



SEI-SICITE 2021

Pesquisa e Extensão para um mundo em transformação

Avaliação da Taxa de Germinação de Sementes Tratadas de Soja por Água Ativada por Plasma

Evaluation of the Germination Rate of Treated Soybean Seeds by Plasma Activated Water

Isabelli Cristina Baradel*, Péricles Inácio Khalaf†,

RESUMO

A agronomia é um dos pilares principais para economia e para a alimentação, pensando nisso o estudo da taxa de germinação com a irrigação por água de plasma ativada visa mostrar a eficiência desse método na germinação, sendo ele um tratamento de baixo consumo energético. Neste trabalho foi realizado dois experimentos, nos quais sementes de soja foram submetidas a sete condições diferentes de irrigação, seis condições com água ativada por plasma em diferentes tempos e uma com água destilada. A partir do início de cada experimento aconteceu as irrigações periódicas nos dias 2, 5, 6 e 8 na Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco. Ao termino de cada experimento, que aconteceu 12 dias após o início, pode verificar que o número de sementes germinadas por água de plasma ativada foi superior ao número de sementes germinadas por água destilada, mostrando assim que o tratamento com água de plasma em sementes é um recurso eficiente.

Palavras-chave: Germinação, Plasma Frio, Soja, Tratamento.

ABSTRACT

Agronomy is one of the main pillars for economy and for food, considering this the study of the germination rate with irrigation with activated plasma water aims to show the efficiency of this method in germination, as it is a low energy consumption treatment. In this work, two experiments were carried out, in which soybean seeds were subjected to seven different irrigation conditions, six conditions with plasma activated water at different times and one with distilled water. From the beginning of each experiment, periodic irrigations took place on days 2, 5, 6 and 8 at Universidade Tecnológica Federal do Paraná, campus Pato Branco. At the end of each experiment, which took place 12 days after the beginning, you can see that the number of seeds germinated by activated plasma water was higher than the number of seeds germinated by distilled water, thus showing that the treatment with plasma water in seeds is an efficient resource.

Keywords: Germination, Cold Plasma, Soybeans, Treatment.

* Química, Universidade Federal do Paraná, Pato Branco, Paraná, Brasil; Baradel.2019@alunos.utfpr.edu.br

† Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco; pericles@utfpr.edu.br



1 INTRODUÇÃO

A agricultura é um dos principais pilares para o mundo atual, segundo Ribeiro (2017, apud FRANÇA NETO et al., 2016) é um grande desafio para a agricultura produzir alimentos, em quantidade e qualidade suficientes para suprir as necessidades básicas de todos. Um exemplo na área da agricultura que cresceu muito no cenário mundial é a produção de soja, principalmente no Brasil, no qual em 2019/2020 se tornou o maior produtor de soja do mundo, superando os Estados Unidos (AMAZONAS, 2021).

Esse alto número na produção agrícola mundial fez com que os agricultores buscassem alternativas para produção em grande escala, como o uso de fertilizantes, produto que contém nutrientes essenciais para o crescimento da planta (BRUNA, 2019).

Afim de substituir o uso de fertilizantes por algo mais barato e menos nocivo, existem estudos que mostram o uso do plasma frio de ar atmosférico como substância fertilizadora no processo de germinação, ou seja, uma ferramenta inovadora com abordagem ecológica (JUDÉE, F et al., 2017). O plasma é conhecido como o quarto estado da matéria. Consiste em um gás ionizado que tem um número suficientemente grande de partículas carregadas para blindar a si mesmo, eletrostaticamente, numa distância pequena (COSTA, Leonardo, 2011, p.9). Quando se fala de plasma, pode ser o que ocorre na natureza, como por exemplo a aurora boreal, ou produzidos em laboratórios.

Dentro desse plasma gerado em laboratório existem subdivisões de plasma, conforme o artigo “O gerador de plasma frio de baixo custo” de Douglas Alves et al. (2016) corrobora-se a existência do plasma físico (fusão termonuclear), plasma térmico (plasma de altas temperaturas) e plasma frio (plasma à temperatura ambiente).

O plasma frio utiliza ar atmosférico (gases O_2 e N_2) para a formação de plasma, sendo rico em espécies nitrogenadas (NO_2^- e NO_3^-). Os íons nitrato e nitrito podem desempenhar um papel antimicrobiano na água, uma de suas funções está relacionada com a fertilização do solo por meio da irrigação de água ativada, podendo causar efeitos benéficos no crescimento das plantas. (FILGUEIRA, 2020). Neste trabalho foi utilizada água ativada por plasma frio como um método para o tratamento de sementes no seu período de germinação. Apresenta-se como uma alternativa eficaz, uma vez que aumenta e acelera a taxa de germinação da semente.

2 MÉTODO (OU PROCEDIMENTOS OPERACIONAIS DA PESQUISA)

Neste trabalho foi avaliado a taxa de germinação de sementes de soja, com a finalidade de analisar a competência do uso da água de plasma como um tratamento em sementes de soja.

Tabela 1 – Condições do experimento 1

Placa de Petri	Água usada
1	Água ativada por plasma 1min
2	Água ativada por plasma 5 min
3	Água ativada por plasma 10 min
4	Água ativada por plasma 15 min
5	Água ativada por plasma 30 min
6	Água ativada de plasma armazenada
7	Água destilada

Fonte: Autoria própria (2021).

Tabela 2 – Condições do experimento 2

Placa de Petri	Água usada
1	Água ativada por plasma 10s
2	Água ativada por plasma 30s
3	Água ativada por plasma 60s
4	Água ativada por plasma 180s
5	Água ativada por plasma 300s
6	Água ativada por plasma 600s
7	Água destilada

Fonte: Autoria própria (2021).



A pesquisa consiste em dois experimentos (experimento 1 e experimento 2), ambos com a mesma metodologia, porém com diferentes condições em relação ao tempo de água de plasma, as condições usadas estão nas tabelas 1 e 2.

A metodologia utilizada nos dois experimentos consiste em:

Inicialmente foi feita a organização das sementes, e para isso foram separadas sete placas de Petri, todas desinfetadas à 120°C por 15 minutos na autoclave. Em cada uma das placas foi colocado no fundo um papel filtro recortado com o mesmo diâmetro da mesma ($\Phi = 11\text{cm}$), em seguida, foi contado e colocado 100 sementes de soja (Grupo Guerra). Depois de concluído a fase de colocar as sementes no substrato, foi iniciada a fase de preparar a água de irrigação.

A fim de preparar a água ativada por plasma (AAP), foi colocado no reator 100 mL de água ultrapura, com banho termostático (Microquímica-mqbc) regulado a uma temperatura de 5°C, com um transformador de alta tensão (Neon ena, 17 kV, 30ma), uma barra magnética e uma agitação. Com o sistema pronto para uso o transformador foi ligado na tomada, sincronizando iniciando o tempo cronometrado.

Após a ativação por plasma atingir os intervalos de tempos pré-determinados (no experimento 1 esperou-se: 1, 5, 10, 15 e 30 minutos e no experimento 2: 10, 30, 60, 180, 300 e 600 segundos), a tensão foi desligada e 1mL de amostra aquosa foi retirada e colocada em um microtubo, o pH e a condutividade foram medidas respectivamente, no peagâmetro e condutivímetro (Ohaus) previamente calibrados. Do restante da amostra 45 mL de AAP foi transferida com o auxílio de uma proveta na placa de Petri contendo as respectivas sementes. Os outros 54mL da AAP foi armazenada em um recipiente fechado, e rotulada.

Em cada condição experimental, as sementes de soja ficaram imersas na fase líquida por 3 horas nas placas de Petri com papel filtro. Logo depois foi retirado o excesso de água e pesado cada placa, ao final da pesagem todas as placas foram tampadas, identificadas com a sua condição e colocadas em uma caixa térmica. A temperatura foi medida durante todo experimento por meio de um termômetro digital (Fisher).

Para manter a hidratação das sementes e evitar a secagem, as mesmas foram irrigadas nos dias 2, 5, 6, 8 com a AAP da mesma composição do começo do experimento. Em cada dia de irrigação foi medido a temperatura ambiente da caixa térmica e todas as placas de Petri foram abertas para a contagem de sementes germinadas. Então, cada placa foi irrigada com a AAP com o auxílio de um esborrifador por 10 vezes sobre as sementes dentro do substrato. Ao final desse processo todas as placas voltaram para caixa, totalizando um tempo de 10 minutos das sementes em contato com a luz interna do laboratório.

No último dia do experimento (dia 12) depois do processo de contagem das sementes, todas as placas foram pesadas, após isso, foram selecionadas 5 sementes germinadas aleatórias de cada condição para a medição do tamanho da raiz.

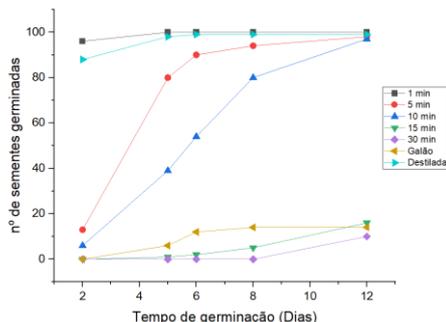
3 RESULTADOS

3.1 Experimento 1

O experimento 1 usou as condições estabelecidas na Tabela 1 apresentada anteriormente. No primeiro dia de experimento foi medido os valores de pH e condutividade de cada condição. Verificou-se que quando mais tempo da água de plasma mais ácida fica a água e conseqüentemente maior a sua condutividade, notou-se também o crescimento das sementes no período em que elas ficaram submersas em suas condições.

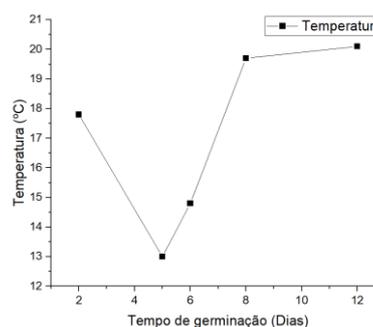
A Figura 2, apresenta a temperatura ambiente dentro da caixa no qual as placas de Petri ficaram armazenadas, percebe-se que a temperatura no primeiro dia de irrigação (Dia 2) estava amena, o que pode ter favorecido na germinação, em virtude disso observa-se por meio da Figura 1, que o experimento alcançou um elevado número de sementes germinadas já no início da irrigação, nas condições de 1 minuto, na de água destilada e na de 5, sendo a condição de 1 minuto a melhor chegando a uma taxa de germinação de 96%.

Figura 1 - n° de sementes germinadas em função do tempo



Fonte: Autoria própria (2021)

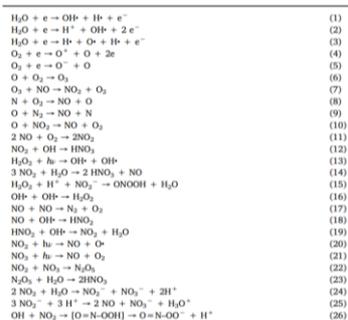
Figura 2 - Temperatura dentro da caixa



Fonte: Autoria própria (2021)

Uma possível explicação para a condição de 1 minuto ser a mais eficiente é a presença de espécies nitrogenadas, oxidantes e instáveis, que auxiliam a germinação. Nos primeiros instantes do processo da ativação da água segundo Filgueira (2020, p.24) ocorre a formação de oxigênio, nitrogênio, ozônio e alguns radicais livres como hidroxila, por meio do plasma dos principais gases presentes no ar. E a partir da interação dessas espécies com a água origina espécies como: óxido nítrico $\text{NO}_{(aq)}$, íons nitrito $\text{NO}_2^-_{(aq)}$ e nitrato $\text{NO}_3^-_{(aq)}$, peróxido de hidrogênio $\text{H}_2\text{O}_2_{(aq)}$ e peroxinitrito $\text{ONOO}^-_{(aq)}$. Essas reações estão representadas na figura 3.

Figura 3 – Reações físico-químicas presente na ativação da água por plasma



Fonte: Reproduzido por THIRUMDAS, Rohit et al.

Outro ponto importante a ser analisado na Figura 1 é o fato de que ao aumentar o tempo de ativação por plasma, diminui-se a taxa de germinação de sementes. No último dia (dia 12) as condições de 15 minutos, 30 minutos e a água armazenada (galão) apresentaram 16%, 10% e 14%, respectivamente, em taxa de germinação. Nenhuma dessas condições chegou a 100% de sementes germinadas no final do experimento, e uma possível hipótese é a alta concentração cumulativa das espécies.

A condição representada pela água destilada, apresentou uma boa taxa de germinação com um total de 99% de sementes germinadas, porém uma das sementes apodreceu, ou seja, não germinou. E comparado com a água de plasma de 1 minuto, ela se mostrou menos eficiente, uma vez que não conseguiu atingir 100% de



sementes germinadas e demorou mais tempo para germinar 99 sementes (a condição de 1 minutos demorou 5 dias para atingir 99 sementes germinadas enquanto a de água destilada demorou 6 dias).

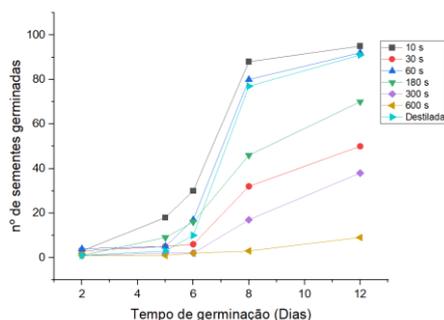
3.2 Experimento 2

O segundo experimento usou as condições estabelecidas na Tabela 2 apresentada anteriormente. No primeiro dia de experimento foi medido os valores de pH, condutividade e de massa de cada condição. Verificou-se que, ao aumentar a ativação por plasma, aumenta a acidez da água e consequentemente, a sua condutividade, notou-se também que peso final foi superior ao peso inicial devido ao desenvolvimento das sementes, sendo a condição de 10 segundos a que apresentou maiores raízes no final do experimento.

A figura 5 mostra a temperatura dentro da caixa térmica, no qual ficaram as placas de Petri armazenadas, por meio dela percebe-se que a temperatura nos primeiros dias de germinação estava baixo o que pode ter prejudicado a taxa de germinação, em virtude disso nota-se pela figura 4 que nos primeiros dias de experimento a taxa de germinação foi baixa.

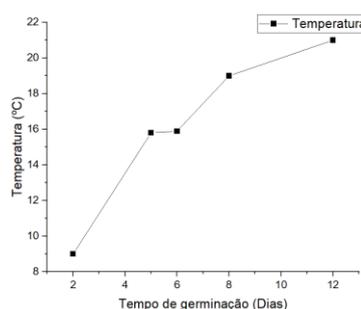
Fazendo um comparativo com o primeiro experimento 1 percebe-se que, a temperatura influencia de forma direta na velocidade da germinação, uma vez que no experimento 1, mostrado nas Figura 1 e 2, a condições normais de temperatura a germinação conseguiu atingir um valor muito bom já no segundo dia, e no experimento 2, mostrado nas Figura 3 e 4, devido a baixas temperaturas a germinação começou a apresentar um valor significativo na germinação a partir do sexto dia.

Figura 4 - nº de sementes germinadas em função do tempo



Fonte: Autoria própria (2021)

Figura 5 - Temperatura dentro da caixa



Fonte: Autoria própria (2021)

Como mencionado anteriormente ao aumentar o tempo de ativação por plasma, diminui-se a taxa de germinação de sementes, comprovadas também neste experimento. Visto que a condição de água de plasma de 10 segundos, foi a condição que melhor apresentou o número de sementes germinadas, chegando ao final do experimento com 95% das sementes germinadas, uma possível explicação para a germinação não ter atingido 100% foi o clima frio na fase do experimento.

Um outro fator importante a ser analisado na Figura 4 é que a condição da água destilada atingiu um número inferior na taxa de germinação em relação as condições de 10 segundos e 60 segundos, sendo elas 91%, 95% e 92%, respectivamente. Ao final da análise do experimento concluiu-se que a irrigação por AAP se mostrou mais eficiente do que a condição de água destilada na germinação de sementes de soja.



4 CONCLUSÃO

Por meio dos dois experimentos percebeu-se que a água ativada por plasma nas condições de 1 minuto 10 segundos, nos experimentos 1 e 2, respectivamente, foram os melhores tratamentos na germinação das sementes de soja, notou-se também que o aumento da taxa de germinação e sua aceleração ocorreu em tempos de ativação por plasma bastante baixos, ou seja, quanto menor o tempo por ativação melhor a sua eficiência, acarretando num consumo energético (elétrico) extremamente baixo para o tratamento. Os experimentos tiveram o clima como um fator importante, uma vez que, no experimento 1 em que o clima permaneceu com temperaturas mais altas apresentou um resultado melhor do que o experimento 2 no qual o clima nos primeiros dias de experimento relatou temperaturas baixas. O estudo da taxa de germinação por água de plasma ativada está em fase inicial e para compreender melhor o uso da água de plasma como o tratamento na germinação de sementes mais experimentos deverão ser realizados.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem a instituição Universidade Tecnológica Federal do Paraná e ao Grupo Guerra de Pato Branco por doarem as sementes para a pesquisa.

REFERÊNCIAS

- ALVES, D. R. et al. **Gerador de plasma frio de baixo custo**. VIII Encontro Científico de Física Aplicada. 2016.
- AMAZONAS, Leonardo. Análise mensal. **Conab**. 2021
- BRUNA, Jackellyne. Fertilizantes para planta: tudo que você precisa saber para aumentar a eficiência. **Lavoura**. 2019.
- COSTA, Leonardo S. **Introdução à Física de Plasma e Fusão Termonuclear Controlada**. Maringá: UEM, 2011.
- FILGUEIRA, Gabriel de Almeida. Estudo do efeito da água ativada por plasma no crescimento de plantas. **Elaboração de pesquisa científica**, 2020.
- JEDÉE, F et al. Plasma-activation of tap water using DBD for agronomy applications: Identification and quantification of long lifetime chemical species and production/consumption mechanisms. **Water Research**, p.47-59, 2017.
- RAMÍREZ, A. Gómez et al. Surface chemistry and germination improvement of Quinoa seeds subjected to plasma activation. **Scientific Reports**, p.1-12, 2017.
- RIBEIRO, Fernanda da Silva. **Influência sobre a germinação da aplicação de dois tipos de fungicidas com diferentes dosagens em sementes de soja**. 2017.
- THIRUMDAS, Rohit et al. **Plasma activated water (PAW): Chemistry**, physico-chemical properties, applications in food and agriculture. *Trends in food science & technology*, v. 77, p. 21-31, 2018.