

Francisco Carlos Kazyzanowski

A qualidade fisiológica potencial de uma semente é determinada pela sua herança genética, mas por outro lado sua qualidade real é função das condições ambientais em que foi produzida e armazenada, bem como das técnicas de produção, colheita, secagem e beneficiamento envolvidas.

O estágio de máxima qualidade é alcançado quando a semente atinge a maturidade fisiológica após o que o processo de deterioração se inicia e com ele o decréscimo da qualidade.

Várias características da semente são influenciadas pela deterioração e dentre elas as de vitais importância são o vigor e a germinação, no entanto, até nossos dias apenas a germinação tem sido avaliada adequadamente pelo teste padrão de germinação. Isto pouca importância teria se a relação entre a germinação e o vigor fôsse constante, contudo este fato não é observado, porquanto sabe-se que a perda de vigor pelas sementes é muito mais rápido do que a de germinação.

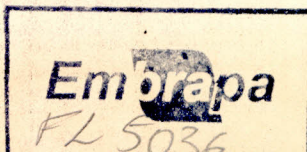
Uma alta porcentagem de germinação logo após a colheita não indica necessariamente que o lote de semente manterá sua qualidade durante o período de armazenamento ou que emergirá satisfatoriamente quando semeada no campo.

Trabalhos de pesquisa e observações próprias de pessoas envolvidas na produção e comercialização de sementes, têm demonstrado que lotes de aparentemente boa germinação tiveram-na reduzida rapidamente durante o armazenamento, enquanto que outros, mantiveram-se em bom estado em idênticas condições. O comportamento diferente sob condições de campo de lotes de igual poder germinativo determinado em laboratório, é fato comum na agricultura. O teste de germinação é limitado por não avaliar a natureza progressiva da deterioração da semente. A semente é considerada germinável quando preenche o critério estabelecido para a produção de uma plântula normal. O resultado final é fornecido em termos de sementes germinável sem distinção entre plântulas vigorosas ou fracas. Este tipo de informação é utilíssimo considerando que nós podemos prever que as plântulas fracas logo deterioraram e possivelmente as sementes que a deram origem serão classificadas como não germinável. O teste de germinação não fornece uma completa avaliação de deterioração do lote de semente.

Apresenta-se então o vigor como uma medida mais real do grau de deterioração das sementes do que a germinação.

Definição e conceitos de vigor

Em virtude de uma série de confusões em definir vigor de semente



as duas maiores organizações em testes de sementes. ISTA-Internacional Seed Testing Association e AOSA-Association of Official Seed Analysts propuseram as seguintes definições e conceituações.

ISTA

Vigor da semente é a soma total daquelas propriedades da semente as quais determinam o nível potencial de atividade e comportamento da semente ou lote de semente durante a germinação e emergência da plântula.

Aspectos considerados:

- 1) Processo bioquímico e reações durante a germinação tais como: reações enzimáticas e atividade respiratória.
- 2) A uniformidade de germinação e crescimento da plântula.
- 3) A uniformidade da emergência da plântula e o seu desenvolvimento no campo.
- 4) A habilidade da plântula emergir sob condições ambientais.

Esta é uma definição acadêmica, porque discute, identifica e descreve o vigor da semente, isto é, ela define o que é vigor da semente.

AOSA

Vigor é a soma total de todas aquelas propriedades da semente as quais, em condições de plantio, resultam numa rápida e uniforme produção de plântulas sadias sob um largo espectro de condições ambientais incluindo ambas condições favoráveis e desfavoráveis.

Aspectos considerados:

- 1) Velocidade de germinação - rapidez com a qual a semente germina e emerge no solo.
- 2) Uniformidade - a não uniformidade de emergência demonstra um baixo potencial de vigor.
- 3) Habilidade para emergir em solo compactado, frio, úmido e infestado de patógenos.

Esta definição considera o resultado do vigor de semente e o quantifica em termos de uma rápida e uniforme emergência e o desenvolvimento de uma plântula normal. Ela focaliza sobre o que é vigor de semente e que resulta. Sendo considerada uma definição operacional.

Sem considerar se uma definição acadêmica ou operacional é preferível, a ênfase de ambas é sobre o comportamento da semente sob uma larga faixa de condições ambientais. Isto nos fornece critérios para avaliar a performance dos testes de vigor.

Vigor é um dos atributos da semente que afeta a qualidade.

FATORES QUE AFETAM O VIGOR DAS SEMENTES E DA PLÂNTULA

1. Genótipo

O genótipo da planta em parte determina o vigor da plântula; assim diferença de vigor existe entre diferentes espécies, diferentes variedades e mesmo dentro da variedade. A influência do controle genético do vigor da plântula é talvez claramente ilustrado pelo relativamente alto vigor da plântula híbrida e plantas poliploides sobre material homocigoto e diploide.

O alto vigor de sementes híbridas está associado com mitocôndria superfuncionante e uma atividade extra do sistema enzimático para assimilação indicando uma favorável recombinação do material nuclear (sinergismo).

2. Maturidade da semente

Quando a semente amadurece, seu potencial para uma germinação rápida e vigorosa aumenta. Semente totalmente madura tem a vantagem do completo desenvolvimento físico e fisiológico necessário para a expressão do máximo vigor.

Uma alta porcentagem de semente imatura determina um baixo vigor do lote.

A época da operação de colheita determina uma importante regra no vigor da semente.

3. Condições ambientais durante o desenvolvimento da semente

Fatores ambientais tais como:

- Disponibilidade de água
- Temperatura
- Nutrientes

que afetam o desenvolvimento da semente, também afetam o vigor da plântula.

Disponibilidade de água afeta a semente de duas maneiras:

- 1) A disponibilidade de água durante o desenvolvimento da semente pode influenciar o seu vigor indiretamente, pela alteração da composição química da semente madura. Ex.: O teor de nitrogênio da semente de cereal geralmente, diminui quando aumenta a disponibilidade de água durante a fase vegetativa.
- 2) Após a semente atingir a maturidade fisiológica e permanece no campo até a colheita, a água tem uma importante função.

A temperatura influencia o processo de desenvolvimento, o qual por sua vez influencia o vigor da plântula.

A temperatura durante o desenvolvimento da semente de soja está relacionada com teor de óleo quando madura. Alta temperatura durante os últimos 45 dias do desenvolvimento da semente de soja está associada

com o baixo vigor das plântulas na progênie, qual persiste durante o período de desenvolvimento da planta e resulta na redução do rendimento da cultura.

4. Fertilidade do solo

Influência a composição química da semente e conseqüentemente o seu metabolismo e vigor durante a germinação.

Adubação foliar nitrogenada em trigo durante o desenvolvimento da semente resultou num aumento correspondente no teor de N da proteína, tamanho de semente, vigor da plântula e aumento de rendimento. Quantidades moderadas de P melhorou a emergência da plântula, mas grandes quantidades reduziu.

A disponibilidade de N e P pode influenciar o desenvolvimento da semente e o vigor da plântula, mas seus efeitos variam entre espécies e é altamente dependente do estágio de desenvolvimento e condições ambientais. É provável que nutrientes inorgânicos armazenados na semente forneça reservas valorosas durante os primeiros estádios do início da germinação quais podem ser especialmente críticos para o estabelecimento da plântula em solos que são pobres em nutrientes.

5. Densidade e tamanho da semente

Ambas, densidade e tamanho da semente são relatados como tendo uma forte influência na precocidade de germinação de semente de algodão.

Sementes de arroz de alto peso específico tem demonstrado ser superior as sementes de baixa densidade em germinação e subseqüente desenvolvimento da plântula.

Ao lado de grande quantidade de material de reserva, proteína mitocondrial da plântula e atividade bioquímica da mitocôndria são relatadas ser positivamente correlacionado com o peso da semente. O aumento de proteína mitocondrial da plântula oriunda de semente pesada é um indicativo de uma alta taxa de respiração e uma grande produção de energia (ATP), dando a semente pesada um grande potencial de desenvolvimento do que as sementes leves.

6. Dano mecânico

Embora o dano mecânico resulte em sementes quebradas e partidas, plântulas sem meristema apical e outras anormalidade durante a germinação que são bem conhecidas, seus efeitos no vigor da plântula é de mais difícil percepção, desde que sementes danificadas podem aparecer normais mas exibem menor vigor do que as não danificadas. As bases fisiológicas para a perda de vigor induzida mecanicamente é pouco conhecida. Talvez isto é devido a deterioração fisiológica imposta pelo impacto ou isto pode ser puramente dano físico como um resultado de uma quebra microscópica em lugares cruciais dentro da semente. Qualquer que seja a base, plântulas de feijão provenientes de sementes danificadas pode ser morfológicamente normal, mas exhibe germinação lenta, desenvolvimento reduzido, maturação tardia e redução no rendimento.

7. Idade e deterioração

Quando a semente envelhece, ela sofre trocas graduais as quais reduzem o seu vigor potencial e capacidade de performance. A deterioração vai ocorrer de qualquer forma, a sua velocidade depende largamente das condições ambientais existentes durante o armazenamento da semente, nós podemos minimizá-la.

As mudanças iniciais são de natureza fisiológica e pode ser detectada somente por testes de stress severos ou análises bioquímicas. Quando a deterioração progride, armazenabilidade e potencial de produção são afetados. Deterioração severa resulta numa germinação e emergência pobre mesmo sob condições ideais.

8. Ataque por microorganismos

Infestação por microorganismos causa deterioração da semente em armazenamento e pode na sequência reduzir o vigor da plântula pelo ataque durante a germinação.

O damping off (tombamento) em feijões pode ser devido ao estímulo de crescimento de *Pythium* e *Rhizoctonia* pelos nutrientes lixiviados da semente. Desde que sementes de baixo vigor são mais susceptíveis à perda de nutrientes por lixiviamento, o qual por sua vez fornece um excelente substrato para o crescimento dos fungos. Este efeito pode ser intensificado por outras condições tais como, solos úmidos e frios e integridade física pobre da semente.

Perda do vigor devido a injúria do frio durante o processo de embebição da semente

Sementes de muitas espécies de primavera são susceptíveis a injúrias causadas pela baixa temperatura durante o processo de embebição.

Sementes de soja embebidas à 5°C resultou numa redução de sobrevivência das plântulas, acúmulo da matéria seca e peso da plântula. Em milho provocou no aborto da radícula, proliferação de raízes seminais e retardamento de crescimento da plântula. Em algodão retardamento na frutificação e redução no teor de fibra.

A sensibilidade e injúria ao frio, está em função da umidade inicial da semente durante a embebição, material com baixa umidade são mais susceptíveis.

O período de maior susceptibilidade a esta injúria são os estádios iniciais do processo de embebição.

Como pode ser esperado sementes de baixo vigor são mais susceptíveis do que as de alto vigor.

Aumento do vigor da semente e da plântula

A estimulação da semente tem sido usada para descrever os métodos de tratamento da semente para aumentar o seu vigor de germinação, tais como:

1) Pré-embebição

Sementes pré-embebidas germinam e desenvolvem mais rápido do que as não pré-embebidas.

2) Pré-tratamento da semente com substâncias de crescimento tal como kinetina, ácido giberélico, ácido indolacético, nitrato de potássio, tem sido utilizado para aumentar o vigor e a velocidade de germinação.

3) O processo de fermentação tem sido utilizado para a produção de semente de tomate. A base para o aumento no vigor é provavelmente a remoção do tecido mucilaginoso que envolve a semente; entretanto, a quebra parcial do tecido de reserva pode também contribuir para uma germinação mais rápida.

O desenvolvimento de um instrumento ideal para envigorar a semente permanece indefinido.

Efeitos do vigor da plântula na uniformidade da população

A ênfase de pesquisa tem sido colocada na relação vigor da plântula e estabelecimento da população e rendimento da cultura, o baixo vigor das plântulas também afeta a variabilidade da população.

Pesquisa realizada com sementes de trevo subterrâneo, classificadas em duas classes de tamanho: grande e pequena e plantadas separadamente, mostrou que suas perdas competitivas foram ao acaso na população, mas quando misturada e plantadas, plantas oriundas de sementes menores contribuíram em perda competitiva maior do que as oriundas de sementes grandes. Isto sugere que, devido a diferença de vigor entre sementes grande e pequena, duas faixas de diferentes alturas foram formadas e as plantas pequenas foram abafadas devido sombreamento.

Avaliação do vigor das sementes

O teste ideal de vigor deve ser rápido, de fácil execução sem requerer equipamento complexo, igualmente útil para avaliar tanto sementes individuais ou população de sementes e capaz de detectar diferenças pequenas e grandes de vigor. Até os nossos dias nenhum dos testes de vigor atende a todos esses critérios, entretanto, quando usados em combinação, eles são utilíssimos para avaliar a qualidade fisiológica da semente.

Para atender esses requisitos a seleção do teste de vigor torna-se mais vigorosa.

As questões abaixo são importantes na escolha do teste de vigor:

- 1) Deve o teste de vigor monitorar o vigor do lote de semente ou de cada semente que compõe o lote?

O exemplo hipotético abaixo fornece ilustração para esta questão:

- Dois lotes de uma dada semente - lote A tem 60 sementes a 100% de nível de vigor e 40 sementes a 0% de nível de vigor e lote B contendo 100 sementes ao nível de 60% de vigor. Se um agricultor plantar esses lotes sob condições ambiental adversa, ele obterá uma melhor performan

ce do lote A sobre B, devido a sua grande proporção de semente de alta qualidade.

Se realizarmos uma avaliação de vigor com testes que utilizem grupos de 100 sementes, o resultado será que ambos os lotes A e B perfazem uma classificação de vigor de 60%. Por outro lado, testes que avaliem sementes individualmente será capaz de detectar diferenças de qualidade nesses dois lotes.

Embora este exemplo sugere que a avaliação individual da semente é superior ao teste de grupo de sementes, deve ser lembrado que o segundo tipo de teste é mais rápido e menos caros do que a avaliação individual da semente.

- 2) Deve os testes de vigor ser universal para todas as sementes ou desenvolvido especificamente para certas culturas com milho e soja.

A reprodutividade de resultados dos testes é possível de ser alcançada quando o analista está familiarizado com a metodologia, neste caso um menor número será preferível. O que possibilita a analista a desenvolver o teste com precisão. Mas a diversidade dos tipos de sementes, suas habilidades de responder particularmente à condições adversas e sua distinta constituição genética requer o uso de uma bateria de testes de vigor desenvolvido para cada grande cultura, resultando num acréscimo do custo da avaliação, exigência de equipamento e material de consumo adicional, bem como uma demanda em analistas.

Sempre que possível, o desenvolvimento e utilização de testes de vigor que podem ser universalmente aplicados para um grande número de espécies deve ser enfatizado.

- 3) Como deve ser expresso o vigor?

Tendo em vista tornar a informação de vigor útil, vários pesquisadores tem propostos diferentes métodos para exprimir os resultados do vigor, uma possibilidade são categorias tais como alto, médio e baixo, embora elas tenham significado um sistema com valores limites para agrupar o material nessas categorias seria requerido. Por exemplo se estabelecemos acima de 70% como limite para alto vigor, um produtor com material a 69% gostaria de retestar o seu material na esperança de reclassificá-lo e aumentar o seu valor de mercado.

Sistema de classificação de vigor torna-se mais problemático se valores de tolerâncias e a variação entre testes foi considerado.

A natureza do teste de vigor deve ditar como o resultado deve ser expresso, por exemplo teste de condutividade expressa o resultado em omhos/g de semente, média de crescimento das plântulas é expresso em mg de matéria seca/plântula. Então, dentro de cada forma de exprimir o resultado deve se elaborar um sistema de categorias de vigor.

- 4) Como semente tratada e dormente podem ser avaliadas?

Algumas espécies tem sementes dormentes na época da avaliação

do vigor e rapidamente perda esta dormência na época do plantio. No entanto, a maioria dos testes estão baseados no valor quantitativo do desenvolvimento da plântula para monitorar o vigor da semente, deve as sementes dormentes serem consideradas de baixo vigor? Similarmente, sementes tratadas frequentemente comportam melhor em condições de campo do que as não tratadas. Embora a alteração da capacidade de performance tenha sido feita pelo homem, devem essas sementes serem testadas para vigor tratadas ou não? Estas questões devem ser consideradas na interpretação do resultado do teste de vigor.

Como medir o vigor

As restrições impostas aos testes de vigor, limitam a nossa escolha para considerar. Os testes abaixo tem sido estudados com mais frequência e dispõe de um volume maior de informações para padronização por esta razão, discutiremos o seu princípio e mérito.

1) Envelhecimento precoce

Este teste incorpora uma série de importantes características para um teste de vigor, foi proposto inicialmente como um método para avaliar o potencial de armazenamento da semente. Nele as sementes não embebidas são submetidas a condições adversas de alta temperatura (40 a 45°C) e umidade relativa de 100%, por outro período de exposição (3 a 4 dias). As sementes são removidas das condições de stress e postas a germinar em condições ótimas de acordo com as regras.

Este teste detem os seguintes critérios importantes de um teste para vigor: rápido, baixo custo, simples, universal para todas as sementes, capacidade para avaliar sementes individualmente.

Embora essa qualidade tornem-o atrativo, a reprodutibilidade dos resultados dentro e entre laboratórios não foi alcançada ainda. Esta variação é atribuída a vários fatores. Resultados recentes sugerem que modificação na câmara de envelhecimento possa ser benéfica. Outro estudo mostrou que diferenças no teor de umidade inicial da semente deve ser considerado na interpretação do teste. Quando esses fatores forem padronizados, o envelhecimento precoce pode tornar-se um dos mais confiáveis teste de vigor.

2) Teste frio

É um dos mais antigos métodos de submeter as sementes à condições adversas e é o mais frequente utilizado, nos EE.UU. para avaliar o vigor de semente de milho. As sementes são colocadas no solo ou papel toalha com solo e mantida em baixa temperatura por um período específico, no qual ocorre o processo de embebição, bem como ataque de microorganismos, após o tratamento térmico as sementes são removidas e colocadas em condições favoráveis de crescimento como especificado nas regras.

A grande dificuldade com o teste frio é a padronização do solo, pois há diferenças de umidade, pH, composição, nível de patógeno, etc.. e esses parâmetros contribuem para a variação do resultado. Há propo

sição de se utilizar vermiculita como um meio padrão, entretanto, muitos pesquisadores mantem que o teste frio requer solo para ser bem realizado.

A despeito dessas dificuldades, os valores de vigor através do teste frio tem sido consistente dentro dos laboratórios, o que suporta a premissa de que ele é o mais útil teste de vigor.

3) Teste de condutividade

Sementes de baixo vigor tem mostrado que possuem uma fraca integridade de membrana, como um resultado da injúria mecânica e deterioração durante o armazenamento. Quando as sementes embebe, células que apresentam uma fraca estrutura de membrana libera solutos citoplasmáticos na água de embebição. Estes solutos com propriedades eletrolíticas conduzem uma carga elétrica a qual pode ser detectada através de um medidor de condutividade. A medição da condutividade dos lixiviados das sementes é rápida, precisa, barata e simples. Entretanto, teor de umidade inicial e tamanho da semente pode afetar o valor médio dos solutos lixiviados, o que requer um esforço futuro de padronização.

O tratamento da semente com defensivos influencia a avaliação da condutividade, necessitando a sua remoção antes da avaliação.

4) Germinação a baixa temperatura

Ao contrário do teste frio, o teste de germinação a baixa temperatura é conduzido sob condições padrões de laboratórios à temperatura de 18°C constante e não está baseado na ação de microorganismos para atuar sobre a semente germinada. Tem sido demonstrado que sementes de baixo vigor de espécies de primavera tal como algodão culmina com a redução da germinação e desenvolvimento nessas condições. A maior vantagem desse teste é que ele utiliza procedimentos rotineiros para o teste de germinação sendo o padrão para plântula normal o especificado nas regras. Sua principal desvantagem é que é limitado para a cultura do algodão.

5) Média de crescimento da plântula

Sementes vigorosas são capazes de eficientemente sintetizar material novo, transferindo rapidamente para o eixo embrionário, resultando num aumento de acúmulo de peso seco.

Este teste é baseado neste conceito e o resultado do vigor é consequentemente expresso como mg. de peso seco/plântula.

Ele é conduzido de acordo com os padrões para análise de rotina do teste de germinação. após avaliações de germinação serem feitas, os segmentos de crescimento do embrião proveniente de plântulas normal são separados dos tecidos de reservas (cotiledones ou endosperma) para minimizar as diferenças em tamanho de sementes, colocados à 80°C por 24 horas. Após esse período, o peso seco é determinado para avaliar o seu aumento.

Considerando que a média de crescimento da plântula está correlacionada

nada com o desenvolvimento vegetativo no campo, este teste oferece uma substancial possibilidade. No entanto, certos fatores precisam ser padronizados. Pequenas diferenças em umidade e intensidade luminosa podem ter significativo efeito no crescimento médio das plântulas. Este teste também requer padronização para variedades específicas, desde que o desenvolvimento médio das plântulas pode estar sob controle genético.

6) Classificação do vigor das plântulas

Este teste de vigor é uma ampliação do teste rotineiro de germinação, requerendo do analista de semente uma futura classificação das plântulas normais em categorias de fortes e fracas.

Este é particularmente atrativo como teste de vigor por não requerer equipamento adicional e empregar conceitos e termos familiares para os analistas. Apesar desta imensa vantagem, entretanto, este teste de vigor traz um sério problema de padronização. A correta avaliação da germinação pelo analista é difícil de se obter devido ao seu caráter subjetivo. A AOSA mantém um ativo programa de referência por esta razão, visando identificar laboratórios com dificuldade de interpretação de teste de germinação. A separação das plântulas nessas duas categorias é uma tarefa exigente, talvez além da capacidade média dos analistas de sementes.

7) Teste de tetrazólio

O teste de Tz é uma de nossas valiosas ferramentas na análise de sementes. Este está baseado na ação da molécula de Tz para reagir com átomos de hidrogênio liberados durante o processo de respiração pela atividade das enzimas desidrogenases, que resulta numa substância insolúvel à água de coloração avermelhada chamada FORMAZAN a qual identifica os tecidos vivos.

Um analista de semente treinado é capaz de classificar as sementes em níveis de vigor alto a baixo em função de uma série de parâmetros: intensidade de coloração, dano mecânico, dano de umidade, ataque de insetos.

Este teste avalia bem o vigor da semente quando o analista é experiente, mas está sujeito a certas dificuldades na padronização. Dentre elas a habilidade do técnico em discernir se a semente é vigorosa, tais considerações requerem considerável treinamento em teste de Tz e morfologia do embrião. Este teste falha em detectar fitotoxicidade devido ao tratamento químico, dormência. Entretanto, um extenso programa educacional em avaliação do teste de Tz pode resultar em consistentes e seguras avaliações de vigor.

Embora muitos testes de vigor requerem refinamentos futuros para seu potencial ser atingido, o futuro do vigor na avaliação da qualidade fisiológica é brilhante. Nós nos devemos manter informados das alterações nos testes de vigor e entendê-los como eles poderão potencialmente auxiliar-nos numa melhor avaliação da qualidade da semente.

LITERATURA CONSULTADA

- ABDUL-BAKI, A.A., ANDERSON, J.D., 1972. Physiological and biochemical deterioration of seeds. In Seed Biology. Academic Press. 283-309.
- ANDERSON, J.D., BAKER, J.E. 1982. Deterioration of seeds during aging. In Symposium Deterioration Mechanisms in Seeds. Phytopathology. Vol. 73 (2) 321-325.
- AOSA. 1983. Seed vigor testing handbook. Contribution nº 32 to the handbook on seed testing. Association of Official Seed Analysts. 88 pag.
- COPELAND, L.O. 1976. Principles of Seed Science and Technology. Burgess Publishing Company. Mimeoapolis, Minnesota, 369 pag.
- HEYDECKER, W. 1972. Vigour. In Viability of Seeds. Editor Syracuse University Press. 209-252 pag.
- POPINIGIS, F. 1975. Vigor de sementes. Palestra proferida no curso de Produção de Sementes. MA/AGIPLAN/USP. ESALQ/USP. 30 pag.