidade das sementes, uma vez que a degradação da membrana celular pela ação de radicais livres é uma das mais discutidas e aceitas teorias de deterioração das sementes (KRZYZANOWSKI et al., 2001 e 2002). França Neto et al. (2002), demonstraram que os maiores teores de isoflavonas são observados em sementes com a melhor qualidade.

Algumas pesquisas foram conduzidas com o objetivo de avaliar o efeito do retardamento de colheita sobre a qualidade fisiológica das sementes. Entretanto, trabalhos visando avaliar a concentração de isoflavonas e a qualidade das sementes, ou o seu papel na qualidade das sementes e sua

atuação na preservação dessa qualidade, são insuficientes no que se refere às cultivares brasileiras, e mais ainda para as regiões avaliadas no presente trabalho.

A caracterização das cultivares de soja quanto ao teor de isoflavonas e qualidade fisiológica e sanitária possibilita disponibilizar informações sobre as cultivares mais indicadas para determinados usos e locais, agrega valor qualitativo aos produtos derivados de soja e viabiliza o aumento de sua participação no mercado. Portanto, é extremamente válida e necessária a realização de tais estudos.

O trabalho teve por objetivo determinar a concentração de isoflavonas e as qualidades fisiológica e sanitária de sementes de cultivares de soja submetidas ao retardamento de colheita em dois ambientes no noroeste do estado do Paraná.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Instalação e condução do experimento

Os experimentos foram conduzidos nos anos agrícolas de 2008/2009 e 2009/2010 em dois locais. Em Maringá, o experimento foi instalado em área localizada na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) da Universidade Estadual de Maringá (UEM), região noroeste do Estado do Paraná, situada a uma latitude de 23°25' sul e longitude de 51°57' a oeste de Greenwich, com altitude média de 540 m. O solo da área experimental é identificado como pertencente à classe Argissolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura média.

O segundo experimento foi instalado na Fazenda do Campus Regional em Umuarama – PR, pertencente à Universidade Estadual de Maringá. A área está localizada na região noroeste do Estado do Paraná, com altitude de 480 m, 23°44'S de latitude e 53°17'W de longitude. O solo é identificado como pertencente à classe Latossolo Vermelho distrófico (EMBRAPA, 1999), de textura arenosa.

Os solos das áreas experimentais foram analisados quanto às características químicas (0 -20 cm) e a adubação foi realizada de acordo com as recomendações técnicas para a cultura da soja (EMBRAPA SOJA, 2010). Os resultados da análise química do solo estão apresentados na Tabela 1. As demais práticas culturais foram realizadas conforme preconizado pelo sistema de produção da região.

Tabela 1. Análise de química do solo (0- 20 cm) em Maringá e Umuarama - PR, antes da implantação da cultura.

Maringá											
P ¹	pH ²		H ⁺ +Al ³⁺	Al ³⁺	K ¹	Ca ³	Mg ³	SB	CTC	V	C ⁴
mg dm ⁻³	CaCl ₂	H ₂ O	-----		cmol _c dm ⁻³	-----				%	g dm ⁻³
6	5,2	6,0	3,17	0,0	1,49	2,13	1,22	4,84	8,01	60,42	10,95
Umuarama											
2	4,2	5,2	0,60	4,1	0,16	0,97	0,57	1,70	6,31	26,98	12,01

¹ - Extrator Mehlich 1; ² - CaCl₂ 0,01mol L⁻¹; ³ - KCl 1mol L⁻¹; ⁴ - Método Walkley-Black.

O clima predominante nas duas regiões é do tipo Cfa, mesotérmico úmido, com chuvas abundantes no verão e inverno seco com verões quentes, segundo classificação de Köppen (IAPAR, 2000).

Os dados climáticos diários de precipitação pluvial, balanço hídrico, temperatura máxima e mínima diária, referentes ao período de duração dos ensaios, estão apresentados nas Figuras 1, 2, 3 e 4 (IAPAR, 2010); e uma melhor caracterização do período de colheita nas Figuras 5A e 6^a no apêndice.

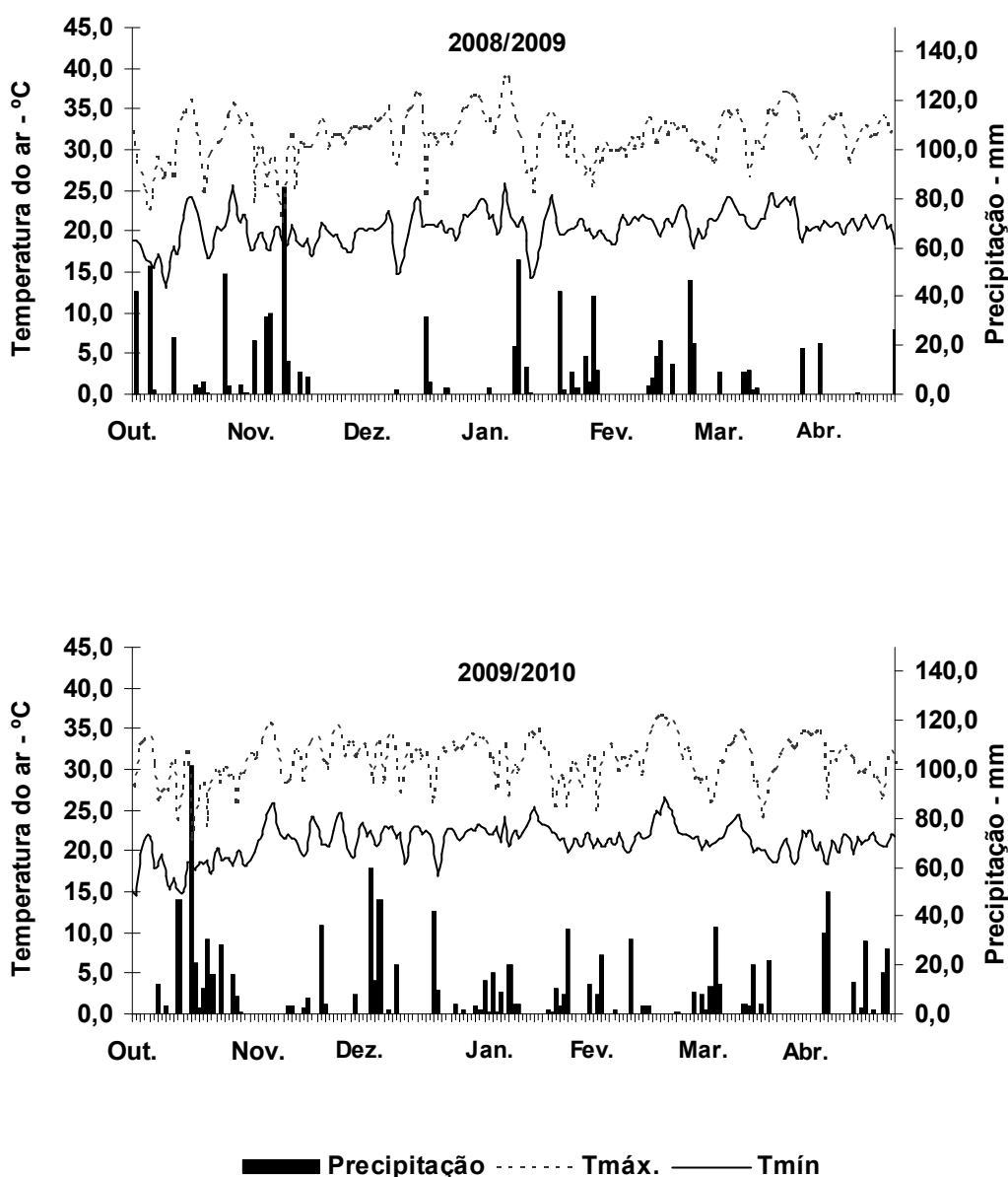
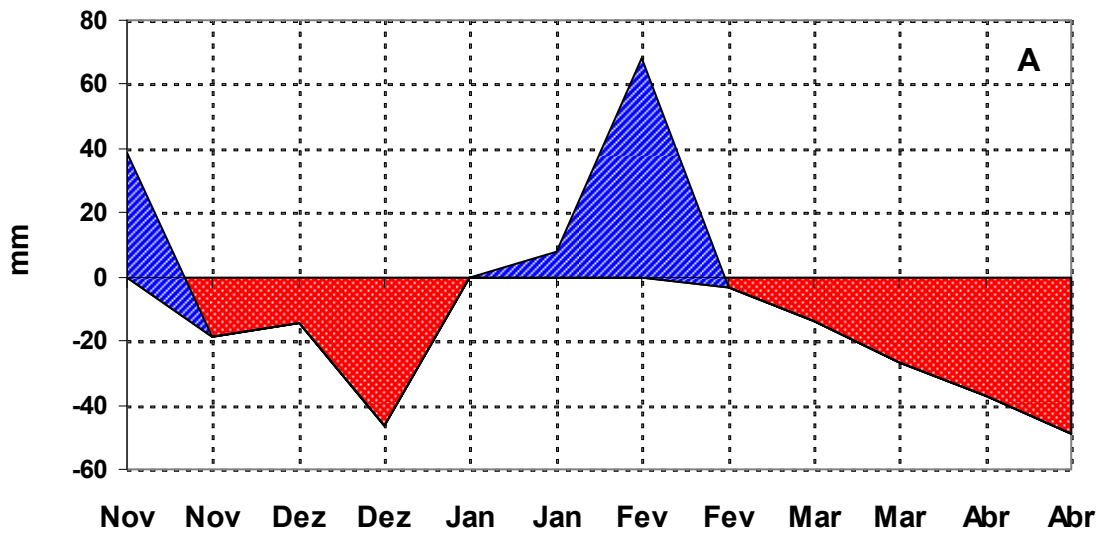


Figura 1. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e da precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Umuarama nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. Fonte: Iapar.

2008/2009



2009/2010

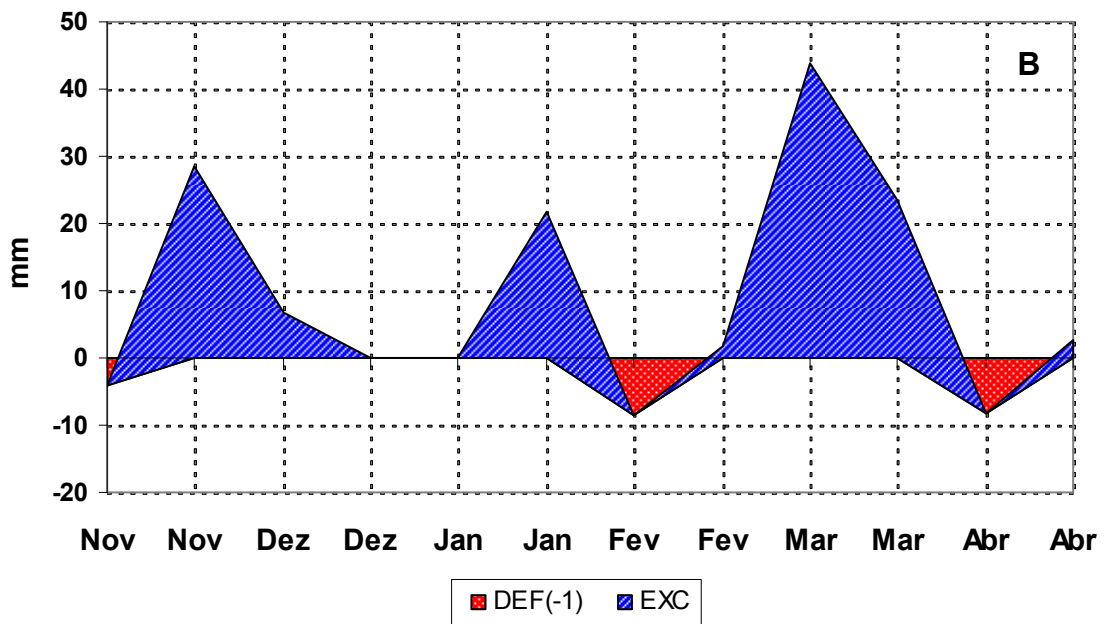


Figura 2. Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Umuarama, Estado do Paraná.

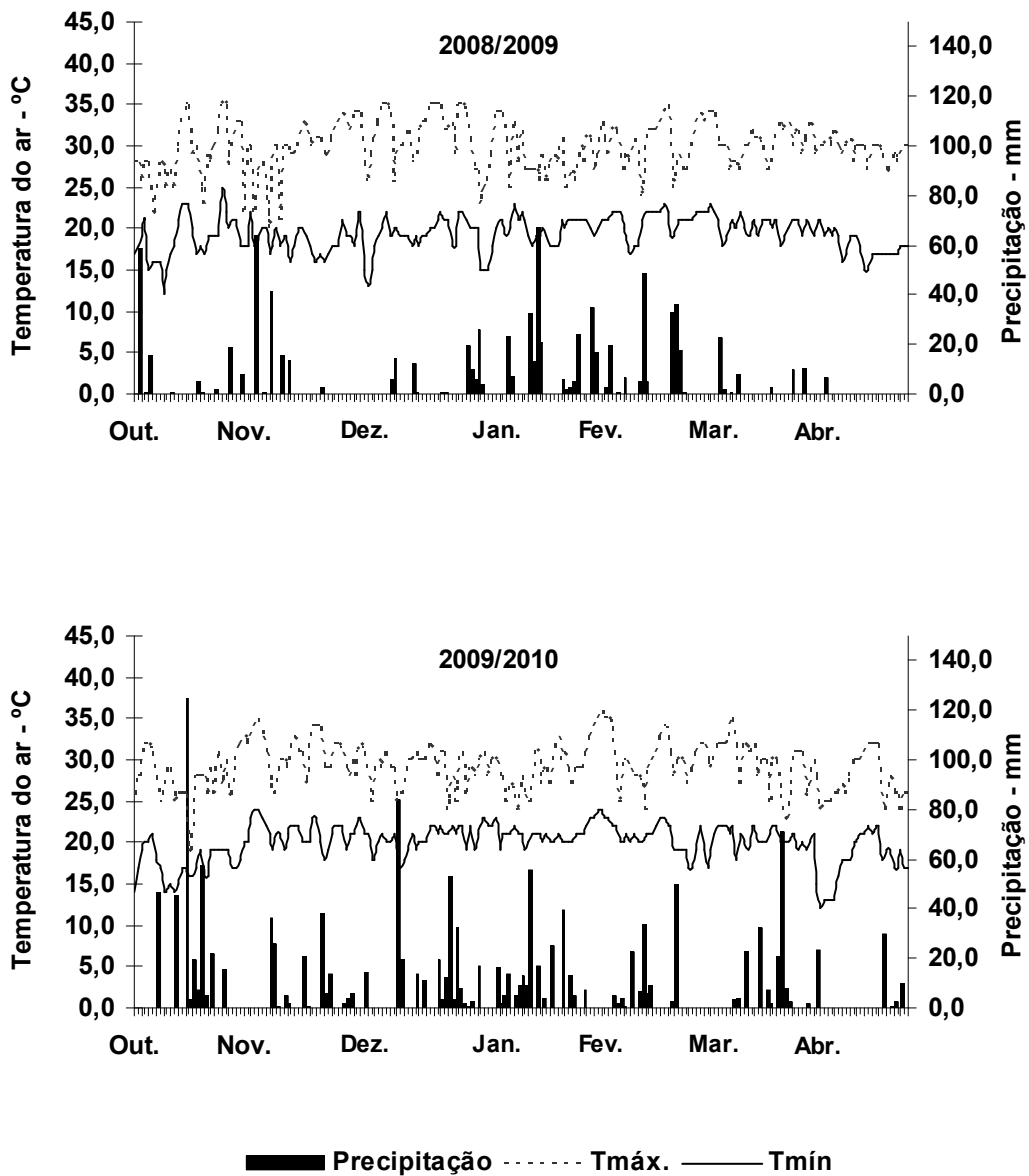


Figura 3. Dados diários de temperaturas máxima e mínima e da precipitação pluvial, no período de condução do experimento, no município de Maringá nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010. Fonte: FEI.

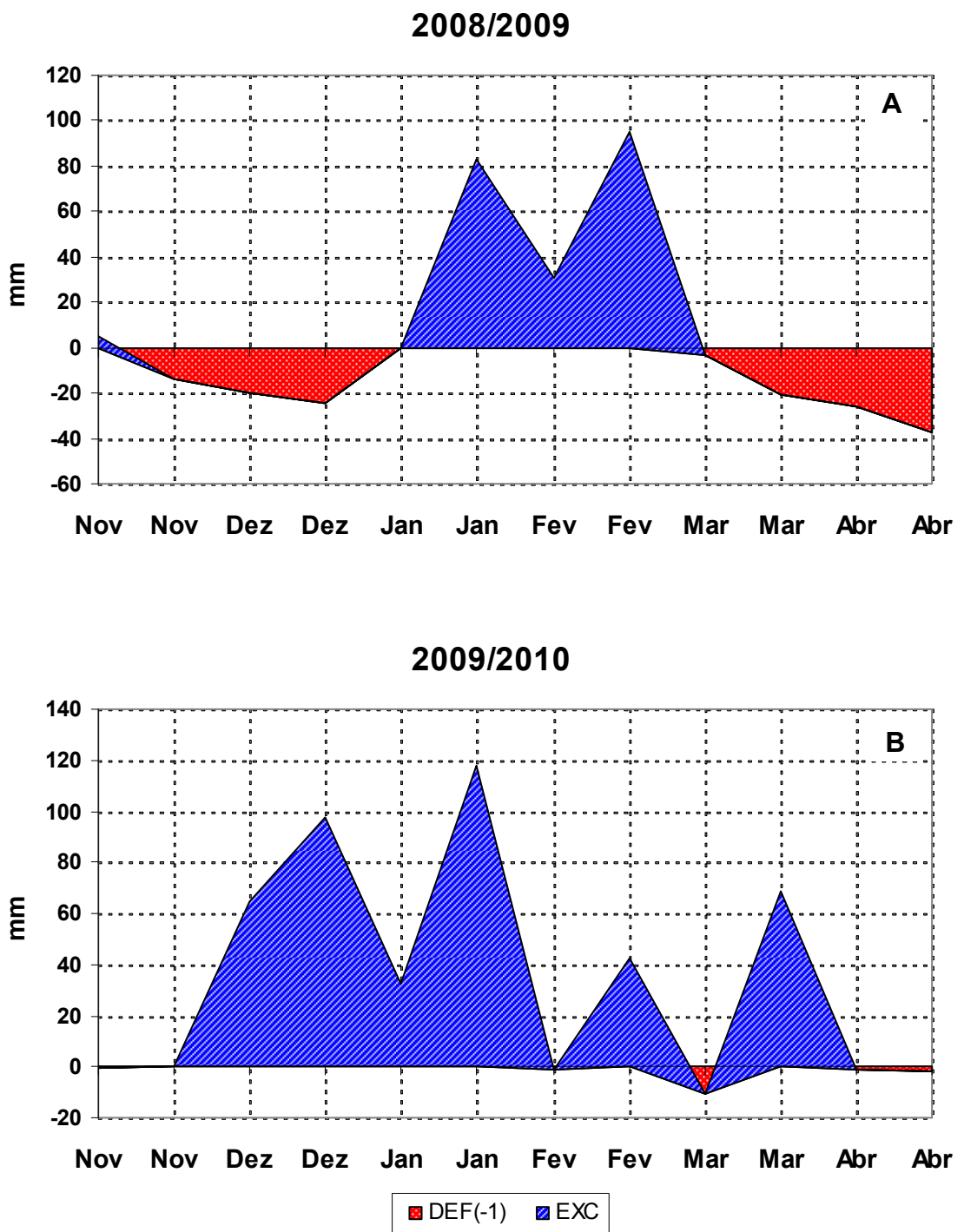


Figura 4. Balanço hídrico quinzenal no período de condução do experimento para anos agrícolas 2008/2009 (A) e 2009/2010 (B), no município de Maringá, Estado do Paraná.

Foram avaliadas seis cultivares de soja: Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232. A semeadura na safra 2008/2009 foi realizada no dia 08/11 em Maringá e 09/11 em Umuarama. Na safra 2009/2010 as semeaduras foram nos dias 12/11 e 13/11 em Maringá e Umuarama, respectivamente.

As parcelas foram constituídas por seis linhas de cinco metros de comprimento, espaçadas de 0,45 m entre si. Na colheita, foram eliminadas as duas linhas externas, bem como 0,5 m de cada extremidade das linhas centrais como bordaduras. A área útil das unidades experimentais foi de 7,2 m².

Para a semeadura realizada com auxílio de matracas, foram utilizadas quantidades maiores de sementes que a indicada. Duas semanas após a emergência das plântulas, foram realizados desbastes, deixando-se cerca de 18 plantas por metro linear (400.000 plantas ha⁻¹).

Por ocasião da semeadura, as sementes foram tratadas com o fungicida Vitavax-thiran (Carboxin + Thiram = 250 mL 100 kg⁻¹ de sementes) e inoculadas com inoculante turfoso (100 g 50 kg⁻¹ de sementes) à base de *Bradyrhizobium japonicum*.

As plantas daninhas foram controladas por meio de aplicação de herbicidas pós-emergentes e capinas manual. O controle das pragas e doenças foi realizado, sempre que necessário, com pulverizações sistemáticas de inseticidas e fungicidas recomendados para cada espécie de inseto e doença, até o final do ciclo das duas culturas.

As duas colheitas foram realizadas manualmente, no estágio de desenvolvimento R8, ou seja, quando 95% das vagens apresentavam a coloração típica de vagem madura, e a segunda colheita aos 15 dias após o estágio de maturação plena (R8+15 dias). A primeira colheita no primeiro ano foi realizada nos dias 17/03 e 19/03 para Umuarama e Maringá, respectivamente; no segundo ano, nos dias 19/03 e 20/03, respectivamente para Umuarama e Maringá. A segunda colheita no primeiro ano foi realizada nos dias 01/04 e 02/04 para Umuarama e Maringá; no segundo ano, nos dias 03/04 e 04/04, respectivamente para os dois locais citados anteriormente.

Após a colheita, as plantas da área útil de cada parcela, foram amarradas em feixes os quais, foram identificadas e levadas para a debulha em máquina trilhadora estacionária. As sementes provenientes da trilha mecânica foram limpas com o auxílio de peneiras, secadas em condições

naturais e acondicionadas em sacos de papel Kraft multifoliado, e levadas para as avaliações de laboratório.

As avaliações de qualidade das sementes foram realizadas no Laboratório de Tecnologia de Sementes do Núcleo de Pesquisas Aplicadas à Agricultura (NUPAGRI), pertencente ao Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá. No Laboratório de Melhoramento Genético da Embrapa Soja em Londrina, foram realizadas as determinações de isoflavonas. Os seguintes testes foram realizados:

Germinação: conduzido com quatro subamostras de 50 sementes, para cada repetição de campo, colocadas para germinar entre três folhas de papel-toalha, umedecidas com água destilada, utilizando-se a proporção de 2,5 vezes a massa do substrato seco. Foram confeccionados rolos, sendo estes levados ao germinador regulado para manter a temperatura constante de $25\pm 1^\circ\text{C}$. As avaliações foram realizadas aos cinco (primeira contagem) e oito dias (germinação), computando-se a porcentagem de plântulas normais, segundo os critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Envelhecimento Acelerado: foi conduzido com quatro subamostras de 50 sementes por unidade experimental, as quais foram dispostas sobre tela de aço inox inserida no interior de caixas plásticas (tipo gerbox) contendo 40 mL de água (KRZYZANOWSKI et al., 1991). Posteriormente, as caixas foram levadas a uma câmara jaquetada de água (water jacked incubator) modelo 3015 marca VWR/USA a 41°C por 48 horas (MARCOS FILHO, 2005). Após esse período, as sementes foram submetidas ao teste de germinação, conforme descrito anteriormente. A avaliação foi realizada no quinto dia após a semeadura, computando-se a porcentagem de plântulas normais.

Condutividade Elétrica: foi conduzido utilizando-se quatro subamostras de 50 sementes por unidade experimental. Inicialmente, as sementes referentes a cada subamostra foram colocadas em copos plásticos (200mL) e pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001 g. Após, foram adicionados 75mL de água deionizada nos copos plásticos contendo as sementes. Estes foram, então, mantidos em câmara de germinação (tipo B.O.D.) a 25°C por 24 h (LOEFFLER et al., 1988). Posteriormente, a leitura da condutividade elétrica na solução de embebição foi realizada utilizando-se

condutivímetro microprocessado digital de bancada, modelo ACA 150, da marca Alpax. O valor indicado pelo aparelho foi anotado e dividido pela massa obtida de cada subamostra. Desse modo, o resultado obtido foi expresso em $\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

Sanidade: efetuado pelo método do papel-filtro “blotter test”, utilizando-se 100 sementes, divididas em quatro subamostras de 25, colocadas em caixas plásticas do tipo “gerbox”, sobre quatro folhas de papel-filtro esterilizadas e umedecidas com água destilada e autoclavada. A incubação foi realizada em condição ambiente de laboratório, à temperatura de aproximadamente 25°C, em regime de 12 horas de iluminação com lâmpadas fluorescentes, alternadas com 12 horas de escuro, durante sete dias. Após esse período, foi analisada a percentagem de incidência total de patógenos presentes nas sementes, com o auxílio de lupa com iluminação e microscópio estereoscópio (HENNING, 1994; GOULART, 1997).

Teor de isoflavonas: utilizou-se uma amostra de 200 g das sementes provenientes de cada unidade experimental. Estas foram moídas com o auxílio de um moinho de facas, durante 60 segundos, a uma rotação de 17.000 r.p.m. Posteriormente, 15 g dessa farinha foram misturadas com 50 mL de hexano permanecendo sob agitação constante, durante 24 horas à temperatura ambiente, e então filtrada, obtendo-se farinha desengordurada de soja (FDS).

Para a extração de isoflavonas, 100 mg da FDS foram acondicionadas em tubos de ensaio (10 mL) com tampa e receberam 4 mL de solução de etanol 70% mais 0,1% de ácido acético. Os tubos de ensaio permaneceram por uma hora a temperatura ambiente, sendo agitados vigorosamente a cada 15 minutos, e depois foram sonificados em aparelho de ultrassom por 30 minutos em temperatura ambiente. Posteriormente, 1,5 mL deste extrato foram centrifugados em microcentrifuga a temperatura de 5°C, durante 4 minutos a 14.000 r.p.m. O sobrenadante obtido foi filtrado através de uma membrana do tipo “Millipore” e transferido para os micro-tubos “incerts” de autoinjetar do cromatógrafo. Alíquotas de 20 μL do sobrenadante foram utilizadas para injeções diretas no aparelho. Cada amostra teve duas repetições de análise por cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC), de acordo com o procedimento adotado por Carrão-Panizzi et al. (2002).

A separação e a quantificação de isoflavonas foram realizadas de acordo com a metodologia preconizada por Berhow (2002), citado por Carrão-Panizzi (2002), em cromatógrafo líquido de alta eficiência da marca Waters, modelo 2690, com injetor automático de amostras. Foi utilizada uma coluna de fase reversa do tipo ODS C18 (YMC Pack ODS-AM Column) com 250 mm de comprimento x 0,4 mm de diâmetro interno e partículas de 5 µm. Para separação das isoflavonas totais, foi adotado o sistema de gradiente linear binário, tendo-se como fases móveis: metanol com 0,025% de ácido trifluoroacético (TFA) como solvente A e água destilada deionizada ultra pura contendo 0,025% de TFA como solvente B. A detecção das isoflavonas foi realizada utilizando o detector de arranjo de foto diodo da marca Waters, modelo 996, ajustado para o comprimento de onda igual a 260 nm. Para a detecção das isoflavonas, foram utilizados padrões de daidzina, daidzeína, genistina e genisteína, da marca Sigma, solubilizados em metanol (grau HPLC), nas seguintes concentrações: 0,00625 mg mL⁻¹; 0,0125 mg mL⁻¹; 0,0250 mg mL⁻¹; 0,05 mg mL⁻¹ e 0,1000 mg mL⁻¹. Para a quantificação das formas malonil foram utilizados os padrões externos como referência, bem como o coeficiente de extinção molar de cada uma delas (Figura 7A e 8A). As determinações de isoflavonas totais foram realizadas em quadruplicatas e expressas em miligrama por 100 g de farinha.

2.2 Delineamento experimental e análise estatística

O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições (mantidas as repetições de campo). Os tratamentos constituíram-se da combinação de seis variedades de soja e duas épocas de colheita para cada local e ano. Atendidas as pressuposições básicas para a análise de variância (modelo matemático aditivo; erros do modelo independentes; erros com distribuição normal; erros homocedásticos), os dados foram submetidos à análise de variância; em seguida, foi verificada a semelhança dos quadrados médios do resíduo pelo teste de Hartley (RAMALHO et al., 2000) e, a razão entre o maior e o menor quadrado médio residual. Se a semelhança entre o quadrado médio residual e a razão entre o maior e o menor quadrado médio

residual não foi superior a sete, realizou-se a análise conjunta dos dados (PIMENTEL-GOMES; GARCIA, 2002; ZIMMERMAN, 2004; BANZATTO; KRONKA, 2008).

As médias foram comparadas pelo teste de agrupamento Scott-Knott (SCOTT; KNOTT, 1974), em nível de 5% de probabilidade, para avaliação dos efeitos de cultivares dentro de cada local, época de colheita e ano. A comparação entre locais, época de colheita e ano para as cultivares foi realizada pelo teste F, conclusivo ($p < 0,05$). No entanto, independente do efeito significativo nas interações de terceira ordem foram realizados os desdobramentos, o que permitiu observar diferenças significativas. Todas as análises foram realizadas no software SISVAR® (UFLA, 2006).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

O resumo da análise de variância está apresentado na Tabela 4. A ANOVA ($p < 0,05$) detectou efeitos significativos na interação de terceira ordem (Cultivar x Local x Época x Ano) para primeira contagem do teste de germinação, germinação, envelhecimento acelerado, sanidade e isoflavonas totais. No entanto, no teste de condutividade elétrica não houve significância na interação de terceira ordem; porém, independente deste efeito foi realizado o desdobramento, o que permitiu obter diferenças significativas dentro do mesmo.

Os resultados referentes à avaliação da primeira contagem do teste de germinação (indicativo de vigor) estão apresentados nas Tabelas 5, 6 e 7. Observa-se que houve significância na interação entre os fatores. Comparando as épocas de colheita (Tabela 5), constata-se que houve superioridade na porcentagem de plântulas normais na primeira contagem para a época R8 em relação à época R8+15 para todas as cultivares analisadas tanto no primeiro como no segundo ano em Maringá. Em Umuarama, a primeira época foi superior a segunda época de colheita para todas as cultivares somente no primeiro ano agrícola. No segundo ano houve diferença somente para a cultivar BRS 282 em que a primeira época apresentou maior porcentagem de plântulas normais. Os resultados da comparação entre as épocas estão em acordo com os relatos de França Neto et al. (2007) e Costa et al. (2007), que caracterizam a colheita como uma fase crítica no processo de produção, e que esta deve ser iniciada tão logo as plantas atinjam o estágio de maturação plena (R8), pois a partir desse ponto, aumenta-se a deterioração dos grãos, diminuindo o vigor e a germinação das sementes.

Na Tabela 6, verifica-se que houve diferença significativa entre os locais, com resposta diferenciada para cada cultivar. No geral, independentemente do ano e época de colheita as maiores porcentagens de plântulas normais na primeira contagem foram visualizadas para as cultivares semeadas em Maringá. Porém, não houve diferença entre os locais para as cultivares BRS 255 RR e BRS 232 na época R8 no primeiro ano, bem como

TABELA 4. Resumo da análise de variância conjunta, referente às variáveis respostas: primeira contagem da germinação (PC), germinação total (GT), envelhecimento acelerado (EA), condutividade elétrica (TCOND), sanidade total (SANID), e isoflavonas totais (ISO), de cultivares de soja em duas épocas de colheita, em Maringá e Umuarama e dois anos agrícolas (2008/2009 e 2009/2010).

Fontes de variação	G.L.	Quadrados Médios					
		PC	GT	EA	TCOND	SANID	ISO
Cultivar	5	2236,79*	1569,13*	1439,42*	5642,23*	218,85*	34165,48*
Local	1	27720,04*	12065,02*	36686,02*	145870,12*	4621,68*	216782,49*
Época	1	6662,29*	3780,75*	2041,02*	97139,25*	4661,02*	3573,94*
Ano	1	33628,54*	13266,75*	6580,08*	76462,37*	2028,00*	120537,09*
Cultivar x Local	5	515,93*	236,05*	199,78*	155,46 ^{ns}	270,00*	7584,81*
Cultivar x Época	5	103,50*	98,98*	87,28*	3067,76*	153,90*	961,76*
Cultivar x Ano	5	516,50*	469,83*	431,54*	334,87 ^{ns}	132,46*	10296,13*
Local X Época	1	45,04 ^{ns}	77,52 ^{ns}	72,52 ^{ns}	17304,63*	1073,52*	76,57 ^{ns}
Local x Ano	1	1856,29*	2422,52*	200,08*	2865,12*	280,33*	2702,17*
Época x Ano	1	131,67*	192,00*	270,75*	3748,42*	27,00 ^{ns}	346,71 ^{ns}
Cultivar x Local x Época	5	12,00 ^{ns}	19,95 ^{ns}	21,25 ^{ns}	692,63 ^{ns}	81,90 ^{ns}	600,78*
Cultivar x Local x Ano	5	403,60*	350,80*	289,57*	369,19 ^{ns}	166,84*	216,49 ^{ns}
Cultivar x Época x Ano	5	127,15*	103,43*	95,23*	733,27 ^{ns}	175,73*	565,40 ^{ns}
Local x Época x Ano	1	2544,79*	305,02*	444,08*	2619,97*	3605,33*	7268,68*
Cultivar x Local x Época x Ano	5	271,43*	114,15*	119,44*	366,12 ^{ns}	114,17*	739,46*
Blocos/Anos/Locais	12	35,80	34,92	35,38	328,93	40,78	551,57
Resíduo	132	32,68	29,82	26,18	442,68	41,38	256,79
Total	191						
Média Geral		47,46	66,50	38,03	109,11	47,78	134,86
C.V. (%)		12,05	8,21	13,46	19,28	13,46	11,88

* Significativo a 5% de probabilidade, pelo teste F.

^{ns} Não significativo.

Tabela 5. Plântulas normais (%) na primeira contagem do teste de germinação de sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama em dois anos agrícola.

Cultivares	2008/2009				2009/2010			
	Maringá ¹		Umuarama		Maringá		Umuarama	
	R8*	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias
EMBRAPA 48	80 a	69 b	58 a	39 b	59 a	44 b	22 a	27 a
BRS 282	82 a	68 b	65 a	54 b	77 a	62 b	40 a	23 b
BRS 255 RR	52 a	56 a	59 a	40 b	49 a	18 b	7 a	6 a
BRS 246 RR	73 a	65 b	55 a	45 b	39 a	29 b	10 a	8 a
BRS 257	81 a	66 b	67 a	34 b	67 a	48 b	7 a	5 a
BRS 232	72 a	79 a	66 a	41 b	61 a	40 b	35 a	40 a
Média	73,3	67,2	61,7	42,2	58,6	40,2	20,2	18,2
C.V. (%)	12,46							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada local, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 6. Plântulas normais (%) na primeira contagem do teste de germinação de sementes de cultivares de soja em Maringá e Umuarama em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.

Cultivares	R8*				R8+15 dias			
	2008/2009 ¹		2009/2010.		2008/2009		2009/2010.	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	80 a	58 b	59 a	22 b	69 a	39 b	44 a	27 b
BRS 282	82 a	65 b	77 a	40 b	68 a	54 b	62 a	23 b
BRS 255 RR	52 a	59 a	49 a	7 b	56 a	40 b	18 a	6 b
BRS 246 RR	73 a	55 b	39 a	10 b	65 a	45 b	29 a	8 b
BRS 257	81 a	67 b	67 a	7 b	66 a	34 b	48 a	5 b
BRS 232	72 a	66 a	61 a	35 b	79 a	41 b	40 a	40 a
Média	73,3	61,2	58,6	20,2	67,2	42,2	40,2	18,2
C.V. (%)	12,46							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada ano, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 7. Plântulas normais (%) na primeira contagem do teste de germinação de sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita em Maringá e Umuarama – PR.

Cultivares	Maringá				Umuarama			
	R8 ^{2*}		R8+15 dias		R8		R8+15 dias	
	2008/2009 ¹	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	80 aA	59 bB	69 aA	47 bB	58 bA	22 bB	39 bA	27 bB
BRS 282	82 aA	77 aA	68 aA	62 aA	65 aA	40 aB	54 aA	23 bB
BRS 255 RR	52 cA	49 cA	56 bA	18 dB	59 bA	7 cB	40 bA	6 cB
BRS 246 RR	73 bA	39 dB	65 aA	29 cB	55 bA	10 cB	45 bA	8 cB
BRS 257	81 aA	67 bB	66 aA	48 bB	67 aA	7 cB	34 bA	5 cB
BRS 232	72 bA	61 bB	79 aA	40 bB	66 aA	35 aB	41 bA	40 aA
Média	73,3	58,6	67,2	40,2	61,7	20,2	42,2	18,2
C.V. (%)	12,46							

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada época de colheita, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

para a cultivar BRS 232 na época R8+15 no segundo ano, apresentando o mesmo vigor. Estes resultados observados estão de acordo com o zoneamento proposto por Costa et al. (1994), em que a região de Umuarama é considerada pouco favorável a produção de sementes de soja com alto vigor, e a região de Maringá é considerada medianamente favorável. Ainda, corrobora com os resultados observados por Ávila et al. (2007), que observaram resultados semelhantes na primeira contagem do teste de germinação entre os mesmos locais experimentais.

Na comparação entre os anos agrícolas (Tabela 7) pode-se verificar que houve diferenças significativas entre os mesmos. O primeiro ano agrícola (2008/2009) propiciou a obtenção de maiores porcentagens de plântulas normais para as cultivares em relação ao segundo ano agrícola (2009/2010); não ocorrendo diferença para as cultivares BRS 282 e BRS 255RR na época R8, e para a cultivar BRS 282 na época R8+15, em Maringá. Não houve diferença entre os anos somente para a cultivar BRS 232 na segunda época de colheita. Por outro lado, em Umuarama o primeiro ano propiciou maior vigor na primeira contagem para todas as cultivares independente da época de colheita.

As menores porcentagens de plântulas normais (indicativo do vigor) das cultivares avaliadas pela primeira contagem, visualizadas no segundo ano agrícola, estão relacionadas às elevadas temperaturas, restrição hídrica na fase reprodutiva das plantas (Figuras 1, 2, 3 e 4), associadas à ocorrência de precipitações pluviais e concomitante elevação da umidade relativa na maturação (Figuras 5 e 6 no apêndice). Esses fatores são responsáveis por acelerar o processo deteriorativo das sementes e, conseqüentemente, reduzir o vigor e a viabilidade das sementes (BRACCINI et al., 2004; FRANÇA NETO et al., 2007).

Na mesma Tabela 7, constata-se uma resposta diferenciada entre as cultivares em cada ano, época de colheita e local. Destacam-se as cultivares Embrapa 48, BRS 282 e BRS 257 com maior vigor no primeiro ano, na primeira época de colheita em Maringá. O menor vigor observado foram para as cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR e BRS 257 no segundo ano, em ambas as épocas de colheita em Umuarama. Estes resultados estão de acordo com explanações de Delouche e Baskin, (1973), Popinigis (1985), França Neto et al.

(2007) e Krzyzanowski et al. (2008), em que a qualidade fisiológica das sementes é influenciada diretamente pelo genótipo e pelo ambiente.

Os resultados de germinação estão descritos nas Tabelas 8, 9 e 10. Averigua-se na comparação entre as épocas de colheita (Tabela 8), que ocorreu superioridade na germinação na primeira época em relação à segunda para as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 246 RR, e BRS 257 no primeiro ano, e para as cultivares Embrapa 48, BRS 255 RR e BRS 257 no segundo ano em Maringá. Em Umuarama, a época de colheita R8 foi superior a época R8+15 dias para as cultivares Embrapa 48, BRS 255 RR, BRS 257 e BRS 232 no primeiro ano, e para a cultivar BRS 282 no segundo ano. Estes resultados revelam comportamento semelhante aos resultados observados na primeira contagem do teste de germinação.

Santos et al. (1996) avaliaram a qualidade das sementes de genótipos de soja colhidos em diferentes épocas; concluíram que o retardamento da colheita prejudica a germinação e o vigor das sementes dos genótipos, concordando com os resultados obtidos no presente trabalho.

Nota-se na Tabela 9 que houve diferença significativa na germinação de sementes entre as duas localidades. No primeiro ano, as maiores médias de germinação foram observadas em Maringá para as cultivares BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232, na primeira época de colheita, e para as cultivares Embrapa 48, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232, na segunda época de colheita. No segundo ano, independente da época e da cultivar ocorre maior germinação de sementes em Maringá. Os resultados sinalizam o mesmo comportamento observado na primeira contagem do teste de germinação entre os locais, reafirmando o relatado por Costa et al. (1994) e Ávila et al. (2007).

Confrontando os dois anos agrícolas (Tabela 10), constata-se que tanto para Maringá como para Umuarama, o primeiro ano agrícola propiciou maiores médias de germinação, quando comparado ao segundo ano. Com exceção para as cultivares BRS 282 e BRS 255 RR, na época R8, e para as cultivares Embrapa 48, BRS 282 e BRS 232 na época R8+15 dias, em Maringá. Para Umuarama, o primeiro ano propiciou maior germinação para todas as cultivares, independente da época de colheita. Não houve diferença entre os anos somente para as cultivares Embrapa 48 e BRS 232 com o retardamento da colheita.

Tabela 8. Germinação (%) de sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas.

Cultivares	2008/2009				2009/2010			
	Maringá ¹		Umuarama		Maringá		Umuarama	
	R8*	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias
EMBRAPA 48	86 a	74 b	80 a	60 b	79 a	70 b	51 a	55 a
BRS 282	87 a	78 b	81 a	76 a	85 a	79 a	70 a	54 b
BRS 255 RR	75 a	70 a	78 a	64 b	74 a	51 b	35 a	31 a
BRS 246 RR	84 a	74 b	67 a	62 a	61 a	54 a	41 a	38 a
BRS 257	87 a	71 b	77 a	59 b	78 a	63 b	32 a	27 a
BRS 232	86 a	80 a	76 a	66 b	75 a	70 a	61 a	66 a
Média	84,2	74,5	76,5	64,5	75,3	64,5	48,3	45,2
C.V. (%)	8,83							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada local, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 9. Germinação (%) de sementes de cultivares de soja cultivada em Maringá e Umuarama em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.

Cultivares	R8*				R8+15			
	2008/2009 ¹		2009/2010.		2008/2009		2009/2010.	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	86 a	80 a	79 a	51 b	74 a	60 b	70 a	55 b
BRS 282	87 a	81 a	85 a	70 b	78 a	76 a	79 a	54 b
BRS 255 RR	75 a	78 a	74 a	35 b	70 a	64 a	51 a	31 b
BRS 246 RR	84 a	67 b	61 a	41 b	74 a	62 b	54 a	38 b
BRS 257	87 a	77 b	78 a	32 b	71 a	59 b	63 a	27 b
BRS 232	86 a	76 b	75 a	61 b	80 a	66 b	70 a	66 a
Média	84,2	76,5	75,3	48,3	74,5	64,5	64,5	45,2
C.V. (%)	8,83							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada ano, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 10. Germinação (%) de sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas, em duas épocas de colheita, cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.

Cultivares	Maringá				Umuarama			
	R8 ^{2*}		R8+15		R8		R8+15	
	2008/2009 ¹	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	86 aA	79 aB	74 aA	70 bA	80 aA	51 cB	60 bA	55 bA
BRS 282	87 aA	85 aA	78 aA	79 aA	81 aA	70 aB	76 aA	54 bB
BRS 255 RR	75 bA	74 aA	70 aA	51 dB	78 aA	35 dB	64 bA	31 dB
BRS 246 RR	84 aA	61 bB	74 aA	54 dB	67 bA	41 dB	62 bA	38 cB
BRS 257	87 aA	78 aB	71 aA	63 cB	77 aA	32 dB	59 bA	27 dB
BRS 232	86 aA	75 aB	80 aA	70 bA	76 aA	61 bB	66 bA	66 aA
Média	84,2	75,3	74,5	64,5	76,5	48,3	64,5	45,2
C.V. (%)	8,21							

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada época de colheita, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Os baixos valores de germinação observados no segundo ano (Tabela 10), provavelmente estejam relacionados a caracteres edafoclimáticos, como retenção e manutenção da umidade no solo, fertilidade, ocorrência de temperaturas elevadas ($> 30\text{ }^{\circ}\text{C}$), à falta de chuva durante o período de enchimento de grãos (fase crítica) e elevadas precipitações pluviais na fase final da cultura, favorecendo a deterioração. A cultura da soja é extremamente exigente em temperatura (em torno de 22°C a 27°C) e disponibilidade hídrica (7 a 8 mm dia^{-1} na fase crítica), além de baixa umidade relativa no período de colheita para adequado desenvolvimento e produção de sementes de qualidade (FARIAS et al., 2007; GARCIA et al., 2007; COSTA et al., 2007).

Na comparação entre as cultivares (Tabela 10), constata-se resposta diferenciada em cada ano, época de colheita e local. As maiores médias de germinação são observadas para as cultivares EMB 48, BRS 282, BRS 246RR, BRS 257 e BRS 232 no primeiro ano, na primeira época de colheita em Maringá. Essas cultivares apresentam germinação acima do padrão mínimo exigido para comercialização de sementes certificadas (80%) para as categorias C1 e C2 (BRASIL, 2005). Em Umuarama, as maiores médias de germinação de sementes foram visualizadas para as cultivares EMB 48, BRS 282, BRS 255RR, BRS 257 e BRS 232 no primeiro ano e na primeira época de colheita. Dentre essas cultivares o padrão mínimo exigido para sementes certificadas foi obtido somente para as cultivares EMB 48 e BRS 282. O padrão comercial para semente certificada de soja não foi alcançado satisfatoriamente nos dois anos agrícolas avaliados principalmente para o município de Umuarama. No entanto, o padrão de semente para as categorias genética e básica foi atingido, praticamente, para todas as cultivares, demonstrando aptidão da região edafoclimática de Maringá à produção dessas categorias de sementes de soja no período de condução do experimento e para as cultivares avaliadas.

Esses resultados distintos observados entre as cultivares reafirmam que a qualidade fisiológica das sementes é influenciada pelo genótipo e pelo ambiente (ÁVILA et al., 2007; KRZYZANOWSKI et al., 2008; ALBRECHT et al., 2010; MINUZZI et al., 2010).

Os resultados de germinação no teste de envelhecimento acelerado estão descritos nas Tabelas 11, 12 e 13. Na Tabela 11, verifica-se que na primeira época de colheita a germinação após o envelhecimento é maior que na segunda época para as cultivares Embrapa 48 e BRS 257 no primeiro ano, e para as cultivares BRS 255 RR e BRS 257 no segundo ano, em Maringá. Para Umuarama, a primeira época de colheita superou a segunda para as cultivares Embrapa 48, BRS 255 RR, BRS 257 e BRS 232 no primeiro ano, e para a cultivar BRS 282 no segundo ano. Infere-se que o retardamento de 15 dias após estágio R8 foi suficiente para reduzir significativamente o vigor das sementes. Os resultados apresentados estão em acordo aos relatados por Braccini et al. (2003a), que verificaram redução da qualidade fisiológica das sementes com o retardamento da colheita.

Na Tabela 12, comparando a germinação após o envelhecimento acelerado entre os locais, averigua-se que em todos os anos e épocas de colheita ocorre superioridade de Maringá, em relação a Umuarama, quanto ao vigor das sementes. Colaborando com zoneamento proposto por Costa et al. (1994), que classificaram a região de Maringá como medianamente favorável à produção de sementes de qualidade e Umuarama como pouco favorável, em função das características edafoclimáticas.

Confrontando os anos (Tabela 13), observa-se que o primeiro ano superou o segundo ano para as cultivares Embrapa 48, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232 na época R8, e para as cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232 na época de colheita R8+15 dias, em Maringá. Para Umuarama, a superioridade do primeiro ano em relação ao segundo ano foi observada para todas as cultivares, com exceção da BRS 282 na época R8 e da Embrapa 48 na segunda época de colheita. Estes resultados possuem comportamento similar na comparação entre os anos em relação ao vigor das sementes avaliado por meio do teste de primeira contagem da germinação (Tabela 7).

Tabela 11. Plântulas normais (%) no teste de envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.

Cultivares	2008/2009				2009/2010			
	Maringá ¹		Umuarama		Maringá		Umuarama	
	R8*	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias
EMBRAPA 48	61 a	54 b	40 a	20 b	54 a	50 a	21 a	25 a
BRS 282	62 a	58 a	41 a	34 a	60 a	58 a	41 a	24 b
BRS 255 RR	50 a	50 a	40 a	24 b	49 a	31b	5 a	3 a
BRS 246 RR	59 a	54 a	28 a	22 a	36 a	34 a	11 a	8 a
BRS 257	62 a	51 b	39 a	19 b	53 a	43 b	4 a	2 a
BRS 232	61 a	60 a	39 a	28 b	50 a	50 a	31 a	36 a
Média	59,2	54,5	37,8	24,5	50,3	44,3	18,8	16,3
C.V. (%)	13,46							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada local, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 12. Plântulas normais (%) no teste de envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.

Cultivares	R8*				R8+15 dias			
	2008/2009 ¹		2009/2010.		2008/2009		2009/2010.	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	61 a	40 b	54 a	21 b	54 a	20 b	50 a	25 b
BRS 282	62 a	41 b	60 a	41 b	58 a	34 b	58 a	24 b
BRS 255 RR	50 a	40 b	49 a	5 b	50 a	24 b	31 a	3 b
BRS 246 RR	59 a	28 b	36 a	11 b	54 a	22 b	34 a	8 b
BRS 257	62 a	39 b	53 a	4 b	51 a	19 b	43 a	2 b
BRS 232	61 a	39 b	50 a	31 b	60 a	28 b	50 a	36 b
Média	59,2	37,8	50,3	18,8	54,5	24,5	44,3	16,3
C.V. (%)	13,46							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada ano, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 13. Plântulas normais (%) no teste de envelhecimento acelerado de sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.

Cultivares	Maringá				Umuarama			
	R8 ^{2*}		R8+15 dias		R8		R8+15 dias	
	2008/2009 ¹	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	61 aA	54 bB	54 aA	50 bA	40 aA	21 cB	20 bA	25 bA
BRS 282	62 aA	60 aA	58 aA	58 aA	41 aA	41 aA	34 aA	24 bB
BRS 255 RR	50 bA	49 bA	50 aA	31 dB	40 aA	5 dB	24 bA	3 cB
BRS 246 RR	59 aA	36 cB	54 aA	34 dB	28 bA	11 dB	22 bA	8 cB
BRS 257	62 aA	53 bB	51 aA	43 cB	39 aA	4 dB	19 bA	2 cB
BRS 232	61 aA	50 bB	60 aA	50 bB	39 aA	31 bB	28 aA	36 aB
Média	59,2	50,3	54,5	44,3	37,8	18,8	24,5	16,3
C.V. (%)	13,46							

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada época de colheita, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Nota-se ainda na Tabela 13, que o vigor das sementes das cultivares difere significativamente entre si em cada ano e época de colheita. Enfatiza-se que, após teste de envelhecimento acelerado, as maiores porcentagem médias de germinação observadas no primeiro ano e na primeira época foram acima de 60% para as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 257 e BRS 232; já no segundo ano, destaca-se somente a cultivar BRS 282 em Maringá. Em Umuarama, destacam-se no primeiro ano e na primeira época, as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 255 RR, BRS 257 e BRS 232. O menor vigor das sementes, pelo teste de envelhecimento, é observado nas cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR e BRS 257 no segundo ano, independente da época de colheita. Esses resultados diferenciados entre as cultivares estão em concordância com os demais testes já relatados, em virtude das características genéticas e condições climáticas no período entre as colheitas. Corroboram também com Toledo (2008), que observou por meio do teste de envelhecimento acelerado que o retardamento da colheita diminuiu o vigor das sementes de cultivares de soja.

As médias de condutividade elétrica das cultivares estão apresentadas nas Tabelas 14, 15 e 16. Na Tabela 14, observa-se que as épocas de colheita das sementes (R8 e R8+15 dias), não diferiram significativamente entre si no primeiro ano em Maringá; contudo, foi observada diferença entre épocas no segundo ano agrícola, em que a segunda época de colheita apresentou maiores valores de condutividade elétrica das sementes, com exceção da cultivar BRS 246 RR. Para Umuarama, constata-se que a segunda época de colheita resultou em maiores valores de condutividade elétrica das sementes para todas as cultivares avaliadas independentemente do ano.

Esses resultados estão de acordo com Braccini et al. (1994) e Santos et al. (2005), que verificaram que o retardamento da colheita promoveu um aumento crescente nos valores de condutividade elétrica e, conseqüentemente, redução no vigor das sementes. Segundo Domene (1992), citado por Gris et al. (2010) a exposição alternada das sementes, a chuva e a seca, principalmente durante o período de maturidade morfológica, provocam expansões e retrações do tegumento das sementes, ocasionando a desestruturação dos sistemas de membranas e, conseqüentemente, o aumento da permeabilidade, levando à deterioração das sementes.

Tabela 14. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.

Cultivares	2008/2009				2009/2010			
	Maringá ¹		Umuarama		Maringá		Umuarama	
	R8*	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias
EMBRAPA 48	45,77 a	57,13 a	83,59 b	134,50 a	72,59 b	106,65 a	114,97 b	167,50 a
BRS 282	52,36 a	70,67 a	96,36 b	162,36 a	65,73 b	139,70 a	121,86 b	194,36 a
BRS 255 RR	68,92 a	72,01 a	87,58 b	187,95 a	76,99 b	166,09 a	114,58 b	227,95 a
BRS 246 RR	55,14 a	65,74 a	91,29 b	165,36 a	122,81 a	134,83 a	122,83 b	196,36 a
BRS 257	49,05 a	61,17 a	96,38 b	143,87 a	91,53 b	128,27 a	130,38 b	175,62 a
BRS 232	45,82 a	48,98 a	80,72 b	117,00 a	75,87 b	83,34 a	115,72 b	150,56 a
Média	52,84	62,61	89,32	151,84	84,25	126,48	120,05	152,14
C.V. (%)	19,28							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada local, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 15. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.

Cultivares	R8*				R8+15 dias			
	2008/2009 ¹		2009/2010.		2008/2009		2009/2010.	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	45,77 b	83,59 a	72,59 b	114,97 a	57,13 b	134,50 a	106,65 b	167,50 a
BRS 282	52,36 b	96,36 a	65,73 b	121,86 a	70,67 b	162,36 a	139,70 b	194,36 a
BRS 255 RR	68,92 a	87,58 a	76,99 b	114,58 a	72,01 b	187,95 a	166,09 b	227,95 a
BRS 246 RR	55,14 b	91,29 a	122,81 a	122,83 a	65,74 b	165,36 a	134,83 b	196,36 a
BRS 257	49,05 b	96,38 a	91,53 b	130,38 a	61,17 b	143,87 a	128,27 b	175,62 a
BRS 232	45,82 b	80,72 a	75,87 b	115,72 a	48,98 b	117,00 a	83,34 b	150,56 a
Média	52,84	89,32	84,25	120,05	62,61	151,84	126,48	152,14
C.V. (%)	19,28							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada ano, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 16. Condutividade elétrica ($\mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$) de sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas, em duas épocas de colheita, cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.

Cultivares	Maringá				Umuarama			
	R8 ^{2*}		R8+15 dias		R8		R8+15 dias	
	2008/2009 ¹	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	45,77 aA	72,59 bA	57,13 aB	106,65 cA	83,59 aB	114,97 aA	134,50 bB	167,50 cA
BRS 282	52,36 aA	65,73 bA	70,67 aB	139,70 bA	96,36 aA	121,86 aA	162,36 aB	194,36 bA
BRS 255 RR	68,92 aA	76,99 bA	72,01 aB	166,09 aA	87,58 aA	114,58 aA	187,95 aB	227,95 aA
BRS 246 RR	55,14 aB	122,81 aA	65,74 aB	134,83 bA	91,29 aB	122,83 aA	165,36 aB	196,36 bA
BRS 257	49,05 aB	91,53 bA	61,17 aB	128,27 bA	96,38 aB	130,38 aA	143,87 bB	175,62 cA
BRS 232	45,82 aB	75,87 bA	48,98 aB	83,34 cA	80,72 aB	115,72 aA	117,00 bB	150,56 cA
Média	52,84	84,25	62,61	126,48	89,32	120,05	151,84	152,14
C.V. (%)	19,28							

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada época de colheita, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Na Tabela 15, constata-se que ocorreu diferença entre os locais. Os maiores valores de condutividade elétrica foram observadas em Umuarama para todas as cultivares, independentemente do ano e época de colheita; Exceção apenas para a cultivar BRS 255 RR no primeiro ano, e para a cultivar BRS 246 RR no segundo ano, ambas na primeira época de colheita. Os maiores valores de condutividade elétrica das sementes indicam maior lixiviação de eletrólitos, deduzindo-se que tais sementes estejam com menor vigor. Os resultados evidenciaram que o vigor das sementes colhidas em Umuarama foi inferior ao das sementes colhidas em Maringá, estando de acordo com observado por Costa et al. (1994 e 1995).

Comparando os anos na Tabela 16, observa-se que os maiores valores de condutividade ocorreram no segundo ano comparado ao primeiro, independentemente da época de colheita e local. Exceção apenas para as cultivares Embrapa 48 e BRS 282 na primeira época em Maringá, e para as cultivares BRS 282 e BRS 255 RR na primeira época em Umuarama, não ocorrendo diferença significativa entre os anos. Estes resultados visualizados principalmente no segundo ano estão relacionados às elevadas temperaturas, restrição hídrica na fase reprodutiva das plantas, associadas à ocorrência de precipitações pluviais e elevação da umidade relativa na maturação. Estes fatores são responsáveis por acelerar o processo deteriorativo das sementes e conseqüentemente a perda do vigor e viabilidade das sementes (BRACCINI et al., 2001).

Os resultados desse processo deteriorativo estão relacionados às alterações na integridade das membranas celulares, perda da seletividade, e desestruturação verificadas através do aumento da lixiviação de constituintes celulares orgânicos e inorgânicos (WOODSTOCK, 1973; PEREIRA; ANDREWS, 1982; MARCOS FILHO, 2005).

Confrontando as cultivares (Tabela 16), pode-se verificar que não houve diferença significativa entre as cultivares para maioria das interações entre ano, época de colheita e local. Destaca-se com maior valor de condutividade elétrica as sementes da cultivar BRS 246 RR e BRS 255RR no segundo ano e na primeira e segunda época, respectivamente, em Maringá. Em Umuarama, os maiores valores foram observados para as cultivares BRS

282, BRS 255 RR e BRS 246 RR no primeiro ano, e na cultivar BRS 255 RR no segundo ano, na segunda época de colheita.

Vale ressaltar que os valores de condutividade elétrica observados neste trabalho se situaram entre $45,77 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $122,81 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a época de colheita R8, e entre $48,98 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $166,09 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a época de colheita R8+15 dias em Maringá. Para Umuarama, situaram-se entre $80,72 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $130,38 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a época de colheita R8, e entre $117,00 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $227,95 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para a época de colheita R8+15 dias. Paiva Aguerro (1995) verificou que para sementes de soja, sob pequenas limitações para a germinação, a condutividade elétrica não pode ser superior a $90 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, sendo que os valores padrões de condutividade, segundo Vieira e Krzyzanowski (1999), devem ser entre 70 e $80 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ para lotes de sementes de soja de alto vigor, porém com forte tendência a apresentarem médio vigor. Os valores observados nesse trabalho inferem e ratificam o exposto, evidenciando tendência das sementes nos locais estudados em apresentar médio e baixo vigor.

Os resultados da incidência total de patógenos fungos estão descritos nas Tabelas 17, 18 e 19. Na Tabela 17, averigua-se que as épocas de colheita das sementes não diferiram entre si no primeiro ano agrícola em Maringá; contudo, observa-se diferença na porcentagem de incidência de patógenos entre épocas no segundo ano agrícola, em que a segunda época de colheita propicia maiores incidências nas sementes, com exceção da cultivar BRS 255 RR em Maringá. Em Umuarama, observa-se que na segunda época de colheita foram obtidas as maiores porcentagens de incidência de patógenos nas sementes para todas as cultivares no primeiro ano; no entanto, esta tendência não ocorreu no segundo ano, não havendo diferença entre as épocas para as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 246 RR e BRS 232. Constatou-se, maior incidência de microrganismos com o retardamento da colheita, devido às condições climáticas favoráveis ao desenvolvimento dos patógenos; fato que reafirma o mencionado por Braccini et al. (2003), Marcos Filho (2005) e resultados obtidos por Braccini et al. (2000) e Minuzzi et al. (2010).

Na Tabela 18, pode-se verificar que os locais diferiram significativamente entre si para a maioria das cultivares. Observa-se que os maiores percentuais de incidência de patógenos ocorrem em Umuarama para

Tabela 17. Incidência de patógenos (%) avaliada pelo teste de sanidade das sementes de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.

Cultivares	2008/2009				2009/2010			
	Maringá ¹		Umuarama		Maringá		Umuarama	
	R8*	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias
EMBRAPA 48	30 a	38 a	41 b	52 a	41 b	64 a	59 a	54 a
BRS 282	35 b	47 a	47 b	60 a	53 b	64 a	49 a	50 a
BRS 255 RR	46 a	48 a	40 b	59 a	45 a	51 a	65 a	45 b
BRS 246 RR	37 a	44 a	44 b	58 a	32 b	57 a	56 a	59 a
BRS 257	33 a	41 a	47 b	62 a	21 b	59 a	63 a	52 b
BRS 232	31 a	33 a	41 b	56 a	24 b	56 a	49 a	55 a
Média	35,3	41,8	43,3	57,8	36,5	58,5	56,8	52,5
C.V. (%)	13,45							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada local, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 18. Incidência de patógenos (%) avaliada pelo teste de sanidade das sementes de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.

Cultivares	R8*				R8+15 dias			
	2008/2009 ¹		2009/2010.		2008/2009		2009/2010.	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	30 b	41 a	41 b	59 a	38 b	52 a	64 b	54 a
BRS 282	35 b	47 a	53 a	49 a	47 b	60 a	64 a	50 b
BRS 255 RR	46 a	40 a	45 b	65 a	48 b	59 a	51 a	45 a
BRS 246 RR	37 a	44 a	32 b	56 a	44 b	58 a	57 a	59 a
BRS 257	33 b	47 a	21 b	63 a	41 b	62 a	59 a	52 a
BRS 232	31 b	41 a	24 b	49 a	33 b	56 a	56 a	55 a
Média	35,3	43,3	36,5	56,8	41,8	57,8	58,5	52,5
C.V. (%)	13,45							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada ano, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

quase todas cultivares avaliadas nos dois anos na primeira época de colheita com exceção das cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR e BRS 282. Na segunda época de colheita (R8+15 dias) a maior incidência também foi visualizada para todas as cultivares em Umuarama; porém, no segundo ano agrícola não houve diferença entre os locais para as cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR, BRS 257 e BRS 232.

Os resultados evidenciam que a qualidade sanitária das sementes colhidas em Umuarama foi inferior a das sementes colhidas em Maringá, corroborando com zoneamento proposto por Costa et al. (1994 e 1995). Este aumento na incidência de patógenos se deve a caracteres ambientais, relacionadas às elevadas temperaturas, restrição hídrica na fase reprodutiva das plantas, associadas à ocorrência de precipitações pluviais e concomitante elevação da umidade relativa na maturação, além de plantas menos vigorosas e mais susceptíveis aos danos causados por esses estresses (DHINGRA; ACUÑA, 2007).

Verifica-se que houve diferença significativa entre os anos na incidência de patógenos (Tabela 19). O segundo ano superou o primeiro ano para a maioria das cultivares nas duas épocas de colheita em Maringá; com exceção apenas das cultivares BRS 255 RR, BRS 246 RR e BRS 232 na primeira época, e para a cultivar BRS 255 RR na segunda época de colheita. Em Umuarama, observam-se maiores médias de incidência para todas as cultivares, com exceção da cultivar BRS 282 na época de colheita R8. Estes resultados possuem comportamentos semelhantes na comparação entre os anos, em relação ao vigor das sementes, avaliado por meio do teste de condutividade elétrica já relatado, em função das condições ambientais ocorridas no período de condução do experimento, favorecendo o desenvolvimento de patógenos.

Na mesma Tabela 19, pode-se observar que não ocorreu diferença entre as cultivares para Umuarama, com exceção das cultivares BRS 232 e BRS 282 que apresentaram a menor porcentagem de incidência de patógenos no segundo ano na primeira época de colheita. Em Maringá as maiores médias

Tabela 19. Incidência de patógenos (%) avaliada pelo teste de sanidade das sementes de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita, cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.

Cultivares	Maringá				Umuarama			
	R8 ^{2*}		R8+15 dias		R8		R8+15 dias	
	2008/2009 ¹	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	30 bB	41 bA	38 bB	64 aA	41 aB	59 aA	52 aA	54 aA
BRS 282	35 bB	53 aA	47 aB	64 aA	47 aA	49 bA	60 aA	50 aB
BRS 255 RR	46 aA	45 bA	48 aA	51 aA	40 aB	65 aA	59 aA	45 aB
BRS 246 RR	37 bA	32 cA	44 aB	57 aA	44 aB	56 aA	58 aA	59 aA
BRS 257	33 bA	21 dB	41 aB	59 aA	47 aB	63 aA	62 aA	52 aB
BRS 232	31 bA	24 dA	33 bB	56 aA	41 aB	49 bA	56 aA	55 aA
Média	35,3	36,5	41,8	58,5	43,3	56,8	57,8	52,5
C.V. (%)	13,45							

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada época de colheita, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

de incidência foram observadas para a cultivar BRS 255 RR no primeiro ano, e para a cultivar BRS 282 no segundo ano, na primeira época. Estes resultados confirmam aqueles observados nos demais testes já relatados, pois as menores porcentagens de vigor e germinação estão relacionadas com as maiores incidências de fungos e maiores valores de condutividade elétrica nas sementes. Esses dados concordam com os resultados observados por Minuzzi et al. (2010) e informações de Pereira et al. (2000), segundo os quais a qualidade fisiológica e sanitária das sementes é influenciada pelo genótipo.

O processo deteriorativo das sementes acarreta em menor qualidade, associando sanidade e desempenho fisiológico, considerando uma relação em que os patógenos podem afetar o vigor das sementes, mas, por outro lado, o baixo vigor de sementes decorrente de fatores não-infecciosos, pode predispor as sementes à ação mais severa de patógenos (ALBRECHT et al., 2008). Os gêneros mais frequentes de microrganismos identificados nas sementes das cultivares avaliadas nesse trabalho foram *Phomopsis* spp., *Aspergillus* sp., *Fusarium* sp. e *Cercospora kikuchii*. Das espécies de *Aspergillus* identificadas predominaram *A. flavus*. Colaborando com os resultados desse trabalho, cita-se Gondim et al. (2002), que trabalhando com sementes de oito cultivares colhidas em quatro épocas, observaram respostas diferenciadas e aumento da frequência desses mesmos patógenos a medida em que se retardou a colheita, sendo os mais visualizados *Phomopsis* spp. e *Cercospora kikuchii*.

As concentrações de isoflavonas totais das sementes estão apresentadas nas Tabelas 20, 21 e 22. Observa-se interação significativa entre épocas de colheita, locais, anos e cultivares. Na comparação entre épocas de colheita (Tabela 20) a primeira época proporcionou maiores concentrações de isoflavonas para as cultivares EMB 48, BRS 257 e BRS 232 no primeiro ano, no segundo ano não houve diferença significativa entre as épocas em Maringá. Comportamento distinto foi observado para a cultivar BRS 282, que apresentou aumento na concentração total de isoflavonas com o retardamento da colheita no segundo ano em Maringá. Para Umuarama não se observou diferença significativa entre as épocas no primeiro ano; no entanto, no segundo ano as cultivares BRS 246RR e BRS 257 apresentaram maiores concentrações de isoflavonas na primeira época de colheita.

De acordo com Kitamura et al. (1991), Tsukamoto et al. (1995), as isoflavonas são compostos polifenólicos que estão presentes na soja e desenvolvem-se tanto no período vegetativo como durante todo enchimento do grão, e qualquer tipo de estresse (temperatura ou hídrico), durante esses períodos, afeta a concentração de isoflavonas. Estresses esses, também observados no período de condução do experimento, e associado a altas temperaturas e elevadas precipitações pluvial no período da maturação, favoreceu a deterioração, interferindo negativamente na concentração de isoflavonas totais.

França Neto et al. (2002), comparando quatro cultivares de soja em cinco épocas de colheita, associou o teor de isoflavonas ao vigor das sementes de soja após retardamento de colheita. Observaram resultados diferenciados entre as épocas de colheita, e inferiram que quanto mais elevado o teor de isoflavonas, maior o vigor das plantas, que repercute em uma maior proteção contra estresse em função do ambiente ou tempo de armazenamento. Corroborando com resultados obtidos no trabalho nas mesmas épocas de colheita.

Na Tabela 21, encontram-se a comparação entre os locais avaliados. Pode-se averiguar que a concentração de isoflavonas é superior nas sementes produzidas em Maringá independentemente do ano e época de colheita. Havendo uma única exceção para a cultivar BRS 282 no segundo ano e na primeira época de colheita em que a concentração de isoflavonas não difere entre os locais. Estes resultados estão intimamente relacionados com melhores condições ambientais (temperatura, distribuição hídrica, classe de solo) para região de Maringá, reafirmando o relatado por Morrison et al. (2010). Carrão-Panizzi et al. (1998) que verificaram que sementes de soja produzidas em locais com temperaturas mais amenas possuem maiores teores de isoflavonas, quando comparado àquelas produzidas em locais mais quentes, corroborando os resultados observados no trabalho. No entanto, contrariam os resultados relatados por Ávila et al. (2007), que não observaram diferença significativa entre os mesmos locais avaliados para as cultivares BR 36, EMB 48, BRS 184, BRS 213, e BRS 214.

Tabela 20. Concentração total de isoflavonas (mg 100 g⁻¹) de cultivares de soja em duas épocas de colheita cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícola.

Cultivares	2008/2009				2009/2010			
	Maringá ¹		Umuarama		Maringá		Umuarama	
	R8*	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias	R8	R8+15 dias
EMBRAPA 48	198,92 a	135,09 b	84,46 a	79,09 a	214,43 a	224,23 a	151,19 a	138,25 a
BRS 282	147,49 a	153,37 a	103,21 a	88,82 a	176,98 b	201,65 a	155,16 a	146,67 a
BRS 255 RR	83,10 a	86,78 a	54,29 a	57,03 a	138,92 a	136,31 a	115,82 a	113,89 a
BRS 246 RR	186,83 a	165,88 a	78,76 a	83,83 a	151,22 a	147,90 a	91,03 a	56,54 b
BRS 257	222,00 a	187,06 b	78,39 a	75,03 a	273,08 a	279,21 a	211,55 a	151,05 b
BRS 232	111,67 a	87,66 b	36,40 a	50,07 a	161,06 a	172,15 a	114,16 a	115,44 a
Média	158,34	135,97	72,58	72,31	185,94	193,57	139,81	120,30
C.V. (%)	11,8							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada local, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 21. Concentração total de isoflavonas (mg 100 g⁻¹) de cultivares de soja cultivadas em Maringá e Umuarama, em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita.

Cultivares	R8*				R8+15 dias			
	2008/2009 ¹		2009/2010.		2008/2009		2009/2010.	
	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama	Maringá	Umuarama
EMBRAPA 48	198,92 a	84,46 b	214,43 a	151,19 b	135,09 a	79,09 b	224,23 a	138,25 b
BRS 282	147,49 a	103,21 b	176,98 a	155,16 a	153,37 a	88,82 b	201,65 a	146,67 b
BRS 255 RR	83,10 a	54,29 b	138,92 a	115,82 b	86,78 a	57,03 b	136,31 a	113,89 b
BRS 246 RR	186,83 a	78,76 b	151,22 a	91,03 b	165,88 a	83,83 b	147,90 a	56,54 b
BRS 257	222,00 a	78,39 b	273,08 a	211,55 b	187,06 a	75,03 b	279,21 a	151,05 b
BRS 232	111,67 a	36,40 b	161,06 a	114,16 b	87,66 a	50,07 b	172,15 a	115,44 b
Média	158,34	72,58	185,94	139,81	135,97	72,31	193,57	120,30
C.V. (%)	11,8							

¹ Médias seguidas de letras minúsculas iguais, na linha, dentro de cada ano, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Tabela 22. Concentração total de isoflavonas (mg 100 g⁻¹) de cultivares de soja em dois anos agrícolas e duas épocas de colheita, cultivadas em Maringá e Umuarama – PR.

Cultivares	Maringá				Umuarama			
	R8 ^{2*}		R8+15 dias		R8		R8+15 dias	
	2008/2009 ¹	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010	2008/2009	2009/2010
EMBRAPA 48	198,92 bA	214,43 bA	135,09 bB	224,23 bA	84,46 aB	151,19 bA	79,09 aB	138,25 aA
BRS 282	147,49 cB	176,98 cA	153,37 bB	201,65 bA	103,21 aB	155,16 bA	88,82 aB	146,67 aA
BRS 255 RR	83,10 eB	138,92 dA	86,78 cB	136,31 dA	54,29 bB	115,82 cA	57,03 bB	113,89 bA
BRS 246 RR	186,83 bA	151,22 dB	165,88 aA	147,90 dA	78,76 aA	91,03 dA	83,83 aA	56,54 cB
BRS 257	222,00 aB	273,08 aA	187,06 aB	279,21 aA	78,39 aB	211,55 aA	75,03 aB	151,05 aA
BRS 232	111,67 dB	161,06 cA	87,66 cB	172,15 cA	36,40 bB	114,16 cA	50,07 bB	115,44 bA
Média	158,34	185,94	135,97	193,57	72,58	139,81	72,31	120,30
C.V. (%)	11,8							

¹ Médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna, dentro de cada ano agrícola, não diferem entre si pelo teste Scott-Knott (1974), a 5% de probabilidade.

² Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha, dentro de cada época de colheita, não diferem entre si pelo teste F, a 5% de probabilidade.

* R8 (maturação plena, 95% vagens com coloração de madura), R8+15 (15 dias de retardamento de colheita após estágio R8).

Na comparação entre os anos (Tabela 22) verifica-se que para a maioria das cultivares o segundo ano apresenta concentrações de isoflavonas superiores ao primeiro ano. Diferenças essas, observadas para as cultivares BRS 282, BRS 255RR, BRS 257 e BRS 232 na época R8; e nas cultivares EMB 48, BRS 282, BRS 255RR, BRS 257 e BRS 232, em Maringá. Em Umuarama constatou-se maiores concentrações de isoflavonas no segundo ano agrícola independente da época de colheita, com exceção da cultivar BRS 246 RR nas duas épocas.

A concentração de isoflavonas pode ser afetada em todo o período reprodutivo da cultura (TSUKAMOTO et al., 1995). Devido ao estresse térmico e hídrico, isolados ou associado, reduzindo a concentração de isoflavonas na ordem de 33% a 85% (CHENNUPATI et al., 2011). Condições essas observadas durante condução do experimento.

Destaca-se ainda na Tabela 22, que o comportamento de isoflavonas foi distinto entre as cultivares dentro de cada ano, época de colheita e local. Destaca-se superioridade na concentração de isoflavonas para a cultivar BRS 257 em todos os anos e épocas de colheita para Maringá. Em Umuarama, destacam-se as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 246 RR e BRS 257. As concentrações totais de isoflavonas variaram de 56,54 mg 100 g⁻¹ a 211,55 mg 100 g⁻¹ de farinha de soja para Umuarama e de 83,10 mg 100 g⁻¹ a 279,21 mg 100 g⁻¹. Essas concentrações observadas estão em acordo com as de Ávila et al. (2007). Segundo Carrão-Panizzi (1996), as diferenças observadas nos teor total de isoflavonas entre as cultivares podem estar pautadas à característica genética inerente de cada genótipo. No entanto, algumas cultivares podem ser relativamente estáveis quanto à resposta aos teores de isoflavonas e essas variações podem ocorrer por influência do local, época de colheita e ano de semeadura (CARRÃO-PANIZZI et al., 1998; PARK et al., 2001; KRZYZANOWSKI et al., 2001), confirmando os resultados obtidos nesse experimento.

Vários autores como Lopes (1990), Rosseto e Marcos Filho (1995), Braccini et al. (2001), Lopes et al. (2002) e Marcos Filho (2005) têm procurado elucidar os mecanismos que determinam a deterioração das sementes. Entre esses mecanismos, a exposição das sementes a temperatura e umidade relativa elevadas provocam sérias degenerações no seu metabolismo,

desencadeadas pela desestruturação e perda da integridade do sistema de membranas celulares, causada principalmente pela peroxidação dos lipídios. Além da perda da compartimentalização celular, a desintegração do sistema de membranas promove descontrole do metabolismo da água e solutos entre as células e o meio exterior, determinando a queda na viabilidade das sementes.

Nas células que compõem os tecidos das sementes, o efeito antioxidante das isoflavonas poderia ser um importante mecanismo de garantia da qualidade das sementes, uma vez que a degradação da membrana celular pela ação de radicais livres é uma das mais discutidas e aceitas teorias de deterioração das sementes (BRACCINI et al., 2001; MARCOS FILHO, 2005). Krzyzanowski et al. (2001 e 2002) e França Neto et al. (2002) deduzem que os teores de isoflavonas nas sementes estão relacionados com a melhor qualidade e vigor dessas.

Diante de todo o exposto, a concentração total de isoflavonas é altamente influenciada pela interação das condições do ambiente (cultivar x local x época x Ano). É possível inferir que os resultados observados no trabalho referente aos teores de isoflavonas, estejam intimamente associados ao maior vigor e germinação das sementes, maior qualidade fisiológica e sanitária. De maneira, que possam ser úteis no sentido de subsidiar futuros trabalhos de pesquisa visando o aumento destes componentes nas sementes.

5 CONCLUSÕES

A qualidade fisiológica, sanitária e concentração de isoflavonas das sementes são intensamente influenciadas pela interação entre as cultivares, local, época de colheita e pelo ano de cultivo.

As cultivares Embrapa 48, BRS 282, e BRS 257 destacam-se com o maior vigor no primeiro ano na primeira época de colheita em Maringá.

Em relação à germinação das sementes destacam-se as cultivares Embrapa 48, BRS 282, BRS 255RR, BRS 257 e BRS 232 no primeiro ano na primeira época em Umuarama.

A região de Maringá proporciona maior qualidade fisiológica, menor incidência de microorganismos e maior concentração de isoflavonas totais em sementes de soja, quando comparada a Umuarama.

A primeira época de colheita propicia a melhor qualidade fisiológica e sanitária das sementes para os locais, anos e cultivares estudadas.

A cultivar BRS 257 destaca-se com a maior concentração de isoflavonas totais em Maringá, independentemente do ano e época de colheita.

6 REFERÊNCIAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. P. Jr.; BARBOSA, M. C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes** (Impresso), v. 32, p. 39-48, 2010.

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. L.; SCAPIM, C. A.; ÁVILA, M. R.; ALBRECHT, A. P. Jr.; BARBOSA, M. C. Qualidade das sementes de soja produzidas sob manejo com biorregulador. **Revista Brasileira de Sementes** (Impresso), v. 32, p. 39-48, 2010.

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; BAZO, G.L.; e CABRAL, Y.C.F. Effect of storage period on isoflavone content and physiological quality of conventional and transgenic soybean seeds. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 33, n.1,p. 149-161, 2011.

AVILA, M.R.; ALBRECHT, L.P. Isoflavonas e a qualidade das sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, vol.20, nº.1,2 p.015 - 029, 2010.

AVILA, M.R.; BRACCINI, A.L.; SCAPIM, C.A.; MANDARINO, J.M.G.; ALBRECHT, L.P.; e VIDIGAL FILHO, P.S. Componentes do rendimento, teores de isoflavonas, proteínas, óleo e qualidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v. 29, n. 3, 2007.

BANZATTO, D.A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4.ed. Jaboticabal: FUNEP, 2008. 237p.

BARNES, S.; PRASAIN, J.; D'ALESSANDRO, T.; WANG, C.C.; ZHANG, H.; KIM, H. Soy Isoflavones. In: HEBER, D.; BLACKBURN, G.; GO,V.; MILNER, J. **Nutritional Oncology**. San Diego: **Elsevier**, 2006. V.2, Cap.32, p.559-571.

BERHOW, M. A. **Modern analytical techniques for flavonoid determination**. In: BUSLIG, B. S.; MANTHEY, J. A. (ed.). **Flavonoids in the living cell**. New York: Kluser Academic, 2002. p.61-76. (Adv. Exp. Méd. Biol. v. 505).

BRACCINI, A.L.; MOTTA, I.S.; SCAPIM, C.A.; BRACCINI, M.C.L.; ÁVILA, M.R.; MESCHEDE, D.K. Características agrônômicas e rendimento de sementes de soja na semeadura realizada no período de safrinha. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, 2004.

BRACCINI, A.L.; ALBRECHT, L.P.; ÁVILA, M.R.; SCAPIM, C.A.; BIO, F.E.I.; SCHUAB, S.R.P. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes de quinze cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas na época normal e após o

retardamento da colheita. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.25, n.2, p.449-457, 2003a.

BRACCINI, A. L.; MOTTA, I. S.; SCAPIM, C. A.; BRACCINI, M. C. L.; ÁVILA, M. R.; SCHUAB, S. R. P. Semeadura da soja no período de safrinha: potencial fisiológico e sanidade das sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 25, n. 1, p. 76-86, 2003b.

BRACCINI, A.L.; REIS, M.S.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A.; MOTTA, I.S. Germinação e sanidade de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) colhidas em diferentes épocas. **Acta Scientiarum. Agronomy**, Maringá, v.22, n.4, p.1017- 1022, 2000.

BRACCINI, A.L.; BRACCINI, M.C.L.; SCAPIM, C.A. Mecanismos de deterioração de sementes: Aspectos bioquímicos e fisiológicos. Informativo **ABRATES**. v. 11, n.1, Abril, 2001.

BRACCINI, A. de L. e; REIS, M.S.; SEDIYAMA, C.S. & SEDIYAMA, T. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária da semente de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) com diferentes graus de impermeabilidade do tegumento. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, 16 (2): 195-200, 1994.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: MAPA/ACS, 2009. 395p.

BRASIL. Instrução normativa nº 25, de 16 de dezembro de 2005: Padrões para produção e comercialização de sementes de soja. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, n. 243, 20 dez. 2005. Seção 1, p. 2.

CARRÃO-PANIZZI, M.C., FAVONI, S.P.G.; KIKUCHI, A. Extraction time for isoflavone determination. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, Curitiba, v.45, n.4, p.515-518, Dec.2002.

CARRÃO-PANIZZI, M.C. **Isoflavonóides em soja (*Glycine max* (L) Merrill): variabilidade genética e ambiental de cultivares e efeito no processamento do extrato solúvel**. 1996. 123p. Tese (Doutorado) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 1996.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KITAMURA, K.; BELÉIA, A.D.P.; OLIVEIRA, M.C.N. Influence of growth locations on isoflavona contents in Brazilian soybean cultivars. **Breeding Science**, v.48, p.409-413, 1998.

CARRÃO-PANIZZI, M. C.; MANDARINO, J. M. G. **Soja: potencial de uso na dieta brasileira**. Londrina: Embrapa-CNPSO, 1998. 16 p.

CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KITAMURA, K. Isoflavone content in brazilian soybean cultivars. **Breeding science**., v.45, p.295-300, 1995.

CHENNUPATI, P.; SEGUIN, P.; LIU, W.. Effects of High Temperature Stress at Different Development Stages on Soybean Isoflavone and Tocopherol Concentrations. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**. 2011. 59. (24), pp 13081–13088.

CHOI, J.S.; KWON, T.W.; KIM, J.S. Isoflavone contents in some varieties of soybean. **Journal Korea Foods and Biotechnology**, Seoul, v.5, n.2, p.167-169, 1996.

CHOI, M.S.; RHEE, K.C. Production and Processing of soybeans and nutrition and safety of isoflavone and other soy products for human health. **Journal of Medicinal Food**. v.9, n.1, p.1-10, 2006.

COSTA, N.P. da; MESQUITA, C.M.; FRANÇA-Neto, J.B.; MAURINA, A.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; HENNING, A.A. Desperdícios na colheita mecânica da soja no Paraná e no Brasil na safra 2006/2007. In **XXIX Reunião de Pesquisa de Soja da Região Central do Brasil**. Campo Grande, 2007. Disponível em http://www.cnpso.embrapa.br/download/pdf/resumos_rpsrcb_2007.pdf. Acesso em 01 de novembro de 2011.

COSTA, N.P.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C.; CABRAL, N.T.; MENDES, M.C. Efeito da época de semeadura sobre a qualidade fisiológica de sementes de soja no Estado do Mato Grosso. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v.17, n.1, p.107-112, 1995.

COSTA, N.P.; PEREIRA, L.A.G.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. Zoneamento ecológico do estado do Paraná para a produção de sementes de cultivares precoces de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, vol.16, n 1, p. 12-19, 1994.

DELOUCHE, J.C. **Germinação, deterioração e vigor da semente**. Revista Seed News, Pelotas, v.6, n.6, 2002.

DELOUCHE, J.C. & BASKIN, C.C. Accelerated aging techniques for predicting the relative storability of seed lots. **Seed Science and Technology**., 1:427-52, 1973.

DHINGRA, O.D.; ACUÑA, R.S. **Patologia de sementes de soja**. Viçosa: UFV, 1997. 119p.

DIXON, R.A. Natural products and plant disease resistance. **Nature**, v.411, n. 14 p.843-847, 2001.

DOMENE, M. de P. **Fatores determinantes de descartes de sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill)** produzidas no Estado de Minas Gerais. 1992. 56f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal de Lavras, Lavras, 1992.

EMBRAPA SOJA. **Tecnologias de produção de soja – Região central do Brasil – 2011/2012**. Londrina: Embrapa Soja, 2010. 281p.

EMBRAPA. **Sistema brasileiro de classificação dos solos**. Brasília, DF, 1999.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecologia da soja**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 10p (Embrapa soja, circular técnica, 48).

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYZANOWSKI, F.C.; PÁDUA, G. de P.; COSTA, N.P.; HENNING, A.A. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Londrina: EMBRAPA SOJA, 2007. 12p. (Comunicado Técnico, 40).

FRANÇA NETO, J.B.; CARRÃO-PANIZZI, M.C.; KRZYZANOWSKI, F.C.; MANDARINO, J.M.G.; COSTA, N.P. da; HENNING, A.A.; **Variação nas concentrações de isoflavonas em sementes de soja sujeitas ao retardamento de colheita**. In: REUNIÃO DE PESQUISA DE SOJA DA REGIÃO CENTRAL DO BRASIL, 24., 2002, São Pedro, SP. Resumos... Londrina: Embrapa Soja, 2002. p. 230-231.

GARCIA, A.; PÍPOLO, A.E.; LOPES, I.A.N.; PORTUGAL, F.A.F. **Instalação da lavoura de soja: Época, Cultivares, Espaçamento e População de Plantas**. Londrina: Embrapa soja, 2007. 10p (Embrapa soja, circular técnica, 51).

GENOVESE, M.I.; BARBOSA, A.C.L.; PINTO, M.S.; LAJOLO, F.M. Commercial soy protein ingredients as isoflavones sources for functional foods. **Plants Foods for Human Nutrition**, v.62, p.53-58, 2007.

GENOVESE, M. I.; HASSIMOTTO, N. M. A.; LAJOLO, F. M. Isoflavone profile and antioxidant activity of Brazilian soybean varieties, **Food Science Technology International**, v. 11, p. 205–211. 2005.

GRIS, C.F.; PINHO, E.V.R.V.; ANDRADE, T.; DALDONI, A.; CARVALHO, M.L.M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**. 2010, vol.34, n.2, pp. 374-381. ISSN 1413-7054.

GONDIM, T.C.O.; SEDIYAMA, C.S.; ROCHA, V.S.; MOREIRA, M.A.; SANTOS, M.R.; GOMES, J.L.P. Qualidade sanitária e produção de aldeídos totais em sementes de soja sem lipoxigenases. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.24, n.1, p.148-152, 2002.

GOULART, A.C.P. **Principais fungos encontrados em sementes de soja**. In: **Fungos em sementes: detecção e importância**. EMBRAPA: Dourados, 58p. 1997. (Documento, 11).

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

HUNGRIA, M.; VARGAS, M.A.T.; SUHET, A.R.; PERES, J.R.R. **Fixação biológica de nitrogênio em soja. Microrganismos de importância agrícola**. Brasília: Embrapa-SPI, p. 9-89, 1994.

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. **Clima do Paraná**. 2000. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 12 Set. 2011.

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. **Clima do Paraná**. 2010. Disponível em: <<http://www.iapar.br/>>. Acesso em: 12 Set. 2011.

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**, Ikushugakuzasshi, v.41, p.651-654, 1991.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **O controle de qualidade agregando valor a semente de soja – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2008. 12p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 54).

KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST S.H. FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A.; COSTA, N.P. **Relação entre a quantidade de isoflavonas e o vigor de sementes de soja**. In: II CONGRESSO BRASILEIRO DE SOJA E MERCOSOJA, 2002, Londrina. 393p., Documentos/Embrapa soja, ISSN 1516-781X; n.181.

KRZYZANOWSKI, F.C.; WEST S.H. FRANÇA NETO, J.B. **Influência do conteúdo de isoflavonas sobre a qualidade fisiológica da sementes de soja**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SEMENTES, 7. Brasília, 2001. Anais... Londrina: EMBRAPA/CNPSo, 2001. p.47.

KRZYZANOWSKI, F.C.; FRANÇA NETO, J.B.; HENNING, A.A. Relato dos testes de vigor disponíveis para as grandes culturas. **Informativo Abrates**, v.1, n.2, p.15-50, 1991.

LIMA, W.A.A.; BORÉM, A.; DIAS, D.C.F.S.; MOREIRA, M.A.; DIAS, L.A.S.; PIOVESAN, N.D. Retardamento de colheita como método de diferenciação de genótipos de soja para qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, Pelotas, v.29, n.1, p.186-192, 2007.

LEE, S.J.; AHN, J.K.; KHANH, T.D.; CHUN, S.C.; KIM, S.L.; RO, H.M.; SONG, H.K.; CHUNG, I.L. Comparison of isoflavone concentrations in soybean (*Glycine max* (L.) Merrill) sprouts grown under two different light conditions. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.23, p.9415-9421, 2007.

LOEFFLER, T.M.; TEKRONY; D.M.; EGLI, D.B. The bulk conductivity test as an indicator of soybean seed quality. **Journal of Seed Technology**, v.12, n.1, p.37-53, 1988.

LOPES, J.C. **Germinação de sementes de *Phaseolus vulgaris* L. após diversos períodos e condições de armazenamento**. 1990. 254f. Tese (Doutorado). UNICAMP, Campinas, 1990.

LOPES, J. C.; MARTINS FILHO, S.; TAGLIAFERRI, C.; RANGEL, O. J. P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.51-58, 2002.

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

MINUZZI, Andréia et al. Rendimento, teores de óleo e proteínas de quarto cultivares de soja, produzidas em dois locais no estado do Mato Grosso do Sul. **Ciência e Agrotecnologia**. 2009, vol.33, n.4, pp. 1047-1054. ISSN 1413-7054.

MORRISON M.J., COBER E.R., SALEEM M.F., MCLAUGHLIN N.B., FREGEAU-REID J., MA B.L., WOODROW L. Seasonal changes in temperature and precipitation influence isoflavone concentration in short-season soybean. (2010). **Field Crops Research**, 117 (1), pp. 113-121.

PAIVA AGUERO, J.A. **Correlação de condutividade elétrica e outros testes de vigor com emergência de plântulas de soja no campo**. 1995. 92f. Dissertação (Mestrado em Produção e Tecnologia de Sementes) – Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária, Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 1995.

PARK, Y.K.; AGUIAR, L.C.; ALENCAR, S.M.; MASCARENHAS, H.A.A.; SCAMPARINI, A.R.P. Avaliação do teor de isoflavonas em soja brasileira. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v.3, n.3, p. 156-160, 2001.

PEREIRA, E. B. C.; PEREIRA, A. V.; FRAGA, A. C. Qualidade de sementes de cultivares precoces de soja produzidas em três épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.35, n.8, p.47-55, 2000.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C.H. **Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais: exposição com exemplos e orientação para uso de aplicativos**. Piracicaba: FEALQ, 2002. 309 p.

PÍPOLO, A.E. **Influência da temperatura sobre as concentrações de proteína e óleo em sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2002. 128p. Tese (Doutorado).

POPINIGS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, DF: Agiplan, 1985.

RAMALHO, M.A.P; FERREIRA, D.F.; OLIVEIRA, A.C. **A experimentação em genética e melhoramento de plantas**. Lavras: UFLA, 2000. p. 114-134.

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).

RESENDE, J.C.F.; REIS, M.S.; ROCHA, V.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S. Efeito da época de colheita e condição de armazenamento na qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill). **Revista Ceres**, Viçosa, v.43, n.245, p.17-27, 1996.

RIVERA-VARGAS, L.I.; SCHMITTHENNER, A.F.; GRAHAM, T.L. Soybean flavonoid effects on and metabolism by phytophthora sojae. **Phytochemistry**, v.32, p.851-857, 1993.

ROSSETO, C.A.V.; MARCOS FILHO, J. Comparação entre os métodos de envelhecimento acelerado e de deterioração controlada para avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Scientia Agricola**, v.52, n.1, p.123-131, 1995.

SANTOS, M.R.; REIS, M.S.; SEDIYAMA, T.; SEDIYAMA, C.S.; DIAS, L.A.S.; ARAÚJO, E.F. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja submetidas a diferentes épocas de colheita e correlações com a emergência de plântulas no campo. **Revista Ceres**, Viçosa, v.52, n.302, p.535-554, 2005.

SANTOS, V.L.M. dos; SILVA, R.F. da; CARDOSO, A.A. & SEDIYAMA, T. Avaliação da produtividade e da qualidade das sementes de genótipos de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), colhidas na maturação fisiológica e trinta dias após o ponto de colheita. **Revista Brasileira de Sementes**. Brasília, 18 (1): 50-56, 1996.

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

SEDIYAMA, T. **Influência da época de semeadura e do retardamento de colheita sobre qualidade das sementes de outras características agrônômicas de duas variedades de soja (*Glycine max* (L.) Merrill)**. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 1979. 121p. Dissertação (Mestrado).

SISVAR[®], UFLA, 2006. In: FERREIRA, D.F. Análises estatísticas por meio do Sisvar para Windows versão 4.0. In...45^a Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade internacional de Biometria. UFSCar, São Carlos, SP, Julho de 2000. p.255-258.

TANAKA, H.; SATO, M.; FUJIWARA, S.; HIRATA, M.; ETOH, H.; TAKEUCHI, H. Antibacterial activity of isoflavonoids isolated from *Eritrina variegata* (Leguminosae) for their antibacterial activity against methicilin-resistant *Staphylococur aureus* (MRSA). **Letters in Applied Microbiology.**, v.35, n.6, p.494-498, 2002.

TOLEDO, M.R. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cultivares de soja colhidas em diferentes épocas e horários**. 2008. 80p. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2008.

TSUKAMOTO, C.; SHIMADA, S.; IGITA, K.; KUDOU, S.; KOKUBUN, M.; OKUBO, K.; KITAMURA, K. Factors affecting isoflavones content in soybean seeds: changes in isoflavones, saponins and composition of fatty acids at different temperatures during seed development. **Journal of Agriculture and Food Chemistry**, v.43, p.1184-1192, 1995.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA NETO, J.B. (Eds.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: Abrates, 1999. cap.4, p.1-26.

WOODSTOCK, L.W. Physiological and biochemical tests for seed vigor. **Seed Science and Technology**, 1(1):127-57, 1973.

ZIMMERMANN, F. J. P. **Estatística aplicada à pesquisa agrícola**. Santo Antônio de Goiás: EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO, 2004. 402p.

APÊNDICE

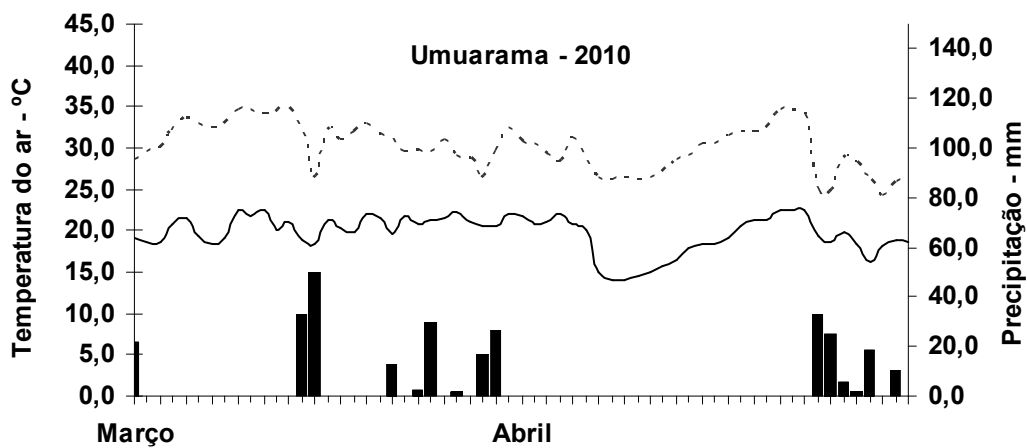
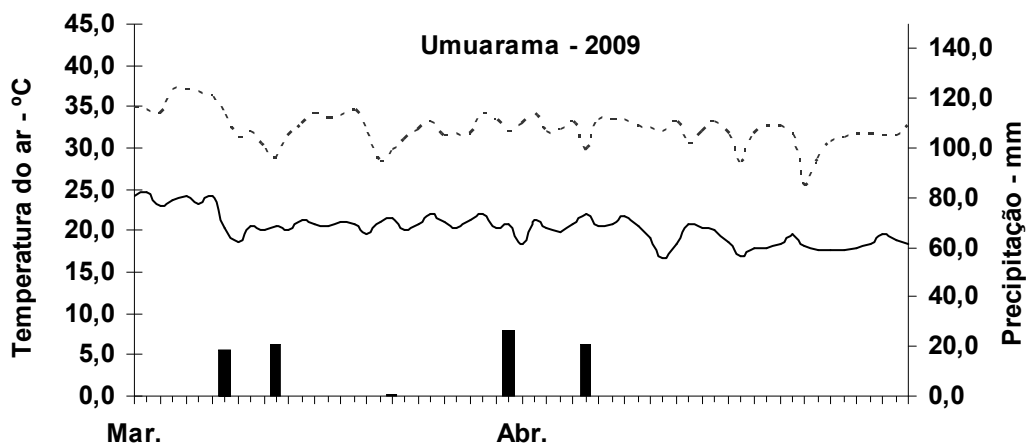
APENDICE A

Tabela 2A. Identificação e características das cultivares de soja estudadas (EMBRAPA SOJA, 2008 e 2010).

Características	EMB 48	BRS 257	BRS 255RR
Origem	Embrapa	Embrapa	Embrapa
Sementes básicas	Embrapa	Embrapa	Embrapa
Área de recomendação	PR, SC, SP, e MS (sul)	PR, RS, SC e SP	PR, SC, SP, RS e MS (sul)
Grupo de maturação	6,8	6,7	6,7
Ciclo total (médias em dias)	114 – 128	114 - 128	114 - 128
Hábito de crescimento	Determinado	Determinado	Determinado
Altura média da planta (cm)	60 - 95	60 - 89	70 - 94
Acamamento	Mod. Suscet	Mod. Resist.	Mod. Suscet
Cor da flor	Branca	Branca	Branca
Cor da pubescência	Cinza	Cinza	Marrom
Deiscência da vagem	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Cor do hilo	Marrom claro	Marrom claro	Preta
Peso de 100 sementes (g)	15,0	14,4	16,0
Teor médio de proteínas (%)	39,1	41,3	39,9
Teor médio de óleo (%)	21,4	22,6	23,3
Reação a nematóide de galha <i>Meloidogyne incógnita</i>	Suscetível	Resistente	Suscetível
<i>Meloidogyne javanica</i>	Suscetível	Mod. Resistente	Suscetível
<i>Meloidogyne paranaensis</i>	-	-	Suscetível
Reação a doenças			
Cancro da haste	Mod. Resistente	Resistente	Resistente
Mancha “Olho de Rã”	Resistente	Resistente	Resistente
Oídio da soja	Suscetível	Mod.Suscetível	Suscetível
Podridão parda da haste	Resistente	Mod. Resist.	Mod. Resist.
Pústula bacteriana	-	-	-
Classe de fertilidade de solo recomendada	Média/Alta	Média/Alta	Média/Alta
Eficiência na util. de adubação	Eficien./Respon.	Eficien./Respon.	Eficien./Respon.
Densidade recomendada plantas/m linear espaç. 45 cm	12 a 16	12 a 16	12 a 16
Época de semeadura Preferencial	25/10 a 05/12 (PR)	25/10 a 05/12 (PR)	20/10 a 05/12 (PR)
Tolerada	20/10 a 10/12 (PR)	20/10 a 10/12 (PR)	15/10 a 10/12 (PR)

Tabela 3A. Identificação e características das cultivares de soja estudadas (EMBRAPA SOJA, 2008 e 2010).

Características	BRS 282	BRS 232	BRS 246RR
Origem	Embrapa	Embrapa	Embrapa
Sementes básicas	Embrapa	Embrapa	Embrapa
Área de recomendação	PR, SP, SC, e MS (sul)	PR, SC, SP, e MS (sul)	PR, RS, SC, SP, MS (sul)
Grupo de maturação	6,9	6,9	7,2
Ciclo total (médias em dias)	116 - 128	116 - 132	122 - 136
Ciclo vegetativo (média em dias)	-	-	-
Hábito de crescimento	Determinado	Determinado	Determinado
Altura média da planta (cm)	69 - 100	67 - 93	77 - 97
Acamamento	Mod. Resist.	Mod. Resist.	Mod. Resist.
Cor da flor	Branca	Roxa	Branca
Cor da pubescência	Cinza	Cinza	Marrom
Deiscência da vagem	Tolerante	Tolerante	Tolerante
Cor do hilo	Marrom claro	Marrom claro	Marrom
Peso de 100 sementes (g)	13,7	18,5	13,9
Teor médio de proteínas (%)	40,7	40,9	40,7
Teor médio de óleo (%)	18,7	19,5	22,1
Reação a nematóide de galha			
<i>Meloidogyne incognita</i>	Tolerante	Mod. Resist.	Suscetível
<i>Meloidogyne javanica</i>	Tolerante	Suscetível	Suscetível
<i>Meloidogyne paranaensis</i>	Tolerante	Suscetível	Suscetível
Reação a doenças			
Cancro da haste	Resistente	Resistente	Resistente
Mancha "Olho de Rã"	Resistente	Resistente	Resistente
Oídio da soja	Mod.Suscetível	Mod.Suscetível	Mod.Suscetível
Podridão parda da haste	Tolerante	Resistente	Resistente
Pústula bacteriana	-	-	-
Classe de fertilidade de solo recomendada	Média/Alta	Alta	Média/Alta
Eficiência na util. de adubação recomendada	Eficien./Respon.	Eficien./Respon.	Eficien./Respon.
Densidade plantas/m linear espaç. 45 cm	12 a 16	10 a 16	12 a 16
Época de semeadura Preferencial	25/10 a 5/12 (PR)	25/10 a 05/12 (PR)	20/10 a 05/12 (PR)
Tolerada	20/10 a 10/12 (PR)	20/10 a 10/12 (PR)	15/10 a 10/12 (PR)



■ Precipitação - - - - - T_{máx.} — T_{mín}

Figura 5A. Dados climáticos nos meses de março e abril em Umuarama nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.

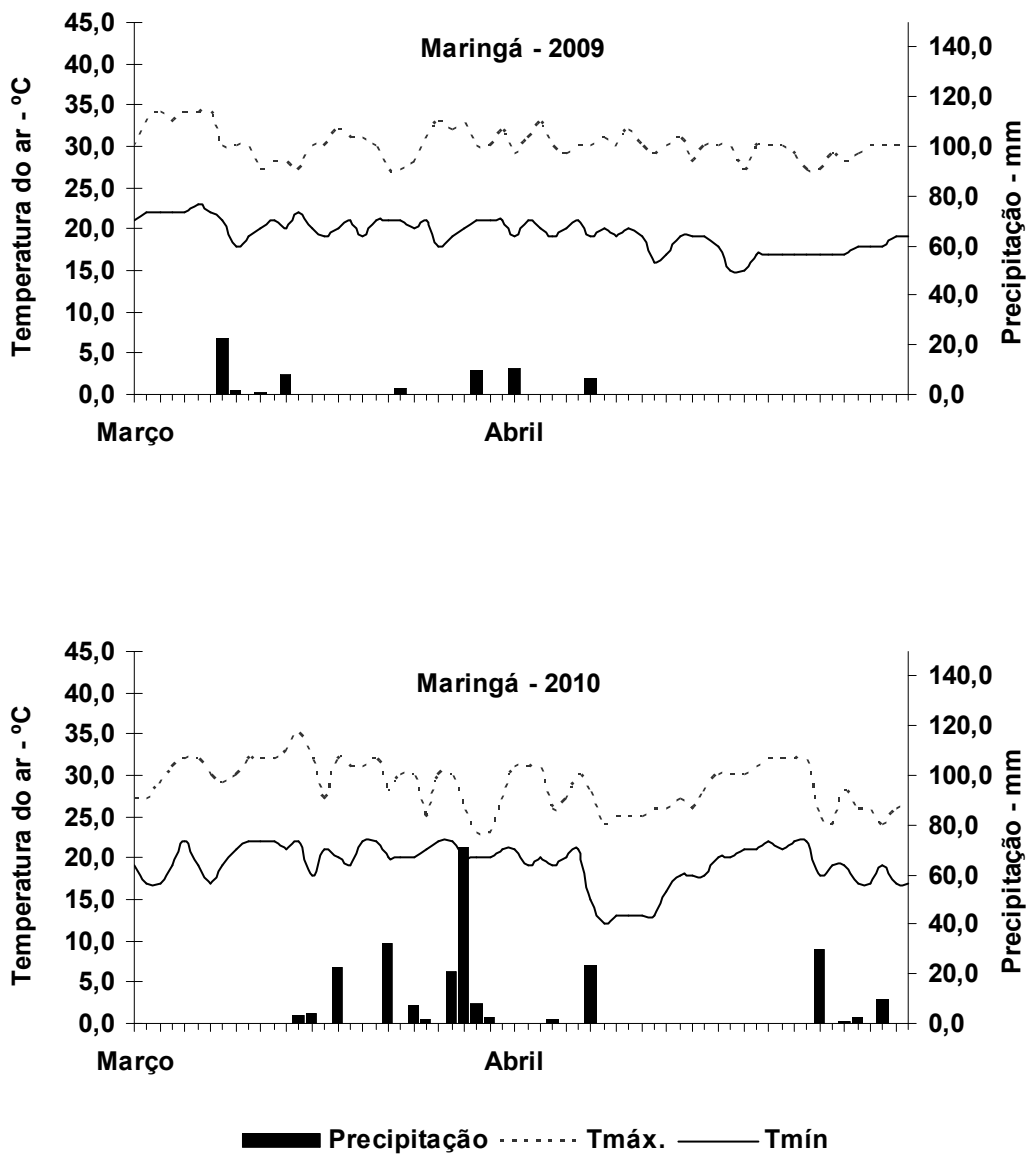
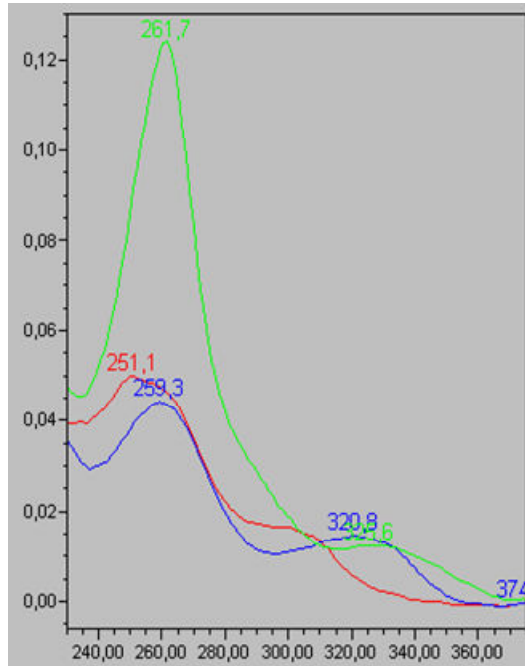


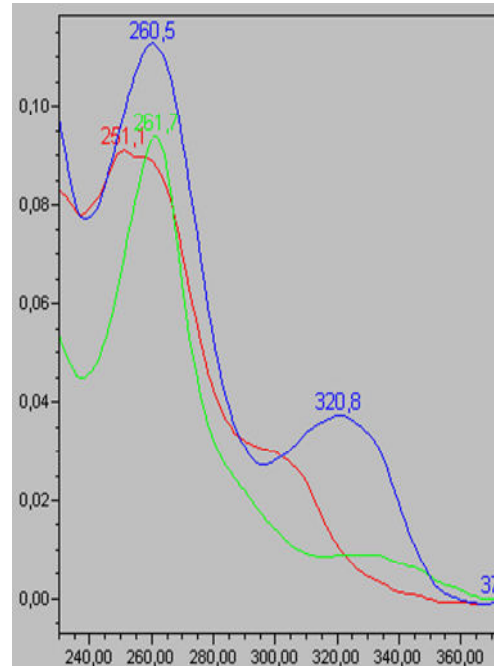
Figura 6A. Dados climáticos nos meses de março e abril em Maringá nos anos agrícolas 2008/2009 e 2009/2010.

Glicosídeo



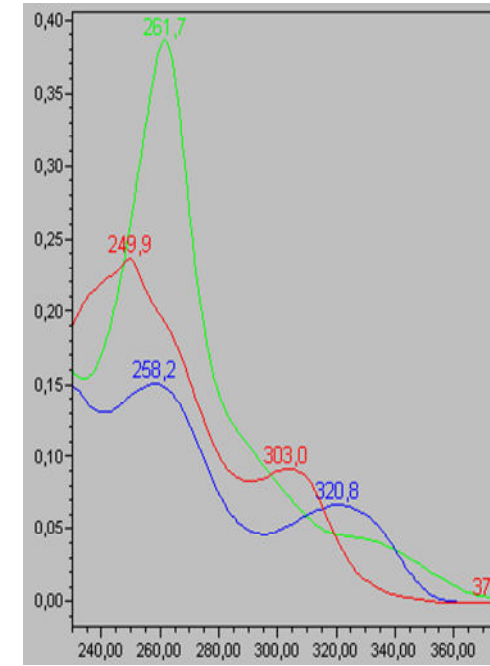
— Daidzina. Tempo de retenção:19,27min.
— Glicitina. Tempo de retenção: 19,94 min.
— Genistina. Tempo de retenção: 22,24 min.

Malonil



— M-daidzina. Tempo de retenção:25,47min.
— M-glicitina. Tempo de retenção: 26,04 min.
— M-genistina. Tempo de retenção: 26,46 min.

Aglicona



— Daidzeína. Tempo de retenção: 28,85min.
— Gliciteína. Tempo de retenção: 29,09 min.
— Genisteína. Tempo de retenção: 31,16 min.

Figura 7A. Espectro cromatográfico das isoflavonas e respectivos tempos de retenção.

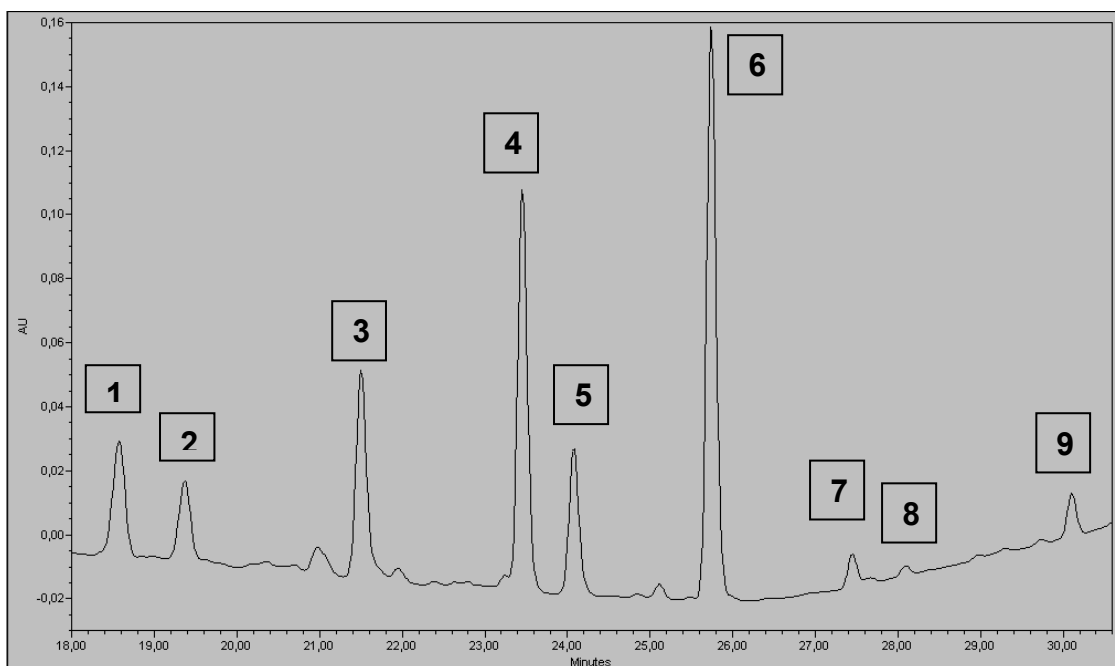


Figura 8A. Cromatograma da extração e quantificação de isoflavonas da cultivar BRS 257 na época R8, no primeiro ano em Maringá. (1- Daidzina, 2 - Glicitina, 3 - Genistina, 4 - Malonil Daidzina, 5 - Malonil Glicitina, 6 - Malonil Genistina, 7 - Daidzeína, 8 - Gliciteína, 9 – Genisteína).