

Controle da germinação de capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees): inovação com bioinsumos botânicos

Control of *Eragrostis plana* Nees (capin-annoni) germination: innovation with botanical bioproducts

Control de la germinación de capin-annoni (*Eragrostis plana* Nees): innovación con bioinsumos botânicos

Recebido: 08/12/2022 | Revisado: 20/12/2022 | Aceitado: 24/12/2022 | Publicado: 27/12/2022

Renan de Palleja Bettega

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7843-7470>

Universidade Federal do Pampa, Brasil

E-mail: renandepallejabettega@gmail.com

Adriana Carla Dias Trevisan

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5192-6431>

Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Brasil

E-mail: adriana-trevisan@uergs.edu.br

Resumo

O capim-annoni (*Eragrostis plana*) é uma gramínea exótica trazida em 1950 para o Brasil. Considerada uma planta invasora em vários países, atualmente ocupa aproximadamente 10% do território do Bioma Pampa. Os ecossistemas naturais do Rio Grande do Sul associados ao Bioma Pampa têm sofrido com a invasão de populações de capim-annoni devido a expansão agrícola e manejo da pecuária, que disponibiliza nichos vazios ao seu estabelecimento. O objetivo deste estudo é avaliar a eficácia de bioinsumos botânicos produzidos a partir de duas plantas nativas do Pampa e uma exótica no controle de germinação de sementes de capim-annoni em duas estações sazonais. Para isso, foram utilizadas diferentes concentrações de nanoemulsões de *Melaleuca alternifolia* e *Baccharis crispa*, óleo essencial e hidrolato de *Aloysia gratissima*. O delineamento foi em esquema fatorial 4x3+1, com 4 bioinsumos (tratamentos) e 3 concentrações + tratamento controle, com quatro repetições. A partir dos resultados foi calculado a porcentagem e o índice de velocidade de germinação, seguido do teste de Kruskal-Wallis e post hoc de Dun com $p < 0,05\%$, demonstrando diferenças significativas no outono com a nanoemulsão de *M. alternifolia* e hidrolato de *A. gratissima* e na primavera a nanoemulsão de *M. alternifolia*. Esses resultados obtidos dos efeitos alelopáticos dos bioinsumos botânicos, demonstram um panorama promissor no controle desta espécie.

Palavras-chave: Espécies invasoras; Controle; Bioinsumo botânico; Nanotecnologia; *Eragrostis plana*; Transição agroecológica.

Abstract

Eragrostis plana (capin-annoni) is an exotic grass brought to Brazil in 1950. Considered an invasive plant in several countries, it currently occupies approximately 10% of Pampa's Biome territory. The natural ecosystems of Rio Grande do Sul associated with the Pampa Biome have suffered from *E. plana* invasion due to the expansion of the agriculture and livestock management, which makes empty spaces available for their establishment. The objective of this study is to evaluate the efficiency of botanical bioproducts produced from two plants native to the Pampa and one exotic in the control of *E. plana* seed germination in two different seasons. For this, different concentrations of nanoemulsions of *Melaleuca alternifolia* and *Baccharis crispa*, essential oil and hydrolate of *Aloysia gratissima* were used. The design was in a 4x3+1 factorial scheme, with 4 bioproducts (treatments) and 3 concentrations + control treatment, with four repetitions. Results enabled to calculate the percentage and germination speed index, followed by the Kruskal-Wallis test and Dun's post hoc test with $p < 0.05\%$, demonstrating significant differences in with *M. alternifolia* nanoemulsion and *A. gratissima* hydrolate in autumn and with *M. alternifolia* nanoemulsion in spring. These results obtained from the allelopathic effects of botanical bioproducts show a promising prospect in the control of this specie.

Keywords: Invasive species; Control; Botanical bioproducts; Nanotechnology; *Eragrostis plana*; Agroecological transition.

Resumen

El capin-annoni (*Eragrostis plana*) es una gramínea exótica que fue traída a Brasil en 1950. Considerada una planta invasora en varios países, actualmente ocupando aproximadamente 10% del territorio del Bioma Pampa. Los ecosistemas naturales de Río Grande del Sur asociados al Bioma Pampa han sufrido con la invasión de poblaciones de capin-annoni debido a la expansión de frontera agrícola y el manejo ganadero, que disponibiliza nichos vacíos para su establecimiento. El objetivo de este estudio es evaluar la eficiencia de bioinsumos botânicos producidos a partir de dos

plantas nativas del Pampa y una exótica en el control de la germinación de semillas de capim-annoni en dos estaciones sazonales. Para eso, fueron utilizadas diferentes concentraciones de nanoemulsiones de *Melaleuca alternifolia* y *Baccharis crispa*, aceite esencial e hidrolato de *Aloysia gratissima*. El delineamiento fue en esquema factorial 4x3+1, con 4 bioinsumos (tratamientos) y 3 concentraciones + tratamiento control, con cuatro repeticiones. A partir de los resultados fue calculado el porcentaje y el índice de velocidad de germinación, seguido del test de Kruskal-Wallis y post hoc de Dun con $p < 0,05\%$, demostrando diferencias significativas en el otoño con la nanoemulsión de *M. Alternifolia* e hidrolato de *A. gratissima* y en la primavera con la nanoemulsión de *M. alternifolia*. Estos resultados obtenidos de los efectos alelopáticos de los bioinsumos botánicos, demuestran un panorama promisorio en el control de la especie.

Palabras-clave: Especies invasoras; Control; Bioinsumos botánicos; *Eragrostis plana*; Nanotecnología; Transición agroecológica.

1. Introdução

Os ambientes naturais convivem com uma dinâmica de perturbações antrópicas visando o estabelecimento de sistemas produtivos, porém, o manejo inadequado das comunidades biológicas têm gerado resultados indesejados, tanto aos ecossistemas naturais quanto aos agroecossistemas. A compreensão destas mudanças, normalmente carecem de entendimentos sobre a complexidade intrínseca ao funcionamento dos sistemas biológicos, que, a partir da ação antrópica, pode desencadear ações positivas ou negativas em cascatas (Cicconet, 2017). Uma das respostas relacionadas aos impactos da ação antrópica na paisagem é a entrada e estabelecimento de espécies exóticas invasoras.

No mundo existem diversas espécies exóticas invasoras, tanto vegetais como animais, que podem causar problemas ecológicos e socioeconômicos nos diferentes biomas. Nos campos nativos do sul do Brasil se destaca o capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) como uma das principais plantas invasoras (Twardowski, 2019). Hoje em dia, esta espécie é considerada uma planta invasora em vários países, incluindo Uruguai e Argentina, ocupando no Brasil uma área superior a um milhão de hectares, aproximadamente 10% do território do Bioma Pampa (Barcelos & Bonetti, 2019). Segundo a Portaria Sema n° 79 (2013) o Rio Grande do Sul (RS) reconhece 46 espécies botânicas invasoras (Brasil, 2013), e, dentre essas, o capim-annoni está entre as três espécies com maior potencial para implulsionar a perda de biodiversidade, deslocando e substituindo espécies nativas, alterando as paisagens e os ambientes, e a sua vez, gerando impactos negativos nos ciclos ecológicos.

Em resposta ao processo de conversão de campos nativos à monoculturas e do manejo indequado da pecuária, os ecossistemas naturais campestres do RS têm sofrido com a invasão de populações de capim-annoni, pois, ao reduzir a frequência e riqueza de espécies nativas, disponibiliza nichos vazios que facilitam a sua entrada e estabelecimento na paisagem pampeana (González, 2017). Assim, segundo os dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), o território gaúcho com um rebanho de cerca de onze milhões e meio de cabeças distribuídas em quase oito milhões de hectares de pastagens naturais, tem sustentado uma produção pecuária em declínio devido a redução de oferta de forrageiras nativas e a contínua expansão do capim-annoni. Destaca-se ainda, que a entrada do capim-annoni está diretamente associado ao manejo produtivo, assim, os principais vetores de perpetuação das populações desta invasora é o excesso de carga, o sobrepastoreio e a dispersão de sementes por meio das fezes (Lisboa et al., 2009). Segundo Twardowski (2019) as sementes do capim-annoni podem manter sua viabilidade por até oito dias no trato digestivo dos bovinos.

Como espécie exótica invasora, para além de sua estratégia natural e eficiente de dispersão, suas sementes ainda são facilmente levadas pelos cursos de água, pássaros, coladas aos pêlos e cascos dos animais, rodas de automóveis, maquinários agrícolas e junto aos lotes de sementes de outras espécies (González, 2017). Os fenômenos de disseminação e estabelecimento da espécie são muito eficientes e é fortemente direcionado pela existência de um profícuo banco de diminutas sementes com capacidade de permanecer viáveis no solo por mais de vinte anos (Bittencourt, 2017). A medida que o manejo é conduzido no sentido de proporcionar nichos vazios, de acordo com Medeiros & Focht (2007), o capim-annoni se torna dominante na comunidade e imprime um aspecto de “monocultura”, e, segundo o autor, o melhor método para o controlar é a prevenção.

Hoje em dia, os métodos de controle do capim-annoni em áreas invadidas se caracterizam principalmente pelo controle químico e cultural. No entanto, estes métodos não visam a manutenção dos serviços ecossistêmicos e a conservação da biodiversidade, especialmente das áreas campestres utilizadas como campos nativos à bovinocultura com pastagens naturais (Viera & Piovesan, 2017). O método de controle cultural se baseia em práticas agronômicas que possam diminuir as populações da espécie indesejada, e o químico, método mais utilizado para o capim-annoni, se baseia no uso de produtos químicos, altamente tóxicos. Essa realidade se torna preocupante, pois a prática preponderante de controle químico tem resultado em perda da biodiversidade, contaminação ambiental, dependência de insumos químicos e promoção de espécies resistentes (Frescura et al., 2017; Vieira & Piovesan, 2017), além de possibilitar uma futura reinfestação da área pelo banco de sementes do solo (Gonçalves, 2014).

Na perspectiva de estratégias contemporâneas que dialogam com as etapas de transição agroecológica, as quais preveem processos de diminuição seguida de substituição de insumos, bem como, promoção do redesenho dos sistemas produtivos visando o controle natural de espécies indesejáveis, destacam-se os métodos ecológicos de controle. Dentre eles, o capim-annoni pode ser controlado a partir do manejo de um fator ecológico limitante, a sombra. De acordo com Twardowski (2019), o sombreamento é uma forma viável para controlar o capim-annoni. A utilização de sistemas silvipastoris, onde se associa uma elevada densidade de espécies arbóreas com pastejo contínuo, reduz a infestação da espécie, podendo controlá-la (Medeiros & Focht, 2007). Segundo Medeiros & Focht (2007), existem diversos métodos de controle ecológico de espécies invasoras, como sistemas de plantio diversificado, promovendo ambientes mais equilibrados, com a introdução de espécies nativas semeadas nas épocas adequadas, proporcionando ambientes com riqueza de espécies, o que tornaria a comunidade mais resistente ou menos suscetível a plantas invasoras.

Assim, ao entender que os métodos ecológicos poderão conduzir os agroecossistemas a caminhos mais auto suficientes e sustentáveis entende-se que a manutenção da biodiversidade é um elemento estruturador do sistema. Segundo Altieri & Nicholls (2010) a diversidade tem uma correlação positiva com estabilidade, ou seja, a capacidade de suportar perturbações e ainda, manter seus índices de produtividade. Sendo assim, uma das estratégias de controle de espécies exóticas invasoras é “imitar a natureza” e utilizar as substâncias naturais e filtros ecológicos ambientais para controle de espécies indesejadas (Altieri & Nicholls, 2010; Paleologos et al., 2017). Desta forma, é importante a procura de métodos alternativos sustentáveis, de base ecológica, a partir do estudo dos diferentes tipos de interações que ocorrem naturalmente no ambiente.

No sentido do controle natural de espécies dominantes, a ecologia de comunidades vegetais nos oferece subsídios à compreensão da existência de interações entre organismos onde há a liberação no ambiente de compostos que controlam a taxa de reprodução de uma determinada espécie. Tais compostos são denominados aleloquímicos, e o fenômeno derivativo é chamado de alelopatia. Nos ecossistemas a alelopatia tem o papel fundamental, regulando as dinâmicas de dominância, sucessão e formação de comunidades vegetais. Também é responsável por alterar a diversidade, densidade e desempenho de muitas espécies, sendo esta estratégia utilizada por plantas invasoras nas comunidades naturais (Sponchiado, 2019). Os efeitos alelopáticos tanto podem ser positivos às populações naturais, aumentando o número de indivíduos, quanto negativos, inibindo as estratégias reprodutivas, como por exemplo a taxa de germinação de sementes (Ferreira et al., 2008). Esses compostos são produzidos no metabolismo secundário das plantas como principal estratégia de defesa à organismos indesejáveis e, levando em conta esse potencial de regulação de populações de espécies indesejáveis, tais compostos têm sido extraídos de diversas plantas visando múltiplos tipos de usos. Assim, um dos produtos que vem se estabelecendo como processo inovativo são os óleos voláteis ou essenciais e seu subproduto, o hidrolato.

Tais produtos possuem diversas composições químicas e, de acordo com características particulares de cada planta, podem ser utilizados como fitodefensivos ou bioinsumos botânicos. Os óleos essenciais, por suas características de alta volatilidade e pouco rendimento na sua extração, torna a sua utilização na aplicação a campo pouco viável. Nesse sentido, a

nanotecnologia tem sido utilizada como estratégia, pois permite a liberação gradual e a proteção do princípio ativo, possibilitando a redução da quantidade de produto aplicado, facilitando sua utilização no campo (Peres, 2015). Estes bioinsumos, especialmente quando são elaborados a partir de espécies nativas, possuem vantagens em relação aos produtos sintéticos, pois, além de promover a conservação da biodiversidade local, é um produto natural que é rapidamente degradado e não gera resíduos tóxicos ao ambiente (Grillo et al., 2012).

A partir dessa problemática atual supramencionada, o objetivo deste trabalho foi avaliar a eficácia de bioinsumos produzidos a partir de duas plantas nativas do Pampa e uma exótica para o controle de germinação de sementes de capim-annoni (*E. plana*) em duas estações sazonais, visando analisar a interação alelopática.

2. Material e Métodos

2.1 Etapas do experimento

O presente estudo faz parte do projeto “Uso da biodiversidade do Pampa para produção de bioinsumos botânicos” do grupo de pesquisa Ecologia dos Saberes em Agroecossistemas do Bioma Pampa (Ecos do Pampa) da Universidade Estadual do Rio Grande do Sul (UERGS), cujo um dos financiadores é a Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul/FAPERGS. O experimento foi conduzido em duas estações sazonais, no outono e primavera, em regime de ambiente protegido no município de Santana do Livramento, RS. No outono o experimento foi realizado em ambiente com iluminação artificial composta por duas lâmpadas Led modelo LH-1779 com potência de 12 W e tipo de luz fria 6500k, e na primavera foi realizado em ambiente protegido com luz natural.

2.2 Coleta e beneficiamento da amostra

As cariopses maduras foram obtidas de espiguetas coletadas em fevereiro de 2021 em duas propriedades rurais do município de Santana do Livramento. A propriedade 1 é localizada na região denominada Cerro Chato nas coordenadas 30°47'31.07''S e 55°39'39.93''O e pode ser caracterizada como área aberta com alta incidência solar, sem a presença de componentes naturais com fins de barreira de ventos e com presença dominante do capim-annoni. A propriedade 2 se localiza na região denominada Marco do Lopes, nas coordenadas 30°49'59.94''S e 55°34'33.62''O, caracterizada por ter pouca incidência solar, situada em ambiente campo-floresta que atuava como barreira natural de ventos. Nesta segunda área a distribuição da população de capim-annoni se dava em manchas, dependendo da presença de maior ou menor incidência solar.

Para a coleta do material propagativo no campo foi realizado o método de caminhamento por meio de transectos imaginários e o ponto de colheita foi determinado quando 30% das sementes das espiguetas tinham caído naturalmente (Carmona et al., 1999). O material coletado foi seco à sombra, posteriormente processado manualmente visando a retirada das sementes das espiguetas (Carmona et al., 1999; Vieira & Piovesan, 2017). Após secas, as sementes das duas áreas foram misturadas e armazenadas em lugar refrigerado a 10±2°C (Bittencourt, 2017).

2.3 Condução de experimento

O ensaio de análise de germinação de sementes foi conduzido em delineamento casualizado, em esquema fatorial 4x3+1, com 4 bioinsumos (tratamentos) e 3 concentrações + tratamento controle, com quatro repetições. De acordo com as Regras para Análise de Sementes (Brasil, 2009), as unidades amostrais (UA) foram caixas tipo gerbox (11 x 11 cm) nas quais foram colocadas 100 sementes por UA, dispostas equidistantes, sobre papel germitest umedecido com 2 ml do tratamento correspondente. Os 4 tratamentos e respectivas concentrações foram: T1 - nanoemulsão de *Melaleuca alternifolia* (Maiden & Betche) Cheel (Nano MA) nas concentrações de 1%, 5% e 10% (v/v de água destilada); T2 - nanoemulsão de *Baccharis crispa* Spreng. (Nano BC) nas concentrações de 1%, 5% e 10% (v/v de água destilada); T3 - óleo essencial de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc.

(OE AG) nas concentrações de 0,1%, 0,2% e 0,5% (v/v de água destilada); T4 hidrolato de *A. gratissima* (HD AG) nas concentrações de 50%, 75% e 100% (v/v de água destilada) e a testemunha (Test) com água destilada. Os OE e hidrolatos foram produzidos no âmbito do projeto Sistemas agroflorestais inovativos: conservação do Pampa e produção de defensivos agrícolas com óleos essenciais, apoiado pelo PROBIC-UERGS e as nanoemulsões por empresa privada parceira do projeto.

As sementes foram colocadas sobre uma folha de papel @germitest cortada em 10,5 x 10,5 cm. O umedecimento das folhas de papel foi realizado quando da instalação do experimento e a cada momento que o avaliador verificou que o papel se encontrava ressecado. A reposição necessária dos bioinsumos, para evitar o ressecamento do substrato, foi realizada pelas paredes da caixa gerbox, evitando-se a pulverização direta e assim o deslocamento das sementes. Utilizando a indicação de Frescura et.al. (2017), o período de duração do experimento foi de 24 dias.

2.4 Análise do experimento

Durante o período de 24 dias dos experimentos foram registradas as seguintes variáveis: temperatura e o número de sementes germinadas. Considerou-se sementes germinadas aquelas com raiz primária e coleótilo com tamanho igual ou superior a dois milímetros. Foi calculado a percentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG) anotando-se diariamente, no mesmo horário, o número de sementes germinadas. Ao final do experimento a %G foi calculada pela fórmula: $\%G = (\sum ni \cdot N - 1) \cdot 100$, e, a partir do somatório do número de sementes germinadas por dia, dividido pelo respectivo número de dias contados a partir da sementeira, foi calculado o IVG, de acordo com a fórmula: $IVG = (G1 / N1) + (G2 / N2) + \dots + (Gn / Nn)$, onde "G" é o número de sementes germinadas e "N" é o número de dias da sementeira à 1a, 2a, ..., enésima avaliação (Maguire, 1962).

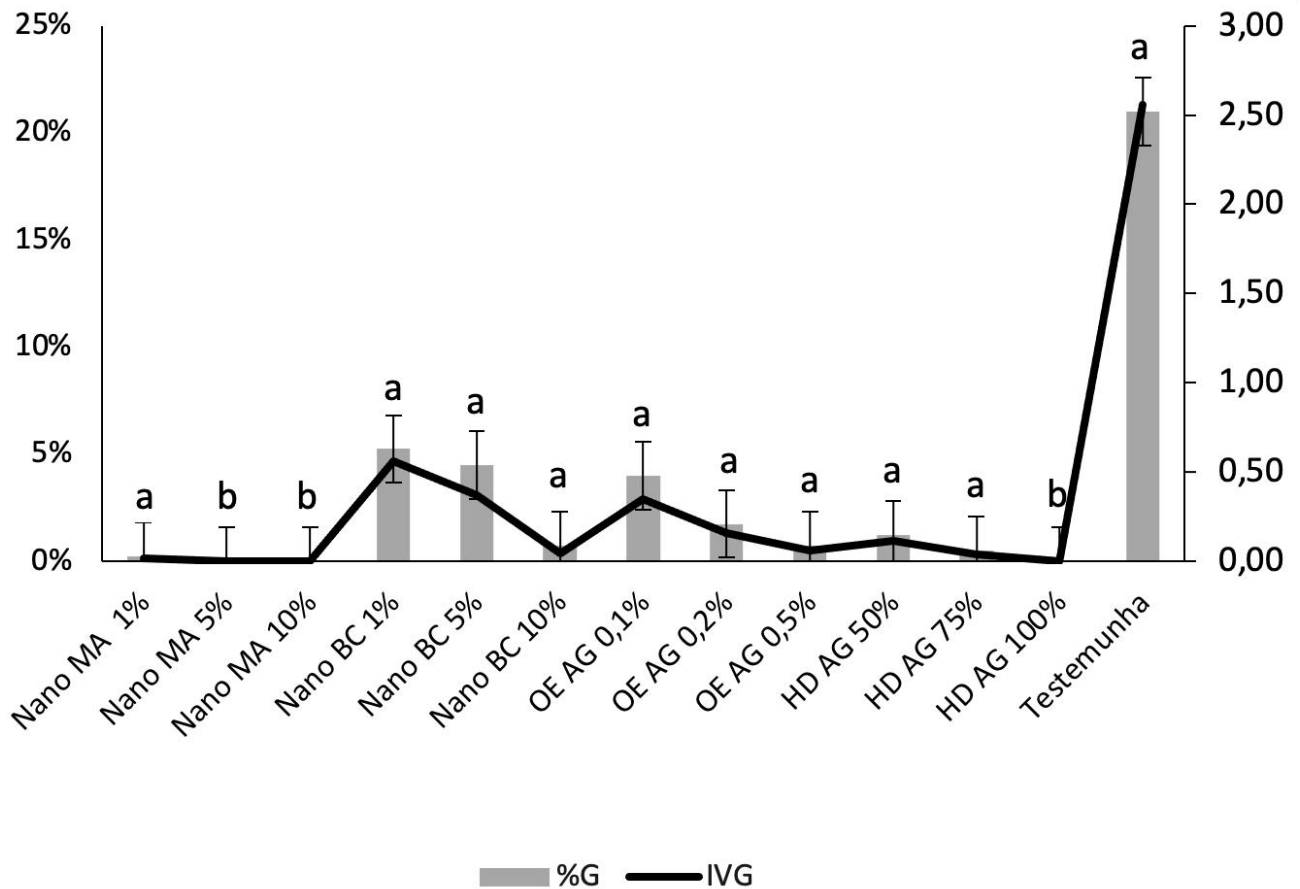
Para análise dos resultados utilizou-se a estatística não-paramétrica por meio do teste de Kruskal-Wallis e as médias por comparações múltiplas a 5 % de probabilidade.

3. Resultados e Discussão

A germinação se refere a uma série de processos fisiológicos complexos que começa quando a semente absorve água e culmina com a protrusão de uma das partes do embrião, como a radícula e o coleótilo dos envoltórios seminais (Vieira & Piovesan, 2017). Dentre os diferentes fatores bióticos e abióticos que podem interferir na germinação, a temperatura e a incidência solar podem ser consideradas como fatores limitantes (Borghetti & Ferreira, 2004). As espécies exóticas invasoras têm comportamento típico de pioneiras e o processo de competição característico de estrategistas "r". Nesse sentido, *E. plana* apresenta sementes diminutas e grande produção de sementes fotoblásticas positivas, corroborando que a luz e a temperatura são fatores limitantes na germinação da espécie (Bittencourt, 2017).

No presente trabalho, o registro das temperaturas diárias no período de 24 dias, resultou em máxima registrada de 18°C e mínima de 11°C no outono e 34°C e 22°C, respectivamente, na primavera. Bittencourt (2017), relata que temperaturas inferiores a 30°C diminuíram a %G e o IVG de *E. plana*, e que em temperaturas de 15°C foi observado que as sementes quiescentes atingiam 90%, diminuindo esta porcentagem de quiescência de forma progressiva até a temperatura de 40°C. O mesmo autor destaca ainda, que a presença de luz exerce uma influência positiva na germinação do capim-annoni, com respostas 10% superiores na germinação em comparação com sementes mantidas no escuro. Nos resultados obtidos neste trabalho observou-se que a %G e o IVG, tanto na testemunha quanto nos diferentes tratamentos (Gráfico 1), foram diferenciados nos dois períodos de avaliação, outono e primavera (Gráfico 2). Essa diferença pode ser direcionada às diferentes condições de temperatura e luminosidade utilizadas no experimento, que, como destacado acima, as máximas registradas no outono foram de 18°C enquanto que na primavera foi de 34°C. Convém destacar que, mesmo a máxima de primavera esteve abaixo de 35°C, ótimo para a germinação da espécie conforme destaca Bittencourt (2017).

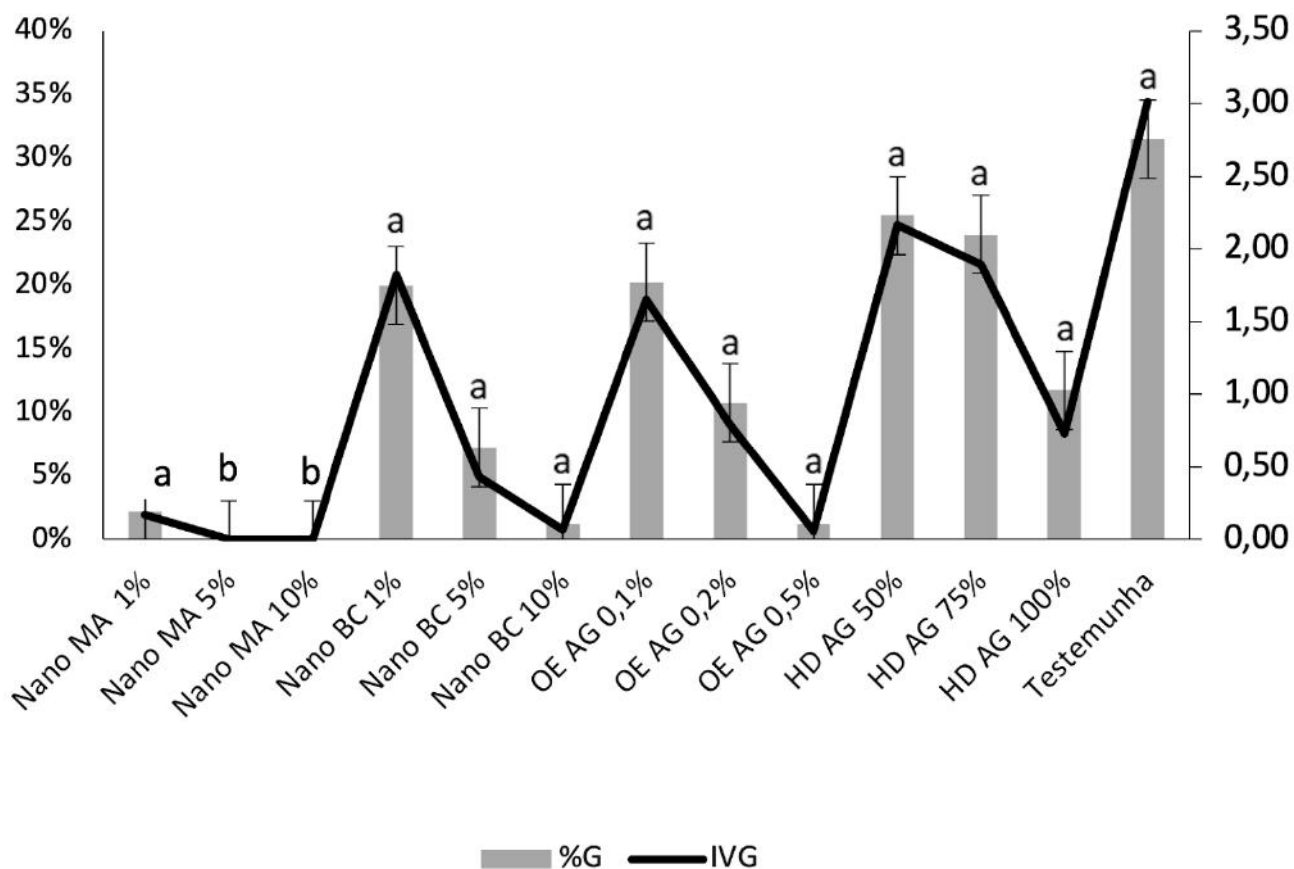
Gráfico 1 - Porcentagem de germinação (%G) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG)* no outono



* %G no eixo da esquerda e IVG a direita. Fonte: Autores (2022).

Conforme apresentado no gráfico 1, no período do outono pode-se observar que as porcentagens de germinação em geral foram baixas, onde o tratamento controle (testemunha) obteve 21% de germinação e nos diferentes tratamentos foram valores inferiores a 5% de germinação. Estes valores podem estar associados ao estado de quiescência das sementes devido às baixas temperaturas. Por este motivo, aparentemente todos os tratamentos e concentrações, apresentam boa eficiência na inibição da germinação, porém devemos considerar que as sementes não se encontravam no seu maior potencial de germinação pelo fator limitante da temperatura, podendo relacionar a baixa germinação não somente a aplicação do bioinsumo e sim a relação entre a ação do bioinsumo e a temperatura. Por outra parte, na etapa realizada na primavera (Gráfico 2), obteve-se resultados diferentes em alguns tratamentos, demonstrando a eficiência de determinados produtos e suas concentrações, quando as condições de germinação são mais próximas do ótimo para a espécie.

Gráfico 2 - Porcentagem de germinação (%G) e Índice de Velocidade de Germinação (IVG)* na primavera.



* %G no eixo da esquerda e IVG a direita. Fonte: Autores (2022).

A porcentagem de germinação da etapa realizada na primavera (gráfico 2) demonstra melhor a expressão dos tratamentos aplicados à inibição de germinação com relação ao tratamento controle (testemunha). Assim, os resultados da primavera apresentaram respostas distintas do que no inverno, uma vez que a máxima de temperatura registrada durante o período foi mais próxima do valor ótimo para a germinação da espécie em estudo. No entanto, mesmo com melhores resultados de germinação, os resultados apresentados neste trabalho estão abaixo dos dados de 85% apresentados por Gonçalves (2014). No entanto, Vieira & Piovesan (2017) também registraram uma baixa taxa de germinação (30%) e atribuíram esse resultado a falta de duas práticas de beneficiamento: a seleção e a escarificação das sementes. Um indicador utilizado de vigor das sementes é o IVG pois avalia o número de sementes germinadas em relação ao tempo (Borghetti & Ferreira, 2004). No presente estudo, no outono o IVG apresentou valores extremamente baixos, onde os tratamentos resultaram em valores de IVG inferiores a 0,56 e a testemunha um valor de 2,55. Assim, corroborando com as inferências apresentadas a partir dos resultados do %G no outono e comparando com os valores de IVG 13,57 e %G de 85% apresentados por Gonçalves (2014), acredita-se que as sementes de capim-annoni, ao serem expostas a temperaturas muito baixas, não puderam expressar seu vigor.

Segundo Bittencourt (2017), o índice de velocidade de germinação em experimentos realizados com capim-annoni se vê afetado pela temperatura, obtendo com 15°C os menores valores de IVG e com 35°C os maiores, afirmando que quanto menor a temperatura em que as sementes se encontrem, maior será o tempo para as mesmas germinarem. Esta diferença dos valores de IVG anteriormente mencionada em relação a diferença de temperatura foram obtidos quando examinados os resultados dos Gráficos 1 e 2. Os maiores IVG foram registrados na primavera onde as temperaturas eram maiores e os menores valores na primeira etapa no outono com temperaturas inferiores a 15°C. Da mesma forma que a %G, apesar da temperatura de primavera

ter sido mais próxima do ótimo ao capim-annoni, no presente estudo, o valor do IVG da testemunha foi de 3, sendo um resultado baixo quando comparado com Gonçalves (2014) que registrou um IVG de 13.

Os dados de germinação observados após a análise pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade seguido de médias comparadas, demonstrou que no outono os tratamentos de Nano MA 5% e 10% e o HD AG 100% obtiveram um $p < 0,044$, portanto significativo quando comparado a testemunha. Já na primavera somente os tratamentos de Nano MA 5% e 10% apresentaram $p < 0,036$, quando comparados a testemunha, contudo o Nano BC 5% e 10% e o OE AG 0,5% obtiveram valores muito próximos a 5%. Assim, a partir dos resultados estatísticos das duas etapas do experimento, infere-se que com uma dose mínima de 5% de Nano MA é possível inibir 100% da germinação de capim-annoni.

4. Conclusões

O presente resultado tem sua relevância no sentido de ser representativo quanto a descrição da dinâmica de germinação de uma importante espécie invasora dentro das condições naturais da região da Campanha Gaúcha. Ressalta-se a importância de que, em futuros estudos, sejam considerados os seguintes aspectos: separação dos lotes amostrais de acordo com as condições de luminosidade dos locais de coleta, realização de testes de ponto de maturação e uso de métodos de escarificação das sementes. Além disso, é importante a análise das interferências alelopáticas dos bioinsumos utilizados na dinâmica de germinação das populações de espécies nativas.

Com relação aos resultados, apesar de um dos tratamentos, o Nano MA 5%, ter apresentado a maior eficácia, convém destacar que os valores de significância do Nano BC 5% e 10%, OE AG 0,5% e do HD AG 100% são promissores. Sendo assim, o presente trabalho demonstra que a utilização de bioinsumos botânicos é um método viável para o controle da germinação do capim-annoni. Os resultados obtidos até o momento sobre os efeitos alelopáticos dos bioinsumos botânicos avaliados foram os esperados e demonstram um panorama promissor tanto no controle da espécie, como na substituição de produtos químicos por produtos orgânicos. Ainda, na perspectiva dos processos de transição agroecológica, o qual inicia com a substituição de insumos químicos por biológicos nos agroecossistemas, o presente estudo estimula novos estudos com plantas nativas e a promoção de inovação a partir de produtos naturais baseados na conservação pelo uso da diversidade botânica.

Referências

- Altieri, M. A.; & Nicholls, C. (2010). *Diseños agroecológicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas*. (1a ed. 83p.) Medellín, Colombia: Sociedade Científica Latinoamericana de Agroecologia. https://multiversidad.es/wordpress/wp-content/uploads/2015/11/Disenos-Agroecologicos-para-incrementar-las-poblaciones-de-insectos-beneficos_.pdf
- Barcelos, G. P.; & Bonetti, L. P. (2019). Considerações sobre o Capim Annoni: uma planta invasiva no Rio Grande do Sul (revisão). *Ciência & Tecnologia*, Cruz Alta, 3(1), 52– 65. <https://revistaeletronica.unicruz.edu.br/index.php/cientec/article/view/108/48>
- Bittencourt, H. V. H. (2017). *Ecologia da germinação e potencial alelopático de capim-annoni-2 (Eragrostis plana Nees)* [Tese Doutorado, Universidade Tecnológica Federal do Paraná]. Repositório Institucional da UTFPR. <https://repositorio.utfpr.edu.br/jspui/handle/1/2379>
- Borghetti, F.; & Ferreira, A. G. (2004). Interpretação de Resultados de Germinação In A. G. Ferreira, F. Borghetti, *Germinação: do básico ao aplicado* (pp. 205-222). Porto Alegre. Artmed. <https://www.researchgate.net/publication/303817677>
- Brasil. (2009) Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. Regras para análise de sementes – Brasília, DF: Mapa/ACS. 399 p. https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/arquivos-publicacoes-insumos/2946_regras_analise__sementes.pdf
- Brasil (2013). Portaria Sema n.º 79, de 31 de outubro de 2013. Reconhece a lista de espécies exóticas invasoras do Estado do Rio Grande do Sul e demais classificações, estabelece normas de controle e dá outras providências. Diário Oficial. Secretaria do meio ambiente. Porto Alegre, RS. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=261368>
- Carmona, R.; Romero M. C.; & Fávero, A. P. (1999). Características de sementes de gramíneas nativas do Cerrado. *Pesq. agropec. bras.* 34(6), 1066-1074. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X199900060001>

- Cicconet, N. (2017). *Mapeamento das áreas de ocorrência de infestação do Eragrostis plana Nees (capimannoni) com sensoriamento remoto: estudo de caso em Santana do Livramento/RS/Brasil*. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria]. Repositório digital da UFSM. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/13534>
- Ferreira, N. R.; Medeiros, R. B.; & Soares, G. L. G. (2008). Potencial alelopático do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana Nees*) na germinação de sementes de gramíneas perenes estivas. *Revista Brasileira de Sementes*, 30(2), 43-50. <https://doi.org/10.1590/S0101-31222008000200006>
- Frescura, V. D. S.; Freitas, J. M. B.; Kuhn, A. W.; Tedesco, M.; Silva, A. C. F.; Perez, N. B.; & Tedesco, S. B. (2017). Germinação, emergência e crescimento de plântulas de *Eragrostis plana Nees* sob efeito de extratos de *Luehea divaricata* Martius. *Pesq. Agrop. Gaúcha*, Porto Alegre, 23(1/2), 1-19. <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1104543/1/PAGcontrolealelopatia.pdf>
- Gonçalves, C. E. P. (2014). *Allelopathy of Carqueja (Baccharis trimera Less) and action of fungi in tough lovegrass*. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria]. Repositório digital da UFSM. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/4884?show=full>
- González, J. D. M. (2017). *Análise da suscetibilidade à invasão do capim-annoni-2 sobre áreas do bioma Pampa do município de Aceguá-RS*. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul]. Repositório Digital da UFRGS. <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/170412>
- Grillo, R.; Souza, P.; Rosa, A. H.; & Fraceto, L.; F. (2012). Nanopartículas poliméricas como sistemas de liberação para herbicidas. In: GRAEFF, C. (Org.). *Nanotecnologia: ciência e engenharia*. 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 3, 83-124. (Coleção PROPe Digital - UNESP).
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2017). Censo Agropecuário 2017. Características dos estabelecimentos. Rio Grande do Sul. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/rs/pesquisa/24/0>
- Lisboa, C. A. V.; Medeiros, R. B.; Azevedo, E. B.; Patino, H. O.; Carlotto, S. B.; & Garcia, R. P. A. (2009). Poder germinativo de sementes de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana Nees*) recuperadas em fezes de bovinos. *Revista Brasileira de Zootecnia*, 38(3), 405-410. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300001>
- Maguire, J. D. (1962). Speed of Germination-Aid. In Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor. *Crop Science*, 2(2), 176-177. <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x>
- Medeiros, R. B., & Focht, T. (2007). Invasão, prevenção, controle e utilização do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana Nees*) no Rio Grande do Sul, Brasil. *Pesquisa Agropecuária Gaúcha*, 13(1/2), 105-114. <http://revistapag.agricultura.rs.gov.br/ojs/index.php/revistapag/article/view/259>
- Paleologos, M. F., Iermanó, M. J., Blandi, M. L., & Sarandón, S. J. (2017). Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. *Redes*, 22(2), 92-115. <https://online.unisc.br/seer/index.php/redes/article/view/9346>
- Peres, M. C. (2015). *Nanoencapsulamento do óleo essencial das folhas e frutos de Xylopia aromatica Lamm. e sua atividade frente a oviposição de Bemisia tabaci (Genn.) (Hemiptera: Aleroydidae) biótipo b*. [Dissertação Mestrado, Instituto Federal Goiano]. Repositório IF Goiano. <https://repositorio.ifgoiano.edu.br/handle/prefix/61>
- Sponchiado, D. (2019). *Estudo alelopático e fitoquímico de Eragrostis lugens Nees (POACEAE)*. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal de Santa Maria]. Repositório digital da UFSM. <https://repositorio.ufsm.br/handle/1/18680>
- Twardowski, T. S. (2019). *Controle cultura de capim-annoni (Eragrostis plana Nees) em pastagem de braquiária brizanta [Urochloa brizantha (Hochst. ex A. Rich.)]*. [Dissertação Mestrado, Universidade Federal do Paraná]. Acervo Digital da UFPR. <https://acervodigital.ufpr.br/handle/1884/63430>
- Vieira, V. B.; & Piovesan, N. (2017). *Biotechnologia: aplicação tecnológica nas ciências agrárias e ambientais, ciência dos alimentos e saúde*. (eBook, 232p). Atena. <https://sistema.atenaeditora.com.br/catalogo/ebook/biotechnologia-aplicacao-tecnologica-nas-ciencias-agrarias-e-ambientais-ciencia-dos-alimentos-e-saude>