

CAMILA FÁTIMA CARVALHO

**QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANITÁRIA DE SEMENTES DE
SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO**

Dissertação apresentada ao Curso de Pós-Graduação em Produção Vegetal, da Universidade do Estado de Santa Catarina, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Produção Vegetal.

Orientadora: Cileide Maria
Medeiros Coelho

LAGES, SC

2013

C331

Carvalho, Camila Fátima

Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja de diferentes grupos de maturação / Camila Fátima Carvalho. - 2013.

153 p. : il. ; 21 cm

Orientadora: Cileide Maria Medeiros Coelho

Inclui bibliografia.

Dissertação (mestrado) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Centro de Ciências Agroveterinárias, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, Lages, 2013.

1. *Glycine max.* 2. Qualidade fisiológica. 3. Qualidade sanitária de sementes. 4. Genótipos. I. Carvalho, Camila Fátima. II. Coelho, Cileide Maria Medeiros. III. Universidade do Estado de Santa Catarina. Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal. IV. Título


CAMILA FÁTIMA CARVALHO

QUALIDADE FISIOLÓGICA E SANIÁRIA DE SEMENTES DE
SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina, Mestre em Produção Vegetal, Área de concentração: Fisiologia e manejo de plantas, linha de pesquisa: Sementes.

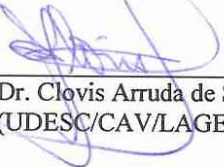
Banca Examinadora:

Orientadora/ Presidente:



Dra. Cileide Maria Medeiros Coelho
(UDESC/CAV/LAGES – SC)

Co-orientador:




Dr. Clovis Arruda de Souza
(UDESC/CAV/LAGES – SC)

Membro interno:

Dr. Ricardo Trezzi Casa
(UDESC/CAV/LAGES – SC)

Membro externo:



Dra. Rosete Pescador
(UFSC/CCA/FLORIANÓPOLIS – SC)

Lages, Santa Catarina, 26/julho/2013.

Dedico aos meus pais Luis e Neide,
pela dedicação, compreensão,
auxílio e oportunidades que sempre
me ofereceram durante toda a vida.
Em especial, ao meu filho Luis
Eduardo, pelo amor e compreensão
que obtive nesta caminhada.

Amo vocês!

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus pela minha vida, saúde, amigos e família tão especiais e, por estar comigo em todos os obstáculos em minha vida.

Ao meu filho, Luis Eduardo, por me apoiar e dar-me todo seu amor incondicional e compreensão.

Aos meus pais, Luis e Neide, por serem minha base firme de formação, paz, atenção, proteção, por quem tenho amor eterno e incondicional.

Aos meus irmãos Jeferson e Luis André, pelo enorme carinho e apoio que sempre me ofereceram.

Ao Sandro, pelo amor, pela parceria, pelo incentivo e compreensão; e por se alegrar com minhas conquistas.

À Leoclécia e João, pelo apoio.

À meus tios Celeste e Márcia, e primos Anderson e Vanessa, pelo carinho e apoio que sempre me ofereceram.

À professora Dr^a. Cileide Maria Medeiros Coelho, não só pela orientação, ensinamentos e conselhos, mas por ser minha fonte de inspiração, pelo carinho e amizade dedicados.

Aos professores Dr. Clovis Arruda de Souza, Dr. Ricardo Trezzi Casa, pelas importantes contribuições a este trabalho e sabedoria compartilhada.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, por tamanha dedicação à minha aprendizagem.

Aos colegas dos laboratórios de Sementes, e Fitopatologia do Departamento de Agronomia da UDESC, do laboratório de Sementes e Física do Solo, do Departamento de Agronomia da UNOESC.

Aos colegas de trabalho Cristyane Garcia, Carolina Delgado, Camila Corrêa, Janice Gmach, Mariana Cechinel, Tamara Pereira, Camila Segalla, Diego Gindri, Julhana Sponciado, Rita Ataide, Deivid Steffens, Lenita Agostinetto, Gesieli Buba, Madalena Sobiecki, Heitor Prezzi, Issac Heberle, Kali Simioni, Jussara Stingenhen, Gabriel, Rafaela Polli, Vinícius Spiazzi, Gustavo e Amanda pela colaboração, amizade e momentos de descontração, e a todos os colegas do PPG em Produção Vegetal.

À Universidade do Estado de Santa Catarina – UDESC e ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, pela oportunidade de aprendizado.

A CAPES, pelo apoio financeiro.

Em especial, agradeço a toda a minha família, meu suporte, aqueles responsáveis por quem eu sou, e aqueles por quem eu quero ser cada dia melhor.

Agradeço a vocês com a mais profunda admiração e respeito.

Muito obrigada!

“Nenhum trabalho de qualidade
pode ser feito sem concentração e
auto-sacrifício, esforço e dúvida.”

(Max Beerbohm)

RESUMO

CARVALHO, Camila Fátima. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja de diferentes grupos de maturação.** 2013. 153 f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal – Área: Sementes) - Universidade do Estado de Santa Catarina, Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias, Lages, 2013.

A qualidade da semente é definida como um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, indicando seu potencial de desempenho sob condições adversas, seguindo como critérios os atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários. As cultivares de soja são classificadas por grupos de maturação (GM). O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade genética associada à qualidade fisiológica e sanitária, e a contribuição dos componentes de rendimento para elevadas produtividades em cultivares de soja de diferentes grupos de maturação. O experimento foi conduzido no município de Campos Novos (SC) nas safras 2011/2012 e 2012/2013 e, utilizou-se 16 cultivares de diferentes GM e ciclo, sendo 7 cultivares de ciclo superprecoce (GM 4.7 a 5.8), 5 precoce (GM 5.9 a 6.2) e, 4 semiprecoce (GM 6.3 a 6.7). Na safra 2011/2012 devido a baixa precipitação pluviométrica precipitação (3,5 mm/dia) nas fases entre maturação e pré-colheita houve baixa incidência de patógenos nas sementes de soja (0,1% a 8,5%) nas quais as cultivares do GM 6.3 a 6.7 (ciclo semiprecoce) apresentaram maior incidência de fungos nas sementes (0,1% a 8,5%). Na safra 2012/2013 com condição de alta precipitação pluviométrica (6,9 mm/dia), as cultivares pertencentes ao GM 4.7 a 5.8 de ciclo superprecoce foram as que apresentaram maior incidência de fungos nas sementes (0,0% a 12,4%), o que permitiu indicar a maior incidência de fungos nas sementes em função das maiores precipitações pluviométricas. As cultivares do GM 4.7 a 5.8 com ciclo superprecoce, apresentaram maior produtividade e, entre os componentes de rendimento, o número de vagem por planta e o número de semente por vagem são caracteres de maior potencialidade para a seleção e identificação de genótipos superiores para o rendimento de sementes em soja. A qualidade fisiológica das sementes de soja foi dependente da cultivar utilizada e da interação com as condições ambientais, pois as

cultivares do GM 6.3 a 6.7 apresentaram maior qualidade fisiológica na MF, devido à uniformidade de precipitação no estádio de enchimento de sementes contribuindo para o seu melhor desenvolvimento.

Palavras-chave: *Glycine max.* Qualidade fisiológica. Qualidade sanitária de sementes. Genótipos.

ABSTRACT

CARVALHO, Camila Fátima. **Physiological and sanitary quality of soybean seed from maturation groups different.** 2013. 153 f. Dissertation (Master in Crop Production – Area: seeds) – Santa Catarina State University, Post Graduate Program in Agricultural Sciences, Lages, 2013.

The seed quality is due as a set of characteristics that determine its value for sowing, indicating its potential performance under adverse conditions, following as criteria the genetic physical, physiological and sanitary attributes. The soybean cultivars are classified by maturation groups (GM). This work objectified to evaluate the genetic quality associated with physiological and seed sanitary quality, and the contribution of high yield components from soybean cultivars of maturation group different. The experiment was carried out with 16 cultivars of soybean from GM and cycle, under field conditions in the 2011/2012 and 2012/2013 growing season using randomized block design with three repetitions in Santa Catarina countries: Campos Novos place. The cultivars used were: 7 veryearly cycle cultivars (GM 4.7 to 5.8), 5 early (5.9 to 6.2 GM) and 4 medium (GM 6.3 to 6.7). In growing season 2011/2012 due to low rainfall precipitation (3.5 mm / day) in stages between pre-harvest ripening, observed a low incidence of pathogens in soybean seeds (0.1% to 8.5%) which the GM cultivars of 6.3 to 6.7 (semi-early cycle) had a higher incidence of fungi in seeds (0.1% to 8.5%). In 2012/2013 with the condition of high rainfall (6.9 mm / day), the cultivars belonging to GM 4.7 to 5.8 cycle veryearly showed the highest incidence of fungi in seeds (0.0% to 12.4 %), which allowed indicate a higher incidence of fungi on seeds due to higher rainfall. Cultivars GM 4.7 to 5.8 with veryearly cycle had higher yields, and yield components between the number of pods per plant and number of seed per pod, its characters have greater potential for selection and identification of superior genotypes for yield in soybean seeds. The physiological quality of soybean seeds was dependent from cultivar used and interaction with growing season, because the GM 6.3 to 6.7 cultivars showed higher physiological quality in the MF, due to rainfall in the maturation stage contributing to its better development. In

general, the physiological and sanitary seed quality can be attributed by interaction between genetic quality and environmental conditions.

Key words: *Glycine max.* Physiological quality. Sanitary quality of seeds. Genotypes.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Temperaturas (°C) máxima, média e mínima diárias e precipitação pluviométrica (mm) registradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no município de Campos Novos-SC, no período da maturação até a colheita, na safra 2011/2012 (A) e na safra 2012/2013 (B).....	91
Figura 2 – Temperaturas (°C) máxima, média e mínima diárias e precipitação pluviométrica (mm) registradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no município de Campos Novos-SC, no período da semeadura até a maturidade fisiológica, na safra 2012/2013.....	136

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Nome comercial, nome no RNC (Registro Nacional de Cultivares) com o grupo de maturação, ciclo e peso de mil sementes, das 16 cultivares de soja, utilizadas no experimento, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, no município de Campos Novos – SC.....	47
Tabela 2 - Percentual de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (F), condutividade elétrica (CE), TZ - vigor, TZ - viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, da safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos – SC.....	52
Tabela 3 - Percentual de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (F), condutividade elétrica (CE), TZ - vigor, TZ - viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, da safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.....	58
Tabela 4 - Contribuição relativa das variáveis fisiológicas para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2011/2012, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.....	62

Tabela 5 - Contribuição relativa das variáveis do tetrazólio para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2011/2012, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.....	64
Tabela 6 - Contribuição relativa das variáveis fisiológicas para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2012/2013, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.....	65
Tabela 7 - Contribuição relativa das variáveis do tetrazólio para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2012/2013, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.....	66
Tabela 8 – Comparação entre os ciclos das 16 cultivares de soja de diferentes grupos de maturação avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos – SC.....	82
Tabela 9 – Frequência e incidência de fungos em sementes de cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos - SC.....	84
Tabela 10 – Comparação entre os ciclos das 16 cultivares de soja de diferentes grupos de maturação avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.....	85
Tabela 11 – Frequência e incidência de fungos em sementes de cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.....	87

Tabela 12 - Estatura de planta (EP), altura de inserção da primeira vagem (IPV), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), umidade (U), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (PROD) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.....107

Tabela 13 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos do caráter produtividade em soja e seus componentes de rendimento, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.....113

Tabela 14 - Contribuição relativa das variáveis para a divergência genética em 16 cultivares de soja, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.....123

Tabela 15 - Percentual de germinação (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$) e teste de tetrazólio (viabilidade, vigor, danos mecânicos, danos por umidade e danos por percevejos (%)) em sementes de cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos – SC.....133

LISTA DE APÊNDICES

APÊNDICE A – Análises de variância incluindo as fontes de variação, seus respectivos quadrados médios e significâncias e, coeficientes de variação (CV %) dos caracteres de qualidade fisiológica das sementes; germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (F), condutividade elétrica (CE) e pelo tetrazólio (TZ), o vigor, viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos – SC.....146

APÊNDICE B – Análises de variância incluindo as fontes de variação, seus respectivos quadrados médios e significâncias e, coeficientes de variação (CV %) dos caracteres de qualidade fisiológica das sementes; germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (F), condutividade elétrica (CE) e pelo tetrazólio (TZ), o vigor, viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos - SC.....147

APÊNDICE C – Nível de significância referente à estatura de planta (EP), altura de inserção da primeira vagem (IPV), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), umidade (U), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (PROD) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.....148

APÊNDICE D – *Alternaria* spp. (A), *Aspergillus flavus* (B), *Cercospora kikuchii* (C), *Cladosporium* spp. (D), *Epicoccum* spp. (E), *Fusarium graminearum* (F), *Fusarium pallidoroseum* (G), *Penicillium* spp. (H), *Phomopsis* spp. (I), *Rizophus* spp. (J), *Trichoderma* spp. (K) e *Macrophomina* spp. (L) em sementes de soja. [Fotos de Camila Fátima Carvalho].....149

LISTA DE ANEXOS

ANEXO A – Distribuição aproximada da cultura da soja e dos grupos de maturação de cultivares predominantes em cada região, no sentido norte-sul do Brasil, não considerando as subdivisões dentro de cada grupo (CULTIVARES DE SOJA..., 2008).....	150
ANEXO B - Estádios fenológicos da soja (Escala de FEHR; CAVINESS, 1977).....	151

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL.....	32
REFERÊNCIAS.....	39
2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS 2011/2012 E 2012/2013.....	42
2.1 RESUMO.....	42
2.2 INTRODUÇÃO.....	44
2.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	45
2.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	51
2.5 CONCLUSÕES.....	68
REFERÊNCIAS.....	69
3 INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES CICLOS NAS SAFRAS AGRÍCOLAS 2011/2012 E 2012/2013, NO MUNICÍPIO DE CAMPOS NOVOS, SANTA CATARINA.....	72
3.1 RESUMO.....	72
3.2 INTRODUÇÃO.....	74

3.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	76
3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	81
3.5 CONCLUSÕES.....	92
REFERÊNCIAS.....	93
4 CONTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO NA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO NA SAFRA 2012/2013.....	96
4.1 RESUMO.....	96
4.2 INTRODUÇÃO.....	98
4.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	100
4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	105
4.5 CONCLUSÕES.....	117
REFERÊNCIAS.....	118
5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO COLHIDOS NA MATURIDADE FISIOLÓGICA NA SAFRA 2012/2013.....	122
5.1 RESUMO.....	122
5.2 INTRODUÇÃO.....	124

5.3 MATERIAL E MÉTODOS.....	127
5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	132
5.5 CONCLUSÕES.....	138
REFERÊNCIAS.....	139
6 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	142
APÊNDICES.....	147
ANEXOS.....	150

1 INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da soja *Glycine max* (L.) no Brasil se destaca em função do seu grande valor sócio-econômico, determinado pelas inúmeras aplicações de seus produtos e subprodutos e expressão no mercado interno e exportação. O Brasil é o segundo maior produtor de soja do mundo, com aproximadamente 27,9 % do total da produção e o primeiro exportador mundial de soja em grão, responsável por 40,6% no comércio mundial (EMATER, 2012).

De acordo com dados da Companhia Nacional de Abastecimento – CONAB (2013) houve um expressivo incremento na área plantada da oleaginosa em relação à safra anterior (10,7%). As razões para explicar esse comportamento estão relacionadas ao alto nível das cotações da oleaginosa no mercado internacional, no mercado interno e ao bom desempenho com relação à comercialização realizada de forma antecipada, atingindo níveis recordes na safra de 2012/2013.

Em relação à safra 2011/2012 houve redução de 11,9% da produção (8,94 milhões de toneladas) devido às condições climáticas desfavoráveis caracterizadas por estiagens prolongadas causadas pelo fenômeno “La Niña” durante todo o ciclo da cultura (CONAB, 2012). As condições climáticas adversas foram os responsáveis pelo resultado negativo da safra principalmente nos estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina com quebra de 43,8% produção, ou seja, 5,09 milhões de toneladas.

A área cultivada de soja na safra brasileira de 2012/2013 foi de aproximadamente 28 milhões de hectares, apresentando um incremento

de 10,7% em comparação a safra de 2011/2012. Como resultado desta área de cultivo, a produção nacional ultrapassou 81 milhões de toneladas de grãos, com uma produtividade média de 2,94 t ha⁻¹. O incremento de 22,8% comparado à safra 2011/2012 (15,113 milhões de toneladas) foi devido ao expressivo desempenho da cultura da soja em função das boas condições de clima durante praticamente todas as fases importantes da cultura, principalmente nas regiões Sudeste e Sul. Na safra de 2012/2013 o estado de Santa Catarina foi o décimo segundo produtor de soja no Brasil, com uma produção de 1,545 milhões de toneladas, área cultivada de 505,0 mil hectares e produtividade de 3.060 kg ha⁻¹, se comparada com a safra 2011/2012 houve um incremento de 42,4% na produção de soja (CONAB, 2013).

A produção de sementes é um processo com diversas fases, que incluem o melhoramento genético, a produção, a certificação, o beneficiamento e a comercialização. Desta maneira, a produção de sementes é uma atividade especializada e requer cuidados especiais, deste a utilização de sementes de qualidade e no manejo específico da cultura nas diversas fases, pois se ocorrer alguma falha nesse processo, pode acarretar a recusa de lotes ou mesmo de toda a produção (MARCOS FILHO, 1986).

As utilizações de semente de soja de alta qualidade associada às boas práticas de semeadura asseguram o estabelecimento de uma população de plantas vigorosas e em número adequado, sendo a base para o sucesso da lavoura, além do rigoroso cumprimento e fiscalização em todas as fases de produção de sementes, pois a não utilização das práticas poderá resultar na produção de sementes de qualidade inferior (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

Marcos Filho (2005) definiu qualidade de sementes como um conjunto de características que determinam seu valor para a semeadura, indicando que o potencial de desempenho das sementes somente pode ser identificado, de maneira consistente, quando é considerada a interação dos atributos de natureza genética, física, fisiológica e sanitária. Krzyzanowski et al. (2008) complementa que esses fatores respondem pelo desempenho da semente no campo, permitindo o estabelecimento da população de plantas requerida pela cultivar, aspecto fundamental que contribui para que sejam alcançados níveis altos de produtividade.

A alta pureza genética é importante para que a cultivar possa expressar em sua plenitude todos os seus atributos de qualidade agrônômica, tais como ciclo, produtividade, resistência a enfermidades, tipo de grão, qualidades organolépticas e de semente (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

Entre os fatores ambientais que exercem efeitos sobre o desenvolvimento da cultura da soja, os mais importantes são a umidade relativa do ar, a temperatura e o fotoperíodo, que variam de acordo com as diferentes épocas do ano, apresentando variações mais acentuadas em regiões de maior latitude (SOUZA et al., 2010). Uma alternativa é usar cultivares de soja de diferentes grupos de maturação, visando facilitar a tomada de decisão dos agricultores quanto às épocas de semeadura, à diversidade de ciclos das cultivares e aos sistemas de sucessão/rotação com outras culturas.

Devido à sensibilidade da soja ao fotoperíodo, a adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que é deslocada em direção ao sul ou ao norte, em função da latitude. Portanto, as cultivares tem uma faixa

limitada de adaptação (ANEXO A). Segundo Sedyama et al. (1985) devido à sensibilidade ao fotoperiodismo, os resultados de pesquisas enfatizam que as variedades de soja não podem ser descritas pelos termos de precoce, média ou tardia em maturação, a menos que esses termos sejam relacionados com a latitude específica.

Visando à resolução desse problema, foi proposta originalmente nos Estados Unidos da América (EUA) a divisão do país em faixas de latitudes, correspondentes aos grupos de maturação. Empresas privadas e públicas de melhoramento genético têm procurado adaptar, para as condições brasileiras, essa classificação em grupos de maturação, onde experimentos foram conduzidos por três anos nas diversas regiões do Brasil (CULTIVARES DE SOJA..., 2008).

O sistema de classificação de soja por grupo de maturação varia de 0 a 10, ou seja, quanto maior é o seu número, mais próximo ao Equador será sua região de adaptação (ANEXO A). Cada grupo de maturação se ajusta melhor em determinada faixa de latitude, em função da sua resposta ao fotoperíodo, variando de acordo com a quantidade de horas/luz a que é exposta. Quanto mais perto da linha do Equador, na primavera e verão, a quantidade de horas/luz é menor em relação às regiões mais ao sul (PERNARIOL, 2000). O autor complementa que, para a planta de soja, quanto menor a quantidade luminosa de que ela recebe, mais rapidamente entrará na fase reprodutiva (florescimento), encurtando assim o seu ciclo e reduzindo a altura de planta.

Cabe salientar que o ciclo da cultivar aumenta com a latitude e diminui quando se desloca do sul para o norte, cada decréscimo dessa numeração significa em torno de dois dias de variação no ciclo total das cultivares.

Bonato; Lange; Bertagnolli (2001) estudando o desempenho de cultivares de soja de diferentes ciclos em semeaduras durante os dois últimos decênios de dezembro na região do planalto médio do Rio Grande do Sul evidenciaram que se pode utilizar cultivares de soja de ciclos precoce e médio, sem comprometer a produtividade de grãos, em comparação com as de ciclo tardio e, com isso, a área poderia ser desocupada mais cedo, facilitando a implantação de sistemas de rotação/sucessão de culturas, reduzindo o tempo de ocorrência de pragas, especialmente de percevejos, e permitindo que a colheita fosse feita durante um período no qual, normalmente, ocorrem condições climáticas mais favoráveis, evitando-se que a mesma coincida com períodos de excesso de precipitação pluvial no final do ciclo.

A maior qualidade das sementes de soja é observada na maturidade fisiológica, indicado como o momento em que cessa a transferência de matéria seca da planta para as sementes, pois ocorreu o máximo acúmulo de matéria seca. Nesta ocasião, as sementes apresentam alta qualidade fisiológica, e a partir daí, a semente permanece ligada à planta apenas fisicamente e exposta a condições adversas de ambiente (MARCOS FILHO, 2005). A partir da maturidade fisiológica, as sementes permanecem no campo para reduzir o teor de água das sementes, ficando expostas às flutuações de temperatura, períodos alternados de umidade e seca, além do ataque de insetos e fungos que causam a deterioração das sementes.

Dentre os fatores que afetam a qualidade das sementes de soja, pode-se mencionar a infecção por patógenos que diminuem o potencial fisiológico das sementes podendo causar sua deterioração. A incidência de fungos em sementes de soja varia em função de inúmeros fatores,

principalmente das condições climáticas durante a fase final do ciclo da cultura, com prevalência em anos em que ocorrem períodos de alta umidade relativa do ar ou chuvas entre a maturação e a colheita, e como consequência, tem-se a produção de sementes de soja com baixa qualidade fisiológica (SEDIYAMA, 2009).

Cultivares de ciclos diferentes numa mesma região apresenta de modo geral, grande variação quanto à qualidade das sementes. Variedades de soja cultivadas em temperaturas, com média anual acima de 30 °C, e chuvas no período da maturação à colheita, são predispostas a infecções por *Phomopsis* spp., *Colletotrichum* spp. e *Fusarium pallidoroseum*. Geralmente, as cultivares precoces e de ciclo médio, as quais findam seus ciclos entre meados de fevereiro e março, estão sujeitas a altas temperaturas e umidade, e desta forma podem ser infectadas por tais patógenos, em comparação às cultivares tardias. Sementes obtidas de campos produtores sujeitos a tais condições climáticas poderão ser descartadas, até mesmo antes da análise sanitária e fisiológica (HAMAWAKI et al., 2002).

Nesse sentido, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar e avaliar a qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja de diferentes grupos de maturação em duas safras agrícolas 2011/2012 e 2012/2013, no município de Campos Novos, SC.

A dissertação foi organizada em quatro capítulos, tendo cada um deles uma abordagem distinta sobre a caracterização das cultivares, quanto à qualidade das sementes de soja. No primeiro capítulo dedicou-se a analisar a qualidade fisiológica verificando a contribuição relativa dos caracteres fisiológicos para a divergência genética e a resposta das diferentes cultivares quanto à qualidade fisiológica em função do ano de

cultivo (duas safras). No segundo capítulo, verificou-se a incidência de fungos em sementes de soja de diferentes grupos de maturação em duas safras. No terceiro capítulo objetivou-se avaliar a contribuição dos componentes de rendimento na produtividade de sementes de soja na safra agrícola 2012/2013. E por fim, no quarto capítulo verificou-se a qualidade fisiológica das sementes de soja colhidas no estágio da maturidade fisiológica na safra 2012/2013.

REFERÊNCIAS

BONATO, E.R.; LANGE, C.E.; BERTAGNOLLI, P.F. Desempenho de cultivares de soja de diferentes ciclos em semeaduras de dezembro, na região do planalto médio do Rio Grande do Sul. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 935-940, 2001.

CONAB –COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, décimo segundo levantamento, set. 2012. Brasília: Conab, 2012. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/12_09_06_09_18_33_boletim_graos_-_setembro_2012.pdf>. Acesso em: 26 fev. 2013.

CONAB –COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira**: grãos, oitavo levantamento, maio 2013. Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_05_09_11_56_07_boletim_2_maio_2013.pdf>. Acesso em: 14 maio. 2013.

CULTIVARES DE SOJA 2008/2009 - Região Centro-Sul. Londrina: Fundação Meridional, 2008. 76 p. (Documentos/Embrapa Soja, ISSN 1516-781X; n.309).

EMATER. **Conjuntura agrícola**. Disponível em: <<http://www.emater.go.gov.br/w/3446>>. Acesso em: 24 jun. 2012.

HAMAWAKI, O.T. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 201-205, 2002.

KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA – CNPSO, 2008. (Circular Técnica, 55).

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 12, 2005, 495 p.

MARCOS FILHO, J. **Produção de sementes de soja**. Campinas: Fundação Cargill, 1986. 86 p.

PERNARIOL, A. Soja: cultivares no lugar certo. **Informações Agronômicas**, n. 90, 2000. 13-14 p.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009. 314 p.

SEDIYAMA, T. et al. **Cultura da soja**. Viçosa: UFV, 1985. 96 p.

SOUZA, C.A. et al. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

2 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO NAS SAFRAS AGRÍCOLAS 2011/2012 E 2012/2013

2.1 RESUMO

A qualidade das sementes pode ser investigada precocemente, com base na divergência genética entre os genitores, que pode ser avaliada a partir de características agrônômicas, morfológicas, fisiológicas, moleculares, entre outras. O objetivo do trabalho foi determinar a qualidade fisiológica de sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação, verificar a contribuição relativa dos caracteres fisiológicos para a divergência genética e caracterizar a resposta das diferentes cultivares quanto à qualidade fisiológica em função do ano de cultivo. O experimento foi conduzido no município de Campos Novos (SC) nas safras 2011/2012 e 2012/2013 e, utilizou-se 16 cultivares de diferentes GM e ciclo, sendo 7 cultivares de ciclo superprecoce (GM 4.7 a 5.8), 5 precoce (GM 5.9 a 6.2) e, 4 semiprecoce (GM 6.3 a 6.7). Avaliou-se a qualidade fisiológica das sementes através dos testes de germinação, envelhecimento acelerado, frio, condutividade elétrica e tetrazólio. As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e os genótipos comparados pelo teste de Scott-Knott. A dissimilaridade genética foi obtida por meio da técnica de agrupamento proposto por Tocher, fundamentada na distância generalizada de Mahalanobis. A qualidade fisiológica das sementes de soja apresentou variação em função do ano agrícola e do método de vigor utilizado. A cultivar FUNDACEP 66 RR apresentou o menor percentual de germinação nas duas safras (78% e 77%, respectivamente) podendo considerar que o fator genético é uma característica intrínseca da cultivar. Na safra 2011/2012 destacam-se as cultivares BMX FORÇA RR (GM 6.2) e BMX POTÊNCIA RR (GM 6.7) com maior germinação e vigor ($\geq 80\%$) e na safra 2012/2013 destacam-se as cultivares BMX TURBO RR (GM 5.8) BMX FORÇA RR e BMX TORNADO RR (ambas GM 6.2), e as cultivares do GM 6.3 a 6.7 (SYN 1163 RR, A 6411 RG, FUNDACEP 60 RR e BMX POTÊNCIA RR) com maior germinação e vigor ($\geq 80\%$). Os parâmetros fisiológicos de maior contribuição para a divergência genética foram a condutividade elétrica, seguida dos testes de frio e envelhecimento acelerado, e os danos por umidade, como mais eficazes na diferenciação das cultivares de soja,

nas duas safras. A resposta das cultivares foi dependente do componente genético em função do grupo de maturação com as variações ambientais do respectivo ano de cultivo. Sendo que as cultivares do GM 6.3 a 6.7 apresentaram maior qualidade fisiológica na safra 2012/2013.

Palavras-chave: *Glycine max*, divergência genética, vigor.

2.2 INTRODUÇÃO

As sementes de soja (*Glycine max* L. Merrill) podem ser consideradas como o insumo agrícola de maior importância, por representar a base do processo produtivo, uma vez que conduz ao campo as características genéticas inerentes a cada cultivar, para isso o uso de sementes de alta qualidade fisiológica é de fundamental importância na obtenção de um estande uniforme (FRANÇA NETO, 2007; KRZYŻANOWSKI et al., 2008a). Essa qualidade das sementes pode ser caracterizada pela germinação e pelo vigor, o qual pode ser definido por vários atributos que conferem à semente o potencial de germinar, emergir e resultar rapidamente em plântulas normais sob ampla diversidade de condições ambientais (TUNES et al., 2011).

A qualidade da semente de soja pode ser influenciada por diversos fatores, que podem ocorrer durante as fases de produção a campo, na operação de colheita, na secagem, no beneficiamento, no armazenamento, no transporte e na semeadura. Após a maturidade fisiológica, as sementes são consideradas como armazenadas temporariamente a campo, enquanto não é realizada a colheita. O retardamento da colheita da soja, após a maturidade fisiológica, pode causar reduções na germinação e no vigor das sementes dependentes de fatores genéticos e das condições do ambiente adversas, às quais estão expostas (FRANÇA NETO, 2007).

Estresses climáticos, frequentemente associados com danos causados por insetos e por microrganismos, e por oscilações de umidade, são considerados como as principais causas da deterioração da semente no campo. O dano por umidade é oriundo das oscilações de

umidade decorrentes de chuva, neblina e orvalho, principalmente quando associados a temperaturas elevadas (KRZYZANOWSKI et al., 2008a; FRANÇA NETO, 2007).

A qualidade das sementes pode ser investigada precocemente, com base na divergência genética entre os genitores, que pode ser avaliada a partir de características agronômicas, morfológicas, fisiológicas, moleculares, entre outras. As informações múltiplas de cada cultivar são expressas em medidas de dissimilaridade por meio de técnicas de análises multivariadas, que permitem expressar o grau de diversidade genética entre os genitores analisados (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Desta forma, as hipóteses do trabalho são que existe divergência genética para a qualidade fisiológica para as cultivares de diferentes grupos de maturação, independentes da safra de cultivo e, que as respostas fisiológicas são diferentes para cada cultivar por grupo de maturação.

Esta pesquisa tem como objetivos determinar a qualidade fisiológica de sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação, verificar a contribuição relativa dos caracteres fisiológicos para a divergência genética e caracterizar a resposta das diferentes cultivares quanto à qualidade fisiológica em função da safra de cultivo.

2.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em lavoura comercial, no município de Campos Novos – SC, em duas

safras agrícolas 2011/2012 e 2012/2013. Segundo o Atlas Climatológico de Santa Catarina, o município de Campos Novos está localizado no Meio Oeste de Santa Catarina, com altitude média de 964,23 m, latitude sul de 27°24' e longitude oeste de 51°12' com temperatura média anual de 16,5 °C , com precipitação média anual de 1.851,7 mm (EPAGRI, 2013).

Na safra 2011/2012 utilizou-se sementes da categoria 1 (C1) previamente classificada na peneira Ø 6,5 mm, para multiplicação e obtenção de sementes para a próxima safra. Na safra 2012/2013 as sementes utilizadas foram oriundas da colheita da safra anterior, pertencendo a categoria certificada 2 (C2) previamente classificada na peneira Ø 6,5 mm. A semeadura do experimento na safra 2011/2012 realizada no dia 1º de novembro de 2011, e na safra 2012/2013 a semeadura foi realizada no dia 09 de novembro de 2012, de acordo com o zoneamento agroclimático para a região, e, ambas as safras em sistema de plantio direto, e o cultivo da soja foi em sucessão com o cultivo da aveia preta.

Cada parcela experimental foi composta por 5 linhas espaçadas de 0,5 m com comprimento de 13 m. A área útil de cada parcela (8 m²) foi constituída pelas três linhas centrais, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade. Foram utilizadas 15 sementes por metro linear nas duas safras, procurando-se obter uma densidade de 30 plantas m⁻². As adubações foram realizadas de acordo com a análise química do solo, segundo as recomendações técnicas para a cultura na região.

As dezesseis cultivares utilizadas foram de diferentes grupos de maturação (GM) e ciclo, todas com hábito de crescimento indeterminado; destas, sete cultivares classificadas como superprecoce (GM 4.7 a 5.8), cinco precoce (GM 5.9 a 6.2) e, quatro semiprecoce (GM 6.3 a 6.7) (Tabela 1).

Tabela 1 - Nome comercial, nome no RNC (Registro Nacional de Cultivares) com o grupo de maturação, ciclo e peso de mil sementes, das 16 cultivares de soja, utilizadas no experimento, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, no município de Campos Novos – SC.

Nome comercial	Nome no RNC	Grupo de Maturação	Ciclo	PMS
ND 4725 RG	A 4725RG	4,7	Super Precoce	172.4 g
BMX ENERGIA RR	BMX ENERGIA RR	5,0	Super Precoce	176.0 g
BMX VELOZ RR	5953 RSF	5,0	Super Precoce	172.0 g
BMX APOLO RR	Don Mario 6 8 i	5,5	Super Precoce	168.0 g
FUND 62 RR	FUNDACEP 62RR	5,6	Super Precoce	146.0 g
BMX TURBO RR	BMX TURBO RR	5,8	Super Precoce	205.2 g
SYN 3358 RR	SYN3358 RR	5,8	Super Precoce	180.0 g
SYN 1059 RR	SYN1059 RR	5,9	Precoce	177.7 g
BMX FORÇA RR	BMX Força RR	6,2	Precoce	174.0 g
BMX MAGNA RR	Don Mario 7.0i	6,2	Precoce	143.0 g
FUND 66 RR	FUNDACEP 66RR	6,2	Precoce	200.0 g
BMX TORNADO RR	6863 RSF	6,2	Precoce	175.0 g
SYN 1163 RR	SYN1163 RR	6,3	Semi Precoce	185.3 g
A 6411 RG	A 6411RG	6,4	Semi Precoce	191.5 g
FUND 60 RR	FUNDACEP 60RR	6,4	Semi Precoce	139.0 g
BMX POTÊNCIA RR	BMX Potência RR	6,7	Semi Precoce	168.0 g

Fonte: produção do próprio autor, baseada nos catálogos das cultivares e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Os estádios de desenvolvimento da cultura da soja foram acompanhados de acordo com a escala fenológica de desenvolvimento das plantas de soja de Fehr; Caviness (1977). A colheita foi realizada na fase de maturação plena (95% das vagens com coloração de madura – R8) (ANEXO B) e, com o critério de que as sementes fossem colhidas com umidade próxima a 13%. Em seguida, foi efetuado o beneficiamento manual das sementes, retirando-se as impurezas físicas presentes nas amostras de sementes, sendo que a colheita das cultivares foi realizada em diferentes épocas, por pertencerem a diferentes grupos de maturação e ciclo. As sementes colhidas foram acondicionadas em câmara seca, com umidade relativa de $50 \pm 1\%$ e temperatura de 10 ± 1 °C, para posterior realização das análises das sementes.

Após a colheita e beneficiamento realizou-se a obtenção da amostra média e de trabalho. Primeiramente realizou-se a junção das sementes de cada repetição de campo para obtenção da amostra de trabalho da seguinte maneira: retirou-se uma porção com cerca de 680 g de sementes da parcela útil de cada repetição no campo (amostras simples), misturou-as para a obtenção da amostra composta de cerca de 2000 g. Dessa, retirou-se 1000 g (amostra média) a qual deu origem a amostra de trabalho; amostra necessária para a realização de todos os testes, além de retirar a amostra duplicata de aproximadamente um quilograma para eventual reanálise, de acordo com as Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

As sementes foram avaliadas em laboratório, determinando-se a porcentagem de germinação, envelhecimento acelerado, frio, condutividade elétrica e tetrazólio das sementes das dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação.

O teste de germinação foi conduzido utilizando-se quatro repetições de 50 sementes/repetição, acondicionadas em rolo de papel tipo *Germitest*, umedecido em água destilada na proporção de 2,5 vezes a massa do papel seco, sob temperatura constante de 25 °C, em câmara germinativa. As avaliações de porcentagens de plântulas normais ocorreram no sexto dia após o início do teste, conforme prescrito nas RAS (BRASIL, 2009).

O teste de envelhecimento acelerado foi realizado conforme a metodologia descrita por Marcos Filho (1987), utilizando-se quatro repetições de 50 sementes cada. As sementes foram distribuídas em camada única e uniforme sobre tela de inox fixada no interior da caixa plástica do tipo “gerbox®” contendo 40 mL de água destilada. As caixas foram tampadas e mantidas por 48 h em câmara de envelhecimento com controle de umidade relativa 100% e temperatura de 41 °C. Após este período foi realizado o teste de germinação, com a avaliação no sexto dia (BRASIL, 2009).

O teste de frio foi realizado utilizando-se quatro repetições de 50 sementes, utilizou-se o mesmo procedimento do teste de germinação – RAS (BRASIL, 2009), com o acondicionamento dos rolos com as sementes em sacos plásticos selados e colocados em câmara germinativa BOD, a uma temperatura de 10 °C durante cinco dias. Após este período, os rolos foram retirados dos sacos plásticos e transferidos para o germinador a 25 °C. O número de plântulas normais foi avaliada em uma única contagem no quarto dia após a transferência para a temperatura ambiente de 25 °C (VANZOLINI et al., 2007).

O teste de condutividade elétrica foi realizado com quatro repetições de 50 sementes, acondicionados em recipiente contendo 75

mL de água ultrapura e mantidas em germinador a 25 °C, por 24 h. Após a embebição foi determinada a condutividade elétrica da solução e os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (COLETE et al., 2007).

No teste de tetrazólio foram utilizadas 100 sementes (duas repetições de 50 sementes/tratamento), as quais foram pré-condicionadas entre papel *Germitest* umedecidos, com a quantidade de 2,5 vezes a massa do papel, durante 16 h a 25 °C em germinador. Em seguida, as sementes foram colocadas em recipiente plástico e mantidas submersas em solução de 0,075% de 2,3,5 trifenil tetrazólio, a 40 °C, no escuro, por três horas. Decorrido este tempo, as sementes foram lavadas e mantidas submersas em água até o momento da avaliação (FRANÇA NETO et al., 1998).

Inicialmente, os resultados foram submetidos a testes para verificação de normalidade e homogeneidade de variâncias. A partir deles verificou-se a necessidade de aplicar-se a transformação arco seno da raiz quadrada às variáveis, germinação, envelhecimento acelerado, frio, e, para as variáveis do teste de tetrazólio, vigor, viabilidade, dano mecânico, dano por umidade e dano por percevejo. A seguir os dados foram submetidos à análise de variância e para as comparações entre as médias dos genótipos foi utilizado o teste de Scott-Knott. A importância de caracteres para a diversidade foi realizada por meio da metodologia de Singh. O estabelecimento de grupos similares foi procedido aplicando-se o método de otimização proposto por Tocher tendo como medida de dissimilaridade a distância generalizada de Mahalanobis. Todas as análises foram conduzidas com os programas GENES (CRUZ, 2008) e R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

2.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

A análise de variância revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as cultivares para todos os parâmetros de viabilidade e vigor avaliados na safra 2011/2012 (APÊNDICE A), evidenciando que os genótipos apresentam características fisiológicas diferenciadas. O mesmo não foi observado na safra 2012/2013 (APÊNDICE B), onde a análise de variância revelou diferenças significativas para germinação, envelhecimento acelerado, frio, condutividade elétrica, dano mecânico e dano por umidade, mostrando diferenças entre os dois anos de cultivo da soja.

A maioria das cultivares de soja dos diferentes grupos de maturação apresentaram o percentual mínimo de germinação exigido pela legislação para produção e comercialização de sementes de soja (80%) (BRASIL, 2005), com exceção a cultivar FUNDACEP 66 RR (78%) (Tabela 2). A baixa germinação da cultivar FUNDACEP 66 RR pode ser atribuída às características genéticas, pois somente esta cultivar do GM 6.2 apresentou baixa germinação, enquanto outras cultivares (BMX FORÇA RR, BMX MAGNA RR e BMX TORNADO RR) do mesmo grupo de maturação (GM 6.2) apresentaram alto percentual de germinação (91% a 96%).

Tabela 2 - Percentual de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (F), condutividade elétrica (CE), TZ - vigor, TZ - viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, da safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos - SC.

Cultivar	G	EA	F	CE	TZ-Vigor	TZ-Viabilidade	DM	DU	DP
ND 4725 RG	88 b	73 b	73 b	73 a	73 b	85 b	28 a	94 a	30 a
BMX ENERGIA RR	90 b	93 a	64 d	66 b	85 a	94 b	12 b	67 d	34 a
BMX VELOZ RR	90 b	78 b	76 b	77 a	60 c	83 b	31 a	88 b	25 a
BMX APOLO RR	94 a	88 a	78 b	57 c	82 a	94 b	14 b	73 c	19 a
FUND 62 RR	92 a	92 a	86 a	52 d	88 a	98 a	23 a	75 c	12 b
BMX TURBO RR	96 a	91 a	64 d	51 d	85 a	98 a	23 a	59 e	18 a
SYN 3358 RR	98 a	98 a	88 a	43 e	98 a	99 a	15 b	79 c	13 b
SYN 1059 RR	95 a	96 a	81 b	41 e	87 a	98 a	17 b	62 e	5 b
BMX FORÇA RR	96 a	90 a	80 b	53 d	88 a	97 a	12 b	43 f	10 b
BMX MAGNA RR	91 a	93 a	77 b	52 d	90 a	99 a	14 b	66 d	1 b
FUND 66 RR	78 c	72 b	56 d	74 a	60 c	95 b	31 a	97 a	5 b
BMX TORNADO RR	91 b	90 a	88 a	50 d	93 a	99 a	10 b	67 d	6 b
SYN 1163 RR	96 a	90 a	72 c	48 e	88 a	98 a	10 b	54 e	5 b
A 6411 RG	93 a	86 a	62 d	57 c	84 a	98 a	21 a	75 c	11 b
FUND 60 RR	94 a	79 b	63 d	61 c	82 a	90 b	13 b	76 c	9 b
BMX POTÊNCIA RR	94 a	94 a	85 a	46 e	92 a	99 a	9 b	49 f	10 b
Média	92	87	74	56	83	95	18	70	13
CV	6,7	7,3	6,3	9,4	5,2	6,2	18,5	5,1	23,3

Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, TZ = tetrazólio.
Fonte: produção do próprio autor.

Além da determinação do percentual de germinação, é importante caracterizar as variedades quanto às características de vigor, o que deve ser considerado utilizando o maior número de teste possível visando caracterizar o vigor de forma mais abrangente e inter-relacionar os diferentes testes utilizados para caracterizar a qualidade fisiológica das sementes sob diferentes condições de estresses.

Desta forma, o teste de envelhecimento acelerado é uma alternativa para simular o potencial fisiológico das sementes após determinado período de armazenamento, o qual mostrou diferenças significativas para cada cultivar por grupo de maturação. A maioria das cultivares de soja apresentaram elevado vigor (86% a 98%) mesmo depois do estresse submetido pelo teste de envelhecimento acelerado, e as cultivares ND 4725 RG, BMX VELOZ RR, FUNDACEP 66 RR e FUNDACEP 60 RR não apresentaram vigor mínimo de 80% mostrando-se mais sensíveis ao estresse imposto pelo teste (Tabela 2).

As cultivares de soja mostraram-se mais sensíveis ao estresse imposto pelo teste de frio, destacando as cultivares FUNDACEP 62 RR, SYN 3358 RR, BMX TORNADO RR, BMX POTÊNCIA RR como mais resistentes ao estresse imposto pelo teste de frio, e apesar das cultivares SYN 1059 RR e BMX FORÇA RR apresentarem diferenças significativas, pode-se considerá-las resistentes ao teste de frio, pois também apresentaram vigor após o frio, superior a 80% (80% a 88%), e as demais cultivares apresentaram baixo vigor após o estresse (56% a 78%) (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Vanzolini et al. (2007) com cultivares de soja, o qual notou que o estresse imposto pelo teste de frio foi maior que do que o teste de

envelhecimento acelerado resultando em diminuição de vigor após este teste.

Os resultados do teste de condutividade elétrica mostram que a maioria das cultivares de soja apresentaram alto vigor, pois segundo Colete et al. (2007) sementes de soja que apresentam condutividade elétrica no valor de até $70 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ são classificadas como de alto vigor, desta maneira, as cultivares BMX ENERGIA RR, BMX APOLO RR, FUNDACEP 62 RR, BMX TURBO RR, SYN 3358 RR, SYN 1059 RR, BMX FORÇA RR, BMX MAGNA RR, BMX TORNADO RR, SYN 1163 RR, A 6411 RG, FUNDACEP 60 RR e BMX POTÊNCIA RR apresentaram maior vigor, pois apresentaram baixos valores de CE (41 a $66 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) e assim menor lixiviação de solutos e, as cultivares ND 4725 RG, BMX VELOZ RR e FUNDACEP 66 RR apresentaram médio vigor pois apresentaram valores de condutividade entre 70 a $80 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$ (73 a $77 \mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$) (Tabela 2).

No teste de tetrazólio, as cultivares apresentaram diferenças quanto à viabilidade, cujas cultivares ND 4725 RG, BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR, FUNDACEP 66 RR e FUNDACEP 60 RR apresentaram de 83% a 95% de viabilidade com germinação entre 78% e 94% e as demais cultivares apresentaram de 97% a 99% de viabilidade (Tabela 2).

Com relação ao vigor pelo teste de tetrazólio, verificou-se diferenças significativas entre as cultivares de soja. França Neto; Krzyzanowski; Costa (1998) propuseram a classificação dos níveis de vigor, cujos valores superiores a 85% são classificadas como o mais alto vigor. A maioria das cultivares estudadas foram classificadas como mais alto vigor (BMX ENERGIA RR, FUNDACEP 62 RR, BMX TURBO

RR, SYN 3358 RR, SYN 1059 RR, BMX FORÇA RR, BMX MAGNA RR, BMX TORNADO RR, SYN 1163 RR e BMX POTÊNCIA RR). Já as cultivares BMX APOLO RR, A 6411 RG e FUNDACEP 60 RR apresentaram alto vigor (75% a 84%) e as cultivares BMX VELOZ RR, FUNDACEP 66 RR e ND 4725 RG como médio vigor (60% a 73%) (Tabela 2).

As causas de perda de vigor e que podem afetar negativamente a qualidade da semente de soja, segundo França Neto; Krzyzanowski; Costa (1998) são indicadas como danos mecânicos, deterioração por umidade e danos por percevejos, onde cada tipo de dano está associado com lesões características identificadas através do teste de tetrazólio, permitindo o diagnóstico da perda do vigor e viabilidade das sementes de soja.

Os danos mecânicos apresentaram diferenças significativas para cada cultivar, variando de 9% a 31% de danos mecânicos, onde as cultivares ND 4725 RG, BMX VELOZ RR, FUNDACEP 62 RR, BMX TURBO RR, FUNDACEP 66 RR e A 6411 RG apresentaram maiores níveis de danos mecânicos (31% a 21%) (Tabela 2). França Neto et al. (2007) afirma que além das consequências diretas dos danos mecânicos sobre a qualidade da semente, os danos por umidade podem resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que a semente danificada é extremamente vulnerável a estes impactos.

Os danos por umidade foram mais acentuados nas cultivares avaliadas, e os responsáveis pela maior perda do vigor das sementes de soja, com destaque para as cultivares FUNDACEP 66 RR, ND 4725 RG e BMX VELOZ RR que apresentaram maior quantidade de danos por umidade (97%, 94% e 88%), resultando na diminuição da viabilidade

(95%, 85% e 83%) e menor vigor (60%, 73% e 60%) respectivamente, observados pelo teste de tetrazólio (Tabela 2).

Os percevejos são considerados as pragas mais importantes da cultura da soja, por se alimentarem diretamente das sementes, sendo responsáveis por danos que refletem na redução da produção, na qualidade e na germinação de sementes, e, por transmissão de moléstias (BELORTE et al., 2003), através do teste de tetrazólio, observou-se que as cultivares ND 4725 RG, BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR e BMX TURBO RR, pertencentes ao GM 4.7 a 5.8 (ciclo superprecoce) apresentaram-se mais suscetíveis aos danos causados pelas picadas de percevejos, (18% a 34%) na safra 2011/2012, mas de forma pouco expressiva em relação aos demais danos por umidade e mecânico (Tabela 2).

Na safra 2012/2013 a maioria das cultivares de soja dos diferentes grupos de maturação apresentaram o percentual mínimo de germinação exigido pela legislação de produção e comercialização de sementes de soja (80%) (BRASIL, 2005), com exceção a cultivar FUNDACEP 66 RR (77%) (Tabela 3).

A baixa germinação da cultivar FUNDACEP 66 RR pode ser atribuída à características genéticas, pois esta cultivar pertence ao GM 6.2 e apresentou baixa germinação, mas outras cultivares que também pertencem ao GM 6.2 (BMX FORÇA RR, BMX MAGNA RR e BMX TORNADO RR) apresentaram alta germinação (83% a 99%), ou seja, esta característica não foi associada ao ciclo. A semeadura das cultivares foi efetuada nas duas safras agrícolas para proporcionar que a resposta das cultivares fosse dependente do componente genético em função dos diferentes grupos de maturação com as variações de ambiente do

respectivo ano de condução do experimento. As cultivares do mesmo grupo de maturação (GM 6.2) foram colhidas no mesmo dia, desta maneira observou-se que o fator genético foi preponderante, e permitiu indicar a baixa qualidade das sementes da cultivar FUNDACEP 66 RR, pois a mesma cultivar apresentou baixo percentual de germinação nas duas safras agrícolas (Tabela 2 e 3).

Indicações do efeito dos genótipos sobre as respostas de qualidade fisiológica das sementes de soja foram indicadas por outros autores, segundo Silva et al. (2011) estudando quatro cultivares de soja durante as etapas do beneficiamento, encontraram que a cultivar de soja Vencedora apresentou baixa germinação (76%) em todas as etapas, o qual associou-se à má qualidade genética das sementes produzidas, afirmando que as sementes da referida cultivar poderiam ser descartadas devido ao baixo percentual de germinação.

Tabela 3 - Percentual de germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste frio (F), condutividade elétrica (CE), TZ - vigor, TZ - viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, da safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Cultivar	G	EA	F	CE	TZ- Vigor	TZ- Viabilidade	DM	DU	DP
ND 4725 RG	83 c	79 c	66 c	106 a	77 a	97 a	5 b	66 a	13 a
BMX ENERGIA RR	97 b	95 b	96 a	64 d	97 a	100 a	1 c	37 d	8 a
BMX VELOZ RR	92 b	80 c	86 b	83 b	92 a	97 a	0 c	47 c	18 a
BMX APOLO RR	99 a	97 a	96 a	74 c	97 a	100 a	0 c	19 f	13 a
FUND 62 RR	99 a	99 a	94 a	74 c	96 a	99 a	4 b	37 d	8 a
BMX TURBO RR	97 b	95 b	83 b	60 d	96 a	99 a	2 c	28 e	6 a
SYN 3358 RR	95 b	96 a	92 a	55 e	95 a	100 a	1 c	49 c	9 a
SYN 1059 RR	99 a	97 a	91 a	51 e	95 a	99 a	0 c	40 d	11 a
BMX FORÇA RR	97 a	94 b	94 a	62 d	96 a	99 a	0 c	17 f	14 a
BMX MAGNA RR	96 b	72 c	89 a	56 e	96 a	99 a	1 c	31 e	4 a
FUND 66 RR	77 c	56 d	78 b	66 d	87 a	99 a	17 a	56 b	4 a
BMX TORNADO RR	93 b	89 b	95 a	59 d	97 a	99 a	0 c	22 f	4 a
SYN 1163 RR	96 b	97 a	97 a	56 e	98 a	100 a	0 c	30 e	1 a
A 6411 RG	94 b	85 c	92 a	55 e	94 a	100 a	0 c	32 e	14 a
FUND 60 RR	97 a	91 b	93 a	49 e	98 a	100 a	0 c	16 f	12 a
BMX POTÊNCIA RR	94 b	90 b	92 a	51 e	95 a	99 a	0 c	10 g	17 a
Média	94	88	89	64	94	99	2	34	10
CV	5,5	7,2	6,0	9,7	7,6	4,9	87,8	6,2	32,5

Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância, TZ = tetrazólio.
Fonte: produção do próprio autor.

Na safra 2012/2013 as cultivares apresentaram melhores características de tolerância ao estresse imposto pelo teste de envelhecimento acelerado em função da qualidade das sementes obtidas no campo, ou seja, das condições ambientais, principalmente na fase de maturação e dessecação, das quais somente as cultivares FUNDACEP 66 RR, BMX MAGNA RR e ND 4725 RG, mesmo não diferindo estatisticamente das cultivares BMX VELOZ e A 6411 RG, apresentaram baixo vigor (56% a 79%) (Tabela 3).

Os resultados do teste de frio na safra 2012/2013 foram diferentes com relação à safra anterior. Na safra 2012/2013 a situação se inverteu, pois a maioria das cultivares apresentaram elevado vigor após o estresse imposto pelo frio, sendo que somente as cultivares ND 4725 RG e FUNDACEP 66 RR apresentaram baixo vigor (66% e 78% respectivamente) mesmo a cultivar FUNDACEP 66 RR não apresentando diferenças estatísticas das cultivares BMX VELOZ RR e BMX TURBO RR (86% e 83% respectivamente). Sendo que as cultivares que se destacaram com maior vigor no teste de frio nas duas safras foram as cultivares FUNDACEP 62 RR, SYN 3358 RR, SYN 1059 RR, BMX FORÇA RR, BMX TORNADO RR e BMX POTÊNCIA RR (80% a 95%) (Tabela 2 e 3).

No teste de condutividade elétrica, observou-se que as cultivares pertencentes aos grupos de maturação GM 5.9 a 6.2 e ao GM 6.3 a 6.7, ou seja, cultivares pertencentes aos ciclos precoce e semiprecoce, apresentaram maior vigor, devido aos baixos valores de CE e por isso menor lixiviação de solutos, das quais variaram de 49 a 66 $\mu\text{S cm}^{-1} \text{ g}^{-1}$. Além destes, as cultivares BMX ENERGIA RR, BMX TURBO RR e BMX 3358 RR, pertencentes ao GM 5.0; 5.8 e 5.8 de

ciclo superprecoce, também apresentaram alto vigor devido ao baixo valor de CE ($64 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, $60 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $55 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$). As cultivares BMX APOLO RR e FUNDACEP 62 RR apresentaram médio vigor (ambas com $74 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$), e as cultivares ND 4725 RG e BMX VELOZ RR com menor vigor ($106 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ e $83 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$ respectivamente) (Tabela 3).

No teste de tetrazólio, as cultivares de soja não apresentaram diferenças significativas para a viabilidade, vigor e danos causados por percevejos na safra 2012/2013. As sementes de soja estudadas apresentaram alta viabilidade, variando de 97% a 100% (Tabela 3).

Em confirmação com a ausência de diferenças significativas para o vigor pelo teste de tetrazólio, classificou-se as sementes em diferentes níveis de vigor segundo França Neto; Krzyzanowski; Costa (1998), enquadrando a maioria das cultivares como mais alto vigor, com exceção da cultivar ND 4725 RG que apresentou 77% de vigor, sendo classificada como alto vigor (entre 75% e 84%) (Tabela 3).

Na safra 2012/2013 houve menor quantidade de danos mecânicos nas sementes de soja, variando de 0% a 17%, sendo que a maioria das cultivares não apresentaram danos mecânicos. A cultivar FUNDACEP 66 RR apresentou a maior quantidade de danos mecânicos nas sementes (17%), seguido das cultivares ND 4725 RG e FUNDACEP 62 RR com baixos níveis de danos 5% e 4% respectivamente (Tabela 3). Os danos mecânicos estão associados com o teor de água nas sementes. Segundo Costa; Mesquita; Henning (1979) afirmam que o dano mecânico foi significativamente maior quando as sementes de soja apresentavam graus de umidade inferiores a 11,5% ou acima de 14% de teor de água nas sementes, e por isso, as sementes apresentaram poucos

danos mecânicos, e por apresentar menor quantidade de danos por umidade.

Na safra 2012/2013, os danos por umidade continuam sendo os principais responsáveis pela maior perda do vigor das sementes de soja, porém com menores níveis de danos nas sementes (10% a 66%), comparados com a safra anterior (43% a 94%). A cultivar que apresentou maior percentual de danos por umidade foi a ND 4725 RG (66%), a qual apresentou menor vigor pelo teste de tetrazólio (77%) e germinação de 83%. A cultivar FUNDACEP 66 RR também apresentou alta quantidade de danos por umidade (56%) e baixa germinação (77%) (Tabela 3). Os danos por umidade reduzem a qualidade das sementes de soja e, segundo Krzyzanowski et al. (2008b) é importante fazer o monitoramento do índice de semente com deterioração por umidade, ideal que não seja elevado, pois esse tipo de dano pode progredir durante o armazenamento.

Com relação aos danos causados por percevejos, na safra 2012/2013 não houve diferenças estatísticas, mesmo o percentual de danos por percevejos variando de 1% a 18%, sendo esta variação distribuída às cultivares dos diferentes grupos de maturação (Tabela 3).

Diante dos resultados apresentados para os diferentes parâmetros avaliados, percebe-se a dificuldade em indicar a diversidade genética de forma generalizada, desta forma utilizou-se a técnica multivariada de quantificação da distância generalizada de Mahalanobis, além de possibilitar o estudo da divergência genética, quantifica a contribuição relativa dos caracteres para a divergência genética utilizando o critério proposto por Singh (1981), para os quais, as

características de menor variabilidade consideram-se de menor importância (CRUZ; CARNEIRO, 2006).

Na safra 2011/2012, as características que mais contribuíram para essa dissimilaridade genética foi a condutividade elétrica (43,5%), o teste de frio (34,3%) e o envelhecimento acelerado (17,8%), sendo estas as mais eficientes em explicar a dissimilaridade entre os genótipos (Tabela 4).

Tabela 4 - Contribuição relativa das variáveis fisiológicas para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2011/2012, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.

Variáveis	S.j.	Valor em %
Condutividade Elétrica	954,4	43,5
Frio	753,0	34,3
Envelhecimento Acelerado	390,4	17,8
Germinação	98,0	4,4

S.j.: contribuição da variável x para o valor da distância de Mahalanobis entre as cultivares.

Fonte: produção do próprio autor.

A distância generalizada de Mahalanobis permitiu quantificar a importância relativa de caracteres fisiológicos para a diversidade genética e separou os genótipos em cinco grupos de acordo com as características de maior contribuição (Tabela 4), cujas cultivares reunidas em grupos mais distantes são dissimilares.

A maioria das cultivares ficaram reunidas no grupo I (FUNDACEP 62 RR, BMX TORNADO RR, BMX POTÊNCIA RR, BMX MAGNA RR, BMX FORÇA RR, BMX APOLO RR, SYN 1059 RR e SYN 1163 RR), as quais apresentaram baixos valores médios de condutividade elétrica (CE) e elevado vigor pelo teste de frio (F) e

envelhecimento acelerado (EA) ($50 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 81% e 91%), no grupo II permaneceram duas cultivares (ND 4725 RG e BMX VELOZ RR) com médio vigor pelo teste de CE, F e EA ($75 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 74% e 75%), no grupo III ficaram quatro cultivares (A 6411 RG, FUNDACEP 60 RR, BMX TURBO RR e BMX ENERGIA RR) as quais apresentaram alto vigor pela CE, baixo vigor pelo teste de F e alto vigor pelo EA ($59 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 63% e 87%), no grupo IV ficou somente a cultivar FUNDACEP 66 RR, a qual apresentou baixo vigor pela CE e pelos testes de F e EA ($74 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 56% e 72%) e no grupo V ficou somente a cultivar SYN 3358 RR, que apresentou maior vigor pela CE e alto vigor pelos testes de F e EA ($43 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 88% e 98%).

Desta maneira, destacam-se os grupos IV e V com maior dissimilaridade genética, com maiores diferenças entre as características de maior contribuição para a divergência genética. Segundo Santos et al. (2012) os genótipos que integraram o mesmo grupo são geneticamente semelhantes, levando a crer que suas recombinações poderiam proporcionar variabilidades inferiores, se comparada aos demais grupos. Os cruzamentos a partir de genótipos reunidos em grupos afastados são considerados mais promissores pelo indicativo de serem mais dissimilares, no entanto devem ser cuidadosamente selecionados em função da característica de vigor associada a cultivar avaliada.

As variáveis de tetrazólio, como outra medida de vigor, teve como parâmetro de maior influência, e, conseqüentemente, de mais intensa contribuição para a divergência genética o dano por umidade (50,6%) seguido pelo vigor (19,2%), ambos contribuindo com aproximadamente 70% da divergência genética (Tabela 5).

Tabela 5 - Contribuição relativa das variáveis do tetrazólio para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2011/2012, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.

Variáveis	S.j.	Valor em %
Dano por umidade	3.792,1	50,6
Vigor	1.442,0	19,2
Dano por percevejo	1.156,3	15,4
Dano mecânico	561,0	7,5
Viabilidade	538,3	7,2

S.j.: contribuição da variável x para o valor da distância de Mahalanobis entre as cultivares.

Fonte: produção do próprio autor.

A distância generalizada de Mahalanobis separou os genótipos em três grupos, de acordo com as características de maior contribuição (Tabela 5). No grupo I observou-se a maioria das cultivares (FUNDACEP 62 RR, A 4611 RG, FUNDACEP 60 RR, BMX APOLO RR, BMX TURBO RR, SYN 1059 RR, BMX TORNADO RR, BMX MAGNA RR, SYN 1163 RR, BMX POTÊNCIA RR, BMX FORÇA RR, SYN 3358 RR e BMX ENERGIA RR), no grupo II as cultivares ND 4725 RG e BMX VELOZ RR e no grupo III somente a cultivar FUNDACEP 66 RR. Os grupos que apresentaram maior dissimilaridade foram o grupo I, com menor média de dano por umidade (65%) e o grupo III com maior média de dano por umidade (97%).

Na safra 2012/2013 os caracteres de maior contribuição relativa continuaram sendo os mesmos da safra anterior, porém com percentuais diferentes, onde a condutividade elétrica contribuiu com 39,6%, seguido pelo teste de frio (22,7%) e envelhecimento acelerado (21,3%) (Tabela 6).

Tabela 6 - Contribuição relativa das variáveis fisiológicas para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2012/2013, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.

Variáveis	S.j.	Valor em %
Condutividade Elétrica	1.725,3	39,6
Frio	990,0	22,7
Envelhecimento Acelerado	930,5	21,3
Germinação	711,0	16,3

S.j.: contribuição da variável x para o valor da distância de Mahalanobis entre as cultivares.

Fonte: produção do próprio autor.

A distância generalizada de Mahalanobis separou os genótipos em três grupos, sendo que a maioria das cultivares de soja permaneceram no grupo I (BMX ENERGIA RR, BMX FORÇA RR, SYN 1163 RR, SYN 3358 RR, BMX TORNADO RR, BMX POTÊNCIA RR, A 6411 RG, FUNDACEP 60 RR, SYN 1059 RR, BMX TURBO RR, BMX MAGNA RR, BMX APOLO RR, FUNDACEP 62 RR e BMX VELOZ RR) os quais apresentaram maior vigor, tanto pela CE como pelos testes de F e EA ($61 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 92% e 91%), no grupo II observou-se a cultivar FUNDACEP 66 RR e no grupo III a cultivar ND 4725 RG com baixo vigor pelos testes de CE, F e EA ($106 \mu\text{S cm}^{-1} \text{g}^{-1}$, 66% e 79%).

Os grupos que apresentaram maior dissimilaridade foram os grupos I e III, com maior e menor vigor respectivamente de acordo com as variáveis de maior contribuição (Tabela 6). A formação desses grupos, segundo Rigon et al. (2012) representa valiosa informação dentro do programa de melhoramento, pois as cultivares em grupos mais distantes fornecem o indicativo de serem dissimilares, podendo ser considerados mais aptos aos cruzamentos artificiais.

Para as variáveis do tetrazólio na safra 2012/2013, os danos por umidade contribuíram com 80% para a divergência genética (Tabela 7). A distância generalizada de Mahalanobis separou as cultivares em quatro grupos. No grupo I ficaram cinco cultivares (BMX APOLO RR, BMX FORÇA RR, FUNDACEP 60 RR, BMX TORNADO RR e BMX POTÊNCIA RR) apresentando menores danos por umidade (17%), no grupo II sete cultivares (BMX TURBO RR, BMX MAGNA RR, SYN 1163 RR, BMX ENERGIA RR, FUNDACEP 62 RR, A 6411 RG e SYN 1059 RR), no grupo III apenas duas cultivares (BMX VELOZ RR e SYN 3358 RR) e no grupo IV as cultivares ND 4725 RG e FUNDACEP 66 RR com maior percentual de danos por umidade (61%) e menor vigor.

Tabela 7 - Contribuição relativa das variáveis do tetrazólio para a divergência genética em 16 cultivares de soja, da safra 2012/2013, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.

Variáveis	S.j.	Valor em %
Dano por umidade	5.802,40	80,1
Dano mecânico	903,7	12,5
Dano por percevejo	267,1	3,7
Viabilidade	260,2	3,6
Vigor	7,4	0,1

S.j.: contribuição da variável x para o valor da distância de Mahalanobis entre as cultivares.

Fonte: produção do próprio autor.

A qualidade fisiológica das sementes das dezesseis cultivares de soja apresentou variação em função do ano agrícola e do método de vigor utilizado. O fator genético é uma característica intrínseca da cultivar, pois a cultivar FUNDACEP 66 RR apresentou menor

percentual de germinação nas duas safras (78% e 77% respectivamente). O vigor das sementes pelo teste de frio e envelhecimento acelerado apresentaram resultados diferentes nas duas safras, mas ambos destacaram as cultivares ND 4725 RG e FUNDACEP 66 RR com menor vigor nos dois anos de cultivo. O teste de condutividade elétrica também separou as cultivares ND 4725 RG, BMX VELOZ RR e FUNDACEP 66 RR com médio vigor na safra 2011/2012, e as na safra 2012/2013 as cultivares ND 4725 RR e BMX VELOZ RR apresentaram baixo vigor.

A condutividade elétrica, seguida dos testes de frio e envelhecimento acelerado foram os parâmetros fisiológicos de maior contribuição para a divergência genética, e quanto às variáveis do tetrazólio, como medida de vigor, observou-se os danos por umidade com maior contribuição relativa para a dissimilaridade genética. Essas contribuições relativas foram as mesmas encontradas nas duas safras agrícolas.

Nas contribuições da dissimilaridade genética, formaram-se grupos distintos, nos quais segundo Santos et al. (2012) consideram os genótipos que integraram o mesmo grupo geneticamente semelhantes, levando a crer que suas recombinações poderiam proporcionar variabilidades inferiores, se comparada aos demais grupos. E cruzamentos a partir de genótipos reunidos em grupos afastados são considerados mais promissores pelo indicativo de serem mais dissimilares.

Nos grupos formados para as variáveis fisiológicas, na safra 2011/2012, as cultivares de maior dissimilaridade foram as cultivares FUNDACEP 66 RR e SYN 3358 RR apresentando menor e maior qualidade fisiológica, respectivamente. E para as variáveis do tetrazólio,

a cultivar que apresentou menor vigor, ou seja, maior percentual de dano por umidade foi a FUNDACEP 66 RR.

Na safra 2012/2013, as cultivares FUNDACEP 66 RR e ND 4725 RG apresentaram menor vigor, apresentando dissimilaridade com as outras cultivares estudadas, para as características de maior contribuição para a divergência genética (CE, F e EA). E para as variáveis do tetrazólio, o caráter de maior contribuição relativa foi o dano por umidade, o qual separou as cultivares FUNDACEP 66 RR e ND 4725 RG com maiores percentuais de danos.

2.5 CONCLUSÕES

Constatou-se diversidade genética para a qualidade fisiológica das sementes pela germinação e vigor.

A qualidade fisiológica das sementes das dezesseis cultivares de soja apresentou variação em função do ano agrícola e do método de vigor utilizado, sendo que o fator genético é uma característica intrínseca da cultivar.

Na safra 2012/2013 destacam-se as cultivares do GM 6.3 a 6.7, pertencentes ao ciclo semiprecoce, com maior qualidade fisiológica (germinação e vigor acima de 80%).

Os parâmetros de maior contribuição para a divergência genética dos genótipos foram a condutividade elétrica, frio, envelhecimento acelerado e dano por umidade.

REFERÊNCIAS

- BELORTE, L.C. et al. Danos causados por percevejos (Hemiptera: Pentatomidae) em cinco cultivares de soja (*Glycine max* (L.) Merrill, 1917) no município de Araçatuba, SP. **Instituto Biológico**, São Paulo, v. 70, n. 2, p. 169-175, 2003.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 25/2005, de 16 de dezembro de 2005, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Anexo IX – Padrões para produção e comercialização de sementes de soja). Brasília, DF: SNAD/DNDN/ CLAV: **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 2005, p. 18, Seção 1.
- COLETE, J.C.F. et al. Condutividade elétrica da solução de embebição de sementes e emergência de plântulas de soja. **Científica**, Jaboticabal, v. 35, n. 1, p. 10-16, 2007.
- COSTA, N.P.; MESQUITA, C.M.; HENNING, A.A. Avaliação das perdas e qualidade de semente de soja na colheita mecânica de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, Brasília, v. 1, n. 3, p. 59-70, 1979.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes - Diversidade Genética**. Editora UFFV. Viçosa (MG). v. 1. 278 p. 2008.
- CRUZ, C.D.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. rev. Viçosa: Ed. UFFV, 2006. 586 p.
- EPAGRI. Atlas climatológico do estado de Santa Catarina. Disponível em: < <http://circam.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 3 jun. 2013.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.

FRANÇA NETO, J.B.; KRZYŻANOWSKI, F.C.; COSTA, N.P. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 1998. 72 p.

FRANÇA NETO, J.B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA - CNPSo, 2007. (Circular Técnica, 40).

KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 2008a. (Circular Técnica, 55).

KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. **O controle de qualidade agregando valor à semente de soja**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 2008b. (Circular Técnica, 54).

MARCOS FILHO, J.; CICERO, S.M.; SILVA, W.R. **Avaliação da qualidade de sementes**. 1ª ed. Piracicaba: FEALQ, 1987. 230 p.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 1 jul. 2013.

RIGON, J.P.G et al. Dissimilaridade genética e análise de trilha de cultivares de soja avaliada por meio de descritores quantitativos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 233-240, 2012.

SANTOS, E.R. et a. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 247-254, 2012.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SILVA, R.P. et al. Qualidade fisiológica de sementes de soja (*Glycine Max. L.*) durante o beneficiamento. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 32, n. 4, p. 1219-1230, 2011.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41, n. 2 p. 237-245, 1981.

TUNES, L. M. et al. Envelhecimento acelerado em sementes de azevém com e sem solução salina e saturada. **Ciência Rural**, v. 41, n. 1, p. 33-37, 2011.

VANZOLINI, S. et al. Teste de comprimento de plântulas na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 90-96, 2007.

3 INCIDÊNCIA DE FUNGOS EM CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES CICLOS NAS SAFRAS AGRÍCOLAS 2011/2012 E 2012/2013, NO MUNICÍPIO DE CAMPOS NOVOS, SANTA CATARINA

3.1 RESUMO

A sanidade de sementes de soja interfere na qualidade fisiológica das sementes. A incidência de fungos nas sementes no município de Campos Novos, SC, pode ser influenciada pela ocorrência de condições climáticas desfavoráveis, como chuva durante as fases de maturação e colheita. O objetivo do trabalho foi avaliar o efeito da precipitação pluviométrica na sanidade de sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação. O experimento foi conduzido no município de Campos Novos (SC) nas safras 2011/2012 e 2012/2013 utilizando sete cultivares de ciclo superprecoce (GM 4.7 a 5.8), cinco precoce (GM 5.9 a 6.2) e, quatro semiprecoce (GM 6.3 a 6.7). Realizou-se o teste de sanidade em meio de cultura de batata-dextrose-ágar (BDA). Os resultados foram expressos em incidência e frequência. Devido a presença de heterogeneidade irregular dos dados, optou-se pela aplicação do teste não-paramétrico sugerido por Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade. Os fungos detectados na safra 2011/2012 nas sementes de soja foram: *Alternaria* spp., *Aspergillus flavus*, *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* spp., *Epicoccum* spp., *Fusarium* spp., *F. graminearum*, *F. pallidoroseum*, *Penicillium* spp., *Phomopsis* spp., *Rhizopus* spp. e *Trichoderma* spp. e na safra 2012/2013, além dos mesmos fungos, detectou-se também *Macrophomina* spp. Na safra 2011/2012 houve diferença estatística entre os ciclos das cultivares para os fungos *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp. e na safra 2012/2013 para os fungos *C. kikuchii*, *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp. Na safra 2011/2012 devido a baixa precipitação pluviométrica precipitação (3,5 mm/dia) nas fases entre maturação e pré-colheita houve baixa incidência de patógenos nas sementes de soja (0,1% a 8,5%) nas quais as cultivares do GM 6.3 a 6.7 (ciclo semiprecoce) apresentaram maior incidência de fungos nas sementes (0,1% a 8,5%). Na safra 2012/2013 com condição de alta precipitação pluviométrica (6,9 mm/dia), as cultivares pertencentes ao GM 4.7 a 5.8 de ciclo superprecoce foram as que

apresentaram maior incidência de fungos nas sementes (0,0% a 12,4%). Maior precipitação durante as fases de maturação e pré-colheita da soja favorece o processo de infecção de fungos nas sementes, como *Phomopsis* spp., e *C. kikuchii*.

Palavras-chave: *Glycine max.* Patologia. Genótipos.

3.2 INTRODUÇÃO

A sanidade de sementes de soja é fundamental, pois pode afetar negativamente a qualidade fisiológica das sementes, contribuindo para a redução do vigor e da germinação de sementes de soja (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

A soja no campo é infectada fungos, bactérias, vírus e nematóides. Dentre essas, destacam-se as doenças causadas por fungos, não somente devido ao maior número, mas também pelos prejuízos causados no rendimento e na qualidade das sementes (HENNING, 2005; SEDIYAMA, 2009).

A maioria das doenças de importância econômica que ocorre em soja são causadas por patógenos que são transmitidos pelas sementes. Isso implica na introdução de patógenos em áreas novas ou mesmo a reintrodução em áreas cultivadas nas quais a doença ocorreu um dia e, em função da adoção de práticas eficientes de controle, como, por exemplo, a rotação de culturas, ficou livre da mesma. A transmissão via semente proporciona, na lavoura, uma distribuição ao acaso de focos primários de doenças, sendo que o processo infeccioso geralmente ocorre nos estádios iniciais de desenvolvimento da planta. Além disso, a frequente introdução de patógenos pelas sementes tende a aumentar a incidência de doenças já existentes numa área (GOULART, 2004).

Do ponto de vista de patógenos associados à semente, o ideal seria aquela livre de qualquer microrganismo indesejável. Entretanto, isso nem sempre é possível, uma vez que a qualidade das sementes é influenciada pelas condições climáticas sob as quais a semente foi produzida e armazenada. As oscilações de temperatura acompanhadas

por índices pluviiais e flutuação de umidade relativa do ar nas fases de maturação e pré-colheita de sementes, geralmente provocam perdas de suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias (HENNING, 2005; FRANÇA NETO et al., 2007).

A incidência de fungos em sementes de soja varia em função de inúmeros fatores, principalmente das condições climáticas durante a fase final do ciclo da cultura, com prevalência em anos em que ocorrem períodos de alta umidade relativa do ar ou chuvas entre a maturação e a colheita, e como consequência, tem-se a produção de sementes de soja com baixa qualidade fisiológica (SEDIYAMA, 2009). Maiores níveis de infecção normalmente ocorrem em condições de abundante precipitação durante a maturação, agravando-se quando a colheita é retardada devido ao excesso de umidade nas sementes. Altas temperaturas e elevada umidade relativa do ar, durante as fases de maturação e colheita da semente de soja, podem propiciar aumento da infecção de sementes por fungos como *Phomopsis* spp. e *Fusarium* spp. (HENNING; YUYAMA, 1999).

Colheitas realizadas sob condições úmidas ou executadas com equipamentos não regulados corretamente podem propiciar, desde o campo, a associação de fungos como *Aspergillus* e *Penicillium*, que durante o armazenamento, podem ser prejudiciais às sementes (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Esses fungos podem depreciar a qualidade das sementes, na forma de perda do poder germinativo pela colonização do embrião, descoloração e apodrecimento, com reflexos tanto na viabilidade como no valor comercial e nutritivo das sementes.

Partindo-se das hipóteses que as condições de oscilação da precipitação na fase de maturação afetam a qualidade sanitária das

sementes, as cultivares de diferentes ciclos podem apresentar sanidade diferenciada, pois cultivares com distintos grupos de maturação permanecem por períodos variados no campo, sendo suscetíveis à diferentes condições climáticas na fase de maturação e pré-colheita. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de precipitação pluviométrica na sanidade de sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação colhidas no município de Campos Novos, SC, nas safras 2011/2012 e 2012/2013.

3.3 MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em condições de campo, em lavoura comercial, no município de Campos Novos – SC, nos anos agrícolas 2011/2012 e 2012/2013. Segundo o Atlas Climatológico de Santa Catarina, o município de Campos Novos está localizado no Meio Oeste de Santa Catarina, com altitude média de 964,23 m, latitude sul de 27°24' e longitude oeste de 51°12' com temperatura média anual de 16,5 °C , com precipitação média anual de 1.851,7 mm (EPAGRI, 2013).

Na safra 2011/2012 utilizou-se sementes da categoria 1 (C1) previamente classificada na peneira Ø 6,5 mm, para multiplicação e obtenção de sementes para a próxima safra. Na safra 2012/2013 as sementes utilizadas foram oriundas da colheita da safra anterior, pertencendo a categoria Certificada 2 (C2) previamente classificada na peneira Ø 6,5 mm.

A semeadura do experimento na safra 2011/2012 realizada no dia 1º de novembro de 2011, e na safra 2012/2013 a semeadura foi realizada no dia 09 de novembro de 2012, de acordo com o zoneamento

agroclimático para a região, e, ambas as safras em sistema de plantio direto, em sucessão de cultura com a aveia preta, com semeadura mecanizada.

Na safra 2011/2012 e 2012/2013 as sementes de soja foram tratadas com inoculante Noctin A “Soja” (*Bradyrhizobium japonicum*), na dose de 200 mL de inoculante para 50 kg de sementes de soja; fungicida carbendazim + tiram (Proteat) na dose de 200 mL para 100 kg de sementes de soja; inseticida tiametoxam (Cruizer) na dose de 100 mL para 100 kg de sementes de soja; fertilizante líquido Fertiactyl Leg na dose de 200 mL para 100 kg de sementes de soja.

A semeadura das cultivares foi em datas próximas, para proporcionar que a resposta das cultivares fosse dependente do componente genético em função dos diferentes grupos de maturação. Foram semeadas dezesseis cultivares de soja utilizadas foram de diferentes grupos de maturação (GM) e ciclo, todas com hábito de crescimento indeterminado; sendo sete cultivares classificadas como super-precoce (GM 4.7 a 5.8), cinco precoce (GM 5.9 a 6.2) e, quatro semi-precoce (GM 6.3 a 6.7), conforme descritas na Tabela 1.

Tabela 1 - Nome comercial, nome no RNC (Registro Nacional de Cultivares) com o grupo de maturação, ciclo e peso de mil sementes, das 16 cultivares de soja, utilizadas no experimento, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, no município de Campos Novos – SC.

Nome comercial	Nome no RNC	Grupo de Maturação	Ciclo	PMS
ND 4725 RG	A 4725RG	4,7	Super Precoce	172.4 g
BMX ENERGIA RR	BMX ENERGIA RR	5,0	Super Precoce	176.0 g
BMX VELOZ RR	5953 RSF	5,0	Super Precoce	172.0 g
BMX APOLO RR	Don Mario 6.8i	5,5	Super Precoce	168.0 g
FUND 62 RR	FUNDACEP 62RR	5,6	Super Precoce	146.0 g
BMX TURBO RR	BMX TURBO RR	5,8	Super Precoce	205.2 g
SYN 3358 RR	SYN3358 RR	5,8	Super Precoce	180.0 g
SYN 1059 RR	SYN1059 RR	5,9	Precoce	177.7 g
BMX FORÇA RR	BMX Força RR	6,2	Precoce	174.0 g
BMX MAGNA RR	Don Mario 7.0i	6,2	Precoce	143.0 g
FUND 66 RR	FUNDACEP 66RR	6,2	Precoce	200.0 g
BMX TORNADO RR	6863 RSF	6,2	Precoce	175.0 g
SYN 1163 RR	SYN1163 RR	6,3	Semi Precoce	185.3 g
A 6411 RG	A 6411RG	6,4	Semi Precoce	191.5 g
FUND 60 RR	FUNDACEP 60RR	6,4	Semi Precoce	139.0 g
BMX POTÊNCIA RR	BMX Potência RR	6,7	Semi Precoce	168.0 g

Fonte: produção do próprio autor, baseada nos catálogos das cultivares e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Cada parcela experimental foi composta por 5 linhas de semeadura espaçadas de 0,5 m com comprimento de 13 m. A área útil de cada parcela (8 m²) foi constituída pelas três linhas centrais, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade. Foram utilizadas 15 sementes por metro linear nas duas safras, procurando-se obter uma densidade de 30 plantas m⁻². As adubações foram realizadas de acordo com a análise química do solo, segundo as recomendações técnicas para a cultura na região.

Os estádios de desenvolvimento da cultura da soja foram acompanhados de acordo com a escala fenológica de Fehr; Caviness (1977). A colheita manual das sementes foi realizada na fase de maturação plena (95% das vagens com coloração de madura – R8) (ANEXO B) utilizou-se critério do teor de umidade das sementes próximo a 13%, com variações na época de colheita, em função das cultivares pertencerem a diferentes grupos de maturação e ciclo diferenciados. O beneficiamento das sementes foi manual, com a retirada das impurezas físicas. As sementes beneficiadas foram acondicionadas em câmara seca, com umidade relativa de $50 \pm 1\%$ e temperatura de 10 ± 1 °C, para posterior realização das análises das sementes.

Realizou-se a junção das sementes de cada repetição de campo para obtenção da amostra de trabalho. Retirou-se uma porção com cerca de 680 gramas de sementes da parcela útil de cada repetição no campo (amostras simples) e misturou-as para a obtenção da amostra composta de cerca de 2000 g. Dessa, retirou-se 1000 g (amostra média) a qual deu origem a amostra de trabalho; amostra necessária para a realização de

todos os testes, além de retirar a amostra duplicata de aproximadamente um quilograma para eventual reanálise, de acordo com a RAS (2009b).

Na condução do teste de sanidade, foi empregado o método do plaqueamento em meio sólido, conforme descrito no Manual de Análise Sanitária de Sementes (BRASIL, 2009a). Inicialmente, as sementes de cada tratamento foram imersas em solução de hipoclorito de sódio a 1% durante 3 minutos; e em seguida, após secagem rápida em papel filtro esterilizado, as sementes foram distribuídas assepticamente sobre o meio agarizado: Batata-dextrose-Ágar (BDA). Utilizaram-se oito caixas “gerbox®” com 25 sementes cada, totalizando 200 sementes/tratamento. Após o plaqueamento, as caixas “gerbox®” foram colocadas em câmara de incubação, com temperatura de 25 °C e fotoperíodo de 12 horas, durante sete dias.

O exame inicial foi feito a olho nu observando a formação e o tipo de colônias desenvolvidas em volta das sementes. A quantificação e identificação dos fungos presentes foi determinada sob lupa estereoscópica e microscópio ótico. A incidência foi quantificada pela percentagem de colônias dos patógenos detectados em cada amostra de sementes. Os dados foram expressos em frequência de ocorrência e incidência para cada fungo detectado.

Inicialmente, os resultados foram submetidos a testes para verificação de normalidade e homogeneidade de variâncias. Considerando-se a presença de heterogeneidade irregular e não se encontrando uma transformação que estabilizasse as variâncias e alcançasse normalidade, optou-se, para a análise estatística dos patógenos, pela aplicação do teste não-paramétrico sugerido por Kruskal-Wallis. As análises foram conduzidas com o programa R (R

DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

3.4 RESULTADOS E DISCUSSÕES

O teste de Kruskal-Wallis é um teste não paramétrico, utilizado na comparação de três ou mais amostras independentes, indicando se há diferença entre pelo menos dois deles. Esse teste não possui exigências quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias das variáveis, sendo utilizado quando as variâncias são muito heterogêneas, desta maneira, não apresenta o coeficiente de variação (C.V.) (ANJOS, 2009).

Os fungos detectados na safra 2011/2012 nas sementes de soja dos diferentes grupos de maturação foram: *Alternaria* spp., *Aspergillus flavus*, *Cercospora kikuchii*, *Cladosporium* spp., *Epicoccum* spp., *Fusarium* spp., *F. graminearum*, *F. pallidoroseum*, *Penicillium* spp., *Phomopsis* spp., *Rhizopus* spp. e *Trichoderma* spp. (APÊNDICE D).

Na safra 2012/2013, além de detectar e identificar os mesmos fungos da safra anterior foi detectado também o fungo *Macrophomina* spp. (APÊNDICE D).

Na comparação entre os ciclos das cultivares de soja de diferentes grupos de maturação na safra 2011/2012 houve diferença estatística para os fungos *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp. sendo que as cultivares pertencentes ao GM 6.3 a 6.7 de ciclo semiprecoce foram as que apresentaram maior incidência de fungos (Tabela 8).

Tabela 8 – Comparação entre os ciclos das 16 cultivares de soja de diferentes grupos de maturação avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos - SC.

Ciclo	Phomopsis	Cercospora	Alternaria	Fusarium	Fusarium	Penicillium	Epicoccum
	spp.	kikuchii	spp.	graminearum	pallidoroseum	spp.	spp.
Superprecoce	0,3 a	1,4 a	6,3 b	0,8 a	0,1 a	0,6 b	0,9 a
Precoce	0,4 a	2,0 a	5,3 b	0,4 a	0,2 a	0,7 b	0,7 a
Semiprecoce	0,1 a	1,9 a	8,5 a	0,4 a	0,3 a	2,8 a	0,6 a

Fonte: produção do próprio autor.

Analisando os dados relativos à frequência de ocorrência de fungos para a safra 2011/2012 constata-se que no ciclo superprecoce (GM 4.7 a 5.8) o fungo *Alternaria* spp. foi o mais frequente com 100,0% seguido por *C. kikuchii* com 71,4%, *F. graminearum* com 71,4%, *Penicillium* spp. com 71,4%, *Epicoccum* spp. com 71,4%, *Phomopsis* spp. com 57,1% e *F. pallidoroseum* com 14,3%. No ciclo precoce (GM 5.9 a 6.2) os fungos *C. kikuchii*, *Alternaria* spp. e *Epicoccum* spp. foram os mais frequentes, com 100% de detecção, seguidos pelos fungos *Phomopsis* spp., *F. graminearum* e *Penicillium* spp. (60% cada fungo) e o *F. pallidoroseum* com 40% de ocorrência. Nas cultivares pertencentes ao ciclo semiprecoce (GM 6.3 a 6.7) os fungos *C. kikuchii*, *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp. foram os de maiores frequências, com 100% de detecção, seguidos pelos fungos *F. graminearum*, *Epicoccum* spp., com 75% de ocorrência, *F. pallidoroseum* com 50,0% e *Phomopsis* spp. com 25,0% de detecção (Tabela 9).

Na safra 2011/2012 a incidência média de fungos nas sementes de soja foi baixa nos três ciclos das cultivares estudadas, variando de

0,1% a 8,5%. Os fungos de maior incidência média no ciclo superprecoce foram *Alternaria* spp. e *C. kikuchii* com 6,3% e 1,4%, respectivamente, seguidos pelos fungos *Epicoccum* spp. e *F. graminearum* com 0,9% e 0,8%, respectivamente. Nas cultivares de ciclo precoce, a maior incidência média foi de *Alternaria* spp. com 5,3% e *C. kikuchii* com 2,0% de incidência. Nas cultivares de ciclo semiprecoce, a maior incidência média foi de *Alternaria* spp. com 8,5%, *Penicillium* spp. com 2,8% e *C. kikuchii* com 1,9% de incidência (Tabela 9).

Tabela 9 – Frequência e incidência de fungos em sementes de cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos - SC.

Cultivar	Phomopsis spp.	Cercospora kikuchii	Alternaria spp.	Fusarium graminearum	Fusarium pallidoroseum	Penicillium spp.	Epicoctum spp.
ND 4725 RG	0,5 a	0,5 bc	10,0 a	1,0 ab	0,0 a	1,5 a	0,5 ab
BMX ENERGIA RR	0,0 a	0,0 c	19,5 a	0,5 ab	0,0 a	0,0 a	1,0 ab
BMX VELOZ RR	0,0 a	0,5 bc	3,5 b	2,0 ab	0,0 a	0,5 a	1,0 ab
BMX APOLO RR	0,5 a	0,0 c	3,0 b	0,0 b	0,0 a	0,0 a	2,0 a
FUND 62 RR	0,0 a	3,5 a	2,5 b	0,5 ab	0,5 a	1,0 a	0,0 b
BMX TURBO RR	0,5 a	3,5 a	3,5 b	0,5 ab	0,0 a	0,5 a	2,0 a
SYN 3358 RR	0,5 a	1,5 bc	2,0 b	0,0 b	0,0 a	0,5 a	0,0 b
Frequência	57,1	71,4	100,0	71,4	14,3	71,4	71,4
Incidência	0,3	1,4	6,3	0,8	0,1	0,6	0,9
SYN 1039 RR	0,0 a	0,5 a	5,5 a	0,0 a	0,5 a	1,0 ab	0,5 a
BMX FORÇA RR	0,0 a	2,0 a	7,0 a	0,5 a	0,0 a	0,0 b	0,5 a
BMX MAGNA RR	0,5 a	1,0 a	4,0 a	1,0 a	0,0 a	0,0 b	1,5 a
FUND 66 RR	0,5 a	4,5 a	5,0 a	0,0 a	0,5 a	1,5 a	0,5 a
BMX TORNADO RR	1,0 a	2,0 a	5,0 a	0,5 a	0,0 a	1,0 ab	0,5 a
Frequência	60,0	100,0	100,0	60,0	40,0	60,0	100,0
Incidência	0,4	2,0	5,3	0,4	0,2	0,7	0,7
SYN 1163 RR	0,0 a	3,0 a	9,0 a	0,5 a	0,5 a	2,5 a	0,5 a
A 6411 RG	0,0 a	2,5 a	10,0 a	0,5 a	0,5 a	4,5 a	0,5 a
FUND 60 RR	0,5 a	1,0 a	7,0 a	0,5 a	0,0 a	2,0 a	0,0 a
BMX POTÊNCIA RR	0,0 a	1,0 a	8,0 a	0,0 a	0,0 a	2,0 a	1,5 a
Frequência	25,0	100,0	100,0	75,0	50,0	100,0	75,0
Incidência	0,1	1,9	8,5	0,4	0,3	2,8	0,6

Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem significativamente, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.
Fonte: produção do próprio autor.

Na comparação entre os ciclos das cultivares de soja de diferentes grupos de maturação na safra 2012/2013 houve diferença estatística para os fungos *C. kikuchii*, *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp., mas diferente da safra anterior, pois as cultivares pertencentes ao GM 4.7 a 5.8 de ciclo superprecoce foram as que apresentaram maior incidência de fungos nas sementes (Tabela 10).

Tabela 10 – Comparação entre os ciclos das 16 cultivares de soja de diferentes grupos de maturação avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Ciclo	Phomopsis spp.	Cercospora kikuchii	Alternaria spp.	Fusarium graminearum	Fusarium pallidoroseum	Macrophomina spp.	Penicillium spp.	Epicoecium spp.
Superprecoce	2,3 a	12,4 a	12,3 a	2,1 a	0,6 a	0,2 a	2,6 a	0,7 a
Precoce	4,0 a	5,5 b	4,7 b	1,3 a	0,6 a	0,1 a	2,3 a	0,7 a
Semiprecoce	3,6 a	3,4 b	3,6 b	1,6 a	1,1 a	0,0 a	0,5 b	0,1 a

Fonte: produção do próprio autor.

Para a safra 2012/2013 constata-se que os fungos de maior frequência nas cultivares de ciclo superprecoce (GM 4.7 a 5.8) foram *C. kikuchii* e *Alternaria* spp. com 100% de ocorrência, seguidos por *Phomopsis* spp. com 85,7%, *F. graminearum* com 71,4%, *Penicillium* spp. com 71,4%, *Epicoccum* spp. com 57,1%, *F. palidoroseum* com 28,6% e *Macrophomina* spp. com 28,6% de ocorrência. No ciclo precoce (GM 5.9 a 6.2) os fungos *Phomopsis* spp., *C. kikuchii*, *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp. foram os mais frequentes, com 100% de detecção, seguidos pelos fungos *F. graminearum* com 80%, *F. palidoroseum* com 80%, *Epicoccum* spp. com 60% e *Macrophomina* spp. com 20% de detecção. Nas cultivares pertencentes ao ciclo semiprecoce (GM 6.3 a 6.7) os fungos *Phomopsis* spp., *C. kikuchii*, *Alternaria* spp. e *Penicillium* spp. foram os mais frequentes nas sementes de soja, com 100% de detecção, seguidos pelos fungos *F. graminearum* (75,0%), *F. palidoroseum* (75,0%), *Penicillium* spp. (50,0%) e *Epicoccum* spp. (25,0%) (Tabela 11).

A incidência média dos fungos nas sementes de soja na safra 2012/2013 foi baixa nos três ciclos das cultivares estudadas, variando de 0,0% a 12,4%. Os fungos de maior incidência média no ciclo superprecoce foram *C. kikuchii* e *Alternaria* spp. com 12,4% e 12,3% respectivamente, seguidos por *Penicillium* spp. (2,6%), *Phomopsis* spp. (2,3%), *F. graminearum* (2,1%). Nas cultivares de ciclo precoce, as maiores incidências médias foram de *C. kikuchii* com 5,5%, *Alternaria* spp. com 4,7%, *Phomopsis* com 4,0%, *Penicillium* spp. com 2,3% e *F. graminearum* com 1,3% de incidência. Nas cultivares de ciclo semiprecoce, as maiores incidências média foram de *Phomopsis* spp. e *Alternaria* spp. ambos com 3,6% de incidência, seguidos por *C. kikuchii* com 3,4%, *F. graminearum* com 1,6% e *F. palidoroseum* com 1,1% (Tabela 11).

Tabela 11 – Frequência e incidência de fungos em sementes de cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Cultivar	Phomopsis spp.	Cercospora kikuchii	Alternaria spp.	Fusarium graminearum	Fusarium pallidoroseum	Macrophomina spp.	Penicillium spp.	Epicoicum spp.
ND 4725 RG	6,5 a	5,0 cd	24,0 a	3,0b	0,0b	1,0 a	0,0 c	0,0b
BMX ENERGIA RR	0,5 cd	30,0 a	19,5 ab	3,0b	0,0b	0,5 ab	5,5 ab	0,0b
BMX VELOZ RR	1,0 bcd	6,5 bcd	19,5 ab	7,5 a	3,5 a	0,0b	0,0 c	0,5 b
BMX APOLO RR	1,0 bcd	22,5 a	3,5 c	0,5c	0,5b	0,0b	5,5 a	0,5 b
FUND 62 RR	0,0 d	10,5 b	15,0b	0,5c	0,0b	0,0b	4,0 ab	3,5 a
BMX TURBO RR	2,5 bc	9,5 bc	4,5 c	0,0c	0,0b	0,0b	1,5 bc	0,5 b
SYN 3358 RR	4,5 ab	2,5 d	4,5 c	0,0c	0,0b	0,0b	1,5 c	0,0b
Frequência	85,7	100,0	100,0	71,4	28,6	28,6	71,4	57,1
Incidência	2,3	12,4	12,3	2,1	0,6	0,2	2,6	0,7
SYN 1059 RR	1,5 bc	5,0 a	4,0 a	1,5b	0,5 ab	0,0 a	2,5 ab	1,0 a
BMX FORÇA RR	9,5 a	8,0 a	4,5 a	3,5 a	0,0b	0,0 a	1,5 b	0,0 a
BMX MAGNA RR	2,5 bc	6,5 a	8,0 a	0,5b	0,5 ab	0,5 a	0,5 b	1,5 a
FUND 66 RR	1,0 c	4,5 a	3,5 a	0,0b	0,0b	0,0 a	5,5 a	0,0 a
BMX TORNADO RR	5,5 ab	3,5 a	3,5 a	1,0b	2,0 a	0,0 a	1,5 ab	1,0 a
Frequência	100,0	100,0	100,0	80,0	60,0	20,0	100,0	60,0
Incidência	4,0	5,5	4,7	1,3	0,6	0,1	2,3	0,7
SYN 1163 RR	5,0 a	2,5 a	2,5 a	0,0b	0,0b	0,0	0,0 a	0,0 a
A 6411 RG	3,0 a	3,0 a	3,0 a	2,5 ab	2,0 ab	0,0	1,5 a	0,0 a
FUND 60 RR	2,5 a	5,5 a	5,0 a	3,0 a	2,0 a	0,0	0,0 a	0,0 a
BMX POTÊNCIA RR	4,0 a	2,5 a	4,0 a	1,0 ab	0,5 ab	0,0	0,5 a	0,5 a
Frequência	100,0	100,0	100,0	75,0	75,0	0,0	50,0	25,0
Incidência	3,6	3,4	3,6	1,6	1,1	0,0	0,5	0,1

Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem significativamente, pelo teste de Kruskal-Wallis a 5% de significância.
Fonte: produção do próprio autor.

A condição sanitária é extremamente importante, considerando-se que as sementes são veículos de agentes fitopatogênicos, que nelas podem se alojar e com elas serem levadas ao campo, provocando redução de germinação e vigor e originando focos primários de doenças. Dentre os fungos encontrados em sementes de soja, os de maior ocorrência no Brasil e também de maior importância, causando perdas significativas na produção, são: *Phomopsis* spp., *Sclerotinia sclerotiorum*, *Colletotrichum truncatum*, *Cercospora kikuchii*. Outros fungos, como *Rhizoctonia solani*, *Fusarium pallidoroseum*, *Aspergillus* spp. e *Penicillium* spp. são também encontrados em sementes de soja, podendo causar a sua deterioração e morte de plântulas (Henning et al., 1991; DANIELLI et al., 2011).

A *Alternaria* spp. foi o fungo de maior frequência (100,0%) e incidência (entre 3,6% a 12,3%) nas sementes de soja nos três ciclos e nas duas safras agrícolas (Tabelas 9 e 11). A *Alternaria* spp. é considerado um fungo saprófita e fraco, de importância secundária, porém com bastante frequência nas sementes de soja (DANIELLI et al., 2011).

Na safra 2011/2012 a incidência média de *Phomopsis* spp. nas sementes de soja foi baixa nos três ciclos estudados, variando de 0,1% a 0,4%, pois ocorreu baixa precipitação (3,5 mm/dia) nas fases de maturação e pré-colheita (124 aos 157 dias), sendo que para o ciclo superprecoce (GM 4.7 a 5.8) a média de precipitação do período de maturação à colheita foi de 3,7 mm/dia com temperatura média de 20,7 °C (124 aos 151 dias), para as cultivares de ciclo precoce (GM 5.9 a 6.2) a média de precipitação do período de maturação à colheita foi de 2,6 mm/dia com temperatura média de 18,9 °C (142 aos 157 dias) e para as

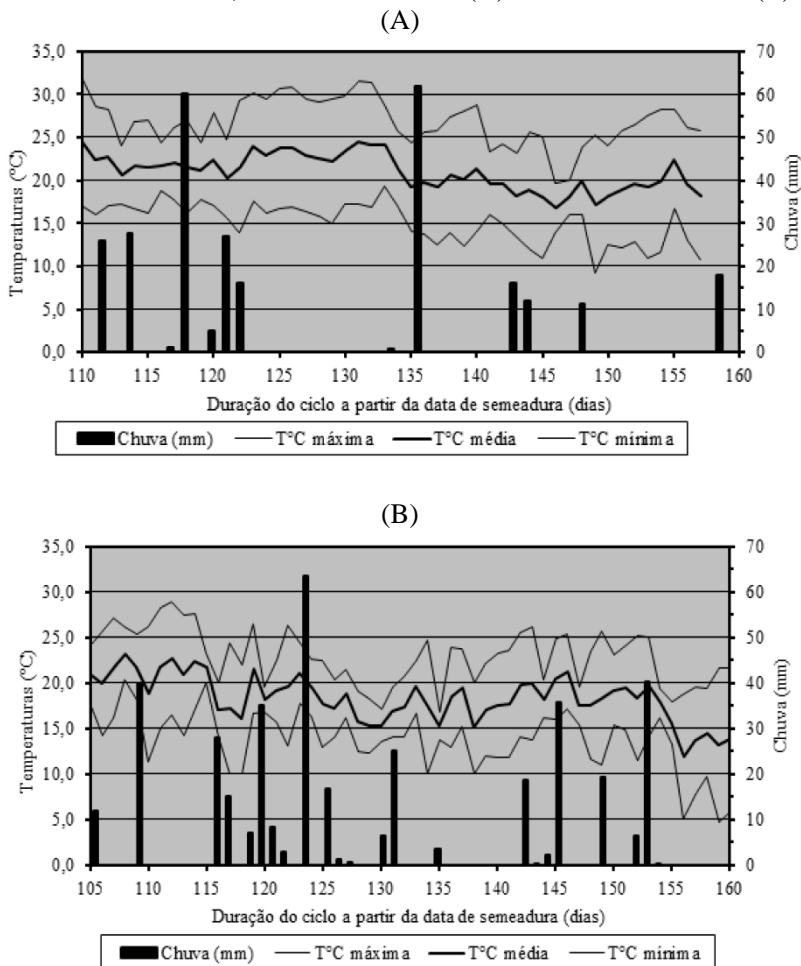
cultivares de ciclo semiprecoce (GM 6.3 a 6.7) a média de precipitação do período de maturação à colheita foi de 2,6 mm/dia com temperatura média de 19,7 °C (142 aos 157 dias) (Figura 1).

A incidência de *Phomopsis* spp. nas sementes de soja na safra 2012/2013 foi maior com relação à safra anterior, com incidência média variando de 2,3% a 4,0% nos ciclos das cultivares de soja, devido à maior precipitação (6,9 mm/dia) nas fases de maturação e pré-colheita (105 aos 160 dias) (Figura 1). O *Phomopsis* spp. pode reduzir a qualidade das sementes, especialmente quando ocorrem períodos chuvosos na fase de maturação (HENNING, 2005).

Houve incidência de 0,4% a 2,1% de *F. graminearum* e de 0,1% a 1,1% de incidência de *F. palidoroseum* nas sementes de soja dos três ciclos nas duas safras agrícolas (Tabelas 9 e 11). Esses fungos contribuem para a redução de germinação e vigor de sementes. Pereira; Pereira; Fraga (2000) trabalhando com sete cultivares de soja produzidas em três épocas, constataram que a incidência de *Fusarium* spp. nas sementes foi menor que a de *Phomopsis* spp., em todas as cultivares e épocas de semeadura, e que esses fungos prejudicaram a qualidade fisiológica das sementes, principalmente quando associado aos danos mecânicos e por umidade. Henning (2005) afirma que entre as diversas espécies de *Fusarium* relatadas, o *F. palidoroseum* é a mais comum em sementes de soja no Brasil, e pode afetar a germinação no teste-padrão em laboratório, de modo semelhante ao *Phomopsis* spp. Hamawaki et al.(2002) observou correlação negativa entre as variáveis as variáveis porcentagem de germinação e a incidência de *F.pallidoroseum* e *Phomopsis* spp. ($r = -0,33$ e $-0,39$, respectivamente), indicando o efeito desfavorável desses patógenos na germinação das sementes.

Desta maneira, diversos patógenos podem afetar a qualidade das sementes de soja, e a ação e as interações de todos os fatores fisiológicos, físicos, entomológicos e patológicos contribuem para a deterioração das sementes, resultando na perda do vigor e da viabilidade da mesma.

Figura 1 - Temperaturas ($^{\circ}\text{C}$) máxima, média e mínima diárias e precipitação pluviométrica (mm) registradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no município de Campos Novos-SC, no período da maturação até a colheita, na safra 2011/2012 (A) e na safra 2012/2013 (B).



Fonte: produção do próprio autor.

3.5 CONCLUSÕES

Maior precipitação durante as fases de maturação e pré-colheita da soja favorece o processo de infecção de fungos nas sementes, como *Phomopsis* spp., e *C. kikuchii*.

Em função da baixa precipitação pluviométrica nas fases de maturação e pré-colheita, houve baixa incidência de fungos nas sementes, sendo que as cultivares pertencentes ao GM 6.3 a 6.7 de ciclo semiprecoce apresentaram maior incidência de fungos nas sementes (0,1% a 8,5%).

Na condição de alta precipitação pluviométrica, as cultivares pertencentes ao GM 4.7 a 5.8 de ciclo superprecoce foram as que apresentaram maior incidência de fungos nas sementes (0,0% a 12,4%).

REFERÊNCIAS

- ANJOS, A. **Análise de Variância**. Notas de Aula, Capítulo 7, Disciplina: ce003, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.est.ufpr.br/ce003/material/cap7.pdf>>. Acesso em: 2 jul. 2013.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise Sanitária de Sementes**. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília: Mapa/ACS, 2009a, 200 p.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009b. 399 p.
- CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5. ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.
- DANIELLI, A.L. et al. Qualidade sanitária e fisiológica de sementes de soja em função do tratamento químico de sementes e foliar no campo. **Ciencia y Tecnología**, Equador, v. 4, n. 2, p. 29-37, 2011.
- EPAGRI. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina**. Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 3 jun. 2013.
- FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development**. Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p.
- FRANÇA NETO, J.B; et al. **Tecnologia da produção de sementes de soja de alta qualidade** – Série sementes. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 12 p. (Embrapa Soja - Circular Técnica 40).
- GOULART, A.C.P. **Fungos em sementes de soja: detecção e importância**. Dourados: EMBRAPA-CPAO, 2004. 72 p.
- HAMAWAKI, O.T. et al. Avaliação da qualidade fisiológica e sanitária de sementes de genótipos de soja do ciclo precoce/médio em

Uberlândia, Minas Gerais. **Fitopatologia Brasileira**, Brasília, v. 27, n. 2, p. 201-205, 2002.

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.; YUYAMA, M.M. Levantamento da qualidade sanitária de sementes de soja produzidas em diversas regiões do Brasil, entre as safras 1992/93 e 1996/97. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 21, n. 1, p. 18-26, 1999.

HENNING, A.A. et al. **Tratamento de sementes de soja com fungicidas**. Londrina: Embrapa, 1991. (Comunicado Técnico, 49).

KRZYZANOWSKI, F.C. et al. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 2008. (Circular Técnica, 55).

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). **R: A language and environment for statistical computing**. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 1 jul. 2013.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção e usos da soja**. Londrina: Mecenas, 2009. 314 p.

4 CONTRIBUIÇÃO DOS COMPONENTES DE RENDIMENTO NA PRODUTIVIDADE DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO NA SAFRA 2012/2013

4.1 RESUMO

A produtividade de sementes é uma característica complexa e resultante da expressão e associação de diferentes componentes agrônômicos e morfológicos. O objetivo do trabalho foi avaliar a contribuição dos componentes de rendimento sobre a produtividade de sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação na safra agrícola 2012/2013. O experimento foi conduzido no município de Campos Novos (SC) na safra 2012/2013 e, utilizou-se 16 cultivares de diferentes GM e ciclo, sendo 7 cultivares de ciclo superprecoce (GM 4.7 a 5.8), 5 precoce (GM 5.9 a 6.2) e, 4 semiprecoce (GM 6.3 a 6.7). As avaliações foram realizadas em 10 plantas de cada repetição e, as variáveis avaliadas foram: estatura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens/planta, número de sementes/vagem, peso de mil sementes e produtividade. As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância e os genótipos comparados pelo teste de Scott-Knott. A quantificação dos efeitos diretos e indiretos dos caracteres avaliados sobre a produtividade foi efetuada com análise de trilha e a importância de caracteres para a diversidade genética utilizando a metodologia de Singh e agrupamento de otimização proposto por Tocher usando como medida de dissimilaridade a distância generalizada de Mahalanobis. Foi observada existência de diversidade entre os genótipos para a maioria dos caracteres morfofisiológicos avaliados. As cultivares ND 4725 RG, BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR e BMX TURBO RR, pertencentes ao GM 4.7 a 5.8 com ciclo superprecoce apresentaram baixa estatura de planta (72,9 cm a 83,9 cm) e baixa altura de inserção de primeira vagem (8,3 cm a 10,5 cm), com maior número de vagem por planta (37,8 a 49,2 vagens por planta) e número de semente por vagem (2,5 a 2,7 sementes por vagem) apresentaram maior produtividade (2.884,2 a 3.082,7 a kg ha⁻¹) e menor peso de mil sementes (183,5 g a 189,9 g). O número de vagem por planta e o número de semente por vagem estão associados à

elevadas produtividade. A estatura de planta e a produtividade foram os caracteres de maior contribuição relativa para a divergência genética das populações.

Palavras-chave: *Glycine max.*, análise de trilha.

4.2 INTRODUÇÃO

A produção nacional de soja (*Glycine max* L.) registrada na safra 2012/2013 foi de 81.513,4 mil t, provenientes de 27.715,2 mil ha cultivados, com produtividade de 2.941 kg ha⁻¹. Em Santa Catarina a área colhida foi 505,0 mil ha, 12,7% maior que a do ano 2011/2012, com produção de 1.545,3 mil t, e com rendimento de 3.060 kg ha⁻¹, 26,4% superior ao do ano anterior (CONAB, 2013).

A utilização de tecnologias como, a utilização de sementes certificadas e de alta qualidade e alto potencial produtivo, associadas a boas práticas de semeadura, asseguram o estabelecimento de uma população de plantas vigorosas e em número adequado, sendo a base para o sucesso da lavoura, contribuindo para que máximas produtividades sejam alcançadas. A obtenção de genótipos mais produtivos é um dos objetivos básicos dos programas de melhoramento da soja, embora tenham ocorrido aumentos na produtividade a cada ano, genótipos com maior produtividade são cada vez mais difíceis de serem obtidos. A produtividade de sementes é um caráter complexo e resultante da expressão e associação de diferentes componentes agrônômicos e morfológicos. O conhecimento do grau dessa associação, por meio de estudos de correlações, possibilita identificar caracteres que podem ser usados como critérios de seleção indireta para produtividade (CARVALHO et al., 2002; KRZYZANOWSKI et al., 2008).

O conhecimento da relação entre características de crescimento e desenvolvimento da planta com os componentes do rendimento dos genótipos é determinante para a definição de um tipo de planta mais

produtiva. Segundo CRUZ et al. (2010) as características agronômicas dos diferentes cultivares são inerentes à constituição dos genótipos.

Os três principais componentes do rendimento da soja de acordo com NAVARRO JÚNIOR; COSTA (2002) são: número de legumes por unidade de área, número de grãos por legume e peso médio dos grãos, onde o número de grãos por legume é fortemente influenciada pelo fato de que a maioria das cultivares modernas são selecionadas para formar três óvulos por legume. Perini et al. (2012) complementa que independente do tipo de crescimento, o número de sementes por planta está diretamente relacionado com a máxima produtividade em soja. Alcantara Neto et al. (2011) também afirma que o número de vagens por planta é o componente de produção que apresentou maior efeito direto sobre a produção de matéria seca e total de grãos por planta.

A correlação entre dois caracteres pode ser de natureza fenotípica, genotípica ou ambiental, sendo que somente as correlações genotípicas que envolvem uma associação de natureza herdável é de maior interesse para o melhoramento. Em soja, os estudos sobre correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente tem envolvido os caracteres coletados desde o florescimento até a maturação, destacando-se a produtividade e seus componentes (CARVALHO et al., 2002; SOUZA et al., 2010).

Cruz; Regazzi; Carneiro (2012) relatam que a quantificação e a interpretação da magnitude de uma correlação podem resultar em equívocos na estratégia de seleção, pois correlação elevada pode ser resultado do efeito indireto, sobre estes, de um terceiro ou de um grupo de caracteres. Neste contexto, a análise de trilha é um dos métodos para entender as causas envolvidas nas associações entre caracteres e

decompor a correlação existente em efeitos diretos e indiretos, através de uma variável principal como o rendimento de sementes e, as variáveis explicativas, ou seja, os componentes do rendimento.

De acordo com Cruz et al. (2010 apud GARCIA 1992) as características quantitativas, como os componentes de rendimento de produção da planta, que respondem pela produtividade são diretamente influenciados pelo conjunto de fatores aplicados na área de produção, que visam obter o máximo rendimento econômico.

Baseando-se na hipótese que os componentes de rendimento podem influenciar na produtividade e apresentam respostas diferentes para cada cultivar/grupo de maturação. Objetivou-se avaliar a contribuição dos componentes de rendimento sobre a produtividade de sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação na safra agrícola 2012/2013.

4.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em lavoura comercial, no município de Campos Novos – SC, na safra 2012/2013. Segundo o Atlas Climatológico de Santa Catarina, o município de Campos Novos está localizado no Meio Oeste de Santa Catarina, com altitude média de 964,23 m, latitude sul de 27°24' e longitude oeste de 51°12' com temperatura média anual de 16,5 °C, com precipitação média anual de 1.851,7 mm (EPAGRI, 2013).

A semeadura do experimento na safra 2012/2013 foi realizada no dia 9 de novembro de 2012, de acordo com o zoneamento agroclimático para a região, em sistema de plantio direto. A semeadura

das cultivares foi na mesma data, para proporcionar que a resposta das cultivares fosse dependente do componente genético em função dos diferentes grupos de maturação com as condições de ambiente e as dezesseis cultivares de soja utilizadas foram de diferentes grupos de maturação (GM) e ciclo, todas com hábito de crescimento indeterminado; sendo sete cultivares classificadas como super-precoce (GM 4.7 a 5.8), cinco precoce (GM 5.9 a 6.2) e, quatro semi-precoce (GM 6.3 a 6.7), conforme descritas na Tabela 1.

Cada parcela experimental foi composta por 5 linhas espaçadas de 0,5 m com comprimento de 13 m. A área útil de cada parcela (8 m²) foi constituída pelas três linhas centrais, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade. Foram utilizadas 15 sementes por metro linear nas duas safras, procurando-se obter uma densidade de 30 plantas m⁻². As adubações foram realizadas de acordo com a análise química do solo, segundo as recomendações técnicas para a cultura na região.

Tabela 1 - Nome comercial, nome no RNC (Registro Nacional de Cultivares) com o grupo de maturação, ciclo e peso de mil sementes, das 16 cultivares de soja, utilizadas no experimento, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, no município de Campos Novos – SC.

Nome comercial	Nome no RNC	Grupo de Maturação	Ciclo	PMS
ND 4725 RG	A 4725RG	4,7	Super Precoce	172.4 g
BMX ENERGIA RR	BMX ENERGIA RR	5,0	Super Precoce	176.0 g
BMX VELOZ RR	5953 RSF	5,0	Super Precoce	172.0 g
BMX APOLO RR	Don Mario 6.8i	5,5	Super Precoce	168.0 g
FUND 62 RR	FUNDACEP 62RR	5,6	Super Precoce	146.0 g
BMX TURBO RR	BMX TURBO RR	5,8	Super Precoce	205.2 g
SYN 3358 RR	SYN3358 RR	5,8	Super Precoce	180.0 g
SYN 1059 RR	SYN1059 RR	5,9	Precoce	177.7 g
BMX FORÇA RR	BMX Força RR	6,2	Precoce	174.0 g
BMX MAGNA RR	Don Mario 7.0i	6,2	Precoce	143.0 g
FUND 66 RR	FUNDACEP 66RR	6,2	Precoce	200.0 g
BMX TORNADO RR	6863 RSF	6,2	Precoce	175.0 g
SYN 1163 RR	SYN1163 RR	6,3	Semi Precoce	185.3 g
A 6411 RG	A 6411RG	6,4	Semi Precoce	191.5 g
FUND 60 RR	FUNDACEP 60RR	6,4	Semi Precoce	139.0 g
BMX POTÊNCIA RR	BMX Potência RR	6,7	Semi Precoce	168.0 g

Fonte: produção do próprio autor, baseada nos catálogos das cultivares e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Os estádios de desenvolvimento da cultura da soja foram acompanhados de acordo com a escala fenológica de Fehr; Caviness (1977). A colheita foi realizada na fase de maturação plena (95% das vagens com coloração de madura – R8) (Anexo B) utilizou-se critério do teor de umidade das sementes próximo a 13%, com variações na época de colheita, em função das cultivares pertencerem a diferentes grupos de maturação e ciclo diferenciados. O beneficiamento das sementes foi manual, com a retirada das impurezas físicas. As sementes beneficiadas foram acondicionadas em câmara seca, com umidade relativa de $50 \pm 1\%$ e temperatura de $10 \pm 1\text{ }^{\circ}\text{C}$, para posterior realização das análises das sementes.

As avaliações foram realizadas em 10 plantas de cada repetição e, as variáveis avaliadas foram: estatura da planta, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens/planta, número de sementes/vagem, peso de mil sementes e produtividade.

A estatura das plantas (EP) foi determinada a partir da cicatriz da folha cotiledonar até a extremidade apical da haste principal. A altura de inserção da primeira vagem (IPV) foi determinada a partir da cicatriz da folha cotiledonar até a inserção da primeira vagem da haste principal. O número de vagens por planta (NVP) e número de sementes por vagem (NSV), foi determinada nas 10 plantas coletadas ao acaso (PANOZZO et al., 2009).

Após a colheita de todas as plantas da área útil de 8 m^2 , determinou-se a produtividade. O resultado foi expresso em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ corrigido para 13% de umidade.

Após a colheita e beneficiamento realizou-se a amostragem do lote de sementes. Realizou-se a junção das sementes de cada repetição

de campo para obtenção da amostra de trabalho da seguinte maneira: retirou-se uma porção com cerca de 680 gramas de sementes da parcela útil de cada repetição no campo (amostras simples), misturou-as para a obtenção da amostra composta de cerca de 2000 gramas. Dessa, retirou-se 1000 gramas (amostra média) a qual deu origem a amostra de trabalho; amostra necessária para a realização de todos os testes, além de retirar a amostra duplicata de aproximadamente um quilograma para eventual re-análise, de acordo com BRASIL (2009).

Para obter o peso de mil sementes, contou-se ao acaso quatro repetições de 200 sementes por repetição/cultivar, obtidas a partir da amostra média com \emptyset de 6,5 mm. Em seguida as sementes de cada repetição foram pesadas com balança com precisão de uma casa decimal. O peso foi corrigido para 13% de umidade, base úmida (BRASIL, 2009).

Inicialmente, os resultados foram submetidos a testes para verificação de normalidade e homogeneidade de variâncias. A partir deles verificou-se a necessidade de aplicar-se a transformação raiz quadrada às variáveis, número de vagem por planta e número de semente por vagem. A seguir os dados foram submetidos à análise de variância e para as comparações entre as medias dos genótipos foi utilizado o teste de Scott-Knott. Também foram efetuadas análises de trilha para quantificação dos efeitos diretos e indiretos dos componentes de rendimento. A importância de caracteres para a diversidade foi realizada por meio da metodologia de Singh. O estabelecimento de grupos similares foi procedido aplicando-se o método de otimização proposto por Tocher tendo como medida de dissimilaridade a distância generalizada de Mahalanobis. Todas as análises foram

conduzidas com os programas GENES (CRUZ, 2008) e R (R DEVELOPMENT CORE TEAM, 2012). Para todos os testes efetuados foi considerado o nível mínimo de significância de 5%.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância revelou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre as cultivares para todos os caracteres avaliados (APÊNDICE C), evidenciando que os genótipos apresentam características agronômicas bastante diferenciadas, o que é determinante para classificar as diferenças entre as cultivares.

A diferenciação das cultivares foi pelo teste Scott-Knott, pois é um método de comparação múltipla baseado em análise de agrupamento univariada, que elimina a ambiguidade que ocorre entre dois genótipos, tidos como diferentes entre si, mas que não diferem de um terceiro, e apresenta poderes semelhantes nas distribuições normais e não normais dos resíduos, robusto à violação da normalidade (SCOTT; KNOTT, 1974).

As cultivares de soja apresentaram diferenças na estatura de planta (EP), independentes dos grupos de maturação (Tabela 12), sendo que a cultivar FUNDACEP 66 RR apresentou a maior EP (143,3 cm), seguida pela cultivar SYN 1163 RR (133,8 cm) e as cultivares ND 4725 RG, BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR e BMX APOLO RR, apresentaram ótima estatura de planta, entre 83,9 cm a 72,9 cm, podendo considerar a cultivar A 6411 RG também com menor estatura de planta (91,3 cm) (Tabela 12), pois de acordo com Sedyama (2009) deseja-se que a altura de plantas seja em torno de 70 a 80 cm para uma colheita mais eficiente, pois plantas muito altas, com 90 cm ou mais,

geralmente não apresentam boa resistência ao acamamento e dificultam a colheita mecanizada.

A altura de inserção da primeira vagem (IPV) também influencia no rendimento de sementes e na colheita mecanizada e está relacionada com a cultivar. Segundo Sedyama (2009) a altura satisfatória para evitar perdas na colheita está em torno de 12 a 15 cm, todavia, pode-se colher eficientemente com altura de IPV em torno de 10 cm. As cultivares BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR e A 6411 RG apresentaram altura de IPV de 10,4 a 15,4 cm, permitindo uma eficiente colheita mecanizada e menor risco de perdas na colheita. E as cultivares ND 4725 RG e SYN 1059 RR não apresentaram diferenças significativas, apresentando altura de IPV 8,3 e 17,9 cm respectivamente (Tabela 12).

Em relação ao número de sementes por vagem (NSV), não houve tanta diferença entre as cultivares, pois o NSV variou de 2,0 a 2,7 sementes/vagem, mas destacaram-se as cultivares ND 4725 RG, BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR, BMX FORÇA RR, BMX TORNADO RR, FUNDACEP 60 RR e BMX POTÊNCIA RR com maior número de sementes por vagem (2,5 a 2,7 sementes) e as cultivares FUNDACEP 66 RR e A 6411 RR com menores NSV (2,0 e 2,1 sementes/vagem, respectivamente).

A variação do peso de mil sementes (PMS) foi de 216,2 a 171,9 g indicando haver uma grande variação entre as cultivares de soja para essa característica, sendo que as cultivares BMX APOLO RR, BMX TURBO RR, FUNDACEP 66 RR e FUNDACEP 60 RR apresentaram maiores valores de PMS (216,2 a 195,8 g), mas neste caso, o maior PMS não teve relação com a maior produtividade (Tabelas 12, 13 e 14).

Tabela 12 - Estatura de planta (EP), altura de inserção da primeira vagem (IPV), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), umidade (U), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (PROD) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Cultivar	EP	IPV	NVP	NSV	U	PMS	PROD
ND 4725 RG	76,2 h	8,3 c	47,6 a	2,5 a	13,6 c	183,5 b	2.884,2 a
BMX ENERGIA RR	72,9 h	10,5 c	37,8 b	2,7 a	14,1 b	189,9 b	3.082,7 a
BMX VELOZ RR	83,9 g	10,4 c	49,2 a	2,6 a	12,9 d	185,1 b	2.939,7 a
BMX APOLO RR	78,2 h	11,4 c	47,4 a	2,5 a	11,8 e	210,6 a	3.015,4 a
FUND 62 RR	123,0 c	27,4 b	40,6 b	2,4 b	11,8 e	191,8 b	1.911,3 c
BMX TURBO RR	112,4 d	21,5 b	45,7 a	2,5 b	14,2 b	195,8 a	3.101,1 a
SYN 3358 RR	109,4 d	21,4 b	38,6 b	2,2 b	14,1 b	180,2 b	1.996,5 c
SYN 1059 RR	103,5 e	17,9 c	45,7 a	2,4 b	13,8 b	181,4 b	2.520,3 b
BMX FORÇA RR	113,4 d	27,2 b	36,8 b	2,5 a	12,9 d	172,3 b	2.189,9 c
BMX MAGNA RR	103,1 e	21,1 b	45,6 a	2,3 b	15,6 a	171,9 b	2.053,8 c
FUND 66 RR	143,3 a	31,5 b	33,1 b	2,0 c	12,8 d	216,2 a	1.522,2 d
BMX TORNADO RR	113,4 d	27,8 b	37,6 b	2,5 a	12,0 e	178,9 b	2.130,6 c
SYN 1163 RR	133,8 b	43,5 a	39,0 b	2,4 b	11,2 f	177,9 b	2.073,2 c
A 6411 RG	91,3 f	15,4 c	37,8 b	2,1 c	11,7 e	190,1 b	2.129,5 c
FUND 60 RR	123,4 c	27,4 b	40,6 b	2,5 a	11,1 f	199,2 a	1.568,9 d
BMX POTÊNCIA RR	113,2 d	24,0 b	41,6 b	2,5 a	11,1 f	185,8 b	2.075,7 c
CV (%)	3,3	26,5	5,1	2,2	2,8	6,6	10,0

Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor.

Os valores médios da produtividade de sementes (kg ha^{-1}) das cultivares de soja variaram de 1.522,2 a 3.101,1 kg ha^{-1} , destacando-se as cultivares ND 4725 RG, BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR e BMX TURBO RR com maior produtividade de sementes de soja (2.884,2 a 3.101,1 kg ha^{-1}), das quais pertencem aos GM 4.7 a 5.8, ou seja, a maioria das cultivares de soja do ciclo superprecoce apresentaram maior produtividade, com exceção as cultivares FUNDACEP 62 RR (1.911,3 kg ha^{-1}) e SYN 3358 RR (1.996,5 kg ha^{-1}) e, as cultivares FUNDACEP 66 RR (1.522,2 kg ha^{-1}) (GM 6.2) e FUNDACEP 60 RR (1.568,9 kg ha^{-1}) (GM 6.4) com as menores produtividades (Tabela 12).

A análise dos resultados baseando-se no agrupamento pelo teste de Scott-Knott não proporciona um detalhamento da contribuição dos componente de rendimento de forma associada para obter maiores produtividades, para suprir esta necessidade utilizou-se a análise de trilha, a qual determina a existência de correlações positivas e negativas, alta e baixa magnitude entre os caracteres estudados, tendo como caráter principal a produtividade. Na interpretação de correlações, três aspectos devem ser considerados: a magnitude, a direção e a significância. As estimativas de coeficiente de correlação positivas indicam a tendência de uma variável aumentar quando a outra aumenta, e correlações negativas indicam tendência de uma variável aumentar enquanto a outra diminui (NOGUEIRA et al., 2012).

Com a análise de trilha observou-se que, predominantemente, as correlações genotípicas foram mais elevadas do que as fenotípicas e de igual sinal, indicando menor influência do ambiente na expressão dos

caracteres. Esses resultados são concordantes com obtidos em outras pesquisas (CARVALHO et al., 2002; NOGUEIRA et al., 2012).

Quando os valores dos coeficientes de correlação fenotípica e genotípica são comparados, em geral, as correlações genotípicas são superiores aos valores fenotípicos correspondentes, quando as magnitudes das correlações não são semelhantes, as correlações genotípicas são mais úteis do que as correlações fenotípicas para as estratégias de seleção. Contudo, os caracteres genotipicamente correlacionados, mas não fenotipicamente correlacionados podem não ser de valor prático na seleção, pois esta é geralmente baseada no fenótipo. Assim, os dois tipos de correlações foram considerados neste estudo para facilitar a decisão sobre a eficiência de um critério de seleção indireta (CARVALHO et al., 2002; ZILIO et al., 2013).

As maiores correlações genotípicas e fenotípicas com a produtividade foram obtidas para a estatura de planta (-0,814 e -0,786 respectivamente), e altura de inserção de primeira vagem (-0,768 e -0,705), mas ambas com magnitudes negativas, indicando que quanto maior a altura da planta e inserção de primeira vagem menor foi a produtividade. Houve maiores correlações genotípicas e fenotípicas com a produtividade, de magnitude positiva para as variáveis, número de vagem por planta (0,748 e 0,629 respectivamente) e com o número de semente por vagem (0,536 e 0,507 respectivamente), indicando que incrementos nesses caracteres refletem positivamente na produtividade. O peso de mil sementes apresentou baixa correlação com a produtividade (-0,107 e -0,016) (Tabela 13).

Os resultados mostraram que elevadas produtividades estão associadas com menores estaturas de planta e inserção de primeira

vagem, e ao maior número de vagem por planta e de semente por vagem. Segundo Gonçalves et al. (2003) o número de vagens por planta e o número de grãos por vagem apresentam correlação positiva com o rendimento de grãos, enquanto que o peso de mil sementes apresenta correlação negativa.

As cultivares ND 4725 RG, BMX ENERGIA RR, BMX VELOZ RR que apresentaram baixa estatura de planta (72,9 cm a 83,9 cm) e baixa altura de inserção de primeira vagem (8,3 cm a 10,5 cm) com maior número de vagem por planta (37,8 a 49,2 vagens por planta) e número de semente por vagem (2,5 a 2,7 sementes por vagem) apresentando maior produtividade (2.884,2 a 3.082,7 a kg ha^{-1}) e menor peso de mil sementes (183,5 g a 189,9 g) (Tabela 12).

A variável estatura de planta apresentou estimativas de correlação genotípica elevada (-0,810), com efeito direto negativo sobre a produtividade (-0,103) mas os efeitos indiretos via número de vagem por planta (-0,725) e via inserção da vagem (-0,506) apresentaram maior influencia no efeito direto sobre a produtividade, nas quais plantas com elevadas estaturas e inserção de primeira vagem apresentaram menor número de vagens por planta, ou seja menor rendimento de sementes (Tabela 13). Resultados semelhantes foram encontrados por Cabral et al. (2011) onde as variáveis estatura de planta e ponto de inserção de primeira vagem estão correlacionadas em magnitude média e sentido contrário com a variável principal produtividade e, Zilio et al. (2013) afirma que a característica que mais contribui para o aumento da produção de grãos em feijão foi a altura da planta (0,34).

A variável altura de inserção de primeira vagem apresentou alta correlação genotípica (-0,768) e fenotípica (-0,705) com magnitude

negativa. O efeito direto genotípico sobre a produtividade apresentou alta correlação com magnitude negativa (-0,518), ou seja, quanto maior a altura de inserção da primeira vagem menor foi a produtividade. A correlação fenotípica apresentou efeito direto positivo sobre a produtividade (0,305) mostrando que o ambiente influenciou na altura da IPV, porém o efeito indireto via estatura de planta foi o que mais contribuiu inversamente na altura de IPV (-0,810) (Tabela 13). De acordo com Rigon et al. (2012) a utilização de cultivares com menor altura de inserção do primeiro legume e maior altura de planta conduz ao ideotipo ideal, por possuir maior capacidade de massa de grãos por planta, além disso, a altura mínima da primeira vagem deve situar-se entre 10 e 15 cm para não possibilitar perdas na colheita da cultura da soja.

O número de vagem por planta apresentou alta correlação com a produtividade de sementes (0,748), entretanto, seu efeito direto genotípico é baixo (0,110), ou seja, abaixo da variável residual (0,500). Portanto, pode-se constatar que a associação entre o número de vagem por planta e a produtividade de sementes se deve aos efeitos indiretos genotípicos via altura de inserção da primeira vagem (0,384) e via número de sementes por vagem (0,193) (Tabela 13). Assim, a seleção baseada apenas no número de vagem por planta não é eficaz, sendo interessante fazer a seleção simultânea para número de vagem por planta e altura de inserção de primeira vagem. Cruz; Regazzi; Carneiro (2012) relatam que características que possuem alta correlação favorável, mas com baixo efeito direto sobre a característica principal indicam que a seleção voltada apenas para a característica em questão pode não proporcionar ganhos satisfatórios na variável principal, portanto, é

melhor adotar a seleção simultânea de caracteres, com ênfase também nos caracteres cujos efeitos indiretos são significativos.

Esses dados confirmam que o caráter de maior contribuição de magnitude positiva para elevar o rendimento de sementes em soja foi o número de vagem por planta, sendo um caráter com maior potencial a ser utilizado na seleção, quando o objetivo é incrementar o rendimento de sementes.

O número de sementes por vagem apresentou estimativas de correlação elevada (0,536), assim como o efeito direto (0,360), e menor estimativas de correlação fenotípicas (0,182), indicando que quanto maior o número de sementes por vagem maior foi o rendimento (Tabela 13). Resultados semelhantes foram observados por Cabral et al. (2011) que os caracteres número de vagem por planta e número de semente por vagem estão altamente correlacionados com a variável principal produtividade.

A característica peso de mil sementes foi a que menos teve correlação genotípica e fenotípica (-0,107 e -0,016 respectivamente) com magnitudes negativas, sendo o efeito direto tanto genotípico quanto fenotípico positivo (0,026 e 0,183 respectivamente) (Tabela 13). Segundo Cruz; Regazzi; Carneiro (2012) caracteres que apresentam efeito direto em sentido contrário à correlação com a variável principal indicam ausência de causa e efeito, sugerindo que o caráter auxiliar não é o principal determinante das alterações na variável básica, existindo outros que poderão proporcionar maior ganho de seleção. Carvalho et al. (2002) trabalhando com diferentes cruzamentos de soja também encontrou menores correlações genotípicas e fenotípicas do peso de mil sementes com a produtividade, devido a compensação que a soja

frequentemente promove, aumentando ou diminuindo o tamanho das sementes em função do número de vagens em desenvolvimento.

Os resultados obtidos de forma geral evidenciam a complexidade do caráter produtividade e que os componentes do rendimento não podem ser considerados de forma isolada quando se prioriza maiores produtividades.

Tabela 13 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos do caráter produtividade em soja e seus componentes de rendimento, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Caracteres	Estimativa da correlação	
	Genotípica	Fenotípica
Estatura de planta		
Efeito direto sobre produtividade	-0,103	-0,877
Efeito indireto via inserção de vagem	-0,506	0,282
Efeito indireto via número de vagem/planta	-0,725	-0,142
Efeito indireto via número de semente/vagem	-0,135	-0,068
Efeito indireto via peso de mil sementes	0,003	0,018
Total	-0,814	-0,786
Inserção de primeira vagem		
Efeito direto sobre produtividade	-0,518	0,305
Efeito indireto via estatura de planta	-0,101	-0,810
Efeito indireto via número de vagem/planta	-0,082	-0,146
Efeito indireto via número de semente/vagem	-0,065	-0,037
Efeito indireto via peso de mil sementes	-0,002	-0,015
Total	-0,768	-0,705

Continua...

Conclusão...

Tabela 13 - Estimativa dos efeitos diretos e indiretos do caráter produtividade em soja e seus componentes de rendimento, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Caracteres	Estimativa da correlação	
	Genotípica	Fenotípica
Número de vagem/planta		
Efeito direto sobre produtividade	0,110	0,260
Efeito indireto via estatura de planta	0,068	0,477
Efeito indireto via inserção de vagem	0,384	-0,171
Efeito indireto via número de semente/vagem	0,193	0,082
Efeito indireto via peso de mil sementes	-0,006	-0,020
Total	0,748	0,629
Número de semente/vagem		
Efeito direto sobre produtividade	0,350	0,182
Efeito indireto via estatura de planta	0,040	0,325
Efeito indireto via inserção de vagem	0,096	-0,062
Efeito indireto via número de vagem/planta	0,060	0,117
Efeito indireto via peso de mil sementes	-0,010	-0,056
Total	0,536	0,507
Peso de mil sementes		
Efeito direto sobre produtividade	0,026	0,183
Efeito indireto via estatura de planta	-0,013	-0,088
Efeito indireto via inserção de vagem	0,048	-0,026
Efeito indireto via número de vagem/planta	-0,027	-0,029
Efeito indireto via número de semente/vagem	-0,140	-0,056
Total	-0,107	-0,016
Coeficiente de determinação (R^2)	0,750	0,728
Efeito da variável residual	0,500	0,521

Fonte: produção do próprio autor

Para determinar o quanto os componentes de rendimento podem contribuir para a divergência genética, utilizou-se o método de Singh (1981), baseado na distância generalizada de Mahalanobis, considerando

de menor importância características que expressam menor variabilidade, sugerindo o descarte neste caso, da variável peso de mil sementes, que apresentou menor contribuição para a divergência. Segundo Rigon et al. (2012), o grande interesse na avaliação da importância relativa dos caracteres reside na possibilidade de se descartarem características que contribuem pouco para a discriminação do material avaliado, reduzindo dessa forma, mão-de-obra, tempo e custo despendidos na experimentação.

Na Tabela 14 observa-se que das seis características avaliadas, o parâmetro de maior influência, e, conseqüentemente, de mais intensa contribuição para a divergência genética foi a estatura da planta (72,2%), seguido pela produtividade (9,7%), ambos contribuindo com aproximadamente 82% da divergência genética, já a característica que apresentou uma menor contribuição foi o peso de mil sementes (2,6%), o que contribui de forma positiva para os resultados obtidos através da análise de trilha. Dados similares foram encontrados por Rigon et al. (2012) que trabalhando com 18 cultivares de soja, encontrou que a variável peso de mil sementes pouco se distinguiu entre os indivíduos (3,27%), onde esta pequena distinção entre os materiais, possivelmente, devido ao intenso processo de melhoramento genético deste caráter na cultura da soja.

A distância generalizada de Mahalanobis permitiu quantificar a importância relativa de caracteres para a diversidade genética e separou os indivíduos em três grupos de acordo com o método de agrupamento e otimização proposto por Tocher, conforme os caracteres de maior contribuição relativa, ou seja, a estatura de planta e a produtividade, sendo que a maioria das cultivares ficaram reunidas no grupo I (BMX

FORÇA RR, BMX TORNADO RR, BMX POTÊNCIA RR, SYN 3358 RR, FUNDACEP 62 RR, BMX MAGNA RR, SYN 1059 RR, BMX TURBO RR, FUNDACEP 60 RR e SYN 1163 RR), no grupo II ficaram cinco cultivares (ND 4725 RG, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR, BMX ENERGIA RR e A 6411 RG) e no grupo III ficou somente uma cultivar (FUNDACEP 66 RR).

No grupo III ficou a cultivar que apresentou maior estatura de planta (143,3 cm) e menor produtividade ($1.522,2 \text{ kg ha}^{-1}$), no grupo II as cultivares que apresentaram menores médias de estatura de planta e maiores médias de produtividade (80,5 cm e $2.810,3 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente) e no grupo I permaneceram as cultivares com valores médios intermediários de estatura de planta e produtividade (114,9 cm e $2.162,1 \text{ kg ha}^{-1}$, respectivamente). Desta maneira, destacam-se os grupos II e III com maior dissimilaridade genética, com maiores diferenças entre as características de maior contribuição para a divergência genética. Segundo Santos et al. (2012) os genótipos que integraram o mesmo grupo são geneticamente semelhantes, levando a crer que suas recombinações poderiam proporcionar variabilidades inferiores, se comparada aos demais grupos. Os cruzamentos a partir de genótipos reunidos em grupos afastados são considerados mais promissores pelo indicativo de serem mais dissimilares.

Tabela 14 - Contribuição relativa das variáveis para a divergência genética em 16 cultivares de soja, conforme critério de Singh (1981) e distância generalizada de Mahalanobis.

Variáveis	S.j.	Valor em %
Estatura da planta	9.652	72,2
Produtividade	1.292,90	9,7
Número de semente por vagem	1.179,40	8,8
Número de vagem por planta	52,7	3,9
Inserção de primeira vagem	367,4	2,7
Peso de mil semente	344,3	2,6

S.j.: contribuição da variável x para o valor da distância de Mahalanobis entre as cultivares.

Fonte: produção do próprio autor.

4.5 CONCLUSÕES

As cultivares do GM 4.7 a 5.8 com ciclo superprecoce, apresentaram maior produtividade.

Entre os componentes de rendimento, o número de vagem por planta e o número de semente por vagem são caracteres de maior potencialidade para a seleção e identificação de genótipos superiores para o rendimento de sementes em soja.

A estatura de planta foi o caráter de maior contribuição relativa para a divergência genética das populações, o que explica o componente genético para as diferenças na produtividade.

As cultivares que apresentaram maior dissimilaridade genética quanto à estatura de planta e a produtividade foram as cultivares FUNDACEP 66 RR (GM 6.2) com maior estatura de planta e menor produtividade e as cultivares do GM 4.7 a 5.5 (ND 4725 RG, BMX VELOZ RR, BMX APOLO RR, BMX ENERGIA RR) e a cultivar A 6411 RG do GM 6.4 com menores valores de estatura de planta e maior produtividade.

REFERÊNCIAS

ALCANTARA NETO, F. et al. Análise de trilha do rendimento de grãos de soja na microrregião do Alto Médio Gurguéia. **Comunicata Scientiae**, Piauí, v. 2, n. 2, p. 107-112, 2011.

BRANDT, E.A. et al. Desempenho agrônômico de soja em função da sucessão de culturas em sistema plantio direto. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 30, n. 5, p. 869-874, 2006.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de Análise de Sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 200 p.

CABRAL, P.D.S. et al. Análise de trilha do rendimento de grãos de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) e seus componentes. **Revista Ciência Agrônômica**, Ceará, v. 42, n. 1, p. 132-138, 2011.

CARVALHO, C.G.P. et al. Correlação e análise de trilha em linhagens de soja semeadas em diferentes épocas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 311-320, 2002.

CONAB –COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, oitavo levantamento, maio 2013**. Brasília: Conab, 2013. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/13_05_09_11_56_07_boletim_2_mai_2013.pdf>. Acesso em: 14 maio. 2013.

CRUZ, C. D. **Programa Genes - Diversidade Genética**. Editora UFV. Viçosa (MG). v. 1. 278 p. 2008.

CRUZ, C.D.; REGAZZI, A.J.; CARNEIRO, P.C.S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 4. ed. Viçosa: UFV, 2012. 514 p.

CRUZ, T.V. et al. Componentes de produção de soja em diferentes épocas de semeadura, no oeste da Bahia. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 26, n. 5, p. 709-716, 2010.

EPAGRI. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina.**

Disponível em: <<http://ciram.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 3 jun. 2013.

FEHR, W.R.; CAVINESS, C.E. **Stages of soybean development.**

Ames: Iowa State University of Science and Technology, 1977. 11 p. (Special report, 80).

GONÇALVES, M.C. et al. Correlations and path analysis of common bean grain yields and its primary components. **Crop Breeding Applied Biotechnology**, v. 3, n. 3, p. 217-222, 2003.

KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. **O controle de qualidade agregando valor à semente de soja.** Série Sementes. Londrina: EMBRAPA – CNPSo, 2008. (Circular Técnica, 54).

NAVARRO JÚNIOR, H.M.; COSTA, J.A. Contribuição relativa dos componentes de rendimento para produção de grãos em soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 3, p. 269-274, 2002.

NOGUEIRA, A.P.O. et al. Análise de trilha e correlações entre caracteres em soja cultivada em duas épocas de semeadura. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v. 28, n. 6, p. 877-888, 2012.

PANOZZO, L.E. et al. Comportamento de plantas de soja originadas de sementes de diferentes níveis de qualidade fisiológica. **Revista da FZVA**, Uruguiana, v. 16, n. 1, p. 32-41. 2009.

PERINI, L.J. et al. Componentes da produção em cultivares de soja com crescimento determinado e indeterminado. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 1, p. 2531-2544, 2012.

R DEVELOPMENT CORE TEAM (2012). **R: A language and environment for statistical computing.** R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 1 jul. 2013.

RIGON, J.P.G et al. Dissimilaridade genética e análise de trilha de cultivares de soja avaliada por meio de descritores quantitativos. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 59, n. 2, p. 233-240, 2012.

SANTOS, E.R. et al. Divergência genética entre genótipos de soja com base na qualidade de sementes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 2, p. 247-254, 2012.

SCOTT, A.J.; KNOTT, M. A cluster analysis method for grouping means in the analysis of variance. **Biometrics**, v. 30, n. 3, p. 507-512, 1974.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetics and Plant Breeding**, v. 41, n. 2 p. 237-245, 1981.

SEDIYAMA, T. **Tecnologias de produção de e usos da soja**. Londrina: Mecenias, 2009. 314 p.

SOUZA, C.A. et al. Relação entre densidade de plantas e genótipos de soja Roundup Ready. **Planta Daninha**, Viçosa, v. 28, n. 4, p. 887-896, 2010.

ZILIO, M. et al. Cycle, canopy architecture and yield of common bean genotypes (*Phaseolus vulgaris*) in Santa Catarina State. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 35, n. 1, p. 21-30, 2013.

5 QUALIDADE FISIOLÓGICA DE CULTIVARES DE SOJA DE DIFERENTES GRUPOS DE MATURAÇÃO COLHIDOS NA MATURIDADE FISIOLÓGICA NA SAFRA 2012/2013

5.1 RESUMO

No estágio de maturidade fisiológica (R7) é observada a maior qualidade fisiológica das sementes, com o máximo conteúdo de reservas e alto grau de umidade e, a partir daí, a semente permanece ligada à planta apenas fisicamente e exposta a condições adversas de ambiente. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação colhidas no estágio da maturidade fisiológica (MF). O experimento foi conduzido no município de Campos Novos – SC, na safra 2012/2013 com 16 cultivares de soja de diferentes grupos de maturação (GM), sendo 7 cultivares de ciclo superprecoce (GM 5.5 a 5.8), 5 precoce (GM 5.9 a 6.2) e, 4 semiprecoce (GM 6.3 a 6.7) colhidas manualmente na MF, no qual as vagens foram submetidas a secagem artificial com temperatura entre 38° C e 40°C, até as sementes apresentarem entre 12% a 13% de umidade. Realizou-se o teste de germinação, condutividade elétrica e tetrazólio. A maioria das cultivares de soja apresentaram germinação acima de 80%, com exceção a cultivar FUNDACEP 66 RR (78%) e o tetrazólio mostra alta viabilidade para todas as cultivares (99%) e alto vigor (81% a 97%). Quanto aos danos nas sementes de soja avaliadas pelo tetrazólio, as cultivares BMX VELOZ RR, FUNDACEP 62 RR, BMX TURBO RR, SYN 3358 RR, SYN 1059 RR, BMX FORÇA RR e FUNDACEP 66 RR apresentaram maior quantidade de danos mecânicos (10% a 22%), os quais podem ser explicados como danos físicos, devido à sensibilidade destas cultivares a danos por secagem, e as cultivares do GM 5.9 a 6.2 apresentaram maior quantidade de danos por umidade (53% a 74%) devido ao estresse hídrico nas fases de floração e enchimento de sementes. A condutividade elétrica classificou a maioria das cultivares com alto vigor (52 a 70 $\mu\text{S cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), BMX ENERGIA RR e SYN 3358 RR com médio vigor (73 e 74 $\mu\text{S cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) e, as cultivares FUNDACEP 66 RR e BMX VELOZ RR com baixo vigor (88 e 93 $\mu\text{S cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) devido provavelmente a desuniformidade de maturação, pela baixa precipitação no estágio R6 (fase de vagem completamente madura). Desta maneira,

conclui-se que a qualidade fisiológica das sementes de soja foi dependente da cultivar utilizada e da interação com as condições ambientais e, as cultivares do GM 6.3 a 6.7 apresentaram maior qualidade fisiológica na MF, pois as condições de precipitação uniforme no estágio de enchimento de sementes contribuíram para o melhor desenvolvimento das sementes.

Palavras-chave: *Glycine max*, vigor, condições ambientais.

5.2 INTRODUÇÃO

As sementes de alta qualidade devem apresentar ótimas características genéticas, fisiológicas e sanitárias e, para a produção de sementes de alta qualidade é necessário utilizar técnicas especiais como cultivares adaptadas a região, épocas de semeadura apropriadas para a produção de sementes, além da utilização de cultivares que produzam sementes de alta qualidade (FRANÇA NETO et al., 2007).

Dentre os parâmetros de qualidade, a alta pureza genética é importante para que a cultivar possa expressar em sua plenitude todos os seus atributos de qualidade agrônômica, tais como ciclo, produtividade, resistência a enfermidades, tipo de grão, qualidades organolépticas e de semente (KRZYŻANOWSKI et al., 2008).

A maturidade fisiológica é indicada como o momento em que cessa a transferência de matéria seca da planta para as sementes, pois ocorreu o máximo acúmulo de matéria seca. Nesta ocasião, as sementes apresentam alta qualidade fisiológica (MARCOS FILHO, 2005), e a partir daí, a semente permanece ligada à planta apenas fisicamente e exposta a condições adversas de ambiente. É preciso ressaltar os cuidados com a semente neste ponto, pois conteúdo de reservas é máximo e o grau de umidade ainda é muito alto, o que implica na necessidade de condições de ambiente com baixa umidade relativa e alta temperaturas para promover uma curta fase de dessecação (PESKE; LUCCA FILHO; BARROS, 2006).

Em soja, a maturidade fisiológica é representada pelo estágio R7, caracterizado por uma vagem normal em qualquer nó da haste principal da planta que tenha alcançado a maturação, com coloração de

vagem madura, normalmente da cor marrom ou palha, dependendo do cultivar (FEHR; CAVINESS, 1979).

As sementes de soja atingem a máxima massa de matéria seca quando o teor de água é de aproximadamente 50%, no entanto, os graus de umidade das sementes individuais dessa amostra podem variar de 40% a 65%, devido à desuniformidade de maturação intra e entre plantas (MARCOS FILHO, 2005).

As sementes recém-colhidas na maturidade fisiológica apresentam teor de água inadequado para o armazenamento seguro. Assim para evitar que o elevado teor de água das sementes culmine em sua deterioração, é ideal que o teor de água seja reduzido para que possam ser armazenadas sem prejuízos à qualidade fisiológica (PESKE; VILLELA, 2006). Mas, este não é o fator preponderante, visto que segundo Marcos Filho (2005) não se recomenda que a colheita seja realizada logo após as plantas atingirem a maturidade devido ao alto teor de água, incompatível com a colheita mecanizada. Nesta situação, verificam-se dificuldades para o recolhimento e trilha, devido à quantidade excessiva de partes verdes e úmidas das plantas, e bem como a ocorrência de níveis severos de danos mecânicos por amassamento nas sementes.

A partir da maturidade fisiológica, o teor de água decresce em função da variação da umidade relativa do ar, indicando que a planta mãe não exerce mais influência sobre a umidade das sementes. No entanto, é importante que as condições de ambiente permitam esta rápida desidratação das sementes. A ocorrência de chuvas prolongadas e altas umidades relativas do ar nesta ocasião retardarão o processo de secagem natural, comprometendo a qualidade das sementes, que estarão

sujeitas à deterioração no campo (PESKE; LUCCA FILHO; BARROS, 2006), comprometendo a qualidade da semente, pois estas ficam expostas às intempéries, tornando-se grave em regiões onde o final da maturação coincide com períodos chuvosos.

A deterioração das sementes envolve a interação de mudanças citológicas, fisiológicas, bioquímicas e físicas da semente e que resultam na perda do vigor e da viabilidade da mesma (KRZYZANOWSKI et al., 2008). A qualidade fisiológica é afetada negativamente pela deterioração de campo, que ocasiona o dano por umidade. Esse dano é oriundo das oscilações de umidade decorrentes de chuva, neblina e orvalho, principalmente quando associados a temperaturas elevadas.

Além das consequências diretas na qualidade da semente, o dano por umidade, causado principalmente pelas oscilações de temperatura e umidade podem resultar em maior índice de danos mecânicos na colheita, uma vez que semente torna-se extremamente vulnerável aos impactos mecânicos (FRANÇA NETO et al., 2007). A deterioração no campo será intensificada pela interação com alguns fungos de campo, como *Phomopsis* spp., *Fusarium* spp., *Cercospora kikuchii* e *Colletotrichum truncatum*, que, ao infectar a semente, contribuem para a redução do vigor e da germinação (HENNING, 2005).

Portanto, parte-se da hipótese de que a qualidade fisiológica das sementes na maturidade fisiológica (R7) são altamente dependentes das condições de desenvolvimento durante a embriogênese e maturação, ou seja, as cultivares de diferentes ciclos podem apresentar sua qualidade de sementes diferenciada na maturidade fisiológica, pois a fase de dessecação não estaria sendo um componente para redução de sua

qualidade a campo. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica das sementes de dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação colhidas no estágio da maturidade fisiológica.

5.3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido em condições de campo, em lavoura comercial, no município de Campos Novos – SC, no ano agrícola 2012/2013. Segundo o Atlas Climatológico de Santa Catarina, o município de Campos Novos está localizado no Meio Oeste de Santa Catarina, com altitude média de 964,23 m, latitude sul de 27°24' e longitude oeste de 51°12' com temperatura média anual de 16,5 °C , com precipitação média anual de 1.851,7 mm (EPAGRI, 2013).

A semeadura do experimento foi realizada no dia 9 de novembro de 2012, de acordo com o zoneamento agroclimático para a região, em sistema de plantio direto. A semeadura das cultivares foi na mesma data, para proporcionar que a resposta das cultivares fosse dependente do componente genético em função dos diferentes grupos de maturação com as condições de ambiente e as dezesseis cultivares de soja utilizadas foram de diferentes grupos de maturação (GM) e ciclo, todas com hábito de crescimento indeterminado; sendo sete cultivares classificadas como superprecoce (GM 4.7 a 5.8), cinco precoce (GM 5.9 a 6.2) e, quatro semiprecoce (GM 6.3 a 6.7), conforme descritas na Tabela 1.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, com três repetições e dezesseis tratamentos (cultivares). Cada parcela experimental foi composta por 5 linhas espaçadas de 0,5 m com

comprimento de 13 m. A área útil de cada parcela foi constituída pelas três linhas centrais, excluindo-se 0,5 m de cada extremidade, totalizando 8 m². Foram utilizadas 15 sementes por metro linear nas duas safras, procurando-se obter uma densidade de 30 plantas m⁻². As adubações foram realizadas de acordo com a análise química do solo, segundo as recomendações técnicas para a cultura na região.

Tabela 1 - Nome comercial, nome no RNC (Registro Nacional de Cultivares) com o grupo de maturação, ciclo e peso de mil sementes, das 16 cultivares de soja, utilizadas no experimento, nas safras 2011/2012 e 2012/2013, no município de Campos Novos – SC.

Nome comercial	Nome no RNC	Grupo de Maturação	Ciclo	PMS
ND 4725 RG	A 4725RG	4,7	Super Precoce	172.4 g
BMX ENERGIA RR	BMX ENERGIA RR	5,0	Super Precoce	176.0 g
BMX VELOZ RR	5953 RSF	5,0	Super Precoce	172.0 g
BMX APOLO RR	Don Mario 6.8 i	5,5	Super Precoce	168.0 g
FUND 62 RR	FUNDACEP 62RR	5,6	Super Precoce	146.0 g
BMX TURBO RR	BMX TURBO RR	5,8	Super Precoce	205.2 g
SYN 3358 RR	SYN3358 RR	5,8	Super Precoce	180.0 g
SYN 1059 RR	SYN1059 RR	5,9	Precoce	177.7 g
BMX FORÇA RR	BMX Força RR	6,2	Precoce	174.0 g
BMX MAGNA RR	Don Mario 7.0i	6,2	Precoce	143.0 g
FUND 66 RR	FUNDACEP 66RR	6,2	Precoce	200.0 g
BMX TORNADO RR	6863 RSF	6,2	Precoce	175.0 g
SYN 1163 RR	SYN1163 RR	6,3	Semi Precoce	185.3 g
A 6411 RG	A 6411RG	6,4	Semi Precoce	191.5 g
FUND 60 RR	FUNDACEP 60RR	6,4	Semi Precoce	139.0 g
BMX POTÊNCIA RR	BMX Potência RR	6,7	Semi Precoce	168.0 g

Fonte: produção do próprio autor, baseada nos catálogos das cultivares e Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento.

Os estádios de desenvolvimento da cultura da soja foram acompanhados de acordo com a escala fenológica de Fehr; Caviness (1977). A colheita foi realizada na fase de maturidade fisiológica (R7) (Anexo B) e, após a colheita, devido ao alto teor de umidade das sementes (55% a 65%) realizou-se a secagem artificial das vagens em estufa de circulação forçada de ar, com temperatura entre 38° C e 40° C, até as sementes apresentarem entre 12% a 13% de umidade. Após a secagem, as sementes foram debulhadas das vagens manualmente, limpas com auxílio da peneira e acondicionadas em câmara seca, com umidade relativa de $50 \pm 1\%$ e temperatura de 10 ± 1 °C, para posterior realização das análises das sementes.

Após a colheita e beneficiamento realizou-se a amostragem do lote de sementes. Realizou-se a junção das sementes de cada repetição de campo para obtenção da amostra de trabalho da seguinte maneira: retirou-se uma porção com cerca de 680 g de sementes da parcela útil de cada repetição no campo (amostras simples), misturou-as para a obtenção da amostra composta de cerca de 2000 g. Dessa, retirou-se 1000 g (amostra média) a qual deu origem a amostra de trabalho; amostra necessária para a realização de todos os testes, além de retirar a amostra duplicata de aproximadamente um quilograma para eventual reanálise, de acordo com a RAS (2009).

As sementes foram avaliadas em laboratório, determinando-se a porcentagem de germinação, condutividade elétrica e tetrazólio das sementes das dezesseis cultivares de sementes de soja colhidas na maturidade fisiológica.

O teste de germinação foi realizado com quatro repetições de 50 sementes/cultivar, os quais foram dispostos em rolos de papel tipo

Germitest, umedecidos com água destilada em quantidade correspondente a 2,5 vezes a massa do papel seco, sob temperatura constante de 25° C, em germinador tipo Mangelsdorf. As avaliações de porcentagens de plântulas normais foi no sexto dia após o início do teste, conforme prescrito nas Regras de Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009).

O teste de condutividade elétrica foi realizado com quatro repetições de 50 sementes/tratamento, com massas conhecidas (7 g a 12 g), acondicionados em recipiente contendo 75 mL de água ultrapura e mantidas em germinador a 25 °C, por 24 h. Após a embebição foi determinada a condutividade elétrica da solução e os resultados expressos em $\mu\text{S}\cdot\text{cm}^{-1}\cdot\text{g}^{-1}$ (VIEIRA; KRZYZANOWSKI, 1999).

No teste de tetrazólio foram utilizadas 100 sementes (duas repetições de 50 sementes/cultivar), as quais foram pré-condicionadas entre papel *Germitest* umedecidos, com a quantidade de 2,5 vezes a massa do papel, durante 16 horas a 25 °C em germinador. Em seguida, as sementes foram colocadas em recipiente plástico e mantidas submersas em solução de 0,075% de 2,3,5 trifenil tetrazólio, a 40 °C, no escuro, por três horas. Após este período, as sementes foram lavadas com água corrente e mantidas submersas em água destilada até o momento da avaliação (FRANÇA NETO et al., 1998).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (Teste F), utilizando-se o programa para análises estatísticas ASSISTAT (SILVA; AZEVEDO, 2009). As médias entre os tratamentos foram comparados pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade.

5.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância indicou diferenças significativas ($P < 0,05$) entre os genótipos para as variáveis: germinação e condutividade elétrica e, pelo teste de tetrazólio para as variáveis: vigor, danos mecânicos e danos por umidade.

Os resultados obtidos na germinação das dezesseis cultivares de soja de diferentes grupos de maturação (Tabela 15) indicam diversidade genética para os parâmetros de qualidade fisiológica das sementes, quando colhidas na maturidade fisiológica. A maioria das cultivares de soja apresentaram germinação acima do padrão mínimo exigido para a comercialização de sementes de soja (80%) (BRASIL, 2005) com exceção a cultivar FUNDACEP 66 RR (78%).

Partindo-se do princípio de que até a maturidade fisiológica a semente aumenta seu potencial de germinação e vigor, pode-se admitir que as diferenças na germinação obtidas na maturidade fisiológica (R7) sejam consequências de características genéticas da cultivar e sua interação com as condições ambientais de cultivo até este momento. O fator genético da cultivar está grandemente relacionado com algumas características que têm influência direta sobre a qualidade da semente. É o caso encontrado por Carbonell; Krzyzanowski (1995) onde associaram a variação na resistência de sementes ao dano mecânico entre as cultivares devido às diferenças genéticas, pois as cultivares de soja com maior teor de lignina foram mais resistentes aos danos mecânicos do que as cultivares com menor teor de lignina.

Tabela 15 - Percentual de germinação (%), condutividade elétrica ($\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) e teste de tetrazólio (viabilidade, vigor, danos mecânicos, danos por umidade e danos por percevejos (%)) em sementes de cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Cultivar	Germinação	Condutividade Elétrica	Viabilidade	Vigor	Dano Mecânico	Dano de Umidade	Dano de Percevejo
ND 4725 RG	97 a	63 c	100 a	97 a	2 c	42 d	4 a
BMX ENERGIA RR	98 a	73 b	99 a	92 a	6 c	24 e	4 a
BMX VELOZ RR	88 c	93 a	99 a	83 b	18 a	50 c	9 a
BMX APOLO RR	97 a	70 b	100 a	96 a	3 c	13 f	8 a
FUND 62 RR	96 a	88 a	100 a	91 a	11 b	38 d	2 a
BMX TURBO RR	93 b	53 c	100 a	83 b	12 b	52 c	3 a
SYN 3358 RR	91 b	74 b	99 a	90 a	18 a	78 a	0 a
SYN 1059 RR	86 c	64 c	99 a	81 b	17 a	62 b	4 a
BMX FORÇA RR	89 c	52 c	100 a	93 a	10 b	53 c	7 a
BMX MAGNA RR	87 c	56 c	100 a	94 a	5 c	72 a	4 a
FUND 66 RR	78 d	62 c	99 a	86 b	22 a	74 a	4 a
BMX TORNADO RR	88 c	59 c	100 a	95 a	1 c	27 e	2 a
SYN 1163 RR	87 c	56 c	99 a	92 a	1 c	34 d	5 a
A 6411 RG	82 d	56 c	100 a	95 a	2 c	41 d	4 a
FUND 60 RR	90 c	63 c	100 a	94 a	3 c	28 e	4 a
BMX POTÊNCIA RR	94 b	55 c	100 a	97 a	4 c	27 e	5 a
CV	6,1	15,4	1,0	6,1	61,4	15,9	89,8

Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem significativamente, pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Fonte: produção do próprio autor.

Os resultados de condutividade elétrica (Tabela 15) foram eficientes para a separação das cultivares de soja em diferentes níveis de vigor. Os valores obtidos variaram de 52 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ a 93 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$. Para sementes de soja, Colete et al. (2007) classificaram que valores de condutividade elétrica até 70 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ são considerados alto vigor, de 70 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ a 80 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ são de médio vigor e superiores a 80 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ de baixo vigor. Desta maneira, a maioria das cultivares de soja estudadas apresentaram alto vigor (52 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ a 70 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$), as cultivares BMX ENERGIA RR (73 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) e SYN 3358 RR (74 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) apresentaram médio vigor e as cultivares FUNDACEP 62 RR (88 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) e BMX VELOZ RR (93 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) com menor vigor.

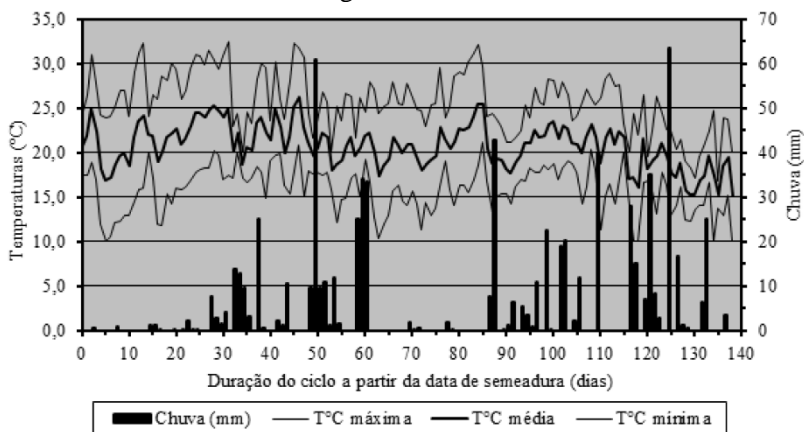
A alta lixiviação de solutos das cultivares FUNDACEP 62 RR e BMX VELOZ RR (88 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$ e 93 $\mu\text{S.cm}^{-1}.\text{g}^{-1}$) pode ser explicada pelo fato de que neste momento ainda existe uma grande desuniformidade na maturação das sementes na própria planta, o que segundo França Neto et al. (2012) relata que o teste de condutividade elétrica, com sementes esverdeadas, indicou maiores índices de lixiviação de solutos, devido a desorganização dos sistemas de membranas celulares neste momento.

Na safra 2012/2013 essas condições de baixa precipitação (0,2 mm/dia) e temperaturas mais elevadas (21,6° C) coincidiram com o estágio R6 (vagem completamente madura) (FERH; CAVINESS, 1977) (ANEXO B) principalmente para as cultivares de menor grupo de maturação, sendo assim, as cultivares do GM 4.7 a 5.8, pertencentes ao ciclo superprecoce, ocorrendo em média aos 70 a 85 dias após o plantio (Figura 2), o que pode explicar o baixo vigor, pois Pádua et al. (2009)

afirma que quando há estresse de altas temperaturas com déficit hídrico em plantas no estágio R6 resultam numa maior ocorrência de sementes verdes.

Pelo teste de tetrazólio (Tabela 15) todas as cultivares apresentaram alta viabilidade, com valores superiores a 99,0%, o que confere com outros autores, segundo Carvalho; Nakagawa (2012) afirmam que no ponto de maturidade fisiológica a semente encontra-se no máximo de vigor e viabilidade. O vigor das cultivares de soja, pelo teste de tetrazólio se manteve nos padrões estabelecidos por França Neto; Krzyzanowski; Costa (1998), os quais indicam que sementes de vigor muito alto, são aquelas com valores acima de 85%, as quais a maioria das cultivares de soja estudadas se mantiveram, e as sementes com valores entre 75% e 84% com alto vigor, sendo as BMX VELOZ RR (83%), BMX TURBO RR (83%), SYN 1059 RR (81%) e a FUNDACEP 66 RR (86%) classificadas como alto vigor.

Figura 2 – Temperaturas (°C) máxima, média e mínima diárias e precipitação pluviométrica (mm) registradas pelo Instituto Nacional de Meteorologia - INMET, no município de Campos Novos-SC, no período da semeadura até a maturidade fisiológica, na safra 2012/2013.



Fonte: produção do próprio autor.

Com relação às possíveis causas de perda de vigor/viabilidade em sementes de soja, o teste de tetrazólio indica principalmente danos mecânicos, danos por umidade e danos por percevejo. Os danos mecânicos, pode ser em função de uma alteração física nas sementes em função da variações no teor de umidade das sementes. As cultivares BMX VELOZ RR, FUNDACEP 62 RR, BMX TURBO RR, SYN 3358 RR, SYN 1059 RR, BMX FORÇA RR e FUNDACEP 66 RR apresentaram a maior quantidade de danos mecânicos (10% a 22%), os quais podem ser explicados como danos físicos, devido à sensibilidade destas cultivares a danos por secagem, já que as sementes foram colhidas manualmente e secas em estufa com circulação de ar forçado na temperatura de 38° C a 40° C (Tabela 15). A menor qualidade fisiológica de sementes de soja em função do dano por umidade pode

ser causado em função das oscilações da umidade decorrente de chuvas, neblina e orvalho, principalmente quando associados às temperaturas elevadas, provoca rugas características no tegumento (KRZYZANOWSKI et al., 2008).

O dano por umidade foi variável e dependente da cultivar (entre 13% a 78%), sendo diferentes para cada grupo de maturação, com maiores valores (53% a 54%) para as cultivares de soja do GM 5.9 a 6.2, pertencentes ao ciclo precoce, com exceção da cultivar BMX TORNADO RR (27%) (Tabela 15), devido provavelmente às oscilações de umidade relativa, pois durante a fase de floração (R2) e enchimento das sementes (R5) (ANEXO B) houve estresse hídrico (70 aos 120 dias) (Figura 2), e segundo Gianluppi (2009) a necessidade de água pela cultura da soja atinge o máximo durante a floração e enchimento das sementes, e déficits hídricos expressivos durante essas fases provocam alterações fisiológicas na planta, como o fechamento estomático e o enrolamento das folhas e como consequência, causa a queda de flores e abortamento de vagens, afetando a qualidade e a produtividade de sementes de soja. A maioria das cultivares de soja do GM 6.3 a 6.7, pertencentes ao ciclo semiprecoce, foram as que apresentarem menor quantidade de danos por umidade, devido a maior disponibilidade hídrica durante as fases de floração e enchimento da semente, o que foi de acordo com as exigências da cultura para esse período, com precipitação de 8,6 mm por dia (Figura 2) (100 aos 135 dias). Pois segundo Embrapa (2003) a necessidade de água para a cultura da soja vai aumentando com o desenvolvimento da planta, atingindo o máximo durante a floração-enchimento de grãos (7 a 8 mm/dia), decrescendo após esse período.

A ocorrência de percevejo durante a fase de maturação pode ser um importante fator na redução da qualidade fisiológica das sementes de soja, pois inocula o fungo *Nematospora coryli*, que, dependendo do grau de umidade da semente, provoca a necrose dos tecidos da região afetada, resultando em severas reduções do vigor e viabilidade (KRZYZANOWSKI et al., 2008; FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998). Esses danos não apresentaram diferenças significativas, sendo inferiores a 10% não causando sérios prejuízos às sementes de soja (Tabela 15). O controle dos percevejos ocorre quando o teste de tetrazólio indica danos por percevejos acima de 7% na perda da viabilidade, porém as cultivares de soja apresentaram viabilidade acima de 99% não sendo necessário o controle para este inseto praga (FRANÇA NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998), outra medida de controle no campo, inicia-se quando forem encontrados dois percevejos adultos ou ninfas com mais de 0,5 cm por pano de batida, para áreas de lavoura de sementes.

5.5 CONCLUSÕES

A superior qualidade fisiológica das sementes de soja foi dependente da cultivar utilizada, e da interação dos grupos de maturação com as condições ambientais.

As cultivares do GM 6.3 a 6.7, pertencentes ao ciclo semiprecoce, apresentaram maior qualidade fisiológica, pois as condições de precipitação uniforme no estágio de enchimento de sementes contribuíram para o melhor desenvolvimento das sementes.

A maior viabilidade na maturidade fisiológica é dependente da cultivar utilizada, pois mesmo no estágio da maturidade fisiológica a cultivar FUNDACEP 66 RR apresentou germinação de 78%.

REFERÊNCIAS

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa 25/2005, de 16 de dezembro de 2005, Ministério da Agricultura, Pecuária e do Abastecimento (Anexo IX – Padrões para produção e comercialização de sementes de soja). Brasília, DF: SNAD/DNDN/ CLAV: **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 20 dez. 2005, p. 18, Seção 1.

CARBONELL, S.A.; KRZYZANOWSKI, F.C. The pendulum test for screening soybean genotypes for seed resistant to mechanical damage. **Seed Science & Technology**, Zurich, v. 23, n. 2, p. 331-339, 1995.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5.ed. Jaboticabal: Funep, 2012. 590 p.

EMBRAPA - EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de produção de soja da Região Central do Brasil 2004**. Sistema de Produção n. 4. Londrina: Embrapa, 2003. 237 p.

EPAGRI. **Atlas climatológico do estado de Santa Catarina**. Disponível em: < <http://ciram.epagri.sc.gov.br>>. Acesso em: 3 jun. 2013.

FARIAS, J.R.B.; NEPOMUCENO, A.L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina: Embrapa – CNPq, 2007. 9 p. (Circular Técnica, 48).

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

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

FRANÇA NETO, J.B. et al. **Tecnologia da produção de semente de soja de alta qualidade**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA - CNPSO, 2007. (Circular Técnica, 40).

GIANLUPPI, V. et al. **Cultivo da soja no Cerrado de Roraima**. 1.ed. Roraima. Embrapa Roraima, 2009. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/Cultivo deSojanoCerradodeRoraima/expediente.htm>> Acesso em: 1 jul. 2013.

HENNING, A. A. **Patologia e tratamento de sementes: noções gerais**. 2. ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 52 p. (Embrapa Soja. Documentos, 264).

KRZYŻANOWSKI, F.C. et al. **A semente de soja como tecnologia e base para altas produtividades**. Série Sementes. Londrina: EMBRAPA – CNPSO, 2008a. (Circular Técnica, 55).

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. Piracicaba: Fealq, v. 12, 2005, 495 p.

MOTTA, I. S. et al. Características agronômicas e componentes da produção de sementes de soja em diferentes épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 22, p. 153-162, 2000.

PÁDUA, G.P. et al. Incidence of green soybean seeds as a function of environmental stresses during seed maturation. **Revista Brasileira de Sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 150-159, 2009.

PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 2 ed. Pelotas: UFPel, 2006. 470 p.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A. Secagem de sementes. In: PESKE, S.T.; LUCCA FILHO, O.A.; BARROS, A.C.S.A. **Sementes: Fundamentos científicos e tecnológicos**. 2 ed. Pelotas: UFPel, 2006. 470 p.

SILVA, F de A.S.; AZEVEDO, C.A.V. de. **Principal Componentes Analysis in Software Assistat-Statical Attendande**. In WORLD CONGRESS ON COMPUTERS IN AGRICULTURE, 7, Reno-NV-USA: American Society of Agricultural and Biological Engineers, 2009.

VIEIRA, R.D.; KRZYZANOWSKI, F.C. Teste de condutividade elétrica. In: KRZYZANOWSKI, F.C.; VIEIRA, R.D.; FRANÇA-NETO, J.B. (Ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Londrina: ABRATES, 1999. p. 1-26.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A classificação das cultivares por grupos de maturação possibilita um refinamento nas informações da quantidade de tempo que uma determinada cultivar levará para chegar à sua maturação plena, facilitando a comparação das cultivares, pois a recomendação dos grupos de maturação é dependente das macrorregiões.

Constatou-se diversidade genética para a qualidade fisiológica das sementes, permitindo indicar cultivares mais promissoras para os parâmetros de germinação e vigor pelos testes de envelhecimento acelerado, frio, condutividade elétrica e tetrazólio, como as cultivares FUNDACEP 62 RR, SYN 3358 RR, SYN 1059 RR, BMX FORÇA RR, BMX TORNADO RR e BMX POTÊNCIA RR como mais promissoras, e a cultivar FUNDACEP 66 RR com baixa germinação e vigor.

A qualidade fisiológica das sementes de soja foi dependente da cultivar utilizada, e da interação dos grupos de maturação com as condições ambientais. A necessidade de água decresce a partir da maturidade fisiológica das sementes, as quais ficam armazenadas no campo para perder o teor água das sementes.

Quando há baixa precipitação nas fases de maturação e pré-colheita há menor incidência de fungos nas sementes, como aconteceu na safra 2011/2012. Na safra 2012/2013, as chuvas foram mais favoráveis para a maior incidência média de *Cercospora kikuchii* (8,0%), *Alternaria* spp., (8,0%), *Phomopsis* spp. (3,2%), *Penicillium* spp. (2,0%) e *F. graminearum* (1,7%) nas sementes de soja.

A produtividade das sementes é um caráter complexo e resultante da expressão e associação de diferentes componentes agrônômicos e morfológicos e, entre os componentes de rendimento, o número de vagem por planta e o número de semente por vagem foram os caracteres de maior potencialidade para a seleção e identificação de genótipos superiores para o rendimento de sementes em soja. A estatura de planta foi o caráter de maior contribuição relativa para a divergência genética das populações, o que explica o componente genético para as diferenças na produtividade.

Os resultados obtidos permitiram relacionar as cultivares de diferentes grupos de maturação quanto à qualidade fisiológica e sanitária no estágio de maturidade fisiológica e no ponto de colheita, ou seja, permitiu abordar todos os parâmetros relacionados com a qualidade de sementes.

Na qualidade genética, trabalhou-se com diferentes cultivares, na qualidade física, com o controle da limpeza e beneficiamento, além dos cuidados para evitar misturas varietais, na qualidade fisiológica, com estudos de caracterização das cultivares nas fases de maturidade fisiológica e na maturidade plena, e a qualidade sanitária.

Com os resultados obtidos no trabalho constatou-se que as cultivares de menores grupos de maturação, ou seja, ciclo superprecoce apresentaram maior produtividade e qualidade fisiológica, e as cultivares de ciclos semiprecoce (GM 6.3 a 6.7) apresentaram alta qualidade, porém com baixa produtividade (1.268,9 a 2.129,5 kg ha⁻¹). Os resultados estão de acordo com a preferência de escolha dos produtores de sementes por cultivares mais precoces, tanto em semeaduras antecipadas como em semeaduras mais tardias, devido à

liberação mais cedo da área para a cultura em sucessão, no entanto, precisa estar atento à escolha da cultivar.

Outros trabalhos podem ser realizados relacionando a qualidade genética com a fisiológica, detectando diferenças entre as cultivares ao longo do tempo, acompanhando os estádios fenológicos da cultura da soja de forma mais detalhada, do período da embriogênese à maturação, para estimar com maior precisão o tempo de translocação das reservas para as sementes para cada cultivar de forma mais específica.

Avanço mais significativos na resposta das cultivares quanto à qualidade fisiológica das sementes, deveria ser realizada durante o processo de melhoramento das culturas, na obtenção e escolha das linhagens parentais, visto que existe heterose para as características fisiológicas das sementes.

APÊNDICES

APÊNDICE A – Análises de variância incluindo as fontes de variação, seus respectivos quadrados médios e significâncias e, coeficientes de variação (CV %) dos caracteres de qualidade fisiológica das sementes; germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (F), condutividade elétrica (CE) e pelo tetrazólio (TZ), o vigor, viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos – SC.

Causas de variação	Quadrado Médio									
	GL	G	EA	F	CE	Vigor	Viabilidade	DM	DU	DP
Blocos	3	<0,001*	0,007*	<0,001*	42,58*	0,02*	0,003*	0,004*	<0,001*	0,004*
Cultivares	15	0,029*	0,057*	0,057*	487,80*	0,04*	0,027*	0,018*	0,069*	0,040*
Resíduo	45	0,007*	0,008*	0,004	27,82*	0,004*	0,007*	0,006*	0,003*	0,007*
Média		92	87	74	56	83	95	18	70	13
CV (%)		6,7	7,3	6,3	9,4	5,2	6,2	18,5	5,1	23,3

* significativo a $P < 0,05$; ^{ns} não significativo a $P < 0,05$, TZ = tetrazólio.
 Fonte: produção do próprio autor.

APÊNDICE B – Análises de variância incluindo as fontes de variação, seus respectivos quadrados médios e significâncias e, coeficientes de variação (CV %) dos caracteres de qualidade fisiológica das sementes; germinação (G), envelhecimento acelerado (EA), teste de frio (F), condutividade elétrica (CE) e pelo tetrazólio (TZ), o vigor, viabilidade, dano mecânico (DM), dano por umidade (DU) e dano de percevejo (DP) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2011/2012, no município de Campos Novos - SC.

Causas de variação	Quadrado Médio										
	GL	G	EA	F	CE	Vigor	Viabilidade	DM	DU	DP	
Blocos	3	<0,001*	<0,001*	0,004*	17,902*	<0,001*	<0,001*	<0,001*	0,018*	0,014*	
Cultivares	15	0,056*	0,119*	0,057*	849,895*	0,019*	0,006*	0,029*	0,057*	0,018*	
Resíduo	45	0,006*	0,008*	0,006*	388,643*	0,012*	0,006*	0,005*	0,001*	0,009*	
Média	94	88	89	64	94	99	2	34	10		
CV (%)	5,5	7,2	6,0	9,7	7,6	4,9	87,8	6,2	32,5		

* significativo a $P < 0,05$; ^{ns} não significativo a $P < 0,05$, TZ = tetrazólio.
 Fonte: produção do próprio autor.

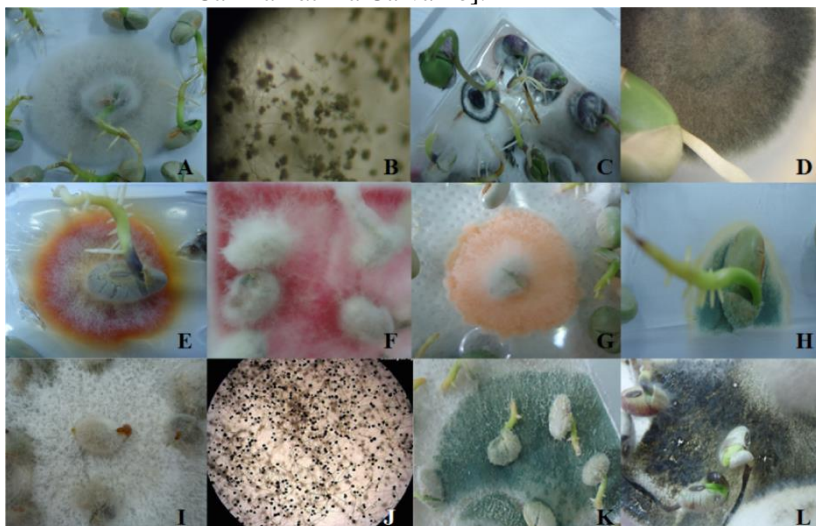
APÊNDICE C – Nível de significância referente à estatura de planta (EP), altura de inserção da primeira vagem (IPV), número de vagens por planta (NVP), número de sementes por vagem (NSV), umidade (U), peso de mil sementes (PMS) e produtividade (PROD) de 16 cultivares de soja, avaliados na safra agrícola 2012/2013, no município de Campos Novos - SC.

Causas de variação	GL	Quadrado Médio							
		EP	IPV	NVP	NSV	U	PMS	PROD	
Blocos	2	9,882*	15,988*	0,123*	0,002*	0,047*	30,876*	200,436,665*	
Cultivares	15	1.289,639*	260,247*	0,401*	0,014*	5,327*	468,77*	834.074,186*	
Resíduo	30	12,572*	32,897*	0,111*	0,001*	0,128*	153,452*	54.173,249*	
Média		105,9	21,7	6,4	1,5	12,8	188,2	2.324,7	
CV (%)		3,3	26,5	5,2	2,2	2,8	6,6	10,0	

* significativo a $P < 0,05$.

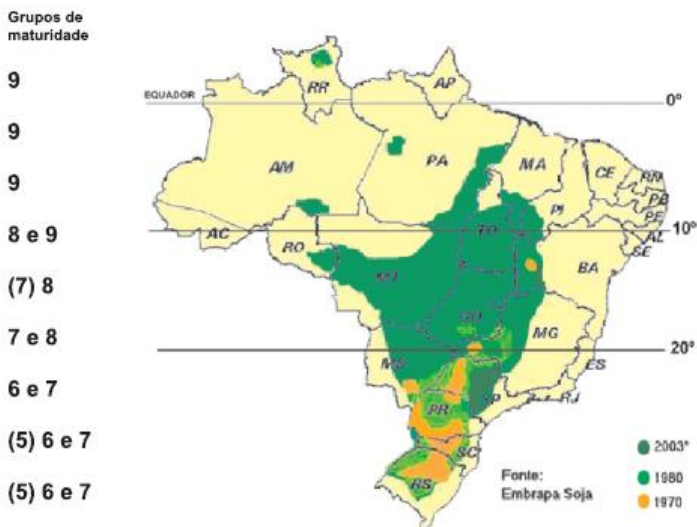
Fonte: produção do próprio autor.

APÊNDICE D – *Alternaria* spp. (A), *Aspergillus flavus* (B), *Cercospora kikuchii* (C), *Cladosporium* spp. (D), *Epicoccum* spp. (E), *Fusarium graminearum* (F), *Fusarium pallidoroseum* (G), *Penicillium* spp. (H), *Phomopsis* spp. (I), *Rizophus* spp. (J), *Trichoderma* spp. (K) e *Macrophomina* spp. (L) em sementes de soja. [Fotos de Camila Fátima Carvalho].



ANEXOS

ANEXO A – Distribuição aproximada da cultura da soja e dos grupos de maturação de cultivares predominantes em cada região, no sentido norte-sul do Brasil, não considerando as subdivisões dentro de cada grupo (CULTIVARES DE SOJA..., 2008)



ANEXO B - Estádios fenológicos da soja (Escala de FEHR; CAVINESS, 1977).

Estádio	Denominação	Descrição
		Fase vegetativa
VE	emergência	Cotilédones acima da superfície do solo.
VC	cotilédone	Cotilédones completamente abertos.
V1	primeiro nó	Folhas unifolioladas completamente desenvolvidas.
V2	segundo nó	Primeira folha trifoliolada completamente desenvolvida.
V3	terceiro nó	Segunda folha trifoliolada completamente desenvolvida.
V4	quarto nó	Terceira folha trifoliolada completamente desenvolvida.
V5	quinto nó	Quarta folha trifoliolada completamente desenvolvida.
V6	sexto nó	Quinta folha trifoliolada completamente desenvolvida.
V...
Vn	enésimo nó	Ante-enésima folha trifoliolada completamente desenvolvida.
		Fase reprodutiva
R1	Início do florescimento	Uma flor aberta em qualquer nó do caule (haste principal).
R2	Florescimento pleno	Uma flor aberta num dos 2 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.
R3	Início da formação da vagem	Vagem com 5 mm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.
R4	Vagem completamente desenvolvida	Vagem com 2 cm de comprimento num dos 4 últimos nós do caule com folha completamente desenvolvida.
R5	Início da formação da semente	SEMENTE com 3 mm de comprimento em vagem num dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida.
R6	Semente completamente desenvolvida	Vagem contendo sementes verdes preenchendo as cavidades da vagem de um dos 4 últimos nós do caule, com folha completamente desenvolvida.

Continua...

Conclusão...

ANEXO B - Estádios fenológicos da soja (Escala de FEHR; CAVINESS, 1977).

Estádio	Denominação	Descrição
R7	Início da maturação	Uma vagem normal no caule com coloração de madura.
R8	Maturação plena	95% das vagens com coloração de madura.

Obs: Nó cotiledonar não é considerado.

Nós unifoliolares são considerados como um nó, já que são opostos e ocupam a mesma altura no caule.

Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando os bordos dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.

Caule significa a haste principal da planta; Últimos nós se referem aos últimos nós superiores; Uma folha é considerada completamente desenvolvida quando os bordos dos trifólios da folha seguinte (acima) não mais se tocam.

