



## EFEITO DE POLIAMINAS E AMINAS EXÓGENAS NO DESENVOLVIMENTO INICIAL DE ORGANISMOS VEGETAIS

Natanael Corrêa PAULINO<sup>1</sup>  
Márcio Furriela DIAS<sup>2</sup>

### RESUMO

Diante das adversidades climáticas e ambientais que se intensificam safra a safra na agricultura moderna, a pesquisa científica tem papel fundamental na descoberta e desenvolvimento de novas estratégias hábeis a solucionar, mitigar ou melhorar os sistemas de produção por todo o mundo, empregando novas técnicas e tecnologias a favor do bom desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das culturas. Neste sentido, há uma crescente série de estudos onde busca-se validar o efeito positivo de poliaminas e aminas no desenvolvimento de diversos organismos vegetais. Com o resultado destes estudos, esta revisão buscou compilar e abordar quais impactos e o que as poliaminas tendem a agregar no desenvolvimento fisiológico das plantas, onde, constatou-se que, as poliaminas trazem grande contribuição para estimular as funções metabólicas das plantas, como proliferação, diferenciação, translocação de vesículas, produção de enzimas, apoptose síntese de proteínas, estabilização de ácidos nucleicos, dentre outros estímulos nas plantas, promovendo consequências favoráveis ao seu cultivo, refletindo impacto significativo principalmente no enraizamento, perfilhamento, estruturação de plantas e resposta a estresses.

**Palavras-Chave:** estresses abióticos, estresses bióticos, aplicação exógena, metabolismo, plantas.

### ABSTRACT

Faced with the climatic and environmental adversities that intensify from season to season in modern agriculture, scientific research plays a fundamental role in the discovery and development of new strategies capable of solving, mitigating or improving production systems throughout the world, employing new techniques and technologies. in favor of the good vegetative and reproductive development of crops. In this sense, there is a growing series of studies seeking to validate the positive effect of polyamines and amines on the development of various plant organisms. With the results of these studies, this review sought to compile and address what impacts and what polyamines tend to add to the physiological development of plants, where it was found that polyamines make a great contribution to stimulating the metabolic functions of plants, such as proliferation, differentiation, vesicle translocation, enzyme production, apoptosis, protein synthesis, nucleic acid stabilization,... promoting favorable consequences for its cultivation, reflecting an impact on rooting, tillering, plant structuring and response to stress.

**Keywords:** abiotic stresses, biotic stresses, exogenous application, metabolism, plants.

<sup>1</sup> Acadêmico do curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT – da Sociedade Cultural e Educacional de Itapeva. natanaelcorreapaulino@alunos.fait.edu.br

<sup>2</sup> Docente do Curso de Agronomia da Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva – FAIT – da Sociedade Cultural e Educacional de Itapeva. marciofurrieladias@professor.fait.edu.br

## Introdução

A agricultura moderna, tem descoberto e desenvolvido a cada dia uma nova alternativa aos eminentes gargalos que impactam a produtividade de suas lavouras. Hoje o maior desafio para produtores rurais de todas as classes é a obtenção da lucratividade, suficiente para cobrir os custos de produção, possibilitar a entrada com novos investimentos e garantir a qualidade de vida ao agricultor (LAMAS, 2018).

Cerca de 21% do PIB nacional corresponde ao setor agrícola, um quinto de todos os empregos e 43,2% das exportações brasileiras são oriundos da agricultura brasileira. Toda riqueza, de alimentos, de fibras e de bioenergia produzida pelo setor é reconhecida mundialmente (EMBRAPA, 2023).

Dada tamanha importância e influência do setor, evidencia-se a necessidade de se desenvolver continuamente pesquisas e técnicas que impulsionem o desenvolvimento produtivo de todas as culturas de valor comercial para país.

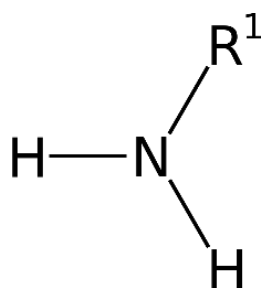
O desenvolvimento diário destas pesquisas, tem se descoberto que, as poliaminas têm grande papel no estudo da bioquímica e fisiologia vegetal por via de regra, seus principais efeitos nas plantas estão associados a processos metabólicos que ocorrem durante todo o ciclo de vida vegetal desde a efetividade no crescimento e divisão celular, embriogênese e calogênese ao desenvolvimento inicial de plantas na germinação e emergência, enraizamento crescimento florescimento, senescência maturação e amadurecimento dos frutos (BIONDI *et al*, 2022).

Os resultados destes estudos fazendo uso e analisando efeitos da aplicação exógena de poliaminas, tem sido intensificado e desenvolvido em diversas culturas e espécies de plantas. Com base nesta premissa, este trabalho buscou evidenciar os efeitos positivos que o uso de poliaminas aplicadas exogenamente trazem as culturas de valor comercial, e verificar o qual sua contribuição para o desenvolvimento das plantas, durante todo seu ciclo de vida, como sendo mais uma alternativa para melhora no desempenho dos organismos vegetais a campo de modo geral.

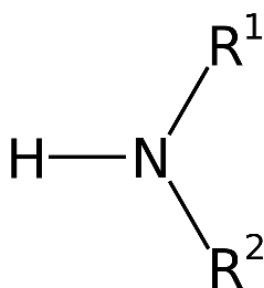
## Caracterização de amins e poliaminas

As amins têm origem de uma classe de compostos químicos orgânicos nitrogenados derivados da amônia ( $\text{NH}_3$ ), que se formam quando substituídos parcial ou totalmente o hidrogênio presente na molécula por grupos hidrocarbônicos, originando amins primárias ( $\text{R-NH}_2$ ), secundárias ( $\text{R}_1\text{R}_2\text{NH}$ ) ou terciárias ( $\text{R}_1\text{R}_2\text{R}_3\text{N}$ ) (LAZZAROTTO, 2016).

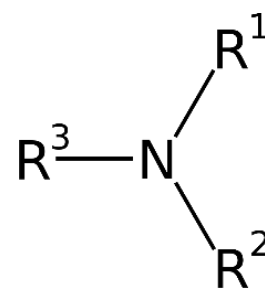
Figura 1. Representação química das amins.



Amina primária



Amina secundária



Amina terciária

Fonte: LAZZAROTTO, 2016.

Conforme Ten Brink *et al.* (1990), as amins podem ser classificadas em: (1) alifáticas (putrescina, cadaverina, espermina, espermidina e agmatina); (2) aromáticas (tiramina, feniletilamina); e (3) heterocíclicas (histamina e triptamina) de acordo com sua estrutura química.

O conjunto de amins alifáticas estão vinculados a condições de deficiência sanitária, enquanto as aromáticas e heterocíclicas podem provocar efeitos tóxicos (MAFRA *et al.*, 1999).

O número de radicais amina ( $\text{NH}_2$ ) presentes na molécula, também gera uma classificação onde encontram-se: (1) monoaminas (tiramina e feniletilamina); (2) diaminas (histamina, triptamina, serotonina, putrescina e cadaverina); e (3) poliaminas (espermina, espermidina e agmatina) (BARDOCZ, 1999).

As poliaminas, constituem-se de moléculas com natureza policatiônica que se



encontram em plantas, animais e microrganismos. Nas plantas seu maior efeito é observado durante o desenvolvimento, crescimento, senescência e principalmente em resposta a estresses bióticos ou abióticos (BIETO *et al* 2000).

Estudos com poliaminas a definem como possíveis segundos mensageiros intracelulares, que causam alterações fisiológicas tais como estímulos à proliferação, diferenciação, translocação de vesículas, produção de enzimas e a apoptose nas plantas (BIETO *et al* 2000).

Dentre as poliaminas mais significativas nos organismos vegetais destaca-se a diamina putrescina, a triamina espermidina e a tetraamina espermina (se encontram representadas abaixo na figura 2), e desempenham várias funções metabólicas dentro dos organismos, desde ligar-se e estabilizar fosfolipídios e proteínas, à até mesmo ácidos nucleicos como o DNA e RNA e (TORTORA, 2011).

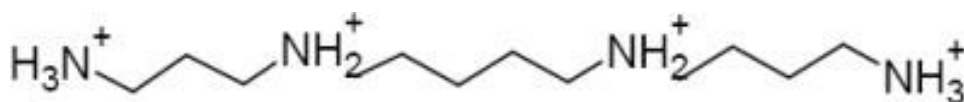
Figura 2. Representação química das principais poliaminas presentes nas plantas



Estrutura da 1,4 diaminobutano (Putrescina)



Estrutura da N-(3aminopropil)butano-1,4-diamino (Espemidina)



Estrutura da N,N'-bis(3aminopropil)butano-1,3-diamino (Espermina)

Fonte: PUC-Rio, [s.i.]

A síntese de poliaminas desempenha papel fundamental no desenvolvimento

natural das plantas, quando inibida, o ciclo celular pode ser retardado ou interrompido, havendo a necessidade de suprir essa necessidade exogenamente (WANG, 2003).

### **Efeito de poliaminas em organismos vegetais**

As poliaminas auxiliam o desenvolvimento vegetal pela grande estabilidade que promovem as membranas celulares devido à forte ligação que possuem entre si. A capacidade de interação com moléculas e síntese de proteínas são chave para melhora do desempenho fisiológico das plantas e estímulo a resistência de estresses (HASSAN, 2020).

Na cultura do milho identificaram-se diferenças significativas na velocidade de germinação; desenvolvimento das raízes, volume radicular e aumento das concentrações de açúcares nas raízes, quando foram aplicadas no tratamento de sementes. Melhora na parte aérea e aumento na atividade enzimática antioxidativa, podendo serem capazes de mitigar efetivamente os efeitos causados por estresse hídrico (ESTEVES, 2022).

A situação de estresse hídrico diminui significativamente o acúmulo de citocinina, giberelina e auxina nas plantas e impacta diretamente seu desempenho vegetativo, por outro lado, foi observado que, esta mesma condição na cultura da soja, promove um aumento de ácido abscísico e poliaminas como a putrescina e espermidina nos tecidos vegetais de forma espontânea (ZAHED, 2015).

Ainda sobre os efeitos de poliaminas em estresse hídrico, Ebbel (2017), constatou na cultura do trigo, que a aplicação de poliaminas exógenas impulsiona o status hídrico celular das plantas, e as mesmas, apresentaram maior acúmulo de osmoprotetores e poliaminas, bem como genes biossintéticos de poliaminas regulados positivamente, ADC, arginina descarboxilase; DHS, desoxihipusina sintase; ODC, ornitina descarboxilase e SAMDC, S-adenosil metionina descarboxilase. O estresse hídrico promovido no estudo afetou significativamente o peso de mil grãos da cultura, os melhores desempenhos nesta situação foram nos tratamentos com a aplicação exógena das poliaminas.

Na soja, o efeito das poliaminas via folha, agregou positivamente o aumento no número de vagens por planta e peso de 100 sementes. O uso de espermina e



putrescina causaram diferenças no rendimento de sementes e no porcentual de óleo de soja, porém sem uma correlação lógica para estas variáveis (SHARMA, 1998).

A aplicação exógena de espermina (Spm) induz aumento no peso fresco de vagens e sementes e agrega no conteúdo proteico dos grãos em condições de estresse osmótico. O uso de espermina provoca redução da peroxidação lipídica e elevação significativa de polifenol total, atividades enzimáticas como catalase e superóxido dismutase, estas, são as principais consequências do bom desempenho de poliaminas na redução de danos por estresses, este trabalho revelou que a aplicação exógena de poliaminas traz melhora na saúde reprodutiva das plantas sob condições de estresse osmótico (RADHAKRISHNAN *et al.*, 2012).

Figura 3. (A) Efeitos da espermina na massa fresca de vagens e sementes em plantas de soja afetadas osmoticamente. (B) Alterações no conteúdo proteico e na peroxidação lipídica em vagens de soja estressadas osmóticas expostas a espermina.

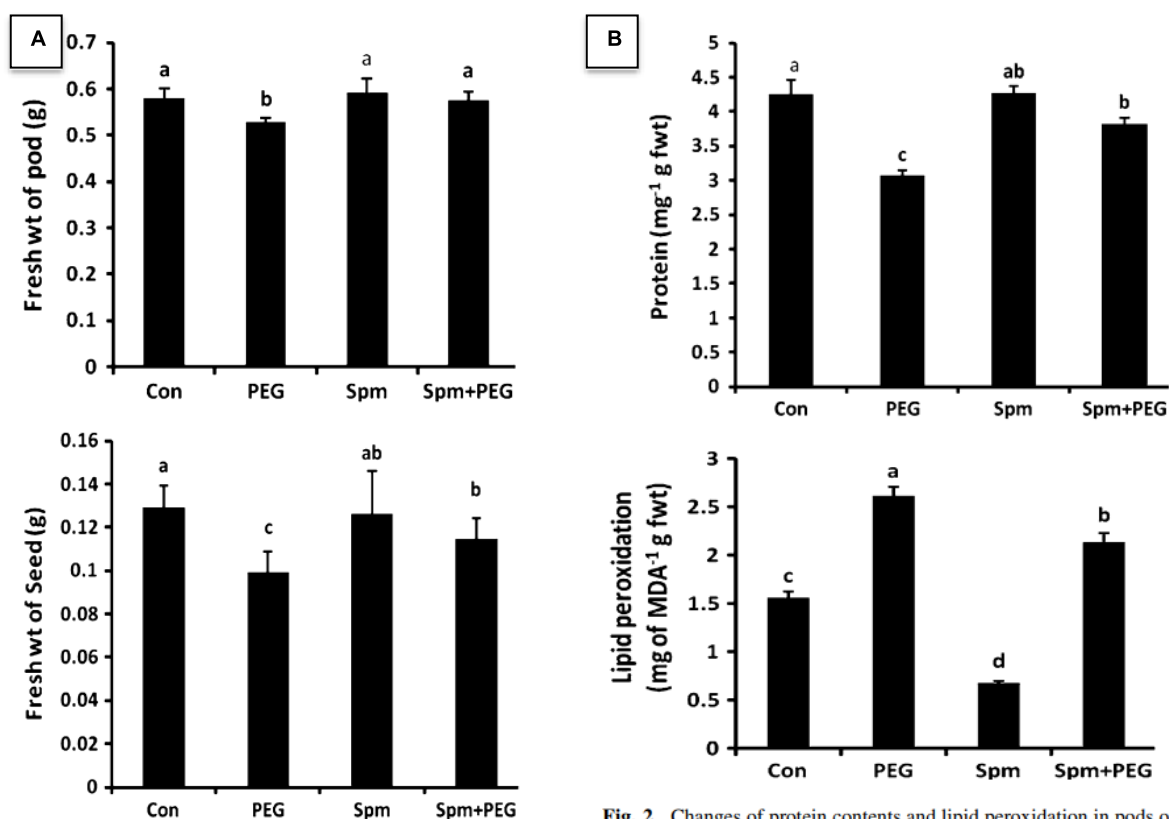


Fig. 1 Effects of Spm on fresh weight of pods and seeds in osmotic-affected soybean plants. Bars represent Mean + Standard error ( $n = 6$ ). Mean values followed by the same letter are not significantly different ( $P < 0.05$ ) as determined by Duncan's multiple-range test

Fig. 2 Changes of protein contents and lipid peroxidation in pods of osmotic-stressed soybean plants exposed with Spm. Bars represent Mean + Standard error ( $n = 3$ ). Means followed by the same letter are not significantly different ( $P < 0.05$ ) as determined by Duncan's multiple-range test





Mogor (2007), verificou quais os efeitos de poliaminas exógenas causam no crescimento inicial, nos teores de fenóis, e atividade da peroxidase em *Aloe vera*; e constatou que a aplicação exógena de espermina e espermidina favoreceu significativamente o desenvolvimento de novos perfilhos, além de contribuir para aumento do teor de putrescina e flavonóides nas plantas avaliadas.

Para *Hemerocallis* sp dentre os efeitos causados pelas poliaminas nota-se, a ocorrência de indução da morfogênese e padrões oxidativos de células e tecidos, apresenta efeito antioxidante celular e promove estímulo à formação de microplantas nos calos das plantas cultivadas (DEBIASI, 2006).

Tiburcio (2017), avaliou o uso de poliaminas e constatou benefícios ao desenvolvimento das plantas em todo o ciclo da cultura, com concluiu que as poliaminas precisam ser consideradas reguladores do crescimento vegetal e declara que a aplicação possui grande potencial para agricultura e na biotecnologia vegetal.

Outro processo que pode ser regulado através da alteração dos teores de poliaminas espermidina (Spd) e espermina (Spm) é o número de nódulos nas plantas de soja, conforme sintetizadas, podem suprimir ou potencializar a formação dos nódulos na cultura da soja (TERAKADO, 2006).

Na verificação dos efeitos da aplicação exógena das poliaminas (putrescina, espermidina e espermina) e seus inibidores biossintéticos na proteção ao choque térmico induzido em plantas de soja, observou-se que poliaminas em pré-tratamento das plantas a 28°C por 2 h antes do choque térmico (45°C por 2 h), aumentaram significativamente a recuperação crescimento de raízes e hipocótilos nas plantas, além de diminuir o vazamento de eletrólitos e malondialdeído de diferentes tecidos, Neste estudo concluiu-se que poliaminas podem substituir o cálcio na manutenção da integridade da membrana, através de sua ligação a fosfolipídios da membrana (AMOOAGHAIE, 2011).

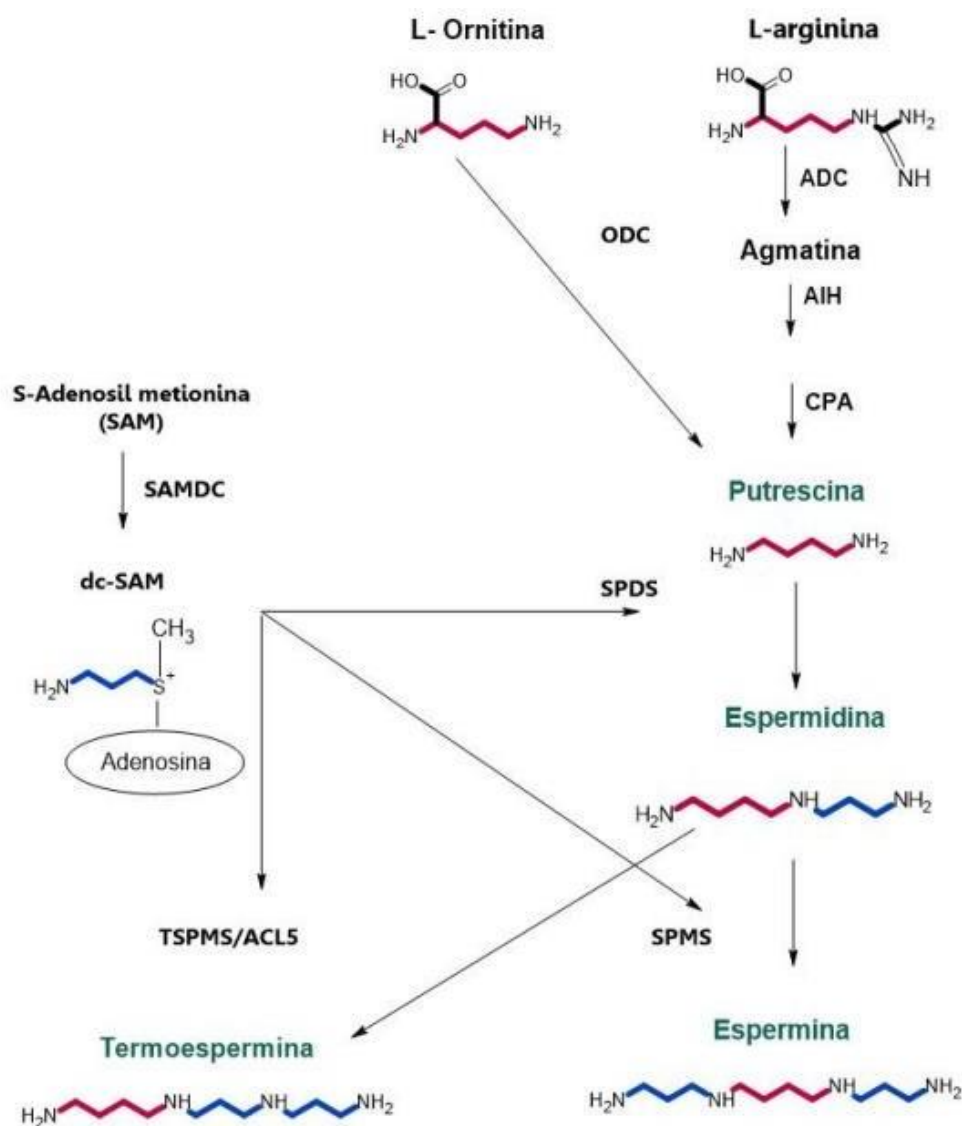
A adição de poliaminas ao protoplasto de aveia através de incubação estimula a incorporação de timidina em DNA e aumenta a frequência de mitose, outro efeito observado é o retardo da perda de clorofila em folhas de aveia extirpadas mantidas no escuro, que também foi verificado na cevada, deixando em evidência que as poliaminas possuem efeito sob alterações associadas à senescência das plantas (SUTTLE, 1980).

Abaixo na figura 4 encontra-se a representação da síntese das poliaminas nas



plantas, onde pode-se observar que o ciclo se inicia a partir ornitina descarboxilase (ODC), arginina ou S-adenosil metionina sendo essa transformação dependente da enzima Sadenosilmetionina descarboxilase (SAMDC) onde inicia a síntese da putrescina. A espermidina é sintetizada a partir da putrescina, e a espermina a partir da espermidina (BIONDI et al., 2022).

Figura 4. Representação da síntese das poliaminas nas plantas



Fonte: ESTEVES, G.(2022)

Abreviaturas:

ACL5: ACAULIS5;

ADC:arginina descarboxilase;

AIH: agmatina iminohidrolase;

CPA: N-carbamoilputrescina amidohidrolase;

ODC: ornitina descarboxilase;

SAMDC: S-adenosilmetionina descarboxilase;

SPDS: espermidina sintase;

SPMS: espermina sintase;

TSPMS: termospermina sintase.



Fonte: ESTEVES, 2022.

A síntese das poliaminas está relacionada aos aminoácidos básicos arginina e ornitina e ao ácido glutâmico, dessa forma conseguem atuar como fontes de nitrogênio, devido ao seu acúmulo em quantidades elevadas pode armazenar e liberar o nitrogênio dependendo da situação (ALCÁZAR, 2001).

### **Considerações Finais**

Com base nos resultados dos vários estudos apontados com uso de poliamidas exógenas em diversos organismos vegetais, pode-se perceber o quão benéfico são os estímulos provocados por elas nas plantas quando aplicadas no tratamento de sementes e/ou via aplicação foliar.

O uso de poliaminas traz grande contribuição para estimular as funções metabólicas das plantas, como proliferação, diferenciação, translocação de vesículas, produção de enzimas, apoptose síntese de proteínas, estabilização de ácidos nucleicos, dentre outros estímulos nas plantas, promovendo consequências favoráveis ao seu cultivo, refletindo impacto significativo principalmente no enraizamento, perfilhamento, estruturação de plantas e resposta a estresses.

As poliaminas também podem ser aplicadas em conjunto com nutrientes como: cobalto (Co) e Molibdênio (Mo) no tratamento de sementes da cultura da soja, buscando uma melhor interação com as bactérias fixadoras de nitrogênio, promovendo uma maior sinalização para a formação de rizóbios.

Com relação aos estresses, destaca-se um enorme potencial em diversas plantas como apontado, milho, soja, trigo, flores e outras demais espécies de plantas são favorecidos com o aumento dos teores de poliaminas em suas estruturas celulares.

Dessa forma, por mais estudos que se tenham feito uso desta nova estratégia, é preciso fomentar e intensificar cada vez mais os trabalhos com poliaminas, para que seja possível garantir um posicionamento correto de quando e como aplicá-las, visto que elas apresentam uma grande tendência positiva, de beneficiarem o desenvolvimento das plantas desde o início de seu ciclo, através do tratamento de

sementes e/ou aplicações foliares.

A agricultura moderna caminha com inúmeros desafios dia após dia e o uso de poliaminas nas plantas é um grande aliado, na produção de alimentos e desenvolvimento sustentável para agricultura.



## Referências

ALCÁZAR, R.; TIBURCIO, A. F. Polyamines Methods and Protocols. Barcelona: **Springer Nature**, 2018. Acesso em: 08 set. 2023.

AMOOAGHAIE, R.; MOGHYM, S. Effect of polyamines on thermotolerance and membrane stability of soybean seedling. **African Journal of Biotechnology**, v. 10, n. 47, p. 9677-9682, 2011. Acesso em: 13 set. 2023.

BARDÓCZ, S. Polyamines in food and their consequences for food quality and human health. **Trends in Food Science & Technology**, Oxford, v.6, n.10, p.341-346, Oct 1995. 10 set. Acesso em: 10 set. 2023.

BIETO, J. A., CUBILO, T. M., 2000. Fundamentos de Fisiología Vegetal. **Mc Graw Hill Interamericana de España SAU**. [S.l.: s.n.] 2000. ISBN 84-486-0258-7 Joaquín Azcón Bieto (coord.), Manuel Talón Cubillo (coord.) Acesso em: 25 ago. 2023.

BIONDI, S. et al. The polyamine “multiverse” and stress mitigation in crops: A case study with seed priming in quinoa. **Scientia Horticulturae**, [s.l.] v. 304, n. June, p. 16, 2022. Acesso em: 13 set. 2023.

DEBIASI, Clayton; FRÁGUAS, Chrystiane Borges; LIMA, Giuseppina Pace Pereira. Estudo das poliaminas na morfogênese in vitro de *Hemerocallis* sp. **Ciência Rural**, v. 37, p. 1014-1020, 2007. Acesso em: 07 set. 2023.

EBEED, Heba Talat; HASSAN, Nemat Mohamed; ALJARANI, Alshafei Mohammed. Exogenous applications of polyamines modulate drought responses in wheat through osmolytes accumulation, increasing free polyamine levels and regulation of polyamine biosynthetic genes. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 118, p. 438-448, 2017. Acesso em: 07 set. 2023.

EMBRAPA, 2023. VII Plano Diretor Embrapa - A agricultura brasileira. **Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2023. Disponível em <https://www.embrapa.br/en/vii-plano-diretor/a-agricultura-brasileira#:~:text=%C3%89%20um%20dos%20setores%20que,...%2C%202020>. Acesso em: 07 set. 2023.

ESTEVES, G. et al. Poliaminas na mitigação do estresse hídrico em plantas de milho / Giovana Esteves. – Alfenas, MG, 2022. 61 f.: il. Tese (Doutorado em Ciências Ambientais) – **Universidade Federal de Alfenas**, Alfenas, MG, 2022. Acesso em: 07 set. 2023.



HASSAN, N. Exogenous application of spermine and putrescine mitigate adversities of drought stress in wheat by protecting membranes and chloroplast ultra-structure. **Physiology and Molecular Biology of Plants**, [s.l.] v. 26, n. 2, p. 233–245, 2020. Acesso em: 20 ago. 2023.

LAMAS, F., 2018. Os desafios da agricultura moderna. **Embrapa – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**, 2018. Disponível em <<https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/32676228/artigo-os-desafios-da-agricultura-moderna#:~:text=Independentemente%20do%20tamanho%20da%20lavoura,qualidade%20de%20vida%20ao%20agricultor.>> Acesso em: 27 ago. 2023.

LAZZAROTTO, M. 2016. Fundamentos da Química Orgânica – Ciências da Vida e Saúde; Márcio Lazzarotto, **Editora Paco**, 2016. Acesso em: 20 ago. 2023.

MAFRA, I.; HERBERT, P.; SANTOS, L.; BARROS, P.; ALVES, A. Evaluation of biogenic amines in some Portuguese quality wines by HPLC fluorescence detection of OPA derivatives. **American Journal of Enology and Viticulture**, Davis, v.50, n.1, p.128-132, 1999. Acesso em: 17 set. 2023.

MÓGOR, G.; LIMA, G.; MÓGOR, A. F. Efeito de poliaminas exógenas no crescimento inicial in vitro e nos teores de fenóis, poliaminas e atividade da peroxidase em Aloe vera (L.) Burm. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, p. 37-47, 2007. Acesso em: 17 set. 2023.

PUC-RIO, [s.i.]. Natureza das Poliamonas. **Certificação Digital**, Nº 0812595/CA. Disponível em < [https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/16447/16447\\_3.PDF](https://www.maxwell.vrac.puc-rio.br/16447/16447_3.PDF)> Acesso em 17 Set. 2023.

RADHAKRISHNAN, Ramalingam; LEE, In-Jung. Ameliorative effects of spermine against osmotic stress through antioxidants and abscisic acid changes in soybean pods and seeds. **Acta physiologiae plantarum**, v. 35, p. 263-269, 2013. Acesso em: 10 set. 2023.

SHARMA, M. L.; ALI, Mashiat. Polyamines as modulators of soybean productivity. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 181, n. 3, p. 189-191, 1998. Acesso em: 25 ago. 2023.

SUTTLE, Jeffrey C. Effect of polyamines on ethylene production. **Phytochemistry**, v. 20, n. 7, p. 1477-1480, 1981. Acesso em: 25 ago. 2023.

TEN BRINK, B.T.; MAMINK, C.; JOOSTEN, H.M.L.J.; VELO, J.H.J. Occurrence and formation of biologically active amines in foods. **International Journal of Food Microbiology**, Amsterdam, v.11, n.1, p.73-84, Aug 1990. Acesso em: 27 ago. 2023.



Sociedade Cultural e Educacional de Itapeva  
Faculdade de Ciências Sociais e Agrárias de Itapeva - FAIT

Revista Científica Eletrônica de Ciências Aplicadas da FAIT

ISSN 1806-6933

TERAKADO, Junko; YONEYAMA, Tadakatsu; FUJIHARA, Shinsuke. Shoot-applied polyamines suppress nodule formation in soybean (*Glycine max*). **Journal of plant physiology**, v. 163, n. 5, p. 497-505, 2006. Acesso em: 25 ago. 2023.

TIBURCIO, Antonio F.; ALCÁZAR, Rubén. Potential applications of polyamines in agriculture and plant biotechnology. **Polyamines: Methods and Protocols**, p. 489-508, 2018. Acesso em: 25 ago. 2023.

TORTORA, 2011. Microbiología. **McGraw-Hill Interamericana de España, S.A.U.** [S.l.: s.n.] 199. ISBN 84-486-0261-7 Microbiologia 10Ed.\* Capa dura – 16 agosto 2011

WANG, C.; DELCROS, J.-G.; CANNON, L.; KONATE, F.; CARIAS, H.; BIGGERSTAFF, J.; GARDNER, R.; PHANSTIEL, O. Defining the molecular requirements for the selective delivery of polyamine-conjugates into cells containing active polyamine transporters. **J. Med. Chem.** 2003, 46, 5129-5138. Acesso em: 10 set. 2023.

ZAHEDI, Hossein et al. Effect of plant growth promoting rhizobacteria (PGPR) and water stress on phytohormones and polyamines of soybean. **Indian Journal of Agricultural Research**, v. 49, n. 5, p. 427-431, 2015. Acesso em: 27 ago. 2023.