

Qualidade fisiológica de sementes esverdeadas em genótipos de soja com crescimento determinado e indeterminado

Esmael Lopes dos Santos¹; Jean Patrick Gasparin¹; Smaylla El Kadri Ceccatto^{2*}

¹ Curso de Agronomia, Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz, Cascavel, Paraná.

² Universidade Estadual de Londrina, CCA, Departamento de Agronomia, Londrina, Paraná.

* smayllaekadri@hotmail.com

Resumo: O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes esverdeadas em genótipos de soja com crescimento determinado e indeterminado. Foram utilizadas cinco cultivares de soja sendo três de crescimento indeterminado e duas determinado. O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (hábito de crescimento x terços da planta), com quatro repetições. No campo de produção em Matelândia-PR, as amostragens foram realizadas no estágio de maturação fisiológica, com a marcação de quatro pontos de cinco metros, onde foi determinado o estande e coletado duas plantas em cada ponto, totalizando oito plantas. As plantas foram medidas do solo até a última folha, e divididas em terços: inferior, médio e superior, e posteriormente retiradas as vagens de cada uma das partes. As vagens foram abertas manualmente, e, as sementes separadas e classificadas como: sem sinais visuais de pigmentação verde, consideradas sementes amarelas e sementes com nuances (diferentes tons) de pigmentos verdes, consideradas sementes esverdeadas. As variáveis avaliadas foram: porcentagem de sementes amarelas e esverdeadas por terço da planta de soja; massa de 100 sementes; rendimento de grãos e teste de germinação. Houve diferença entre o percentual de sementes de coloração amarela e esverdeada entre as cultivares estudadas, no entanto o hábito de crescimento não foi determinante quanto a coloração das sementes. Entre as partes da planta houve variação entre as cultivares, no entanto, quando analisado em conjunto a parte inferior apresentou maior porcentagem de sementes esverdeadas. A viabilidade das sementes foi comprometida quando houve semente esverdeada, devida ao comprometimento no acúmulo de massa seca no final do ciclo.

Palavras chaves: Degradação de clorofila; germinação de soja; maturidade fisiológica; tecnologia de sementes.

Physiological quality of green seeds in soybean genotypes with determined and undetermined growth

Abstract: The objective of this work was to evaluate the physiological quality of green seeds in soybean genotypes with determined and indeterminate growth. Five soybean cultivars were used, three of indeterminate growth and two determinations. The experimental design was completely randomized, in a 2 x 3 factorial scheme (growth habit x thirds of the plant), with four replications. In the field of production in Matelândia-PR, the samplings were performed at the physiological maturation stage, marking four points of five meters, where the stand was determined and collected two plants at each point, totaling eight plants. The plants were measured from the soil to the last leaf, and divided into thirds: lower, middle and upper, and later removed the pods from each of the parts. The pods were opened manually, and the seeds were separated and classified as: without visual signs of green pigmentation, considered yellow seeds and seeds with nuances (different shades) of green pigments, considered as greenish seeds. The variables evaluated were: percentage of yellow and green seeds per third of the soybean plant; mass of 100 seeds; grain yield and germination test. There was a difference between the percentage of yellow and green seeds among the studied cultivars, however the growth habit was not determinant as to the color of the seeds. Between the parts of the plant there was variation among the cultivars, however, when analyzed together the lower part showed a higher percentage of greenish seeds. The viability of the seeds was compromised when there was greenish seed, due to the compromise in the accumulation of dry mass at the end of the cycle.

Keywords: chlorophyll degradation; soybean germination; physiological maturity; seed technology.

Introdução

A qualidade da semente é o somatório dos atributos genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, e um dos principais fatores na determinação do sucesso de uma cultura. Entre os

atributos fisiológicos a retenção de clorofila nas sementes, tem sido um fenômeno preocupante no Brasil e outros países (SANTOS *et al.*, 2007).

Após as plantas alcançarem a maturação fisiológica, a produção de clorofila nos grãos cessa, e a que resta é parcialmente degradada pela luz solar, mas também pelo metabolismo natural da planta. A morte prematura das plantas de soja ocasionada por situações de estresse climático, a ocorrência de doenças e os danos causados por percevejos, bloqueiam a degradação natural da clorofila e os grãos permanecem verdes (MANDARINO, 2012). O índice de ocorrência de semente esverdeada dentro da planta pode variar dependendo do posicionamento das vagens na planta, e, existem respostas diferentes entre genótipos de soja quando submetidos à condições de estresse hídrico e térmico (FRANÇA NETO *et al.*, 2005).

Para a indústria esmagadora de grãos as perdas devido ao óleo ter elevado teor de clorofila, proveniente da extração de grãos verdes, acarreta redução na estabilidade oxidativa, levando ao processo de rancificação e conseqüentemente, reduz a vida útil de prateleira e coloração indesejada. A remoção dos pigmentos verdes por adsorção em agentes clarificantes eleva o custo de refinação (ZORATO, 2007).

Segundo Mandarino (2012) a produção de sementes é outro setor muito prejudicado com a degradação parcial da clorofila, que dependendo das variações de tonalidade do verde remanescente nas sementes pode influir de forma negativa na qualidade fisiológica das mesmas. Esse tipo de semente pode apresentar mudanças durante o armazenamento que associadas ao processo de deterioração são responsáveis pela menor longevidade.

As cultivares de soja podem ser classificadas, quanto ao seu hábito de crescimento, em determinado, indeterminado ou semideterminado. O hábito de crescimento indeterminado é caracterizado pela continuação do crescimento vegetativo após o início do florescimento. Já o hábito de crescimento determinado é caracterizado pela finalização do crescimento vegetativo a partir do início do florescimento (VERNETTI, 1983).

Devido as diferenças de características espera-se que cultivares com hábito de crescimento determinado e indeterminado respondem de modo diferente as condições climáticas, inclusive com diferenciação na maturação das sementes nas partes da planta que poderia apresentar maior ou menor número de sementes esverdeadas (FRANÇA NETO *et al.*, 2014). Diante disso, o objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes esverdeadas em genótipos de soja com crescimento determinado e indeterminado.

Material e Métodos

As avaliações de qualidade de sementes foram realizadas no Laboratório de Tecnologia e Sementes do Centro Universitário da Fundação Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, PR. As sementes utilizadas foram obtidas de uma área de produção de sementes no município de Matelândia PR, na safra 2011/2012. Os dados de temperatura do ar e precipitação pluvial, ao longo ciclo da soja, estão apresentados na Figura 1.

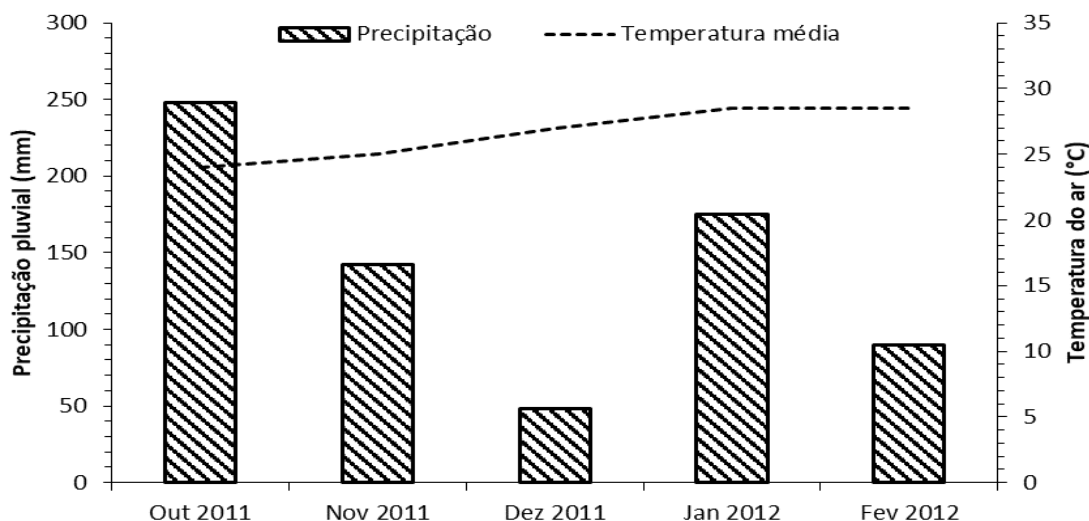


Figura 1 - Precipitação pluvial e temperatura média do ar, durante o ciclo de desenvolvimento da cultura da soja. Matelândia – PR.

Foram avaliados cinco cultivares de soja, duas de hábito de crescimento determinado (CD 215RR e CD 233RR) e três de crescimento indeterminado (SYN 1059 RR, BMX Potência e CD 2585RR). O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 3 (hábito de crescimento x terços da planta), com quatro repetições.

No campo de produção as amostragens foram realizadas no estágio de maturação fisiológica, com a marcação de quatro pontos de cinco metros, onde foi determinado o estande e coletado duas plantas em cada ponto, totalizando oito plantas. As plantas foram medidas do solo até a última folha, e divididas em terços: inferior, médio e superior, e posteriormente retiradas as vagens de cada uma das partes.

As vagens foram abertas manualmente, e, as sementes separadas e classificadas como: sem sinais visuais de pigmentação verde, consideradas sementes amarelas e sementes com nuances (diferentes tons) de pigmentos verdes, consideradas sementes esverdeadas. O critério utilizado para a obtenção da porcentagem média de sementes esverdeadas nos lotes originais foi sob lupa circular de seis aumentos conforme Zorato (2007).

As variáveis avaliadas foram:

Porcentagem de sementes amarelas e esverdeadas por terço da planta de soja; foi determinada pela contagem total de sementes de cada terço da planta de soja e calculado a porcentagem por terço de cada cultivar;

Determinação da massa de 100 sementes (g) – foi determinada empregando-se quatro repetições de 100 sementes, em cada repetição, conforme as Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Enquanto, o número de vagens por planta, o número de sementes por planta e de sementes por vagens foram determinados a partir da contagem direta de cada variável.

Estimativa de rendimento ($kg\ ha^{-1}$) – A estimativa do rendimento de sementes foi realizada levando em consideração a massa de 100 sementes e o estande determinado em 5 metros.

Teste de germinação – foram utilizadas quatro subamostras de 50 sementes em cada tratamento, por repetição. A semeadura foi realizada em rolo de papel-toalha, marca Germitest, umedecido com quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do substrato seco e colocado em germinador sob temperatura constante de $25^{\circ}C \pm 1^{\circ}C$. Foram avaliadas no quinto dia após instalação e o resultado expresso em porcentagem (%) de plântulas normais, conforme critérios estabelecidos pelas Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009).

Os dados coletados foram submetidos a análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade de erro, utilizando o *software* Sisvar.

Resultados e Discussão

Houve interação entre as cultivares de soja e os terços das plantas quando avaliado a porcentagem de sementes produzidas que apresentavam tegumento de cor amarela (Tabela1). No terço inferior, a cultivar CD 215RR foi a que apresentou menor número de sementes com tegumento amarelo diferindo estatisticamente das demais. Quando comparado os terços da planta de soja, o terço inferior não apresentou diferença estatística entre as cultivares. No terço médio, a maior porcentagem de sementes amarelas foi apresentado pela cultivar CD 233RR, no entanto diferiu estatisticamente somente da cultivar BMX Potencia. No entanto, a cultivar CD 215RR foi a que apresentou maiores porcentagens de sementes amarelas no terço superior, e não diferiu estatisticamente somente da cultivar CD 233RR.

As variações encontradas entre as cultivares na porcentagem de sementes com tegumento amarelo é explicado por Sinnecker (2002) que o teor de clorofila em sementes de soja é determinado pelo genótipo e sofre uma variação significativa entre as cultivares.

Tabela 1 - Porcentagem de sementes produzidas com tegumento amarelo, conforme os terços da planta de soja, na safra 2011/2012. Matelândia – PR.

Cultivares	Terços da planta de soja					
	Inferior		Médio		Superior	
BMX Potencia	33,8	A ¹ a	31,1	A b	35,1	A b
CD 2585RR	32,1	A a	32,5	A ab	35,4	A b
CD 215RR	21,3	B a	32,2	AB ab	46,5	A a
SYN 1059RR	34,4	A a	33,1	A ab	32,5	A b
CD 233RR	27,6	A a	38,5	A a	33,9	A ab

CV(%) = 31.36

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando comparados os terços da planta, a cultivar BMX Potencia apresentou maior porcentagem de sementes com tegumento de coloração esverdeada, no terço inferior (Tabela 2). No caso da cultivar CD 2585RR e CD 215RR não apresentaram diferença entre os terços da planta de soja. No caso da cultivar SYN 1059RR apresentou a menor porcentagem de sementes esverdeadas no terço superior, acompanhada da cultivar CD 233RR que apresentou a menor média no terço médio.

Na avaliação de cada terço da planta de soja, somente a cultivar BMX Potencia apresentou diferença estatística com maior porcentagem de sementes com tegumento esverdeado. No terço médio a cultivar SYN 1059RR foi a de maior porcentagem, enquanto no terço superior a resposta foi inversa, onde as cultivares BMX Potencia e SYN 1059RR foram as que apresentaram as menores porcentagem de sementes com tegumento esverdeado.

Os resultados obtidos, podem estar relacionados a variações climáticas ocorridas durante o ciclo da cultura, conforme Figura 1. Estresses ambientais, que resultam na morte prematura da planta ou em maturação forçada da mesma, podem ocasionar severa redução da produtividade da lavoura, além da produção de semente esverdeada: doenças de raiz, como fusarioses e macrofomina, de colmo, como o cancro da haste, e de folhas, como a ferrugem asiática; intenso ataque de insetos, principalmente percevejos sugadores; déficit hídrico (seca ou veranico) durante as fases finais de enchimento de grãos e de maturação, principalmente se associado com elevadas temperaturas; e ocorrência de geada intensa, que pode resultar na morte prematura da planta (FRANÇA-NETO *et al.*, 2005).

O manejo inadequado de lavouras de soja também pode resultar na produção de semente esverdeada. Zorato *et al.* (2007) avaliando a dessecação como possível fator que contribui para a produção de semente esverdeada, na safra 2004/05, com a cultivar MG/BR 46 (Conquista), constataram maior concentração de semente esverdeada foram no terço inferior, independente da aplicação de dessecante. Neste trabalho, os relatam que a dessecação aumentou em mais de

12 % a porcentagem de sementes esverdeadas, e que mesmo em condições sem a dessecação houve cerca de 20 % de sementes com tegumento esverdeado.

Tabela 2 - Porcentagem de sementes produzidas com tegumento esverdeado, conforme os terços da planta de soja, na safra 2011/2012. Matelândia – PR.

Cultivares	Terços da planta de soja					
	Inferior		Médio		Superior	
BMX Potencia	68,2	A ¹ a	13,6	B b	18,1	B b
CD 2585RR	30,0	A b	30,0	A b	39,9	A a
CD 215RR	40,0	A b	28,9	A b	31,0	A a
SYN 1059RR	39,1	A b	46,8	A a	14,0	B b
CD 233RR	41,4	A b	17,2	B b	41,4	A a
CV (%)	27,20					

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Pádua *et al.* (2009) verificaram que cultivares de soja podem ser mais suscetíveis ou mais tolerantes às condições de estresse que causam tegumento esverdeado. Os autores avaliaram quatro cultivares de soja, e constataram que as cultivares MG/BR 46 (Conquista) e BRS 251 (Robusta) foram consideradas mais suscetíveis à produção de sementes esverdeadas em comparação com as cultivares BRS 133 e CD 206. Seguindo estes critérios de Pádua *et al.*, (2009), a cultivar a SYN 1059RR no presente trabalho foi considerada a mais suscetível pois apresentou maiores porcentagens de sementes esverdeadas, diferindo estaticamente das demais (Figura 2). No entanto, as cultivares CD 2585RR e BMX Potencia foram consideradas tolerantes por apresentarem as menores porcentagens de sementes com tegumento esverdeado.

Segundo Rangel *et al.*, (2011) as empresas armazenadoras e processadora consideram o valor de 10 % o limite de sementes verdes em lotes de sementes. Considerando estes limites, as cultivares CD 2585RR e BMX Potencia apresentaram percentuais de sementes esverdeadas inferiores a 10 %.

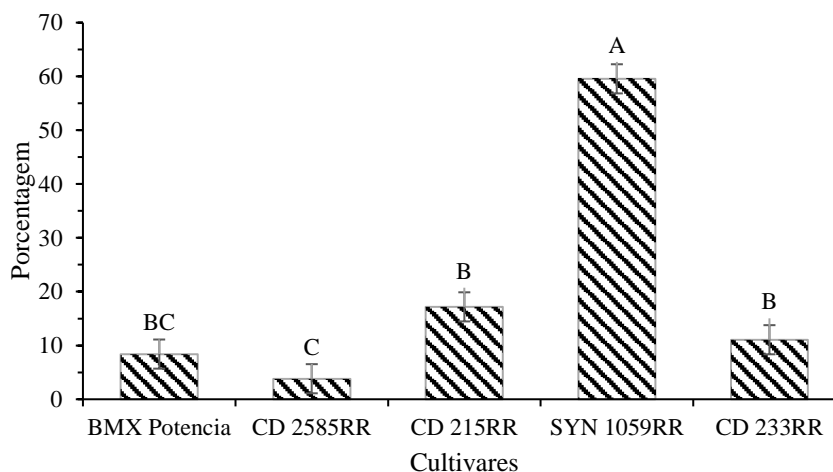


Figura 2 - Porcentagem de sementes com tegumento esverdeado em cinco cultivares de soja na safra 2011/2012. Matelândia, PR. ¹Médias seguidas da mesma letra, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Para a variável massa de 100 sementes, apenas a cultivar SYN 1059RR não apresentou diferença estatística na massa das sementes em relação à coloração do tegumento amarelo e esverdeado (Figura 3), nas demais cultivares, o tegumento amarelo obteve sempre as maiores médias. Zorato *et al.*, (2007) também verificaram que sementes de tegumento amarelo apresentam maior massa, e justificam que as sementes ganharam massa durante a última fase do processo de maturação, ou as sementes de maior massa degradam a clorofila de forma mais efetiva.

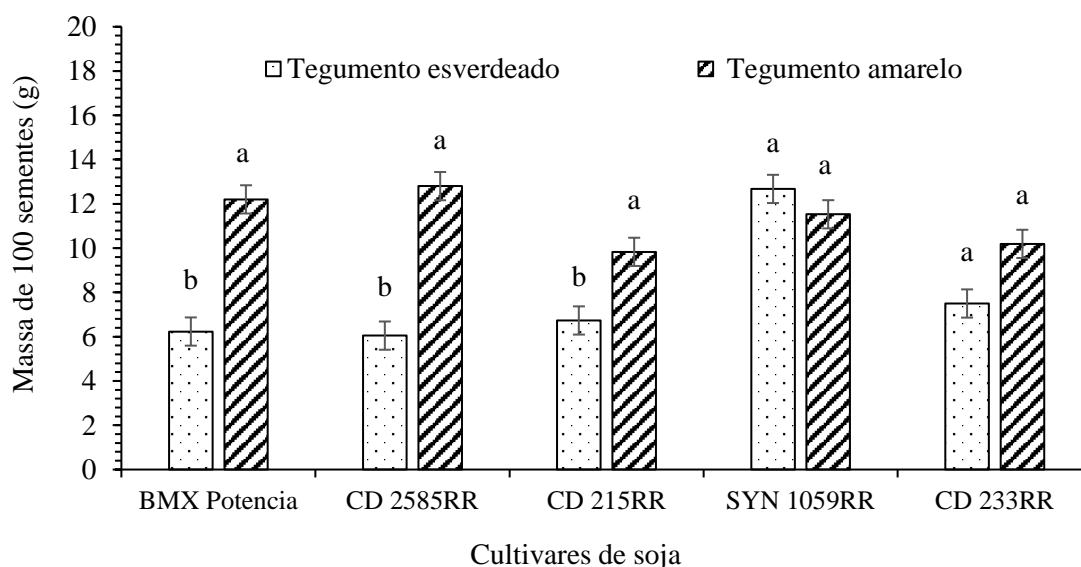


Figura 3 - Massa de 100 sementes (g) de cultivares de soja conforme a coloração do tegumento (amarelo e verde) na safra 2011/2012. Matelândia, PR. ¹Médias seguidas da mesma letra, comparando cada cultivar, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Houve interação entre a cor do tegumento e o hábito de crescimento da soja quanto a viabilidade de sementes pelo teste de germinação (Tabela 3). Quando houve a expressão da cor do tegumento amarela independente do hábito de crescimento houve maior porcentagem de germinação. No entanto, as sementes com o tegumento esverdeado apresentaram menor porcentagem de germinação, e as cultivares de hábito de crescimento indeterminado foram as mais sensíveis com a menor média.

Os resultados obtidos no presente trabalho são semelhantes aos relatados na literatura, que sementes com coloração intensa de verde ou mesmo esverdeadas, geralmente apresentam elevados índices de deterioração, que podem levar a redução da germinação, do vigor e da viabilidade de lotes de soja (FRANÇA NETO *et al.*, 2005).

As sementes esverdeadas que também apresentaram as menores massas (Figura 3) foram também as que apresentaram qualidade de sementes inferior (Tabela 3). Como a massa de 100 sementes representa a densidade e por consequência maior conteúdo de reserva, a eficiência enzimática e a capacidade de reorganização do sistema de membranas celulares, o que justifica a maior porcentagem de germinação. Rangel *et al.* (2011) constataram que o acréscimo dos percentuais de sementes verdes reduzem acentuadamente a germinação.

Tabela 3 - Porcentagem de germinação com tegumento amarelo e esverdeado em função do hábito de crescimento, na safra 2011/2012. Matelândia – PR.

Crescimento	Cor do tegumento	
	Amarelo	Esverdeado
Determinado	93,0 Aa	84,0 Ab
Indeterminado	91,5 Aa	63,9 Bb
CV (%)	17,20	

¹Médias seguidas da mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O rendimento de grãos é uma variável bastante sensível às variações climáticas, no entanto, o rendimento médio das cultivares apresentaram próximo a 4 Mg ha⁻¹, não apresentando diferença estatística entre cultivares de hábito de crescimento determinado e indeterminado. Conforme levantamentos da safra 2017/2018 o rendimento médio de grãos foi de 3,276 Mg ha⁻¹ (CONAB, 2018), portanto os rendimentos expressados pelas cultivares mantiveram próximo a média nacional.

Houve diferença estatística entre as cultivares de hábito de crescimento determinado e indeterminado quanto a porcentagem de sementes esverdeadas, sendo que as cultivares de crescimento determinado apresentaram menores médias. No entanto, estes resultados podem estar relacionado a expressão do genótipo e não somente do crescimento, pois entre as cultivares indeterminadas há respostas diferenciadas (Figuras 2 e 4) como a cultivar que apresentou maior média de sementes com tegumento esverdeado (SYN 1059RR) e a de menor média de sementes esverdeada (CD 2585RR).

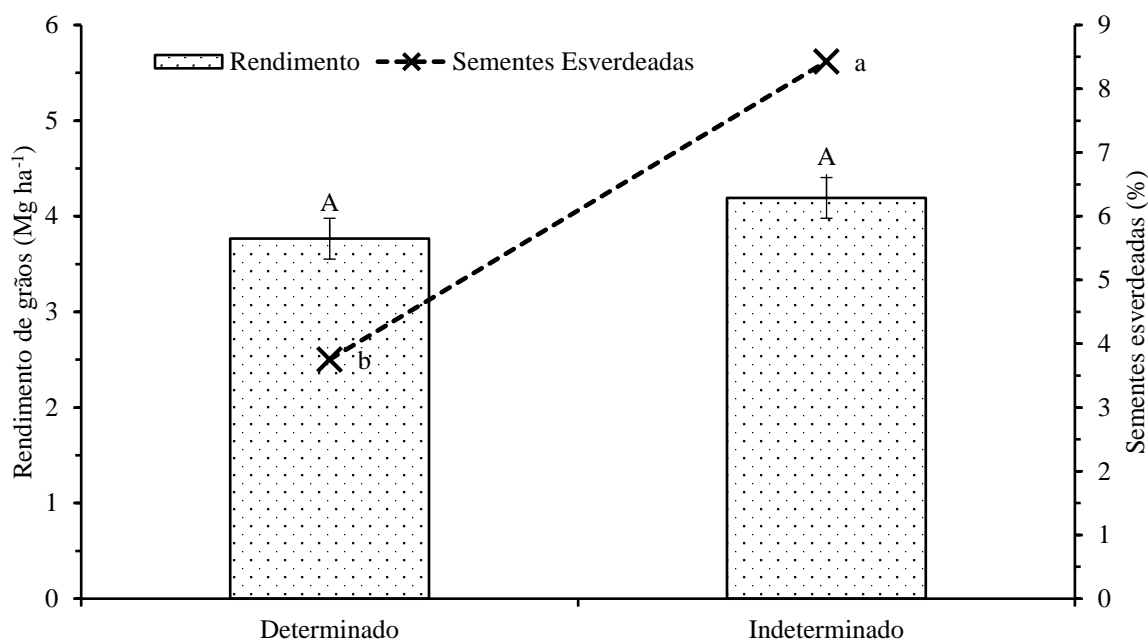


Figura 4 - Comparação entre o rendimento de grãos (Mg ha⁻¹) e sementes esverdeadas (%) de 5 cultivares de soja, safra 2011/2012, quanto ao tipo de crescimento. Matelândia, PR. ¹Médias seguidas da mesma letra, comparando cada cultivar, não diferem a 5% de probabilidade de erro pelo teste de Tukey.

Conclusões

Houve diferença entre o percentual de sementes de coloração amarela e esverdeada entre as cultivares estudadas, no entanto o hábito de crescimento não foi determinante quanto a coloração das sementes.

Entre as partes da planta houve variação entre as cultivares, no entanto, quando analisado em conjunto a parte inferior apresentou maior porcentagem de sementes esverdeadas.

A viabilidade das sementes foi comprometida quando houve semente esverdeada, devida ao comprometimento no acúmulo de massa seca no final do ciclo.

Referências

BRASIL. Ministério da Agricultura e Reforma Agrária. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS. 2009. 365 p.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento, V. 5 - **SAFRA 2017/18**- N. 7 - Sétimo levantamento | ABRIL 2018 – Disponível em: [em: https://www.conab.gov.br](https://www.conab.gov.br). Acesso em: 20 abr. 2019.

DE ARRUDA, M. H. M.; MENEGHELLO, G. E.; VIEIRA, J. F.; GADOTTI, G. I. Qualidade fisiológica de lotes de sementes de soja com diferentes percentuais de sementes esverdeadas. **Magistra**, v. 28, n. 2, p. 194-200, 2017.

FARIAS, J. R. B. Environmental limitations to maximum soybean yield. In: WORLD SOYBEAN RESEARCH CONFERENCE, 7, 2004, Foz do Iguassu. **Proceedings**. Londrina: Embrapa Soja, 2004. p. 1287-1295.

FRANÇA NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; CARVALHO, M. M. L.; COSTA, O.; BRUMATTI, P. S. R.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P.; HENNING, A. A.; SANCHES, D. P. **Sementes esverdeadas de soja e sua qualidade fisiológica**. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 8p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 38).

FRANÇA NETO, J. B.; PÁDUA, G. P.; KRZYZANOWSKI, F. C.; CARVALHO, M. M. L.; HENNING, A. A.; LORINI, I. **Semente Esverdeada de Soja: Causas e Efeitos Sobre o Desempenho Fisiológico – Série Sementes**. Londrina: Embrapa Soja, 2012. 16p. (Embrapa Soja. Circular Técnica, 91).

MANDARINO, J. M. G. **Grãos verdes: Influência na Qualidade dos produtos à base de soja – Série Sementes**. Londrina PR, 2012.

PÁDUA, G. P.; CARVALHO, M. L. M.; FRANÇA-NETO, J. B.; GUERREIRO, M. C.; GUIMARÃES, R. M. Response of soybean genotypes to the expression of green seed under temperature and water stresses. **Revista brasileira de sementes**, Londrina, v. 31, n. 3, p. 140-149, 2009.

RANGEL, M. A. S.; MINUZZI, A.; PIÉREZAN, L.; TEODÓSIO, T. K. C.; ONO, F. B.; CARDOSO, P. C. C. Presença e qualidade de sementes esverdeadas de soja na região sul do Estado do Mato Grosso do Sul. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v. 33, n. 1, p. 127-132, 2011.

SANTOS, E. L. dos; POLA, J. N.; BARROS, A. S. PRETE, C. E. C. Qualidade fisiológica e composição química das sementes de soja com variação na cor do tegumento. **Revista Brasileira de sementes**, v. 29, n. 1, p. 20-26, 2007.

SINNECKER, P. **Degradação da clorofila durante a maturação e secagem de semente de soja**. São Paulo: USP. 2002. 103P. Tese (Doutorado em Ciências dos Alimentos). Faculdade de Ciências Farmacêuticas, universidade de São Paulo, 2002.

VERNETTI, F.J. **Soja: Genética e melhoramento**. Campinas - SP: Fundação Cargill, 1983. 2 v.

ZORATO, M. F.; PESKE, S. T.; TAKEDA, C. FRANÇA NETO, J. B. Presença de sementes esverdeadas em soja e seus efeitos sobre seu potencial fisiológico. **Revista Brasileira de sementes**, v. 29, n. 1, p. 11-19, 2007.