

UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ
CAMPUS DOIS VIZINHOS
CURSO DE BACHARELADO EM AGRONOMIA

GIORGIA FABIANI LUCINI

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA SOB
DIFERENTES TEORES DE ÁGUA E LUMINOSIDADE DURANTE O
ARMAZENAMENTO**

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO II

DOIS VIZINHOS

2021

GIORGIA FABIANI LUCINI

**QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA SOB
DIFERENTES TEORES DE ÁGUA E LUMINOSIDADE DURANTE O
ARMAZENAMENTO**

Trabalho de Conclusão de Curso de Graduação,
apresentado ao curso de Bacharelado em
Agronomia, pela Universidade Tecnológica
Federal do Paraná, campus Dois Vizinhos, como
requisito parcial para obtenção do título de
ENGENHEIRA AGRÔNOMA.

Orientador: Prof. Dr. Jean Carlo Possenti

DOIS VIZINHOS

2021



Ministério da Educação
Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Campus Dois Vizinhos
Diretoria de Graduação e Educação Profissional
Coordenação do Curso de Agronomia



TERMO DE APROVAÇÃO

QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA SOB DIFERENTES TEORES DE
ÁGUA E LUMINOSIDADE DURANTE O ARMAZENAMENTO

por

Giorgia Fabiani Lucini

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi apresentado em 03 de fevereiro de 2021 como requisito parcial para a obtenção do título de Engenheiro Agrônomo. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho aprovado.

Prof. Dr. Jean Carlo Possenti
UTFPR – Dois Vizinhos
Orientador

Prof. Dr. Carlos Bahry
UTFPR –Dois Vizinhos
Membro titular

Maikely Luana Feliceti
UTFPR –Dois Vizinhos
Membro titular

Angélica Mendes
Responsável pelos Trabalhos de Conclusão
de Curso

Alessandro Jaquiel Waclawovsky
Coordenador do curso
UTFPR – Dois Vizinhos

RESUMO

LUCINI, Giorgia Fabiani. **Qualidade fisiológica de sementes de soja sob diferentes teores água e luminosidade durante o armazenamento**. 27 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

Sementes armazenadas com altos teores de umidade, temperatura e luminosidade ambiente podem apresentar aumento da taxa respiratória, intensificando o processo de deterioração. As consequências disso refletem em manifestações fisiológicas inferiores, comprometendo a viabilidade e o vigor das sementes. O objetivo do trabalho foi avaliar a qualidade fisiológica de sementes de soja, armazenadas com diferentes teores de água iniciais, e submetidas ao armazenamento sob condições distintas de luminosidade ambiente. O trabalho foi realizado no Laboratório Didático de Análises de Sementes da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – Câmpus Dois Vizinhos. Foram utilizadas sementes certificadas de soja, categoria C2, da cultivar P95R90 IPRO®, peneira 5,5, produzidas na safra 2019/2020 na região de Itapejara D' Oeste – Paraná. As sementes foram acondicionadas em câmara úmida e seca até que atingissem 9, 11, 13 e 15% de umidade (Fator A). Foram mantidas em dois ambientes, com e sem luminosidade (Fator B), mediante armazenamento em caixas Gerbox®, transparentes e escuras. E ainda, foram avaliadas em diferentes períodos de armazenamento, de 0, 30, e 60 dias (Fator C). A qualidade fisiológica das sementes, em cada período de armazenamento, foi avaliada por meio do teste de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e emergência a campo. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema trifatorial. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e homocedasticidade e, atendendo aos pressupostos do modelo, foi realizada análise de variância (ANOVA), com significância dos fatores e suas interações testadas pelo teste F ($P < 0,05$). Sementes de soja armazenadas por até 60 dias, sob condição de luminosidade mantêm a melhor qualidade fisiológica com teores de água de 9% e 11%. Entretanto, quando as condições de armazenamento tiverem ausência de luz, a umidade pode chegar a 13%.

Palavras-chave: Armazenamento. Umidade. Vigor.

ABSTRACT

LUCINI, Giorgia Fabiani. **Physiological quality of soybean seeds under different contentes of water during storage.** 27 p. Undergraduate Final Project (Agronomy Course) Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2021.

Seeds stored with excessive moisture content, temperature and light increase the respiration rate, intensifying the deterioration process suffered by the product. Consequently, this work was designed with the aim of evaluating the water content and the light conditions with provides the better physiological quality of soybean seeds during the storage. The objective of the word was to evaluate the physiological quality of soybean seeds, stored with different ambiente light conditions. The experiment will be carried out in the teaching Laboratory of Seed Analysis of the Universidade Tecnológica Federal do Paraná - Campus Dois Vizinhos. The certified soybean seeds, category C2 of the cultivar P95R90® IPRO, sieve 5.5, produced in the 2019/20 harvest in the region of Itapejara D' Oeste – Paraná, were used. The seeds were placed in a humid and dry chambre, until they reached 9, 11, 13 and 15% humidity (Factor A). The seeds will be wrapped in Gerbox® boxes in two conditions: with and without light (Factor B). The ones which receive light will be kept in transparent boxes; the ones which will not receive light will be kept in black dark boxes. Also, different storage periods, of 0, 30 and 60 days (Factor C). The physiological quality of seeds on a certain period of storage will be valued by germination test, the first count of germination test, accelerated ageing and emergence in the field. The experimental desing used was completely randomized (DIC), in a three-factor scheme. The data obtained were submitted to the normality and homoscedasticity test and, considering the model's assumptios, analysis of variance (ANOVA) was perfomed with significance of the factors and their interactions tested by the F test ($P < 0.05$). The results obtained allow us to conclude that soybean seeds stored for up to 60 days with light conditions, maintain the best physiological quality with water contentes of 9% and 11%. However, when storage conditions are lacking in light, humidity can reach up to 13%.

Keywords: Storability. Luminosity Moisture content. Vigor.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	7
2 OBJETIVO	9
2.1 OBJETIVO GERAL	9
2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	9
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	10
3.1 SEMENTE.....	10
3.2 QUALIDADE DA SEMENTE	11
3.3 DETERIORAÇÃO DAS SEMENTES	11
3.3.1 Consequências da deterioração	12
3.5 ARMAZENAMENTO	13
3.5.1 Função do armazenamento das sementes	13
3.5.2 Teor de umidade nas sementes armazenadas.....	13
3.5.3 Luminosidade no ambiente de armazenamento	14
3.5.4 Tempo de armazenamento	15
4 MATERIAL E MÉTODOS	16
4.1 LOCAL E MATERIAL EXPERIMENTAL	16
4.2 PROCEDIMENTOS	16
4.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS SEMENTES	17
4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	18
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	19
6 CONCLUSÕES.....	25
7 REFERÊNCIAS	26

1 INTRODUÇÃO

A estimativa de produção brasileira para a safra de soja de 2020/21 é de 133,67 milhões de toneladas, com uma área plantada de 37,88 milhões de hectares, o que representa aumento de área de 2,5% em relação à safra anterior (CONAB, 2020). A oleaginosa pode apresentar de 20 a 35% de carboidratos, 30 a 45% de proteína, 15 a 25% de lipídeos e os 5% restantes composto de cinzas (DELARMELINO, 2012). A cultura potencializa-se quando processada para extração de óleo, tendo seu uso tanto na alimentação humana quanto na indústria de biodiesel e de farelo com grande importância na alimentação animal.

Para que o setor de sementes de soja consiga suprir a demanda do mercado em cada safra,, as sementes precisam ser produzidas na safra anterior, o que condiciona ao armazenamento, devido à sua produção ser sazonal. Durante o armazenamento das sementes, o teor de água e a temperatura são fatores que afetam diretamente a sua qualidade, podendo impactar no estabelecimento inicial da lavoura de grãos da safra subsequente (SMANIOTTO et al., 2014).

De acordo com Berbert et al. (2008), o teor de água é o aspecto de maior importância na deterioração da semente durante o armazenamento; mantê-lo em níveis baixos, juntamente com a temperatura ambiente, diminui o ataque de patógenos e a taxa de respiração em níveis adequados.

A deterioração da semente é inevitável, no entanto, pode ser prorrogada conforme as condições de armazenamento (CARDOSO et al., 2012). A respiração das sementes é um processo que pode ser controlado por meio da manutenção da temperatura e a umidade em teores baixos, visto que o aumento da respiração diminui o seu vigor. De acordo com Floriano (2004), geralmente, a redução da luminosidade e da temperatura do armazém, bem como da umidade das sementes e do próprio ambiente, faz com que seu metabolismo seja reduzido e os microrganismos, que as deterioram, fiquem fora de ação, aumentando sua longevidade.

Quando a semente respira sucede-se a oxidação de substâncias orgânicas, com liberação constante de energia, tendo como substrato carboidratos, proteínas e lipídeos (TAIZ; ZEIGER, 2009). As consequências são, o umedecimento e elevação da temperatura da massa de sementes, resultando em rápido declínio da sua germinação e vigor (PESKE et al., 2012).

Assim, tendo em vista que as sementes necessitam serem armazenadas até a safra seguinte, com garantia dos padrões mínimos para sua comercialização; avaliar os principais

fatores que afetam a qualidade das sementes de soja durante o armazenamento, faz-se necessário, visando auxiliar os multiplicadores de sementes a manter as melhores condições possíveis para a semente, aumentando o retorno econômico sobre o produto.

Assim, neste trabalho busca-se averiguar se há influência da luminosidade na conservação da qualidade fisiológica das sementes de soja durante o armazenamento, tendo em vista que muitas vezes as sementes são armazenadas em embalagens de alta capacidade, como os big bags, necessárias para redução de custos e otimização logística (CARVALHO et al., 2016), os quais permitem a passagem de luz, podendo esta afetar o metabolismo da semente.

2 OBJETIVO

2.1 OBJETIVO GERAL

O objetivo do trabalho foi identificar qual teor de água e condição de armazenamento, com e sem luminosidade, que as sementes de soja permanecem com maior qualidade fisiológica ao longo do tempo.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar os efeitos do teor de água e a da luminosidade na longevidade das sementes de soja.

- Definir a condição de armazenamento que mantenha por maior período de tempo a qualidade fisiológica de sementes de soja.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 SEMENTE

Define-se por semente um óvulo maduro e fecundado composto de três tecidos, o meristemático (eixo embrionário), responsável pela propagação, o de reserva e uma cobertura, que serve de proteção contra choques mecânicos e desidratação (PESKE et al., 2012), representando como principal função a de perpetuação da espécie. O tecido de reserva pode ser constituído de carboidratos, lipídios e proteínas, com teores variáveis conforme a espécie, dividindo as sementes em amiláceas, oleaginosas ou proteicas, conforme a substância que se destaca em cada semente (BORDIGON, 2009).

A soja é uma aleuro-oleaginosa que exige, para multiplicação de suas sementes, algumas técnicas específicas. Por exemplo, realizar a colheita tão logo seja possível, após a maturidade fisiológica, evitando que a mesma permaneça no campo à mercê de oscilações de umidade e temperatura ambiente, que danificam a integridade das membranas e reduzem a sua qualidade. Nos casos em que no momento da colheita a semente apresente teor elevado de umidade deve-se certificar de que será possível passar por um sistema de secagem adequado para reduzir seu teor de água e permitir um armazenamento seguro (FRANÇA NETO et al., 2010).

Outro cuidado que se deve ter é quanto à época de semeadura, principalmente em se tratando de campos de produção de sementes, nas quais se deve priorizar a qualidade ao invés da produtividade. No estado do Paraná, para a produção de sementes de alta qualidade, os melhores períodos de semeadura ocorrem a partir do início de novembro, garantindo que a fase de maturação ocorra sob condições de temperaturas amenas associadas aos menores índices de precipitação (FRANÇA NETO et al., 2010).

Demais cuidados que auxiliam na obtenção de um lote de sementes, com alto potencial de germinação e vigor, constam das etapas de pós-colheita como o beneficiamento, que tem a função de retirar impurezas e classificar a semente por tamanho, e o armazenamento adequado, por meio de temperaturas menores que 25 °C e umidade relativa do ar próximo a 70% (FRANÇA NETO et al., 2010).

3.2 QUALIDADE DA SEMENTE

A qualidade das sementes abrange quatro aspectos fundamentais: 1. Qualidade fisiológica; 2. Qualidade genética; 3. Qualidade sanitária; e 4. Qualidade física (FRANÇA NETO et al., 2010). O primeiro ponto está atrelado ao metabolismo da semente necessário para expressar seu potencial. Engloba fatores como com a capacidade de germinação, vigor e dormência das sementes.

O segundo item tem relação com a ausência de contaminação genética, devendo este ser geneticamente puro. Pode-se definir contaminação genética como a troca de grãos de pólen entre diferentes cultivares, geralmente ocasionado na fase de produção de sementes (MOREIRA et al., 1999).

Quanto aos atributos sanitários, as sementes utilizadas na propagação devem ser sadias e livres de patógenos, como fungos, nematoides e vírus. Sementes infectadas por doenças podem não apresentar viabilidade ou apresentarem baixo vigor.

A qualidade física envolve vários aspectos: pureza física, danos mecânicos, peso de mil sementes, aparência, peso volumétrico e umidade. A pureza física indica o grau de contaminação do lote com sementes de plantas daninhas, de outras variedades e material inerte. As danificações mecânicas, além de propiciarem uma má aparência do lote, também afetam a qualidade fisiológica. O peso de mil sementes é uma característica utilizada para informar o tamanho e peso da semente. A aparência atua como forte elemento no momento da comercialização. O peso volumétrico é aquele de determinado volume. O grau de umidade é a quantidade de água contida na semente (PESKE et al., 2012).

3.3 DETERIORAÇÃO DAS SEMENTES

A deterioração é um processo determinado por uma série de alterações fisiológicas, bioquímicas, físicas e citológicas, com início a partir da maturidade, em ritmo progressivo, determinando a queda do potencial germinativo e do vigor, culminando com a morte da semente (MARCOS FILHO, 2015).

Na fase de campo, as condições climáticas adversas, como altas temperaturas, alta umidade e alternância dessas condições causam aumento da velocidade de deterioração. Após colhidas, além de fatores da própria semente (genéticos, de constituição, integridade física e umidade da semente), as condições do ambiente de armazenamento (temperatura e umidade relativa do ar) são fatores que interferem diretamente na velocidade da deterioração.

Assim, embora inevitável, esse processo de degradação das reservas, logo redução do potencial fisiológico das sementes, pode ser amenizado se estas forem armazenadas com teor de água adequado e com boas condições no ambiente de armazenamento, até a safra seguinte.

3.3.1 Consequências da deterioração

A semente é um organismo vivo, portanto, é normal que os tecidos se deterioresem até causarem a morte da estrutura, a partir de modificações químicas, físicas e fisiológicas. Durante a deterioração, uma das primeiras modificações nas sementes é no sistema de membranas, que perde a sua permeabilidade, seguida da perda de reservas e o acúmulo de substâncias tóxicas (BORDIGON, 2009).

As consequências da deterioração de sementes são refletidas em manifestações fisiológicas que reduzem a qualidade do produto, sendo elas: maior tempo para a emergência das plântulas, crescimento lento, maior sensibilidade aos fatores ambientais e aos microrganismos, plântulas que demandam maior exigência nas condições para germinarem, desenvolvimento de plantas estéreis e potencial de armazenamento reduzido (BORDIGON, 2009). Existem ainda manifestações metabólicas ou bioquímicas envolvendo a respiração e síntese de ATP, alterações em sistemas enzimáticos e no metabolismo de reserva (carboidratos, lipídeos e proteínas) (MARCOS FILHO, 2015).

3.5 ARMAZENAMENTO

3.5.1 Função do armazenamento das sementes

O armazenamento tem por função conservar a qualidade das sementes, preservando suas qualidades físicas, fisiológicas e sanitárias até a próxima semeadura. Cardoso et al. (2012) afirma que a deterioração da semente é um processo irreversível, no entanto, pode ser prorrogada conforme as condições de armazenamento. Para que a conservação seja eficiente, é necessário um cuidado com determinados fatores, principalmente de teores de água na semente, que são afetados pela umidade do ar e em menor grau pela temperatura.

Puzzi (2000) cita que a função da armazenagem é de manter a composição química do produto, ou seja, teores de carboidratos, proteínas, gorduras, fibras, minerais e vitaminas. Quando as condições do armazenamento não forem as recomendadas aumenta-se a taxa respiratória das sementes, degradando suas reservas, diminuindo assim, o seu vigor e aumentando a população de plântulas anormais, com redução da taxa de germinação pela morte das sementes (TOLEDO et al., 2009).

3.5.2 Teor de água nas sementes armazenadas

O principal fator que afeta a conservação das sementes durante o armazenamento é o seu grau de umidade (PESKE et al., 2012), o qual deve estar com teor adequado para garantir que o processo de deterioração seja mínimo. Entretanto, as sementes são higroscópicas, ou seja, tendem a equilibrar seu teor de água com o ambiente que as rodeia, o que faz com que a umidade relativa do ar seja mais importante que a temperatura durante o armazenamento.

Elevada umidade relativa do ar leva ao aumento do teor de água das sementes e, conseqüentemente, da atividade metabólica e respiratória das mesmas, com retomada da germinação; o oposto ocorre em baixa umidade relativa do ar, no entanto, se esta for excessivamente baixa, pode haver desnaturação de proteínas e perda da integridade das

membranas celulares (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012). Dessa forma, deve-se atentar não somente para a umidade inicial da semente, mas sim do ambiente de armazenamento e a temperatura do ar circundante.

A umidade ideal no ponto de colheita para sementes de soja está entre 16% a 18%, mas, para o armazenamento está entre 9% a 12% para períodos entre 1 e 5 anos (MOHLER, 2010). Vários autores estudaram a relação entre a umidade da semente e a qualidade fisiológica dessas durante o armazenamento. Smaniotto et al. (2014) verificaram que, com teor de água inicial de 12%, houve manutenção da germinação de sementes de soja até o final do período de armazenamento, que durou 180 dias, apresentando 100% de germinação. Com o teor de água inicial de 13%, já se verificou queda no percentual germinativo até o final do armazenamento, chegando a 94%. Por fim, para o teor de água inicial de 14%, a redução na germinação no final do período apresentou uma redução maior, ficando em 77% de plântulas normais.

Locher e Bucheli (1998), analisando a germinação de sementes armazenadas com teor de água entre 9,8 e 13,8%, verificaram que sementes armazenadas com teor inicial de água mais alto tem uma expressiva queda no percentual de germinação. Peske et al. (2012) citam que, o grau de umidade acima de 13% não é desejável para o armazenamento de sementes em geral, e no caso da soja esse teor deve ser de 12% ou menos.

3.5.3 Luminosidade no ambiente de armazenamento

Além da temperatura e da umidade, tanto da semente como do ambiente, Floriano (2004) cita que a luminosidade também influencia no metabolismo das sementes, sendo que, em condições adequadas, é possível aumentar a sua longevidade. Popinigis (1977) relata ainda que a velocidade respiratória tem relação com o teor de água, a temperatura e a permeabilidade das membranas, que é influenciada pela tensão de oxigênio e pela luz. Não existem na literatura estudos voltados à influência da luminosidade durante o armazenamento na taxa respiratória e qualidade fisiológica de sementes com diferentes graus de umidade. Entretanto, vários trabalhos abordam a importância da luz na reativação do metabolismo e em processos germinativos de sementes de diferentes espécies.

3.5.4 Tempo de armazenamento

Outra variável na manutenção da qualidade das sementes armazenadas é o período que elas permanecem estocadas. Popinigis (1985) afirma que as sementes de soja têm vida curta, portanto, não se pode mantê-las por grandes períodos nessas condições. Lacerda et al. (2003) concluíram que sementes armazenadas por seis meses não mantiveram padrões de qualidade fisiológica suficiente para a comercialização.

O tempo que a semente se conserva viável no armazenamento é influenciado por outros fatores, como a temperatura e o teor de água que se encontra o material. Como já citado anteriormente, o processo de deterioração é inevitável, mas pode ser retardado se as condições de armazenamento forem favoráveis (CARDOSO et al., 2012). Almeida et al. (2010) relataram queda significativa na germinação de sementes de soja durante 180 dias em condições ambientais. Afonso Júnior et al. (2000), após 10 dias, em teores de água mais altos, 15% e 20%, também comprovaram redução na viabilidade das sementes de soja.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 LOCAL E MATERIAL EXPERIMENTAL

O trabalho foi realizado na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Câmpus Dois Vizinhos, no Laboratório Didático e de Pesquisas em Sementes. Foram utilizadas sementes de soja certificadas, categoria C2, da cultivar P95R90 IPRO®, peneira 5,5, produzidas na safra 2019/2020 na região de Itapejara D' Oeste – Paraná.

4.2 PROCEDIMENTOS

Foram realizados testes iniciais para a caracterização do lote, determinando a qualidade física e fisiológica das sementes. Determinou-se a pureza física retirando uma amostra de trabalho da amostra média do lote, separando em sementes puras, outras sementes e material inerte. Considerou-se o peso de cada fração dessas e calculou-se a percentagem de sementes puras. Utilizando a porção de sementes puras, determinou-se o peso de mil sementes (PMS), de acordo com as Regras para Análise de Sementes – RAS (BRASIL, 2009). Calculou-se o grau de umidade das sementes pelo método oficial de estufa, a 105 °C por 24 horas, conforme a RAS (Brasil, 2009). Em seguida, conforme o resultado do teste do PMS calculou-se a quantidade de sementes necessárias para a condução do experimento.

Para a obtenção dos diferentes teores de água objetivados para as sementes de soja, a saber: 9, 11, 13 e 15% (Fator A), realizou-se o procedimento descrito na sequência.

Quando necessário aumentar a umidade das sementes: pesou-se as sementes em balança de precisão, e a fração total das sementes foram divididas em caixas plásticas de polipropileno transparente, do tipo Gerbox (11 x 11 x 3cm), adaptadas com placas metálicas, para suspensão das mesmas, até que ficassem bem distribuídas sobre a placa. Abaixo da estrutura metálica e sem contato, foi adicionado 40 mL de água destilada. Em seguida as caixas foram acondicionadas em câmara BOD com temperatura de 25°C.

Quando necessário diminuir a umidade das sementes: pesou-se as sementes em balança de precisão, e a fração total das sementes foram divididas em pequenos sacos de tecido tipo filó, o qual possui aberturas que possibilita a passagem de ar com facilidade. Os sacos foram acondicionados em estufa do tipo circulação forçada de ar a 35°C, para secagem rápida.

Após a adequação das diferentes umidades, as sementes foram homogeneizadas e acondicionadas em ambiente com e sem luminosidade (Fator B), através da acomodação em caixas plásticas tipo Gerbox[®], transparentes ou escuras (Figura 1A e 1B), as quais permaneceram em câmara com temperatura controlada em 25°C e umidade relativa do ar de 65% durante 0, 30 e 60 dias de armazenamento (Fator C). Para obtenção do ambiente sem luminosidade foram utilizadas caixas Gerbox[®], pintadas com tinta acrílica na cor preta (Figura 1B), evitando a entrada de luz.

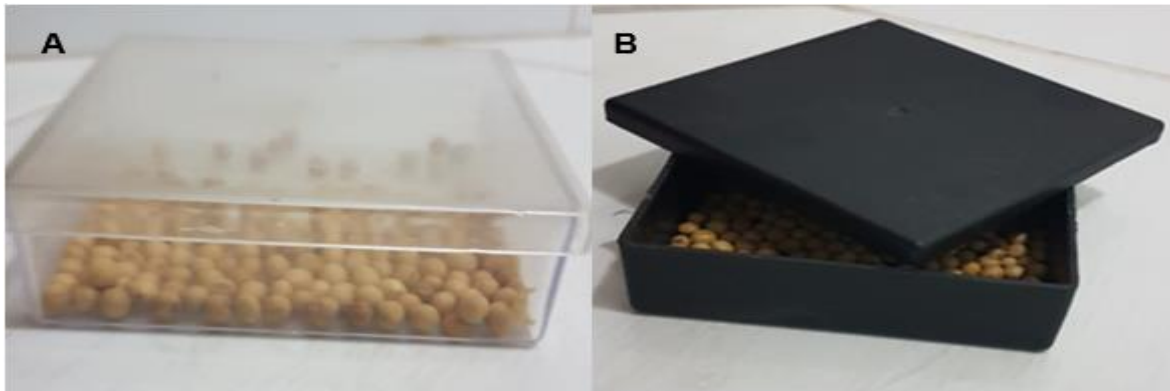


Figura 1. Caixas Gerbox[®], utilizadas para o acondicionamento das sementes. A) Presença de luz no armazenamento. B) Ausência de luz no armazenamento. (Fonte: Larissa Simão).

4.3 AVALIAÇÃO DA QUALIDADE DAS SEMENTES

A qualidade fisiológica das sementes foi avaliada, em cada período de armazenamento, por meio do teste de germinação, primeira contagem de germinação, envelhecimento acelerado e emergência a campo, conforme as Regras para Análise de Sementes – RAS (Brasil, 2009).

4.4 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental empregado foi o inteiramente casualizado (DIC), em esquema trifatorial 4 x 2 x 3 (umidades x ambientes x períodos), totalizando 24 tratamentos, com quatro repetições, para cada cultivar. Os dados obtidos foram submetidos ao teste de normalidade e homocedasticidade e, atendendo aos pressupostos do modelo, foi realizada análise de variância (ANOVA), com significância dos fatores e suas interações testadas pelo teste F ($P < 0,05$). Se significativos, foram realizados teste de médias através de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A análise de variância demonstrou que, para as variáveis germinação, envelhecimento acelerado e emergência a campo, houve interação entre os três fatores. Para a variável primeira contagem de germinação, a interação ocorreu entre os graus de umidade das sementes e os períodos de armazenamento.

Na Tabela 1 é apresentado a variável germinação das sementes de soja armazenadas sob diferentes ambientes, graus de umidade e períodos de armazenamento.

Tabela 1: Germinação (%) de sementes de soja armazenadas sob diferentes ambientes, graus de umidade e períodos de armazenamento.

Ambiente de armazenamento	Graus de umidade (%)	Períodos de armazenamento (dias)		
		0	30	60
Claro	9	100 Aaα*	99 Aaα	100 Aaα
	11	99 Aaα	99 Aaα	98 Aaα
	13	100 Aaα	98 Aaα	94 Bbα
	15	100 Aaα	96 Baα	94 Bbα
Escuro	9	100 Aaα	99 Aaα	100 Aaα
	11	99 Aaα	97 Aaα	99 Aaα
	13	100 Aaα	99 Aaα	97 Aaα
	15	100 Aaα	92 Bbβ	79 Cbβ

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, entre os períodos de armazenamento para cada grau de umidade e ambiente não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, entre os graus de umidade para cada período de avaliação e ambiente de armazenamento não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

Médias seguidas por mesmas letras gregas comparando os ambientes de armazenamento dentro de cada grau de umidade não diferem pelo teste t a 5% de probabilidade.

No ambiente de armazenamento claro, sementes com 9% e 11% de umidade, mantiveram altas porcentagens de germinação no tempo zero, 30 e 60 dias. Já sementes com 13% de umidade obtiveram maior porcentagem de germinação até 30 dias de armazenamento. Assim como, sementes com 15% de umidade obtiveram melhor porcentagem de germinação no tempo zero.

Smaniotto (2013), ao armazenar sementes de soja em sacos plásticos transparentes de polipropileno por 180 dias, na umidade de 12, 13 e 14%, verificou uma pequena redução na germinação com índice de 12%, chegando ao final do armazenamento com 99,6% de

germinação. Aos 13% a germinação foi de 94,16% no final do período, e a maior redução da germinação se deu com teor de 14% de umidade, chegando ao final do armazenamento com 77,3% de germinação. Segundo Alencar et al (2008), a qualidade da soja é influenciada pelas condições de armazenagem e que combinações de temperatura e teores de água mais elevados intensificam a deterioração do produto.

Os períodos de armazenamento zero e 30 dias, em ambiente claro, as sementes com grau de umidade de 9%, 11%, 13% e 15%, não se diferiram entre si e mantiveram porcentagem de germinação alta. Já no período de 60 dias, maiores porcentagens de germinação foram obtidas por sementes com grau de umidade de 9% e 11%.

No ambiente de armazenamento escuro, sementes com 9%, 11% e 13% de umidade mantiveram altas porcentagens de germinação no tempo zero, 30 e 60 dias. Já sementes com 15% de umidade obtiveram maior porcentagem de germinação no tempo zero, diferindo dos demais períodos. Ou seja, nas mesmas condições de umidade e armazenamento, com presença de luz, obteve-se maior porcentagem de germinação. Entretanto, Simão (2018), ao armazenar sementes de soja por 8 meses com ausência de luz, obteve germinação de 80%, enquanto com presença de luz, atingiu 60% de germinação apenas.

Analisando o período de armazenamento de zero dias em ambiente escuro, as sementes com grau de umidade de 9%, 11%, 13% e 15%, não se diferiram entre si e mantiveram altas porcentagens de germinação. Já nos períodos de 30 e 60 dias, maiores porcentagens de germinação foram obtidas por sementes com grau de umidade de 9%, 11% e 13%. Portanto, o armazenamento com ausência de luz, apresentou melhores resultados de germinação, do que com luminosidade durante o armazenamento.

Verifica-se também que as menores médias de germinação foram obtidas quando sementes, com 15% de umidade, foram armazenadas por 30 e 60 dias em ambiente escuro. Logo, quando se aumenta o teor de água consideravelmente, é preferível armazenar as sementes com presença de luz.

Referente à primeira contagem de germinação (Tabela 2), o período de armazenamento de zero dias, as sementes com grau de umidade de 9%, 11%, 13% e 15%, não se diferiram entre si e mantiveram altas porcentagens de germinação. Já no período de 30 dias, maiores porcentagens de germinação foram obtidas por sementes com grau de umidade de 9% e 11%. E, no período de 60 dias, maiores porcentagens de germinação foram obtidas por sementes com grau de umidade de 11% e 13%.

Tabela 2: Primeira contagem de germinação (%) de sementes de soja armazenadas sob diferentes ambientes, graus de umidade e períodos de armazenamento.

Graus de umidade (%)	Períodos de armazenamento (dias)		
	0	30	60
9	99 Aa	95 Aa	79 Bb
11	96 Aa	95 Aa	88 Ba
13	97 Aa	89 Bb	85 Ba
15	95 Aa	66 Bc	65 Bc

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

A primeira contagem de germinação também pode ser interpretada como um teste de vigor de plantas, quanto maior o tempo para as plântulas atingirem aspectos de normais, menor o vigor do lote de sementes, sendo a velocidade de germinação reduzida com o avanço da deterioração da semente (NAKAGAWA, 1999).

As sementes com grau de umidade de 9% e 11% obtiveram maior porcentagem de germinação na primeira contagem quando armazenadas por zero e 30 dias; já sementes com grau de umidade de 13% e 15% obtiveram maior porcentagem de germinação na primeira contagem quando foram armazenadas por zero dias, não diferindo dos demais nesse período de tempo.

Smaniotto et al. (2014) também obtiveram resultados semelhantes em sementes de soja, onde os teores de água influenciaram no índice de velocidade de germinação, sendo que os teores de 12% de água obtiveram resultados superiores aos de 13%, e este, por sua vez, foi superior ao de 14%. Afonso Júnior et al. (2000) verificaram redução significativa na viabilidade das sementes de soja a partir dos 10 dias de armazenamento, para teores de água mais elevados, 15 e 20%. Estevão e Possamai (2002) verificaram que as sementes de soja perdem a sua viabilidade depois de 120 dias em condições simuladas em câmara a 25 °C e 85% de umidade relativa.

A Tabela 3 apresenta as variáveis envelhecimento acelerado (EA %) e emergência em campo (EC %).

Tabela 3: Envelhecimento acelerado (EA %) e emergência em campo (EC %) de sementes de soja armazenadas sob diferentes ambientes, graus de umidade e períodos de armazenamento.

Ambiente de armazenamento	Graus de umidade (%)	EA (%)			EC (%)		
		Períodos de armazenamento (dias)					
		0	30	60	0	30	60
Claro	9	97 Aaa	72 Baα	64 Baα	98 Aaa	97 Aaa	67 Baα
	11	90 Aaa	54 Baβ	30 Cbα	97 Aaa	95 Aaa	28 Bbβ
	13	62 Abα	26 Bbβ	23 Bbα	98 Aaa	94 Aaa	21 Bbca
	15	87 Aaa	22 Bbα	08 Ccα	96 Aaa	92 Aaa	10 Bcα
Escuro	9	97 Aaa	79 Baα	69 Baα	98 Aaa	95 Aaa	21 Bbβ
	11	90 Aaa	82 Aaa	10 Bbβ	97 Aaa	98 Aaa	49 Baα
	13	62 Bbα	79 Aaa	08 Cbβ	98 Aaa	96 Aaa	10 Bbcβ
	15	87 Aaa	15 Bbα	13 Bbα	96 Aaa	95 Aaa	08 Bcα

*Médias seguidas pela mesma letra maiúscula, na linha, entre os períodos de armazenamento para cada grau de umidade e ambiente não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

Médias seguidas pela mesma letra minúscula, na coluna, entre os graus de umidade para cada período de avaliação e ambiente de armazenamento não diferem pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade;

Médias seguidas por mesmas letras gregas comparando os ambientes de armazenamento dentro de cada grau de umidade não diferem pelo teste t a 5% de probabilidade.

No ambiente de armazenamento claro, sementes com 9%, 11%, 13% e 15% de umidade mantiveram altas porcentagens de germinação no tempo zero para o teste de envelhecimento acelerado, diferindo dos demais períodos.

Com 30 dias de armazenamento em ambiente claro, as sementes com grau de umidade de 9% e 11%, não se diferiram entre si e mantiveram alta porcentagem de germinação. No período de 60 dias, maiores porcentagens de germinação foram obtidas por sementes com grau de umidade de 9%.

Smaniotto et al. (2014) afirma que, teores menores de água das sementes de até 12%, as mantêm com melhor qualidade durante o armazenamento, sendo recomendado para conservação do vigor de sementes de soja. Alencar et al. (2008), concluiu que o teor de água de 11% em sementes de soja possibilitou melhor conservação da qualidade fisiológica ao longo do armazenamento, do que quando mantidas com maiores teores de água.

No ambiente de armazenamento escuro, sementes com 9% e 15% de umidade mantiveram altas porcentagens de germinação no tempo zero, diferente das sementes com 11% de umidade, que apresentaram altas porcentagens de germinação no tempo zero e 30 dias.

Sementes com 13% de umidade obtiveram maiores porcentagens de germinação no tempo 30 dias para o teste de envelhecimento acelerado.

Segundo Pádua e Vieira (2001), lotes de sementes com porcentagens de germinação semelhantes, mas com diferentes níveis de vigor, podem apresentar comportamentos diferenciados em relação a deterioração, dependendo das condições de armazenamento. Popinigis, (1985), e Carvalho e Nakagawa, (2000), relatam que o ambiente de armazenamento é fator determinante sobre a qualidade fisiológica das sementes.

Com zero dias de armazenamento, em ambiente escuro, as sementes com grau de umidade de 9%, 11% e 15% não se diferiram estatisticamente entre si e mantiveram alta porcentagem de germinação para o teste de envelhecimento acelerado. Com 30 dias de armazenamento, as sementes com grau de umidade de 9%, 11% e 13% não se diferiram estatisticamente entre si e mantiveram alta porcentagem de germinação. Percebe-se, que com ausência de luz, as sementes com 13% de umidade, apresentaram maior porcentagem de germinação do que com presença de luz. No período de 60 dias maiores porcentagens de germinação foram obtidas por sementes com grau de umidade de 9%.

Desta forma, verifica-se que os ambientes com as menores médias de germinação para o teste de envelhecimento acelerado foram obtidos quando sementes com 11% e 13% de umidade foram armazenadas por 30 dias em ambiente claro, bem como sementes nestas mesmas umidades foram armazenadas em ambiente escuro por 60 dias.

No ambiente de armazenamento claro sementes com 9%, 11%, 13% e 15% de umidade mantiveram altas porcentagens de emergência no tempo zero e 30 dias, não se diferindo estatisticamente entre si.

Araujo (2016), ao realizar o teste de emergência a campo após armazenar sementes de soja por 0, 30, 60 e 90 dias em condição de câmara fria com temperatura de 6°C e umidade relativa do ar de 65%, verificou que sementes armazenadas por 30 dias foram as que demonstraram melhor qualidade.

No tocante, os períodos de armazenamento zero e 30 dias em ambiente claro, as sementes com grau de umidade de 9%, 11%, 13% e 15%, não se diferiram estatisticamente entre si e mantiveram alta porcentagem de emergência. Já no período de 60 dias maiores porcentagens de emergência foram obtidas por sementes com grau de umidade de 9%.

No ambiente de armazenamento escuro sementes com 9%, 11%, 13% e 15% de umidade mantiveram altas porcentagens de emergência no tempo zero e 30 dias e não se diferindo estatisticamente entre si.

Analisando os períodos de armazenamento de zero e 30 dias em ambiente escuro, as sementes com grau de umidade de 9%, 11%, 13% e 15%, não se diferiram estatisticamente entre si e mantiveram altas porcentagens de emergência. Já no período de 60 dias maiores porcentagens de germinação foram obtidas por sementes com grau de umidade de 11%.

No entanto, verifica-se que nos ambientes as menores médias de porcentagem de emergência foram obtidas quando sementes com 11% de umidade foram armazenadas por 60 dias em ambiente claro, assim como, quando sementes com 9% e 13% de umidade foram armazenadas em ambiente escuro por 60 dias.

6 CONCLUSÕES

A variável primeira contagem de germinação, que indica vigor, não é afetado pela presença ou ausência de luminosidade durante o armazenamento. Entretanto, a variável envelhecimento acelerado, que indica além do vigor, a longevidade das sementes, teve queda expressiva nas porcentagens de germinação quando as sementes permaneceram armazenadas com luminosidade.

Sementes de soja armazenadas por 30 e 60 dias com teor de água de 15%, atingiram as menores médias de germinação, confirmando a hipótese que a luminosidade e os teores de água têm interferência sobre a qualidade fisiológica de sementes armazenadas.

REFERÊNCIAS

AFONSO, P. C. J.; CORRÊA, P. C.; FARONI, L. R. D. Efeito das condições e período de armazenagem sobre a viabilidade de sementes de soja. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.4, p.1-7, 2000.

ALENCAR, E. R.; FARONI, L. R. D.; LACERDA FILHO, A. F.; FERREIRA, L. G.; MENEGHITTI, M. R. Qualidade dos grãos de soja em função das condições de armazenamento. *Engenharia na Agricultura*, v. 16, n. 2, p. 155-166, 2008.

ALMEIDA, F. de A. C.; JERÔNIMO, E. de S.; ALVES, N. M. C.; GOMES, J. P.; SILVA, A. S. Estudo de técnicas para o armazenamento de cinco oleaginosas em condições ambientais e criogênicas. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, v.12, p.189-202, 2010.

ARAÚJO, Pedro Vitor Lopes. **INFLUÊNCIA DA CONDIÇÃO DE ARMAZENAMENTO NA QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE SOJA**. 2016. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Universidade de Brasília Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária Campus Darcy Ribeiro, Brasília, 2016. Disponível em: https://bdm.unb.br/bitstream/10483/17932/1/2016_PedroVitorAraujo_tcc.pdf. Acesso em: 02 fev. 2021.

BERBET, P. A.; SILVA, J. S.; RUFATO, S.; AFONSO A. D. L. Indicadores da qualidade dos grãos. In: Silva, J. S. (Ed). **Secagem e armazenagem de produtos agrícolas**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2008. p.63-107.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: DF: Secretaria de Defesa Agropecuária, 2009. p. 395. http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf.

BORDIGON, Bruno Cesar Silva. **Relação das condições de armazenamento com a qualidade fisiológica de sementes e composição do óleo extraído de cultivares de soja**. 2009. 90 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, RS, 2009. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/4997/BORDIGNON%2c%20BRUNO%20CESAR%20SILVA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 18 mai. 2019.

CARDOSO, R. B.; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D. **Potencial fisiológico de sementes de crambe em função de embalagens e armazenamento**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, v.42, p.272-278, 2012.

CARVALHO, E.R.; OLIVEIRA, J.A.; MAVAIEIE, D.P. da R.; SILVA, H.W. da; LOPES, C.G.M. Pre-packing cooling and types of packages in maintaining physiological quality of soybean seeds during storage. **Journal of Seed Science**, v.38, n.2, p.129-139, 2016. Available in: <<http://www.scielo.br/pdf/jss/v38n2/2317-1545-jss-38-02-00129.pdf>>. Accessed in: 28. Mai. 2019.

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

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. 8. ed. Brasília. 2020. 77 p. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/>. Acesso em: 09 nov. 2020.

DELARMELINO, Leisli Maira. **Composição química e qualidade fisiológica de sementes de soja**. 2012. 28 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, – Programa de Pós-graduação em Ciência e Tecnologia de Sementes, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2012. Disponível em: <http://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/123456789/1371/1/dissertacao_leisli_maira_delarmelino.pdf>. Acesso em: 14 mai. 2019.

ESTEVIÃO, 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.

FLORIANO, Eduardo Pagel. **Armazenamento de sementes florestais**. Santa Rosa: Anorgs, 2004. 14 p.

FRANÇA NETO, José de Barros et al. **TECNOLOGIA DA PRODUÇÃO DE SEMENTE DE SOJA DE ALTA QUALIDADE**. 3. ed. Londrina, PR, 2010. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/866714/1/minicurso01.pdf>>. Acesso em: 18 mai. 2019

LACERDA, A. L. S. et al. Armazenamento de sementes de soja dessecadas e avaliação da qualidade fisiológica, bioquímica e sanitária. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 25, n. 2, p. 97-105, 2003.

LOCHER, R.; BUCHELI, P. Comparison of soluble sugar degradation in soybean seed under simulated tropical storage conditions. **Crop Science**, v.38, p.1229-1235, 1998.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas**. 2 ed. –Londrina-PR: ABRATES, 2015. 659p.

MARCOS FILHO, J. **Teste de envelhecimento acelerado**. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. B. (Ed.). *Vigor de sementes: conceitos e testes*. Londrina: ABRATES, 1999. cap. 3, p. 1-24.

MOHLER, B. C. **Avaliação das características de secagem das sementes de soja**. 2010. 35f. Monografia (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, RS.

MOREIRA, C.T.; SOUZA, P.I.M.; FARIAS NETO, A.L.; ALMEIDA, L.A. **Ocorrência de variações na coloração do hilo de sementes de cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merrill]**. Planaltina: Embrapa Cerrados, 1999.

NAKAGAWA, J. Testes de vigor baseados na avaliação das plântulas. In: VIEIRA, R.D.; CARVALHO, N.M. **Testes de vigor em sementes**. Jaboticabal: FUNEP, 1999. p.49-85.

PÁDUA, G.P.; VIEIRA, R.D. Deterioração de sementes de algodão durante o armazenamento. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.2, p.255-262, 2001.

PESKE, S. T.; BAUDET, L. M.; VILELLA, F. A. Tecnologia de pós-colheita para sementes. In: SEDYAMA, T. **Tecnologias de produção de sementes de soja**. SEDYAMA, Tuneo, (Ed.). – Londrina: Mecenaz, 2012.

PESKE, S.T.; VILLELA, F.A.; MENEGHELLO, G.E (Eds.). **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. Pelotas: Editora Universitária UFPel, 2012. 573p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília: AGIPLAN, 1985. 289p.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, Agiplan, 1977. 289p.

PUZZI, D. **Abastecimento e armazenamento de grãos**. Campinas: Instituto Campineiro de Ensino Agrícola, 2000.

SIMÃO, Larissa. Armazenamento de sementes de soja sob diferentes condições de luminosidade. 2018. 40 f. Trabalho de Conclusão de Curso II – Programa de Graduação em Bacharelado em Agronomia, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Dois Vizinhos, 2018.

SMANIOTTO, Thaís A. de S. et al. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 4, p.446-453, abr. 2014. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662014000400013&lang=pt>. Acesso em: 28 nov. 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4a ed. Artmed, Porto Alegre, 820p. 2009.

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.