

Artigo Científico

## Impacto dos transgênicos: análise do efeito do armazenamento no atributo fisiológico de sementes de soja

Rodrigo Ferreira<sup>1</sup>

Tereza Cristina de Carvalho<sup>2</sup>

### Resumo

O armazenamento de sementes é uma prática comum, pois as sementes não são usadas imediatamente após a sua colheita. Entretanto durante o período de conservação das sementes, existem variações na viabilidade de genótipos da mesma espécie. Assim, o objetivo deste trabalho foi monitorar a qualidade fisiológica de sementes de soja, com os eventos tecnológicos Inox, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* e a cultivar convencional, logo após a colheita e aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias de armazenamento. Para a condução do experimento adotou-se quatro tratamentos (cultivares) e cinco repetições. Os tratamentos foram arrançados no esquema fatorial duplo 4x6, sendo quatro cultivares e seis períodos de avaliação. Foi monitorado o grau de umidade das sementes e realizado os testes de germinação, comprimento de plântula e emergência de plântulas. Por meio dos resultados obtidos concluiu-se a germinação de sementes e a emergência de plântulas de soja da cultivar Inox, quando comparadas as sementes convencional e com as tecnologias Intacta RR2 Pro e *Rondup Ready*, apresenta maior viabilidade até os 300 dias de armazenamento. Já a cultivar de soja com a tecnologia *Rondup Ready* apresentou um bom desempenho na formação de plântulas ao longo de 300 dias de armazenamento.

**Palavras chave:** *Glycine max* (L.) Merrill, evento tecnológico, germinação, vigor.

### Transgenic impact: analysis of the effect of storage on the physiological attribute of soybean seeds

#### Abstract

Seed storage is a common practice because seeds are not used immediately after harvesting. However during the period of conservation of the seeds, there are variations in the viability of genotypes of the same species. Thus, the objective of this work was to monitor the physiological quality of soybean seeds, with the technological events Inox, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* and the conventional cultivar, immediately after harvest and at 60, 120, 180, 240 and 300 days of harvest storage. Four treatments (cultivars) and five replicates were used to conduct the experiment. The treatments were arranged in the 4x6 double factorial scheme, being four cultivars and six evaluation periods. The moisture content of the seeds was monitored and germination, seedling length and seedling emergence tests were performed. Seed germination and the emergence of soybean seedlings of the Inox cultivar, when compared to the conventional seeds and with the technologies Intacta RR2 Pro and *Rondup Ready*, are shown to be more viable up to 300 days of storage. On the other hand, soybean cultivation with *Rondup Ready* technology showed good performance in seedling formation during 300 days of storage.

**Keywords:** *Glycine max* (L.) Merrill, technological event, germination, vigor.

### Impacto de los transgênicos: análisis del efecto de almacenamiento en el atributo fisiológico de las semillas de soja

#### Resumen

El almacenamiento de semillas es una práctica común, pues no se planta las semillas inmediatamente después de la cosecha. Sin embargo, durante el período de conservación de la semilla, existe una variación en la viabilidad de los genotipos de la misma especie. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue monitorear la calidad fisiológica de las semillas de soja, con los eventos tecnológicos Inox, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* y cultivares convencionales, luego después de la cosecha y a los 60, 120, 180, 240 y 300 días de

Received at: 20/05/2019

Accepted for publication at: 11/08/2019

1 - Engenheiro agrônomo. Email: rodrigoferreira.33@hotmail.com

2 - Engenheira agrônoma pela Universidade Federal do Paraná - UFPR, Mestre em Fitotecnia e Doutora em Produção vegetal. Email: tcscarva@gmail.com

almacenamiento. Para realizar el experimento, se adoptaron cuatro tratamientos (cultivares) y cinco repeticiones. Los tratamientos se organizaron en un esquema factorial doble 4x6, con cuatro cultivares y seis períodos de evaluación. Se monitoreó el contenido de humedad de las semillas y se realizaron pruebas de germinación, longitud de plántulas y emergencia de plántulas. A través de los resultados obtenidos, se concluye la germinación de semillas y la emergencia de las plántulas de soja del cultivar Inox, en comparación con las semillas convencionales y con las tecnologías Intacta RR2 Pro y *Rondup Ready*, presenta una mayor viabilidad hasta 300 días de almacenamiento. El cultivar de soja con tecnología *Rondup Ready* tuvo un buen desempeño en la formación de plántulas durante 300 días de almacenamiento.

**Palabras clave:** *Glycine max* (L.) Merrill, evento tecnológico, germinación, vigor.

## Introdução

Entre as culturas de grande importância mundial e que no Brasil movimentam o setor do agronegócio, destaca-se a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) (MATEI et al., 2017). O cultivo da soja depende da aquisição de sementes de alta qualidade; que para ser produzida, pode sofrer interferência de vários fatores, que são os que envolvem a produção em campo, colheita, beneficiamento e armazenamento (ALENCAR et al., 2009; CARVALHO et al., 2014; CORADI et al., 2015).

A etapa do armazenamento faz parte da produção das culturas agrícolas, devido ao fato das sementes não serem comercializadas logo após a sua colheita (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; SMANIOTTO et al., 2014). No armazenamento, os principais fatores que induzem o aceleramento da deterioração de sementes armazenadas são a temperatura, umidade relativa do ar e o grau de umidade das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; SMANIOTTO et al., 2014; AMARAL e CARVALHO 2016). Outro fator que afeta o armazenamento é a carência de armazéns para a demanda de sementes produzidas nacionalmente (PATINO et al., 2013).

A longevidade das sementes no armazenamento também pode ser influenciada pelas características de cada genótipo. Isso pode ser justificado devido ao comportamento distinto das cultivares de uma mesma espécie, quando expostas as mesmas condições de avaliação (GRIS et al., 2010; CARVALHO et al., 2012; CARVALHO et al., 2014; AMARAL e CARVALHO, 2016; MATEI et al., 2017). Existem várias tecnologias disponibilizadas no mercado, a soja transgênica com a tecnologia *Roundup Ready* (RR), tem como característica possuir o gene de resistência ao herbicida glifosato de acordo (MENEGATTI e BARROS, 2007). A soja Intacta RR2 Pro, reúne a resistência ao *Rondup Ready* e as principais lagartas que atacam a cultura da soja; sendo eficiente na redução do impacto ambiental e no controle de pragas que ataca a cultura (JUSTINIANO et al., 2014).

Por meio de pesquisas, já se observou comportamentos distintos entre os genótipos de soja, especialmente quando se compara cultivares convencionais com as obtidas por meio de recursos da biotecnologia. Carvalho et al. (2012), constataram que sementes transgênicas de soja, tiveram sua qualidade fisiológica menos afetada após o armazenamento, quando comparado com a cultivar convencional, que a deu origem. Provavelmente devido ao fato de existirem diferenças genéticas entre os genótipos. O comportamento diferente de cultivares de soja, convencional e com o evento *Rondup Ready* (RR), também foi observado por Gris et al. (2010), quanto a sensibilidades ao atraso da colheita. Carvalho et al. (2014), ao analisarem o efeito da aplicação foliar de manganês em cultivares convencionais e em suas derivadas transgênicas RR, observaram que a resposta quanto a qualidade fisiológica das sementes produzidas é uma característica intrínseca de cada genótipo.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho foi monitorar a qualidade fisiológica de sementes de soja, com os eventos tecnológicos Inox, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* e a cultivar convencional, logo após a colheita e aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias de armazenamento.

## Materiais e métodos

Para realização da pesquisa, utilizou-se sementes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill), produzidas no município de Castro, estado do Paraná. Os tratamentos culturais realizados e as condições de campo para ambas as cultivares foi o mesmo. Estas sementes foram colhidas com grau de umidade que variou de 15,0% a 18,0% e encaminhadas para a Unidade de beneficiamento de semente (UBS).

Após realizado o beneficiamento das sementes, coletou-se uma amostra de dois quilos de sementes das cultivares TMG 7262 Inox (Inox), NS 5445 Intacta RR2 IPRO (Intacta RR2 IPRO), NS 6209 RR (*Rondup Ready*) e BRS 284 convencional (cultivar convencional). Todas as sementes utilizadas

na pesquisa, foram classificadas na peneira de crivo circular de 5,5 mm; sendo pertencentes a categoria de semente certificada de segunda geração (C2).

As sementes inicialmente foram homogeneizadas e divididas em quatro repetições (BRASIL, 2009), cada amostra com 500 gramas, visando a composição das repetições usadas na pesquisa. Desta forma se obteve quatro tratamentos, com quatro repetições cada.

Logo após a obtenção das sementes, as mesmas foram analisadas quanto a sua qualidade inicial; sendo então submetidas ao armazenamento com temperatura de 20°C e 65% de UR. Posteriormente, as avaliações de qualidade fisiológica das sementes, foram repetidas aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias de armazenamento.

Na realização do procedimento estatístico, fez-se a adoção de fatorial duplo (4x6), sendo o primeiro fator cultivares e o segundo fator e as épocas de avaliação (logo após a colheita e aos 60, 120, 180, 240 e 300 dias de armazenamento); as médias foram comparadas pelo teste de *Student Newman Keuls* a  $p \leq 0,05$ . Quando houve interação das épocas de armazenamento em cada cultivar, realizou-se a análise em regressão. Todos os dados foram computados e inseridos no Excel visando gerar as tabelas e os gráficos; sendo a análise estatística realizada por meio do programa RStudio (2018).

Os testes de qualidade das sementes realizados para cada cultivar, em cada época de avaliação, seguem descritos abaixo:

Determinação do grau de umidade: adotado o método de estufa a  $105 \pm 3^\circ\text{C}$ , por 24 horas, com duas amostras para cada repetição de cada tratamento (BRASIL, 2009). Os resultados foram expressos na base úmida, para cada tratamento.

Teste de Germinação: para cada repetição, foram utilizadas duas subamostras contendo 50 sementes cada, que foram acondicionadas em papel toalha umedecidos com água destilada, com volume de

2,5 vezes referente a massa do papel seco. As amostras foram mantidas no germinador com temperatura de 25°C com a presença de luz durante todo o teste. A contagem das plântulas normais foi realizada no sexto dia após a semeadura. Os resultados foram expressos em porcentagem realizando uma média de plântulas normais para cada cultivar (BRASIL, 2009).

Comprimento total de plântulas: adotado método descrito por Nakagawa (1999), sendo utilizado duas subamostras de 10 sementes por repetição, após o oitavo dia da semeadura foi avaliado o comprimento de plântulas, com o auxílio de uma régua milimétrica. Para fins de medição, considerou-se a plântula inteira, sendo medida a partir do meristema apical até a extremidade da raiz primária. Os resultados foram expressos em centímetros médio de plântula normal por cultivar.

Emergência de plantas em areia: foram coletadas aleatoriamente quatro repetições de 50 sementes por cultivar. Utilizou-se bandejas de isopor, em que as sementes foram semeadas com dois centímetros de profundidades, em substrato areia. A irrigação artificial ocorreu em intervalos de dois dias; sendo o conjunto mantido em ambiente de laboratório. Ao término do 14º dia após a semeadura, foram contabilizadas as plântulas normais que emergiram. Os resultados foram expressos por meio da média de plântulas normais por cultivar.

## Resultados e discussão

Na Tabela 1 são apresentados os resultados médios de grau de umidade das sementes de soja das quatro cultivares estudadas. Pelos resultados apresentados, verifica-se que logo após a colheita, o grau de umidade para as cultivares em estudo oscilaram entre 12,2% até 15,1% (Tabela 1). Essas mesmas cultivares aos 300 dias após o armazenamento estavam com grau de umidade oscilando entre

**Tabela 1.** Dados médios de grau de umidade (%) de sementes de soja, obtidos das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

Cultivares	Épocas de avaliação (dias após o armazenamento)					
	0	60	120	180	240	300
Convencional	13,3 b	11,6 a	10,3 ab	10,9 a	8,8 a	6,8 a
Intacta RR2 IPRO	14,5 a	11,5 a	11,1 a	10,4 a	9,0 a	6,6 a
<i>Rondup Ready</i>	12,2 c	11,9 a	10,3 ab	10,5 a	9,4 a	6,6 a
Inox	15,1 a	11,7 a	11,1 a	10,4 a	8,8 a	6,5 a
CV (%)				4,8		

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Student Newman Keuls* a  $p \leq 0,05$ .

6,5% a 6,8%. Diferenças sutis no grau de umidade entre as sementes avaliadas é importante para a confiabilidade das avaliações realizadas, pois este fator não irá interferir nos resultados apresentados.

Aos 300 dias de armazenamento das sementes (Tabela 1), observa-se que todas as cultivares em estudo apresentaram redução do grau de umidade das sementes. A diminuição do grau de umidade das sementes até níveis seguros é benéfica para manutenção de sua qualidade ao longo do armazenamento, pois reduz seu metabolismo (SMANIOTTO et al., 2014). Em paralelo a isso, condições favoráveis de armazenamento, como embalagens, temperaturas e umidade relativa do ar baixas também auxiliam na conservação das sementes (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; SMANIOTTO et al., 2014; DEMITO e AFONSO, 2009).

A medida que ocorre o armazenamento das sementes ao longo de 300 dias, independente da cultivar, há decréscimo de teor de água na semente (Figura 1). Porém constata-se que o grau de umidade aos 300 dias para as cultivares em estudo, oscilou de 6,5 a 6,8% (Tabela 1) e a germinação ficou entre 78 a 81% (Tabela 2). Vale ressaltar que a comercialização de sementes de soja, pode ser feita até nove meses a contar da emissão do boletim de análise e da reanálise de sementes, desde que as sementes da categoria em questão, esteja com o mínimo de germinação exigido, de 80% (BRASIL, 2013). Verifica-se que para as cultivares convencional e Intacta RR2 IPRO (Tabela 2), a germinação de ambas foi de 78%, ou seja, está abaixo do padrão de produção e comercialização para a soja.

Sementes de soja podem ter o potencial de deterioração maior, a medida em que o processo de

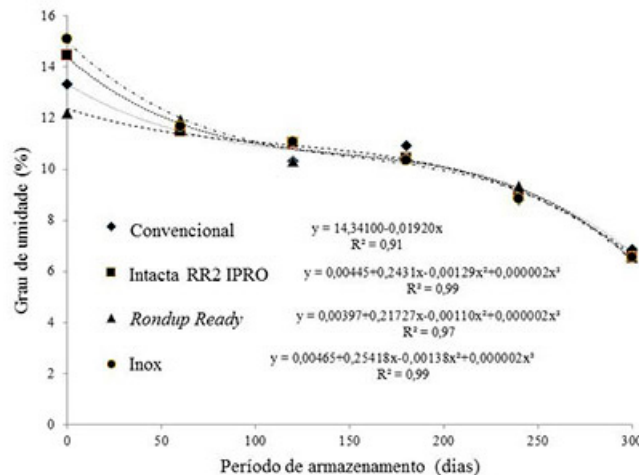


Figura 1. Análise de regressão do comportamento do grau de umidade (%) de sementes de soja, obtidos das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, Rondup Ready e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

armazenamento é estendido, mesmo quando estão em ambiente com temperatura e umidade controladas (CUNHA et al., 2009; Smaniotto et al., 2014). Este fato é devido as sementes serem vivas, respirarem e fazerem trocas gasosas com o meio (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012); e mesmo a atividade respiratória sendo baixa, a associação deste fator com a presença de danos mecânicos ou outros pequenos defeitos na semente, contribuem na redução da sua qualidade fisiológica.

Ao analisar os dados da Tabela 2, observa-se que a cultivar Inox foi superior em relação as demais cultivares, com referência a germinação analisada logo após 60 dias de armazenamento. As cultivares

Convencional, Intacta RR2 IPRO e Rondup Ready foram inferiores no que diz respeito a germinação, especialmente após os 60 dias de armazenamento, sendo que logo após a colheita a viabilidade de ambos os genótipos foi similar. À medida que o processo de armazenamento ocorre, o vigor das sementes decresce; especialmente se as condições do armazém não forem favoráveis (CARVALHO e NAKAGAWA, 2012; SMANIOTTO et al., 2014). Isso pode estar ligado com o metabolismo da semente que se torna mais lento, à medida que ela vai envelhecendo, provocando anormalidades no desenvolvimento da plântula. Existem várias características que interferem na viabilidade das sementes, tais como

as características genéticas da planta, o processo de colheita, o beneficiamento, o ambiente de conservação (CARVALHO et al., 2014; SMANIOTTO et al., 2014; MACHADO et al., 2018). Conseqüentemente, a longevidade do armazenamento é influenciada por características de cada espécie e de cada cultivar.

A resposta dos genótipos, quanto a germinação das sementes foi variável ao longo dos 300 dias de armazenamento (Tabela 2). Vale ressaltar que o comportamento da qualidade fisiológica das sementes pode ser devido a tecnologia intrínseca de cada cultivar (CARVALHO et al., 2012; CARVALHO et al., 2014).

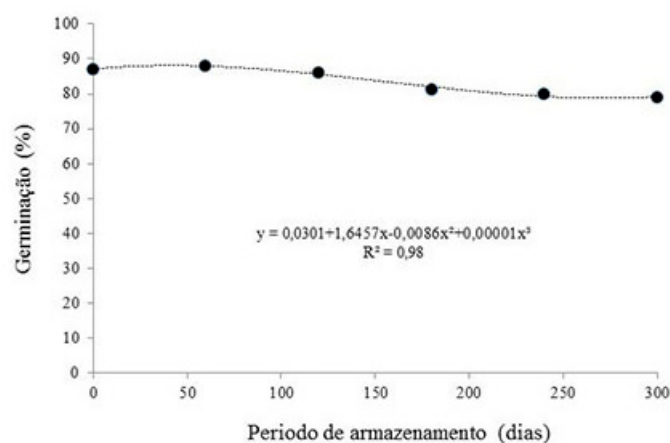
**Tabela 2.** Dados médios da germinação (%) de sementes de soja, obtidas das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

Cultivares	Épocas de avaliação (dias após o armazenamento)					
	0	60	120	180	240	300
Convencional	88 a	87 b	83 b	76 b	78 b	78 b
Intacta RR2 IPRO	89 a	85 b	83 b	77 b	79 b	78 b
<i>Rondup Ready</i>	88 a	81 b	87 b	82 b	79 b	80 b
Inox	90 a	90 a	92 a	88 a	83 a	81 a
CV (%)	5,29					

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Student Newman Keuls* a  $p \leq 0,05$ .

Quanto ao comportamento da germinação, ao longo do período de armazenamento (Figura 2), independente do genótipo, a estatística demonstra que a germinação é afetada. Resultados similares aos obtidos por Estevão e Possamai (2002), aos 120 dias de armazenamento em sementes de soja. Isso denota, que sementes durante o período de armazenamento, podem ter seu potencial fisiológico

comprometido, e isso pode interferir diretamente no *stand* de semeadura. Quando se obtém em campo, germinação uniforme, com o estabelecimento de plantas vigorosas, a cultura tem maiores chances de expressar seu máximo potencial produtivo. Porém, a medida que ocorre o envelhecimento natural das sementes, o vigor tende a diminuir; causando redução da germinação (TOLEDO et al., 2009).



**Figura 2.** Análise de regressão do comportamento da germinação (%) de sementes de soja, obtidos das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

Em relação aos resultados de emergência de plântulas em areia (Tabela 3), para as cultivares Convencional, Intacta, *Rondup Ready* e Inox, verifica-se que a cultivar Inox apresentou um desempenho

satisfatório, ao longo do armazenamento. Enquanto, as cultivares com tecnologias Convencional, Intacta e *Rondup Ready* tiveram uma menor emergência ao se avaliar as épocas de armazenamento isoladamente.

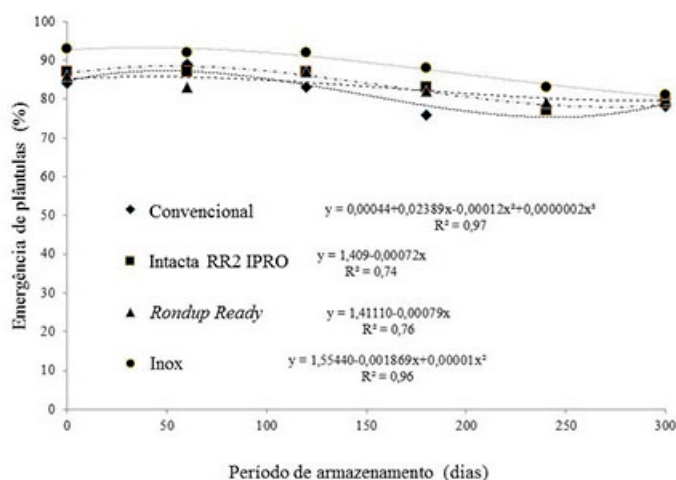
**Tabela 3.** Dados médios da emergência de plântulas (%) de soja, obtidos das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

Cultivares	Épocas de avaliação (dias após o armazenamento)					
	0	60	120	180	240	300
Convencional	95 b	88 b	88 a	87 b	85 b	81 b
Intacta RR2 IPRO	95 b	96 a	90 a	87 b	85 b	84 b
<i>Rondup Ready</i>	95 b	96 a	89 a	84 b	85 b	82 b
Inox	98 a	96 a	95 a	92 a	94 a	95 a
CV (%)	4,17					

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Student Newman Keuls* a  $p \leq 0,05$ .

Quando se analisa o efeito dos dias de armazenamento em cada genótipo (Figura 3), observa-se que à medida que o armazenamento vai ocorrendo as sementes vão reduzindo a sua capacidade de emergência. Mostrando que ao final do período de 300 dias de armazenamento, há

queda da emergência (Figura 3). Naturalmente, o armazenamento de sementes reduz a germinação das sementes (LOPES et al., 2002; Cunha et al., 2009), pois as sementes vão envelhecendo; e essa redução pode ser mais acentuada se as condições de conservação das sementes não forem adequadas.



**Figura 3.** Análise de regressão do comportamento da emergência de plântulas (%) de soja, obtidos das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, *Rondup Ready* e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

Na Tabela 4 são apresentados os resultados médios de comprimento de plântulas de soja das cultivares estudadas. Pela análise dos resultados, as cultivares Intacta e *Rondup Ready* apresentaram os maiores valores de comprimento de plântulas logo após a colheita (Tabela 4). Em geral, ao longo do

armazenamento, verificou-se que a cultivar com a tecnologia *Rondup Ready*, se sobressaiu em relação as demais cultivares (Tabela 4). A redução do comprimento de plântulas, pode ser decorrente de algum dano ou anormalidade na semente. Uma vez que todas as sementes em estudo foram classificadas com as mesmas

características físicas. Assim, a formação de plântulas menores ou maiores, reflete a capacidade que o tecido de reserva tem em translocar a sua energia para o crescimento do eixo embrionário (NAKAGAWA, 1999).

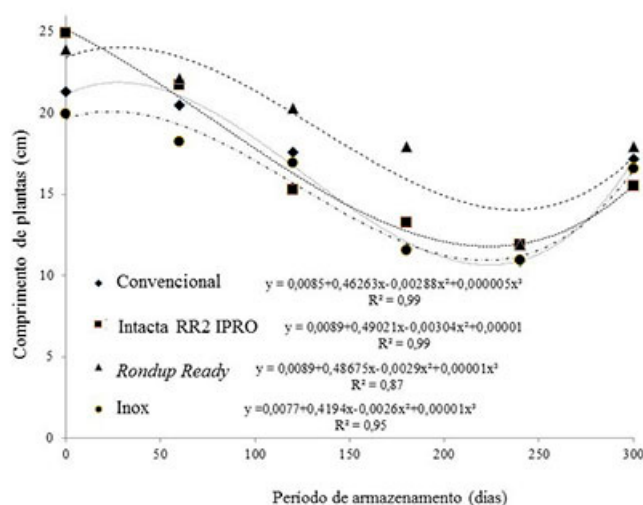
**Tabela 4.** Dados médios do comprimento de plântula (cm) de soja, obtidos das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, Rondup Ready e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

Cultivares	Épocas de avaliação (dias após o armazenamento)					
	0	60	120	180	240	300
Convencional	21,3 b	20,5 a	17,6 b	11,7 c	10,9 a	17,2 ab
Intacta RR2 IPRO	24,9 a	21,1 a	15,3 c	13,3 b	11,9 a	15,5 b
Rondup Ready	23,9 a	22,1 a	20,3 a	17,9 a	11,9 a	17,9 a
Inox	19,9 b	18,2 b	17,0 b	11,6 c	11,0 a	16,6 ab
CV (%)	6,32					

Médias seguidas na coluna não diferem entre si pelo teste de *Student Newman Keuls* a  $p \leq 0,05$ .

Durante o período de armazenamento (Figura 4), o comprimento médio de plântulas, para todas as cultivares estudadas diminuiu. Na determinação de vigor de sementes, o primeiro fator afetado na sua qualidade é o crescimento de plântulas, pois é o mais sensível (NAKAGAWA et al., 1999). Por isso, no decorrer do armazenamento, as sementes podem gerar plântulas menores. Provavelmente isso ocorre,

porque parte do tecido de reserva utilizado pelo eixo embrionário para seu crescimento, é consumido pela atividade respiratória dos tecidos celulares da semente enquanto estas estão sendo armazenadas. A análise do vigor das sementes tem sido realizada por meio de procedimentos que analisam o crescimento da plântula (VANZOLINI et al., 2007). Pois se trata de uma variável muito sensível que expressa a qualidade de sementes.



**Figura 4.** Análise de regressão do comportamento do comprimento de plântula (cm) de soja, obtidos das cultivares Convencional, Intacta RR2 IPRO, Rondup Ready e Inox, logo após a colheita e aos 300 dias de armazenamento.

Quando se analisa cultivares distintas de uma mesma espécie, observa-se que cada genótipo possui características intrínsecas quanto ao seu comportamento em campo ou no laboratório (CARVALHO et al., 2012; MATEI et al., 2017). As

cultivares que tiveram a alteração de sua constituição genética por meio de recursos da biotecnologia, também podem responder da mesma forma, como observado nos resultados obtidos nesta pesquisa. Ainda são escassos os estudos que comparam

genótipos convencionais com os que adquiriram os eventos transgênicos. Nesse sentido, cada estudo realizado nesta área, tende a contribuir no conhecimento do comportamento das sementes e plantas geneticamente modificadas, de forma a auxiliar no conhecimento dos organismos geneticamente modificados.

## Conclusões

A germinação de sementes de soja da cultivar TMG 7262 Inox (Inox), quando comparadas as sementes convencional (BRS 284) e com as tecnologias Intacta RR2 Pro (NS 5445 Intacta RR2 IPRO) e *Rondup*

*Ready* (NS 6209 RR), apresenta superioridade até os 300 dias de armazenamento.

O vigor de sementes de soja da cultivar Inox, avaliada logo após a colheita e até os 300 dias de armazenamento, pelo teste de emergência de plântula, manteve altos valores, se sobressaindo quando comparado as sementes das cultivares convencional e com as tecnologias Intacta RR2 Pro e Inox.

A cultivar de soja com a tecnologia *Rondup Ready* apresentou um bom desempenho na formação de plântulas quando comparada as cultivares convencional e com as tecnologias Intacta RR2 Pro e Inox, ao longo de 300 dias de armazenamento.

## Referências

ALENCAR, E.R.; FARONI, L.R.D.; LACERDA FILHO, A.F.; PETERNELLI, L.A.; COSTA, A.R. Qualidade dos grãos de soja armazenados em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, n. 5, p.606-613, 2009.

AMARAL D.R.; CARVALHO, T.C. Efeitos da Armazenagem Convencional na qualidade Fisiológica de Sementes de Soja Transgênica. **Scientia Rural**, Ponta Grossa, v.1, p.36-45, 2016.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Padrões para a produção e a comercialização de sementes de soja (*Glycine max* L.). **Instrução normativa n.º 45, de 17 de setembro de 2013**. Publicação: D.O.U. do dia 20/09/13, Seção 1.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para Análise de Sementes**. Mapa/ACS, Brasília.2009. 399p.

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

CARVALHO, E.R.; OLIVEIRA, J.A.; CALDEIRA, C.M. Qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e transgênica RR produzidas sob aplicação foliar de manganês. **Bragantia**, v.73, n.3, p.219-228, 2014.

CARVALHO, T.C.; GRZYBOWSKI, C.R.S.; OHLSON, O.C.; PANOBIANCO, M. Comparação da qualidade fisiológica de sementes de soja convencional e de sua derivada transgênica. **Revista Brasileira de Sementes**, v.34, p.164-170, 2012.

CORADI, P.C.; MILANE, L.V.; CAMILO, L.J.; PRADO, R.L.F.; FERNANDES, T.C. Soybean quality stored in low temperatures. **Brazilian Journal of Biosystems Engineering**, v.9, n.3, p.197-208, 12 ago. 2015.

CUNHA, J.P.A.R.; OLIVEIRA, P.; SANTOS, C.M.; MION, R. Qualidade das sementes de soja após uma colheita com dois tipos de colhedoras e dois períodos de armazenamento. **Ciência Rural**, v.39, n.5, p.1420-1425, 2009.

DEMITO, A.; AFONSO, A.D.L. Qualidade das sementes de soja resfriadas artificialmente. **Engenharia na Agricultura**, v.17, p.7-14, 2009.

ESTEVÃO, C.P.; POSSAMAI, E. Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de soja tratadas e armazenadas em diferentes ambientes. **Scientia Agraria**, v.3, p.113-132, 2002.

GRIS, C.F.; VON PINHO, E.V.R.; ANDRADE, T.; BALDONI, A.; CARVALHO, M.L.M. Qualidade fisiológica e teor de lignina no tegumento de sementes de soja convencional e transgênica RR submetidas a diferentes épocas de colheita. **Ciência e Agrotecnologia**, v.34, n.2, p.374-381, 2010.

JUSTINIANO, W.; FERNANDES, M.G.; VIANA, C.L.T.P. Diversity, composition and population dynamics of arthropods in the genetically modified soybeans Roundup Ready® RR1 (GT 40-3-2) and Intacta RR2 PRO® (MON87701 x MON89788). **Journal of Agricultural Science**, v.6, n.2, p.33-44, 2014.



- LOPES, J.C.; MARTINS-FILHO, S.; TAGLIAFERRE, C.; RANGEL, O.J.P. Avaliação da qualidade fisiológica de sementes de soja produzidas em Alegre-ES. **Revista Brasileira de Sementes**, v.24, n.1, p.51-58, 2002.
- MACHADO, F.G.; MENEZES, C.C.E.; CAMPOS, G.W.B.; TAKANO, H.K.; OLIVEIRA JUNIOR, R.S.; BRAZ, G.B.P. Development and grain quality of soybeancultivars treated with pyraclostrobin and biostimulant. **Communicata Scientiae**, v.9, n.2, p.235-241, 2018.
- MATEI, G.; BENIN, G.; WOYANN, L.G.; DALLÓ, S.C.; MILIOLI, A.S.; ZDZIARSKI, A.D. Agronomic performance of modern soybean cultivars in multi-environment trials. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.52, n.7, p.500-511, 2017.
- MENEGATTI, A.L.A.; BARROS A.L.M. Análise comparativa dos custos de produção entre soja transgênica e convencional: um estudo de caso para o Estado do Mato Grosso do Sul. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v.45, n.1, p.163-183, 2007.
- NAKAGAWA, J. **Testes de vigor baseados no desempenho das plântulas**. In: KRZYZANOSKI, F.C. et al. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. Cap.2, p.1-24.
- PATINO, M.T.O.; MACHADO, M.F.; NASCIMENTO, G.T.; ALCANTARA, M.R. Analysis and forecast of the storage needs of soybeans in Brazil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola**, v.33, n.4, p.834-843, 2013.
- RSTUDIO. **Undelete and data recovery software**. Software livre de ambiente de desenvolvimento integrado para R para análises estatísticas. R version 3.4.1, versão obtida em 11 nov. 2018. Disponível em: <https://www.rstudio.com/>.
- SMANIOTTO, T.A.S.; RESENDE, O.; MARÇAL, K.A.F.; OLIVEIRA, D.E.C.; SIMON, G.A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.18, n.4, p.446-453, 2014.
- TOLEDO, M.Z.; FONSECA, N.R.; CÉSAR, M.L.; SORATTO, R.P.; CAVARIANI, C.; CRUSCIOL, C.A.C. Qualidade fisiológica e armazenamento de sementes de feijão em função da aplicação tardia de nitrogênio em cobertura. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v.39, p.124-133, 2009.
- VANZOLINI, S.; ARAKI, C.A.S.; SILVA, A.C.T.M.; NAKAGAWA, J. Teste de Comprimento de Plântula na Avaliação da Qualidade fisiológica de sementes de soja. **Revista Brasileira de Sementes**, v.29, n.2, p.90-96, 2007.