

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA – UnB
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA - FAV

**QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTE BOTÂNICA DE
BATATA-DOCE UTILIZANDO DIFERENTES
COMPOSTOS QUÍMICOS**

ISADORA BARROS BERNARDES

BRASÍLIA - DF
JULHO DE 2019

ISADORA BARROS BERNARDES

**QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTE BOTÂNICA DE
BATATA-DOCE UTILIZANDO DIFERENTES
COMPOSTOS QUÍMICOS**

Trabalho de conclusão de curso apresentada à Banca Examinadora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária como exigência final para obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Michelle Souza Vilela

Co-orientador: Raphael Augusto de C. e Melo

**BRASÍLIA - DF
JULHO DE 2019**

QUEBRA DE DORMÊNCIA EM SEMENTE BOTÂNICA DE
BATATA-DOCE UTILIZANDO DIFERENTES COMPOSTOS
QUÍMICOS

ISADORA BARROS BERNARDES

TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO SUBMETIDO À FACULDADE DE AGRONOMIA E
MEDICINA VETERINÁRIA DA UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA A OBTENÇÃO DO GRAU DE ENGENHEIRO AGRÔNOMO.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM ___/___/_____

BANCA EXAMINADORA

MICHELLE SOUZA VILELA, Dr^a. Universidade de Brasília
Professora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(ORIENTADORA) CPF: 919.623.401-23; e-mail: michellevilelaunb@gmail.com

Me. RAPHAEL AUGUSTO DE CASTRO E MELO, Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária (Embrapa)
(EXAMINADOR) CPF: 989.057831-04; e-mail: raphael.melo@embrapa.br

ROSA MARIA DE DEUS DE SOUZA, Dr^a. Universidade de Brasília
Professora da Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária – UnB
(EXAMINADOR) CPF: 239.019.771-04; e-mail: rosamdsf@yahoo.com.br

BRASÍLIA - DFJULHO/ 2019

AGRADECIMENTOS

A Deus, por ter permitido concluir mais uma etapa que considero essencial para minha vida.

À minha mãe, por saber que ela nunca mediu esforços para que pudesse chegar até aqui, e por todo seu amor indefinível.

Ao meu pai, pela educação que recebi e por todo apoio que me fez seguir em frente.

A todos os meus familiares, os quais sempre estiveram ao meu lado e acreditaram em mim.

Aos meus orientadores Michelle e Raphael, por terem aceitado me orientar durante a realização deste trabalho, pelos ensinamentos e por todo incentivo.

A toda equipe do Laboratório de Sementes da Embrapa Hortaliças, em especial ao Dr. Marçal Henrique Amici Jorge, por toda ajuda durante o experimento.

Aos meus amigos, que me acompanharam durante esse processo tornando-o mais leve e alegre.

RESUMO

A semente botânica da batata doce apresenta tegumento duro e espesso, o que impede sua germinação em condições normais. Técnicas para quebra de dormência são necessárias para viabilizar a produção de plântulas (clones) para cultivo e seleção em programas de melhoramento genético dessa espécie. Alternativas ao uso do ácido sulfúrico em alta concentração, metodologia padrão que apresenta limitações de acesso, operação e riscos inerentes são necessárias para descomplicar esse processo e torná-lo mais dinâmico. Assim, o presente trabalho teve por objetivo de avaliar o efeito de diferentes compostos químicos e tempos de contato para quebra de dormência de sementes botânicas de batata-doce. Para tanto, foi desenvolvido um experimento na Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, com um delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 X 4, onde os fatores consistiram de diferentes compostos químicos (ácido clorídrico, ácido fosfórico, ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio) e da diferenciação do tempo de imersão das sementes nesses (0, 30, 60 e 90 minutos). Não houve diferença significativa entre os tratamentos, com o ácido fosfórico e peróxido de hidrogênio apresentando médias de porcentual de germinação (%G) e índice de velocidade de emergência (IVE) semelhantes ao ácido sulfúrico, o que avança para a possibilidade de uso desses em substituição a esse produto.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas* (L.) Lamarck, sementes, germinação, índice de velocidade de emergência.

ABSTRACT

The botanical seed of sweetpotato presents a hard and thick integument, which prevents its germination under normal conditions. Techniques for breaking its dormancy are necessary to enable the production of seedlings (clones) for cultivation and selection in breeding programs of this species. Alternatives to the use of sulfuric acid in high concentration, the standard methodology that presents limitations of access, operation and inherent risks, are necessary to facilitate this process and to make it more dynamic. Thus, the present work had the objective of evaluating the effect of different chemical compounds and times to break dormancy of botanic seeds of sweet potato. For that, an experiment was developed at Embrapa Hortaliças, Brasília - DF, in a completely randomized experimental design, in a 4 X 4 factorial scheme, where the factors consisted of different chemical compounds (hydrochloric acid, phosphoric acid, sulfuric acid and hydrogen peroxide) and differentiation of seed immersion time (0, 30, 60 and 90 minutes). There was no significant difference between the treatments, with phosphoric acid, hydrogen peroxide and hydrochloric acid presenting values of marginal average for percentage of germination (% G) and an emergence velocity index (IVE) similar to sulfuric acid, which suggests the possibility of using these in substitution to this product.

Keywords: *Ipomoea batatas* (L.) Lamarck, seeds, germination, emergence velocity index.

SUMÁRIO

| | |
|--|----|
| RESUMO | 5 |
| INTRODUÇÃO | 9 |
| OBJETIVOS..... | 11 |
| Objetivo Geral..... | 11 |
| Objetivos Específicos..... | 11 |
| REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| Importância socioeconômica | 12 |
| Características Morfológicas | 14 |
| Melhoramento genético..... | 15 |
| Produção de Sementes..... | 17 |
| Métodos para superação de dormência | 18 |
| MATERIAL E MÉTODOS..... | 19 |
| Local e Data..... | 19 |
| Origem das sementes de batata doce..... | 19 |
| Viabilidade..... | 19 |
| Tratamentos para a quebra de dormência..... | 19 |
| Delineamento experimental..... | 20 |
| Variáveis analisadas | 20 |
| Porcentagem de Germinação (%G)..... | 20 |
| Índice de Velocidade de Emergência (IVE) | 21 |
| Análise Estatística | 22 |
| RESULTADOS E DISCUSSÃO..... | 22 |
| CONCLUSÃO..... | 24 |
| REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS..... | 25 |

INTRODUÇÃO

A batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] é uma espécie dicotiledônea e pertence à família botânica Convolvulaceae. Devido sua rusticidade, baixo custo de produção e facilidade de manejo, é cultivada em diversos países, mas teve suas origens nas Américas (BORREGO et al., 2017). É a sétima cultura alimentar mais importante no mundo. Atualmente, a China é o maior produtor mundial, produzindo cerca de 70,8 milhões de toneladas (FAOSTAT, 2018). O Brasil ocupa o 18º lugar, sendo o maior produtor da América Latina com 776,3 mil toneladas no ano de 2017 e com valor de produção de R\$ 760,9 milhões. O Rio Grande do Sul é o estado que apresenta maior produção nacional, com 186,2 mil toneladas, seguido pelo estado de São Paulo, com 163,5 mil toneladas (IBGE, 2017).

A semente botânica é utilizada apenas em programas de melhoramento genético, para obtenção de novas cultivares. Por apresentar ampla diversidade genética, o melhoramento genético tem objetivo de aumentar a frequência dos alelos favoráveis, onde normalmente é utilizado o policruzamento seguido de seleção recorrente. O policruzamento é um dos métodos que favorece a recombinação do material genético. Cada genitora vai estar cercada pelo maior número possível de genitores masculinos, potencializando a probabilidade de novas combinações genéticas (PEIXOTO, 2009). O método foi concebido para plantas alógamas que podem ser reproduzidas vegetativamente, objetivando arranjar os genótipos clonados, de forma que todos tenham a possibilidade de polinizar e serem polinizados ao acaso pelos demais (HITTLE, 1954 apud TODD et al., 2015). Com o possível intercruzamento de todos os genótipos, aumentam-se as chances de se obter novas combinações gênicas e, conseqüentemente, as possibilidades de seleção de genótipos favoráveis. As sementes colhidas são chamadas policruzadas e as progênies resultantes do plantio das mesmas são também chamadas dessa forma (HITTLE, 1954 apud TODD et al., 2015).

A seleção recorrente é usada para melhoramento das populações, concentrando os alelos favoráveis, para manter a variabilidade genética da população. Essa técnica apresenta as seguintes vantagens: maior facilidade para obtenção de semente botânica, alta variabilidade genética, facilidade em incluir novos clones no programa de seleção recorrente (PEIXOTO, 2009).

Com relação à semente botânica, possui formato irregular, podendo ser angular ou arredondado, de cor marrom, e o tamanho de aproximadamente 3 mm (HUAMAN, 1992). As flores ocorrem em inflorescências, cada flor abre uma vez, logo após o amanhecer, e geralmente se fecham ao meio-dia. Cada fruta que é chamada de cápsula e pode conter de 1 a 4 sementes. Cápsulas polinizadas de forma manual geralmente contêm até duas sementes (HUÁMAN, 1992).

Um método eficaz para diferenciar as sementes viáveis das pouco viáveis, é por meio do uso de água. As viáveis vão afundar, apresentando elevada velocidade e taxa de germinação, e as sementes que ficam na superfície podem ser consideradas pouco viáveis (RÓS et al., 2018). O embrião e o endosperma são protegidos por uma testa espessa, dura e impermeável, dificultando a germinação, havendo necessidade de tratamento químico ou escarificação (HUÁMAN, 1992).

Existem vários métodos que melhoram o percentual de germinação do lote de sementes. O mais comumente utilizado é a escarificação química com ácido sulfúrico, onde as sementes são imersas em solução concentrada, durante 40 minutos. As sementes são enxaguadas para que se elimine qualquer resquício do ácido (WILSON et al., 1989 apud LEBOT, 2009). Por esse método um volume maior de sementes pode ser tratado, e aquelas que não germinam podem ser submetidas à escarificação novamente, garantindo um percentual de germinação acima de 90% (WILSON et al., 1989 apud LEBOT, 2009). Em média, em lotes onde não é feito o tratamento, sendo apenas embebidas em água, o percentual de germinação é de no máximo 30% (NAIR et al., 2017). Este método dificilmente poderá ser amplamente empregado, devido aos cuidados e estrutura específica necessária. O condicionamento é realizado em uma capela de exaustão, por se tratar de um produto tóxico e corrosivo.

A escarificação mecânica é uma técnica simples, prática e segura. Pode ser feita com uma lixa de papel, corte com alicate, estilete, com cuidado para não causar danos ao embrião, sendo realizada no lado oposto ao hilo das sementes (HUÁMAN; ASMAT, 1999). Esse método é indicado para pequenos lotes de sementes, pois apresenta o inconveniente de sua aplicação prática pela dificuldade de execução em larga escala.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Avaliar o efeito de diferentes compostos químicos e tempos de contatos para quebra de dormência de sementes de batata-doce.

Objetivos Específicos

- Verificar se diferentes compostos químicos possibilitam a quebra de dormência de batata-doce;
- Entender se diferentes tempos de exposição influenciam a germinação e o índice de velocidade de emergência de sementes botânicas de batata-doce.

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] é uma espécie dicotiledônea pertencente à família botânica Convolvulaceae, com provável centro de origem nas Américas Central e Sul, sendo encontrada desde a Península de Yucatán no México até a Colômbia. Esta família agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, sendo que dentre elas, somente a batata-doce apresenta expressão econômica (SILVA et al., 2008).

Existem relatos que a batata doce vem da América (centro ou sul), pois foram encontrados em Chilca (Peru), restos de tubérculos de batata doce de 8-10.000 anos atrás, mas não se sabe se eles já foram cultivados ou coletados de plantas silvestres. Acredita-se que sua origem esteja entre o Yucatán ao norte e o Orinoco ao sul, provavelmente entre a Guatemala e o sul do Peru (BORREGO et al., 2017). Já em tempos pré-históricos chegou à Polinésia. Após a descoberta da América, a batata doce se espalhou rapidamente. Em sua primeira viagem, Colombo encontrou a batata-doce em Cuba e Santo Domingo, de onde levou para a Espanha. Então havia duas linhas de transmissão: Da Espanha, a batata-doce se espalhou pela Europa (por volta de 1500) e foi para a Índia e África, com os portugueses (BORREGO et al., 2017). Do México, os espanhóis levaram para as Filipinas. Em 1594 chegou à China, vindo do México ou da Índia. Provavelmente a batata doce não era conhecida na América do Norte até a chegada dos europeus (BORREGO et al., 2017).

Assim, a espécie passou por um longo processo evolutivo, que combinou a ação da seleção natural, representada pelo cultivo em diversos nichos ecológicos; a ação da seleção humana diferenciada, ditada pelos costumes e crenças dos vários povos que a cultivaram; a biologia peculiar da espécie; a possibilidade de reprodução sexuada e assexuada; resultando na diversidade de tipos e cores de raízes que são hoje conhecidas (RITSCHER et al., 1999).

Importância Socioeconômica

Devido a sua rusticidade, facilidade de cultivo, baixo custo de produção e ampla utilização, a batata-doce é cultivada em mais de 100 países (CIP, 2013). Constitui-se numa das plantas tuberosas mais cultivadas pelo homem nas regiões tropicais e subtropicais do mundo (PEIXOTO, 1999).

Em todo o mundo, a batata-doce é a sexta cultura alimentar mais importante, após o arroz, o trigo, a batata, o milho e a mandioca (SENANAYAKE et al., 2013). No Brasil, a cultura possui grande importância social, sendo considerada a quarta hortaliça mais consumida. Considerando dados mundiais sobre a produção de batata-doce, o país que obtém a maior produção é a China onde representam nos últimos quatro anos uma média de 82,30% da produção mundial, em seguida se encontra a Nigéria com 1,92%, a produção brasileira de batata representa 0,30% do total produzido (FAOSTAT, 2018). Cientes dos inúmeros benefícios que a hortaliça proporciona á saúde, os brasileiros estão consumindo cada vez mais batata-doce. A demanda anual tem sido estimada em cerca de 600 gramas por habitante. Esse volume ainda é muito baixo, quando comparado com o registrado no Uruguai, por exemplo, onde cada pessoa consome em média 5 quilos de batata-doce por ano (CARVALHO et al., 2017).

A produtividade média nacional de batata doce é baixa. Com a utilização de manejo adequado pode-se atingir a produtividade de 25 a 30 t/ha em quatro a cinco meses de cultivo (AMARO et al., 2017). No Brasil, um total de 29 cultivares de batata doce foram registradas no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2019), mas o cultivo de variedades locais e não melhoradas é predominante, sendo um dos principais motivos pela baixa produtividade. Outro fato que pode estar associado à baixa produtividade é que a cultura é propagada vegetativamente, principalmente por meio de ramos. O uso contínuo de um mesmo material para cultivo e propagação pode levar ao acúmulo sistêmico de doenças e degeneração do material, especialmente pelas viroses (AMARO et al., 2017). Além disso, pode-se considerar o nível de tecnologia aquém do desejável, aplicado à cultura pela maioria dos produtores. Portanto, para melhorar esta condição, além do manejo correto a campo e utilização de mudas saudáveis, faz-se necessário a adoção de cultivares mais produtivas, com formato de raízes comercialmente aceitável e resistência aos insetos de solo que danificam as raízes (AZEVEDO et al., 2014).

O Brasil ocupa o 18º lugar, sendo o maior produtor da América Latina com 776,3 mil toneladas no ano de 2017 e com valor de produção de R\$ 760,9 milhões. O Rio Grande do Sul é o estado que apresenta maior produção nacional, com 186,2 mil toneladas, seguido pelo estado de São Paulo, com 163,5 mil toneladas (IBGE, 2017). Aproximadamente 105 milhões de toneladas são produzidas mundialmente a cada ano, sendo 95% oriundas de países em desenvolvimento (CIP, 2010).

Características Morfológicas

A espécie tem 90 cromossomos, sendo alógama, hexaplóide ($2n=6X=90$), autoincompatível e propagada, em sua maior parte, por via assexuada. O mecanismo de autoincompatibilidade presente na espécie conduz à polinização cruzada e, portanto, a um alto grau de heterozigose. A polinização é, normalmente, feita por insetos e a autofecundação raramente ocorre (OLIVEIRA et al., 2002). Por isso, as sementes botânicas constituem uma imensa fonte de combinações genéticas e são utilizadas nos programas de melhoramento para obtenção de novas variedades (FOLQUER, 1978 apud NÓBREGA (2011)).

É uma cultura de porte herbáceo perene, possui habilidade para se adaptar a diferentes condições climáticas, permitindo seu cultivo em regiões tropicais e de temperaturas moderadas em todo mundo (SHETH et al., 2017). É cultivada como uma planta anual por propagação vegetativa usando raízes de armazenamento ou estacas de caule. Seu hábito de crescimento é predominantemente prostrado, com um sistema de videira que se expande rapidamente horizontalmente no solo. Os tipos de hábito de crescimento da batata-doce são eretos, semi-eretos, disseminados e muito disseminados (HUÁMAN, 1992).

A batata-doce possui dois tipos de raiz: a de reserva ou tuberosa, facilmente identificada por possuir maior espessura, constituindo a principal parte de interesse comercial e a raiz absorvente responsável pela absorção de água e extração de nutrientes do solo. As raízes tuberosas são revestidas por uma pele fina (composta por poucas camadas de células), pela casca (espessura de aproximadamente 2mm) e pela polpa ou carne localizada na parte central que constitui a maior parte da raiz (SILVA et al., 2008).

O caule é cilíndrico e seu comprimento, como o dos entrenós, depende do hábito de crescimento do cultivar e da disponibilidade de água no solo. As cultivares de batata-doce diferem em sua capacidade de florescer. Em condições normais no campo, as cultivares não florescem, outras produzem muito poucas flores e outras florescem abundantemente (HUÁMAN, 1992). As raízes podem apresentar o formato redondo, oblongo, fusiforme ou alongado. Podem conter veias, dobras e possuir pele lisa ou rugosa. A pele, casca e polpa podem apresentar coloração variável de roxo, salmão, amarelo, creme ou branco. A coloração arroxeadada é formada pela deposição do

pigmento antocianina e a cor amarela-alaranjada pela concentração de betacaroteno (SILVA et al., 2008).

O fruto é uma cápsula, mais ou menos esférica com uma ponta terminal, e pode ser pubescente ou glabra. A cápsula fica marrom quando madura. Cada cápsula contém de uma a quatro sementes que são achatadas de um lado e convexas no outro (Figura 1). A forma da semente pode ser irregular, ligeiramente angular ou arredondada, a cor varia de marrom a preto, e o tamanho é de aproximadamente 3 mm. O embrião e o endosperma são protegidos por uma testa espessa, muito dura e impermeável (HUÁMAN, 1992). As sementes são duras e podem manter a viabilidade por 20 anos ou mais. A germinação é conseqüentemente muito irregular a menos que algum meio de escarificação de sementes seja usado. A semente pode ser embebida em ácido sulfúrico concentrado por 20 a 60 minutos, lavada em água ou neutralizada com uma solução contendo bicarbonato de sódio e enxaguada em água limpa. Além disso, as sementes podem ser escarificadas à mão com uma agulha afiada ou com um escarificador mecânico antes da sementeira. (JONES, 1986).



Figura 1. Sementes botânicas de batata-doce. Foto: Marçal Henrique Jorge.

Melhoramento genético

Tem-se observado que ao longo dos anos, evoluindo de geração em geração, tem ocorrido à seleção natural de genótipos de batata-doce, os quais apresentam características agrônômicas desejáveis e altamente promissoras. Entretanto, na maioria dos casos, estes materiais não expressam, na totalidade, o seu potencial produtivo, por estarem infectados com viroses e outras doenças degenerativas, o que resulta em perdas e depreciação do produto (EMYGDIO; CASTRO, 2010). A suscetibilidade à doenças e

pragas, contribui para a limitação do potencial produtivo da batata-doce. Além de impedirem um desenvolvimento satisfatório das raízes, podem provocar ferimentos, rachaduras longitudinais e/ou irregularidades no formato. Deste modo, além da produtividade, a qualidade, a conservação e o aspecto comercial das raízes ficam prejudicados (FREITAS et al. 2001, SILVA et al., 2008).

As metas primárias de melhoramento da batata-doce são: desenvolver cultivares com a maior qualidade possível, que podem ser produzidas ao menor custo possível (JONES, 1986). Então, o objetivo é obter variedades adaptadas às diferentes áreas de produção, com alto rendimento, tolerância às principais doenças, alta capacidade antioxidante e qualidade industrial (BORREGO et al., 2017). Os pesquisadores continuam buscando níveis mais altos de resistências ao mal do pé (*Plenodomus destruens* Harter) e outras doenças importantes em todas as áreas de produção de batata-doce (JONES, 1986). Em todo o mundo, pesquisadores estão buscando rendimentos altos e estáveis. Resistências a pragas e doenças também são prioridades para os pesquisadores, principalmente de vírus e gorgulhos. Apesar dos esforços intensivos para desenvolver cultivares resistentes, pouco foram alcançados até agora (LEBOT, 2010).

Duas grandes dificuldades foram encontradas no desenvolvimento de métodos de melhoramento. Em primeiro lugar, devido à sua poliploidia, e segundo lugar, a batata doce é quase sempre autoincompatível. Além disso, problemas de esterilidade são comuns, provavelmente como resultado de alta poliploidia. As consequências práticas da autoincompatibilidade e esterilidade foram reconhecidos por diferentes pesquisadores em diferentes países (MARTIN, 1988; WILSON et al., 1989; MIHOVILOVICH et al., 2000). É muito difícil produzir sementes por autopolinização e por polinização manual não produzem mais do que quatro sementes, apenas uma ou duas por cápsula (LEBOT, 2009). O policruzamento ("policross") é um método de cruzamento que favorece a recombinação do material genético. Cada material é circundado pelo maior número possível de materiais diferentes dele, isto favorece o cruzamento em alógamas e maximiza a probabilidade de haver novas combinações genéticas. Na batata-doce pode-se viabilizar o policruzamento realizando em seguida a seleção recorrente (PEIXOTO, 2009).

Esse método consiste na seleção de genótipos numa população heterogênea, obtenção de meios-irmãos dos genótipos selecionados, avaliação dessas progênies em ensaios de campo e recombinação dos melhores genótipos que foram selecionados em função do comportamento de suas progênies, para formar a população melhorada,

denominada de sintético, repetindo-se o processo (FERREIRA, 2006). A seleção recorrente parece ser o método de reprodução mais adequado, uma vez que permite genes menores e recessivos a serem selecionados com um aumento progressivo em uma população. Consiste na seleção de um número de genótipos para um ou mais traços e sua hibridação em um bloco de policross por abelhas melíferas ou por cruzamentos. A polinização manual também é usada, mas consome tempo e produz em média apenas duas a três sementes por flor polinizada, muitas vezes menos (LEBOT, 2009). O uso da seleção recorrente em batata-doce apresenta as seguintes vantagens: manutenção de alta variabilidade genética enquanto aumenta a média da população (sempre se seleciona material com média melhor em relação à geração anterior, e a frequente recombinação mantém a alta variabilidade genética); grande facilidade de obtenção de semente botânica (no policruzamento o inseto faz polinização em grande quantidade do material pré-selecionado para florescimento precoce e há produção de muita semente botânica); grande facilidade de se introduzir novos genótipos neste programa de seleção recorrente (PEIXOTO, 2009).

Produção de Sementes

A batata-doce apresenta autoincompatibilidade, e a produção de sementes botânicas é feita por polinização cruzada, e não se observa a produção de sementes entre acessos geneticamente muito próximos (MARTIN, 1970a, 1970b; MARTIN et al., 1974). O mecanismo de autoincompatibilidade presente na espécie conduz à polinização cruzada e, portanto, há um alto grau de heterozigose (CHEN et al., 1992).

As sementes amadurecem 4 a 6 semanas após a polinização. As cápsulas de sementes devem ser colhidas quando estiverem totalmente marrons, com pedicelo seco e murcho. O bloco de cruzamento necessita ser verificado regularmente, pois podem ter sobrado cápsulas que também irão se desprender (se abrir), espalhando as sementes no solo. Devem ser escolhidas as cápsulas que foram polinizadas manualmente, certificando-se de que as etiquetas estejam anexadas. As cápsulas de polinização aberta precisam de etiquetas, constando com o nome ou número do genitor feminino (JONES, 1986).

Sementes com baixa viabilidade são geralmente leves e podem ser separadas de sementes sadias por flutuação. (RÓS et al 2018). As sementes são colocadas em um recipiente com água ao qual foram adicionadas algumas gotas de um surfactante ou

detergente, sendo feito o descarte de sementes leves que flutuam. Sementes pesadas e sadias que afundam são selecionadas, certificando-se de secá-las completamente antes do armazenamento (JONES, 1986). Essas permanecerão viáveis por até 20 anos em condições de armazenamento bem controladas (18°C, 50% UR), e por pelo menos 5 anos, quando armazenadas em um dessecador na geladeira (HUAMÁN, 1992). As maiores germinam mais rapidamente do que os menores. As sementes pequenas representam frequentemente até 50% do número total de sementes obtidas, dependendo dos genótipos envolvidos. Se as sementes são submetidas a condições favoráveis para a germinação, o embrião cresce rapidamente. Após a germinação, a radícula aparece em primeiro lugar e cresce para baixo, tornando-se o sistema radicular principal (LEBOT, 2009).

Métodos para superação de dormência

As sementes de batata doce são duras, germinam lentamente e irregularmente, a menos que sejam escarificadas. A maneira mais fácil de escarificar grandes quantidades de sementes é embebê-las em ácido sulfúrico concentrado (JILL et al...) Existem vários métodos, tanto químicos como físicos, que tornam a semente permeável e facilitam sua germinação. A escarificação química com ácido sulfúrico, que consiste em colocar as sementes em peneiras plásticas e imergi-las em um copo adequado contendo ácido sulfúrico concentrado (aproximadamente 90%) por 20 minutos. As sementes tratadas são então lavadas em água corrente durante toda a noite para eliminar completamente os resíduos de ácido (HUAMÁN, 1999). Este método tem a vantagem de tratar grandes quantidades de sementes, e aquelas que não germinam podem ser novamente escarificadas. A desvantagem é que não há 100% de germinação de sementes após este tratamento. Este método de escarificação deve ser executado com muita cautela por pessoal qualificado, devido à toxicidade do ácido sulfúrico (HUAMÁN, 1999).

Escarificação mecânica é recomendada para superar a dureza. A escarificação deve ser realizada através de uma cuidadosa perfuração ou remoção de uma parte do tegumento, com o uso de lima ou lixa de papel no tegumento da semente, podendo ser esses métodos suficientes para superar a dormência. Deve-se tomar cuidado ao escarificar o tegumento da semente na parte apropriada, para evitar danos ao embrião, isto é, deve ser feito na parte oposta ao eixo do embrião. (LOPES; NASCIMENTO,

2012). No entanto, esse método exige muito tempo, pois implica em tratar cada semente individualmente.

MATERIAL E MÉTODOS

Local e Data

O experimento foi conduzido na Embrapa Hortaliças localizada à altitude de 996 metros e coordenadas geográficas de 15°56'00" de latitude Sul e 48°08'00" de longitude a Oeste. Teve início em abril e foi finalizado em maio de 2019.

Origem e qualidade do lote de sementes de batata-doce

Foram utilizadas sementes de família de meio irmãos (policruzamentos) oriundas de bloco de cruzamentos de 2018 do programa de melhoramento de batata-doce da Embrapa Hortaliças. A genitora feminina das sementes utilizadas é a cultivar BRS Cuia (CASTRO et al., 2012). Com relação à qualidade do lote de sementes, em avaliações prévias (dados não publicados) obteve-se um valor percentual de germinação médio de aproximadamente 30%, quando utilizado ácido sulfúrico como tratamento para quebra de dormência.

Viabilidade

Para verificar se as sementes eram viáveis, um teste de viabilidade foi realizado, onde as sementes coletadas foram submetidas ao método de separação por densidade. As sementes foram colocadas em um recipiente de vidro com água, e em seguida foram agitadas de forma circular produzindo um redemoinho para submergi-las. Dessa forma, as sementes viáveis foram separadas das demais (imaturas ou não viáveis) (RÓS et al., 2018).

Tratamentos para a quebra de dormência

Para a diluição dos compostos químicos, foi utilizado o protocolo observado em Ellis et al. (1985) Nesse sentido, para todos os ácidos utilizados (clorídrico, fosfórico e sulfúrico), 20 ml de cada ácido foram adicionados a 80 ml de água. Após o preparo das soluções, as sementes foram imersas em cada solução por 60 minutos. Após esse período as sementes foram inseridas em becker com uma solução saturada de

bicarbonato de sódio, contendo 10 gramas para 1 litro de água, com a finalidade de remover resíduos dos ácidos. Esse procedimento ocorreu durante 30 a 45 segundos. Em seguida, as sementes foram enxaguadas com água corrente por aproximadamente 45 segundos e espalhadas em papel toalha para secar.

Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, em esquema fatorial 4 X 4. Os fatores consistiram de diferentes compostos químicos e da diferenciação do tempo de imersão das sementes nesses (Tabela 1).

Tabela 1. Delineamento experimental utilizado em experimento para quebra de dormência de semente botânica de batata-doce. Brasília-DF, 2019.

| Tratamentos | Tempos |
|-------------------------------------|------------------------------------|
| Ácido Fosfórico (H_3PO_4) | 0 min., 30 min., 60 min. e 90 min. |
| Peróxido de hidrogênio (H_2O_2) | 0 min., 30 min., 60 min. e 90 min. |
| Ácido Sulfúrico (H_2SO_4) | 0 min., 30 min., 60 min. e 90 min. |
| Ácido clorídrico (HCl) | 0 min., 30 min., 60 min. e 90 min. |

Variáveis analisadas

Porcentagem de Germinação (%G)

Para a avaliação da porcentagem de germinação as sementes previamente escarificadas nos diferentes compostos químicos e tempos foram colocadas em caixas plásticas do tipo gerbox com duas folhas de papel germitest (Figura 2), umedecidas com água destilada na proporção de 2,5 vezes o peso do papel seco. Após esse procedimento, as caixas tipo gerbox foram colocadas em estufa BOD, com temperaturas entre 20°C a 30 °C. Foram realizadas quatro repetições com 12 sementes cada. O período de avaliação foi de 17 dias. No último dia foi realizada a mensuração da porcentagem de germinação final. Foi realizado com base na RAS (Regras de Análises de Sementes) (BRASIL, 2009).

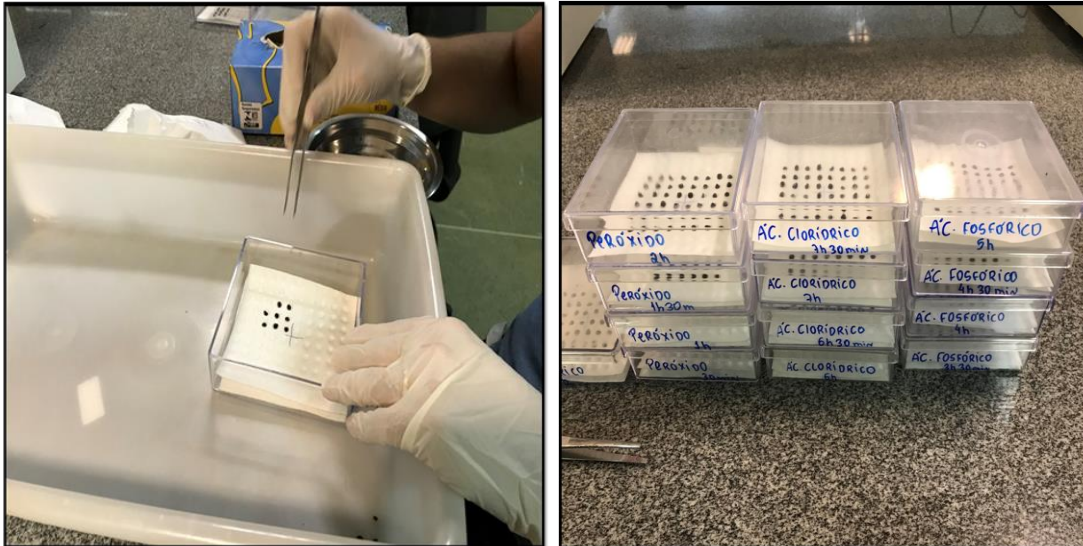


Figura 2. Colocação das sementes em caixa do tipo gerbox em diferentes tratamentos para quebra de dormência. Fotos: Marçal Henrique Jorge.

Índice de Velocidade de Emergência (IVE)

O Índice de Velocidade de Emergência (IVE) foi feito registrando-se diariamente o número de plântulas (Figura 3) emergidas a partir do 11º dia após a semeadura em caixa tipo gerbox, com parte aérea formada, até o 22º dia quando houve estabilização da emergência. Este foi calculado pela fórmula proposta por Maguire (1962) apud Santana & Ranal (2004): $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ Onde: IVE = índice de velocidade de emergência. E1, E2,... En = número de plântulas normais computadas na primeira contagem, na segunda contagem e na última contagem. N1, N2,... Nn = número de dias da semeadura à primeira, segunda e última contagem.



Figura 3. Emissão de radícula. No detalhe, ruptura do tegumento da semente. Foto: Raphael Augusto de Castro e Melo.

Análise Estatística

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas no programa SPEED Stat (CARVALHO; MENDES, 2017).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

No presente estudo, a partir da análise de variância, foi possível identificar que não houve diferenças significativas entre os tratamentos e os tempos para as características de porcentagem de germinação (%G) e índice de velocidade emergência (IVE) (Tabela 1). Os coeficientes de variação (CV%) observados são considerados dentro da faixa normal para sementes de batata-doce, em concordância com resultados da literatura variando que demonstram valores variando de 28,44% a 65,76%, (NAIR et al., 2017).

O tratamento com peróxido de hidrogênio (H_2O_2) possibilitou maior porcentagem de germinação (média de 36,46%), seguido por ácido sulfúrico (média de 30,56%) e ácido fosfórico (média de 27,95%) (Tabela 1). Esse resultado, ainda que não tenha apresentado significância estatística, avança para a possibilidade da utilização desses produtos como uma alternativa ao ácido sulfúrico.

Segundo Wojtyla et al. (2016), o peróxido de hidrogênio (H_2O_2) tem sido estudado e utilizado para melhorar a germinação de sementes. O acúmulo de H_2O_2 pela maquinaria antioxidante celular é crucial para alcançar um equilíbrio entre a sinalização oxidativa que promove a germinação e o dano oxidativo que previne ou retarda a germinação. Esses mesmos autores afirmam que essa molécula reativa pode contribuir para a mobilização de reservas através de modificações oxidativas de proteínas armazenadas, sendo reconhecidas pelos órgãos de armazenamento como sinais para mobilizar reservas para o rápido crescimento (WOJTYLA et al., 2016). Ademais, desempenha uma função paralela em termos de interrupção da dormência germinativa e estimulação através de interações com ABA (ácido abscísico).

Para o tratamento com ácido fosfórico, ainda que em pequena concentração e quantidade, o fósforo fica disponível, fazendo com que haja redução da atividade da fosfatase ácida e melhorando o processo de respiração das sementes, isso, em parte, pode explicar os resultados quando utilizado esse composto químico (PESKE, 2011).

O tratamento com ácido clorídrico é altamente eficaz na melhoria da germinação de espécies de sementes com tegumento duro (SHALTOUT et al., 1989 apud MUNAWAR et al., 2015). No que se refere aos tempos avaliados, não houve diferença significativa entre 30 minutos, 60 minutos e 90 minutos. Com base nos resultados obtidos, os tempos de imersão nos produtos como tratamento para superar a impermeabilidade do tegumento de sementes botânicas de batata-doce podem proporcionar resultados semelhantes, sem prejuízos a sua qualidade fisiológica, possibilitando sua execução de forma mais dinâmica quando da aplicação do protocolo em laboratório.

Tabela 1. Percentual de germinação (%G) e Índice de velocidade de emergência (IVE) quebra de dormência de sementes de batata-doce. Brasília-DF, 2019.

| %G | | | | |
|------------|-----------------|------------------------|-----------------|----------|
| Tempo | Ácido fosfórico | Peróxido de hidrogênio | Ácido sulfúrico | HCl |
| 0 min | 22,92 Aa | 37,50 Aa | 22,22 Aa | 16,67 Aa |
| 30 min | 25,00 Aa | 33,33 Aa | 33,33 Aa | 22,92 Aa |
| 60 min | 27,78 Aa | 33,32 Aa | 29,17 Aa | 25,00 Aa |
| 90 min | 36,11 Aa | 41,67 Aa | 37,50 Aa | 31,25 Aa |
| CV (%) | 38,91 | | | |
| IVE | | | | |
| Tempo | Ácido fosfórico | Peróxido de hidrogênio | Ácido sulfúrico | HCl |
| 0 min | 0,89 Aba | 1,22 Aa | 0,32 Aa | 0,43 Aa |
| 30 min | 1,13 Aa | 1,06 Aa | 0,96 Aa | 0,68 Aa |
| 60 min | 0,99 Aa | 0,83 Aa | 1,06 Aa | 0,72 Aa |
| 90 min | 0,98 Aa | 1,11 Aa | 1,16 Aa | 0,90 Aa |
| CV (%) | 52,46 | | | |

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na horizontal e minúscula na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Com relação ao índice de velocidade de emergência (IVE) não houve diferença entre as variáveis - tempo e compostos químicos. Dessa forma, a partir dos resultados encontrados no presente trabalho, novos estudos podem ser desenvolvidos, com variação nos tempos de tratamento utilizando peróxido de hidrogênio e ácido fosfórico como alternativa ao ácido sulfúrico, além de temperaturas para germinação, entre outros fatores associados.

CONCLUSÃO

Os tratamentos com ácido fosfórico, peróxido de hidrogênio e ácido clorídrico nas concentrações e tempos utilizados, ainda que não difiram significativamente dos demais compostos químicos, por apresentarem médias de porcentual de germinação (%G) e índice de velocidade de emergência (IVE), semelhantes ao ácido sulfúrico, aventam para a possibilidade do uso desses como alternativa para quebra de dormência de sementes de batata-doce.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARO, G. B.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; MELLO, A. F. S.; CASTRO, L. S. A. de. Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba-MG. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 35, n. 2, p. 286-291, Abril. 2017.

BORREGO, J. V. M. SORIA, C. B. **Cultivos hortícolas al aire libre**. Cajamar Caja Rural, p. 71-76. 2017. Disponível em: <<https://www.publicacionescajamar.es/series-tematicas/agricultura/cultivos-horticolos-al-aire-libre/>> Acesso em: 12 de junho 2019.

BRASIL. Registro Nacional de Cultivares (CultivarWeb). Disponível em: <http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php> Acesso em: 03 de maio de 2019.

BRASIL. Regras para análise de sementes. Brasília, DF, MAPA/ACS. 399p. 2009.

CARVALHO, A.M.X.; MENDES, F.Q. SPEED Stat: a minimalist and intuitive spreadsheet program for classical experimental statistics. In: Anais da 62ª Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 2017. 333pp.

CARVALHO, C.; KIST, B. B. Anual Brasileiro de Hortaliças. Disponível em: <<http://www.editoragazeta.com.br/flip/anuario-hortalicas-2017/files/assets/basic-html/index.html#4>> Acesso em: 30 de maio de 2019.

CASTRO, L. A. S., TREPTOW, R. O., BECKER, A; OLIVEIRA, R. P. CAMPOS, A. D. Cultivar de batata-doce BRS-cuia. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/78647/1/documento-352.pdf>> Acesso em: 09 de maio de 2019.

CHEN, L. O.; LO, H. S.; CHEN, T. H.; LEE, L. Peroxidase zymograms of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) grown under hydroponic culture. **Botanical Bulletin of Academia Sinica**, v. 33, p. 247-252, 1992.

CIP - Centro Internacional de La Papa. Facts and figures about sweet potato. 2013. Acesso em 05 de maio de 2019. Disponível em: <<https://cipotato.org/site/worldfoodprize/pdf/FactsandFiguresSweetpotato.pdf>> . Acesso em 09 de maio de 2019.

ELLIS, R. H., HONG, T. D.; ROBERTS, E. H. Handbook of seed technology for genebanks Volume II. Compendium of specific germination information and test recommendations. International Board for Plant Genetic Resources, Rome, pp.221-237, 1985.

EMYGDIO, B. M.; CASTRO, L. A. S. A batata-doce para produção de biocombustível. **Página Rural**. 2010. Disponível em: <http://www.paginarural.com.br/artigos_detalhes.php?id=2007&impr%20...> Acesso em: 03 de maio de 2019.

FAO. Food and agriculture organization of the united nations. Crops. 2018. In: FAOSTAT. Disponível em: Acesso em: 10 mai. 2019

FERREIRA, P. V. Coleção Melhoramento de Plantas. Métodos de Melhoramento. Maceió: EDUFAL, v. 5, il., 2006.

FOLQUER, F. La batata (Camote). Estudio de la planta y su producción comercial. Editorial Hemisferio Sur, 82p, 1978.

FREITAS, J. A.; SANTOS, G. C.; SOUZA, V. S.; AZEVEDO, S. M. Resistência de clones de batata-doce, *Ipomoea batatas* L., aos nematoides causadores de galhas. **Revista Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1257-1261, 2001.

HITTLE, C. N. A study of the polycross progeny testing technique as used in the breeding of smooth brome grass. **Agronomy Journal**, v. 46, p. 521–523. 1954.

HUAMÁN, Z. Systematic botany and morphology of the sweetpotato plant. Disponível em: <<https://www.sweetpotatoknowledge.org/files/systematic-botany-morphology-sweetpotato-plant/>>. Acesso em: 30 de maio de 2019.

HUAMAN, Z.; ASMAT. Sweetpotato sexual seed management - Sweetpotato gemplasm manual propagation and conservation. Disponível em: <<https://www.sweetpotatoknowledge.org/files/sweetpotato-sexual-seed-management/>> . Acesso em: 03 de maio de 2019.

IBGE/SIDRA. Censo Agropecuário – Tabela- Produção Agrícola Municipal. 2017. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/pam/tabelas>>. Acesso em: 24 de junho 2019.

JONES, A. Sweetpotato heritability estimates and their use in breeding. **HortScience**, v. 21, p. 14–17. 1986.

LEBOT, V. Sweetpotato. In: Tropical root and tuber crops: cassava, sweet potato, yams and aroids. LEBOT, V. (Ed.). Crop production science in horticulture (17), CAB books, CABI, Wallingford, UK, 2009. pp.97-125

LOPES, A. C. A.; NASCIMENTO, W. M. Dormência em sementes de hortaliças. Brasília, DF: Embrapa Hortaliças, 2012. 24 p. (Embrapa Hortaliças. Documentos, 136).

MAGUIRE, James D. Speed of Germination—Aid In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor1. *Crop science*, v. 2, n. 2, p. 176-177, 1962.

MARTIN, F. W. Genetic and physiological basis for breeding and improving the sweet potato. In: DEGRAS, L (Ed.) Proceedings of the VIIth Symposium of the International Society for Tropical Root Crops. Guadeloupe, French West Indies. INRA editions, Paris, pp. 749–762, 1988.

MARTIN, F. W. Self and interspecific incompatibility in the Convolvulaceae. **Botanical Gazette**, Chicago, v. 131, n. 2, p. 139-144, 1970a.

MARTIN, F. W. Sterility in some species related to the sweet potato. **Euphytica**, Dordrecht, v. 19, p. 459-464, 1970b.

MARTIN, F. W.; JONES, A.; RUBERTE, R. M. A wild *Ipomoea* species closely related to the sweet potato. **Economic Botany**, New York, v. 28, p. 287-292, 1974.

MIHOVILOVICH, E., MENDOZA, H. A, SALAZAR, L. F. Combining ability for resistance to sweet potato feathery mottle virus. **HortScience**, n. 35, v.7, 1319–1320, 2000.

MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; PEREIRA, W.; LOPES, C. A.; SILVA, J. B. C. A cultura da Batata-doce. Embrapa – CNPH, Brasília: Coleção Plantar; 1ª ed.; 94 p.; 1995.

OLIVEIRA, A. C. B.; SEDIYAMA, M. A. N.; SEDIYAMA, T.; FINGER, F. L.; CRUZ, C.D. Variabilidade genética em batata-doce com base em marcadores isoenzimáticos. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20, n. 4, 576-582p., 2002.

PEIXOTO J. R.; SANTOS L. C.; RODRIGUES, F, A.; JULIATTI, F. C; LYRA, J. R. M. Seleção de clones de batata-doce resistentes a insetos de solo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** v.34: p.385-389. 1999

PEIXOTO, J. R. Melhoramento genético da batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lamarck] visando à produtividade, qualidade de raiz e resistência aos insetos de solo e aos nematoides de galhas do gênero *Meloidogyne* spp. Projeto de pesquisa. Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária - FAV. Universidade de Brasília - UnB. Brasília, 2009.

PEREIRA, C.R.; SANTOS, M.A.; RIBEIRO, H.U.; BARRA, P.B.; LOURO, F.S.C.; QUEIROGA, R.C.F. Composição química dos resíduos de cultivares de batata-doce submetida a diferentes idades de colheita. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 43. Resumos... Recife: SOB (CD-ROM), 2003.

PESKE, B. F. Avaliação do Condicionamento Fisiológico e Aplicação de Fósforo em Sementes de Milheto. 2011.132f. Dissertação (Doutorado em Ciências. Área de concentração: Fitotecnia) - Universidade De São Paulo, ESALQ, Piracicaba, 2011.

RITSCHER, P. S.; HUAMÁN, Z.; LOPES, C. A.; MENÊZES, J.E.; TORRES, A.C. Catálogo de germoplasma de batata-doce I: coleção mantida pela Embrapa Hortaliças. Embrapa Hortaliças. Documentos, 23, 47p., 1999.

RÓS, A. B.; NARITA, N.; CARDOSO. A. I. I.; HIRATA, A. C. S.; NAVARRO, J. C. S. Germinação de sementes de batata-doce produzidas pela variedade uruguaiana In: Simpósio de Propagação de Plantas e Produção de Mudas, 2018. Disponível em: <http://www.simpmudas.com.br/anais/Resumos/ResumoSimpMudas2_0001.pdf> Acesso em: 15 de Maio de 2019.

SANTANA, D. G.; RANAL, M. A. Análise da germinação: um enfoque estatístico. Brasília: UnB, 248p. 2004.

SENANAYAKE, S. A.; RANAWEERA, K. K. D. S.; GUNARATNE, A.;BAMUNUARACHCHI, A. Comparative analysis of nutritional quality of five different cultivars of sweet potatoes (*Ipomea batatas* (L) Lam) in Sri Lanka. **Food Science & Nutrition**, v. 1, n. 4, p. 284–291, 2013.

SHETH, S. G.; DESAI, K. D.; PATIL, S. J.; NAVYA, K.; VIBHUTI, L. C. Effect of integrated nutrient management on growth, yield and quality of sweet potato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam]. **International Journal of Chemical Studies**, v. 5, n. 4, p. 346-349, 2017.

SILVA J. B. C; LOPES C. A.; MAGALHÃES J. S. 2008. Batata-doce (Ipomoea batatas).Brasília: EMBRAPA HORTALIÇAS. (Sistemas de Produção, 6) Versão Eletrônica. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>. Acesso em: 15 de Maio de 2019.

SOUZA, A. B. de. Avaliação de cultivares de batata-doce quanto atributos agrônômicos desejáveis. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 24, n. 4, p. 841-845, 2000.

TODD, S. M.; TRUONG, V. D.; PECOTA, K. V.; YENCHO, C. Combining ability of sweetpotato germplasm for yield, dry matter content, and anthocyanin production. **Journal of the American Society of Horticultural Science**, v. 140, n.3, p. 272–279. 2015.

WILSON, J. E.; POLE, F. S.; SMITH, N. E. J. M.; TAUFATOFUA, P. Sweet potato breeding. IRETA-USP Agro-Facts Publication, Western Samoa. 39 p. 1989.

WOJTYLA, L. K.; LECHOWSKA, S. KUBALA, M. GARNCZARSKA. Different modes of hydrogen peroxide action during seed germination. **Frontiers in Plant Science**, v.7, p. 66, 2016.

ANEXOS

Anexo 1- Resultados da análise de variância e teste de médias (Tukey, 5% de probabilidade) para as características de porcentagem de germinação e índice de velocidade de emergência em sementes de batata-doce. Brasília, DF- 2019.

Germinação

Condições para a Análise de Variância:

| Homocedasticidade: SIM | | Normalidade (resíduos): SIM | |
|------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Bartlett: | Ops! ($p < 0,001$) | Jarque-Bera: | OK ($p = 0,441$) |
| Hartley: | Ops! ($p < 0,050$) | Aditividade: | SIM ($p = 0,476$) |
| Levene: | OK ($p = 0,431$) | Índice Paramétrico (IP): | (5,9) / ID: (0) |

Análise realizada em: ##### 15:09:02

Análise de Variância (ANOVA)

Y (copie e cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma variável (4x4)+1 deverão ser apenas números.)

| F.V. | GL | SQ | QM | F | p-valor | FV | F |
|-------------|----|----------|----------|---------|---------|-----------|-------|
| Produtos | 3 | 1318,244 | 439,4146 | 3,35 * | 0,026 | Produtos | 3,35* |
| Tempo | 3 | 1179,069 | 393,0231 | 2,99 * | 0,039 | Tempo | 2,99* |
| Interação | 9 | 358,1494 | 39,79438 | 0,30 Ns | 0,970 | Interação | 0,3Ns |
| Tratamentos | 16 | 2939,697 | 183,7311 | 1,40 Ns | 0,180 | C.V.(%) | 38,91 |
| Resíduo | 51 | 6696,081 | 131,2957 | | | | |
| Total | 67 | 9635,778 | | | | | |

Quadro de Médias - Médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

- mm: médias marginais. Verifique a(s) significância(s) da(s) interação(ões) para decidir quais comparações entre as médias marginais são válidas.

Y (copie e cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma variável resposta. A primeira célula deve ser o nome da variável e as demais deverão ser apenas números.)

| | Fosfórico | Peróxido | Sulfúrico | Hcl | mm |
|--------|-----------|----------|-----------|----------|----------|
| 0 | 22,92 Aa | 37,50 Aa | 22,22 Aa | 16,67 Aa | 24,83 b |
| 30 | 25,00 Aa | 33,33 Aa | 33,33 Aa | 22,92 Aa | 28,65 ab |
| 90 | 27,78 Aa | 33,32 Aa | 29,17 Aa | 25,00 Aa | 28,82 ab |
| | 36,11 Aa | 41,67 Aa | 37,50 Aa | 31,25 Aa | 36,63 a |
| extras | 25,00 | | | | |
| mm | 27,95 AB | 36,46 A | 30,56 AB | 23,96 B | |

IVE

Condições para a Análise de Variância:

| Homocedasticidade: SIM | | Normalidade (resíduos): SIM | |
|------------------------|----------------------|-----------------------------|---------------------|
| Bartlett: | OK ($p = 0,178$) | Jarque-Bera: | OK ($p = 0,779$) |
| Hartley: | Ops! ($p < 0,050$) | Aditividade: | SIM ($p = 0,428$) |
| Levene: | OK ($p = 0,701$) | Índice Paramétrico (IP): | (7,1) / ID: (0) |

Análise realizada em: ##### 15:15:57

Análise de Variância (ANOVA)

Y (copie e cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma variável (4x4)+1 deverão ser apenas números.)

| F.V. | GL | SQ | QM | F | p-valor | FV | F |
|-------------|----|----------|----------|--------------------|---------|-----------|--------------------|
| Produtos | 3 | 1,302346 | 0,434115 | 1,97 ^{Ns} | 0,130 | Produtos | 1,97 ^{Ns} |
| Tempo | 3 | 0,90502 | 0,301673 | 1,37 ^{Ns} | 0,263 | Tempo | 1,37 ^{Ns} |
| Interação | 9 | 1,688642 | 0,187627 | 0,85 ^{Ns} | 0,573 | Interação | 0,85 ^{Ns} |
| Tratamentos | 16 | 3,972311 | 0,248269 | 1,13 ^{Ns} | 0,357 | C.V.(%) | 52,46 |
| Resíduo | 51 | 11,23357 | 0,220266 | | | | |
| Total | 67 | 15,20588 | | | | | |

Quadro de Médias - Médias seguidas por uma mesma letra, maiúscula na linha e minúscula na coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.
- mm: médias marginais. Verifique a(s) significância(s) da(s) interação(ões) para decidir quais comparações entre as médias marginais são válidas.

Y (copie e cole aqui a sua coluna de dados correspondente a uma variável resposta. A primeira célula deve ser o nome da variável e as demais deverão ser apenas números.)

| | Fosfórico | Peróxido | Sulfúrico | Hcl | mm |
|--------|-----------|----------|-----------|----------|--------|
| 0 | 0,89 ABa | 1,22 Aa | 0,32 Ba | 0,43 ABa | 0,71 a |
| 30 | 1,13 Aa | 1,06 Aa | 0,96 Aa | 0,68 Aa | 0,96 a |
| 90 | 0,99 Aa | 0,83 Aa | 1,06 Aa | 0,72 Aa | 0,90 a |
| | 0,98 Aa | 1,11 Aa | 1,16 Aa | 0,90 Aa | 1,04 a |
| extras | 0,76 | | | | |
| mm | 1,00 A | 1,06 A | 0,88 A | 0,68 A | |