

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIDADE SANTANA DO LIVRAMENTO
BACHARELADO EM AGRONOMIA**

RENAN DE PALLEJA BETTEGA

**CONTROLE DA GERMINAÇÃO DE CAPIM ANNONI (*Eragrostis plana* Nees):
inovação com bioinsumos botânicos**

SANTANA DO LIVRAMENTO

2022

RENAN DE PALLEJA BETTEGA

**CONTROLE DA GERMINAÇÃO DE CAPIM ANNONI (*Eragrostis plana* Nees):
inovação com bioinsumos botânicos**

Trabalho de Conclusão de Curso (TCC)
apresentado como requisito parcial de
obtenção do título de Bacharel em Agronomia
na Universidade Estadual do Rio Grande do
Sul.

Orientadora: Prof.^a Dra. Adriana Carla Dias
Trevisan

SANTANA DO LIVRAMENTO

2022

Catálogo de Publicação na Fonte

B565c Bettega, Renan de Palleja.

Controle da germinação de capimannoni (*Eragrostis plana* Nees): inovação com bioinsumos botânicos. / Renan de Palleja Bettega. – Santana do Livramento, 2022.

41 f.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Adriana Carla Dias Trevisan.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) – Universidade Estadual do Rio Grande do Sul, Curso de Bacharelado em Agronomia, Unidade em Santana do Livramento, 2022.

1. Espécies invasoras. 2. Controle. 3. Bioinsumos. 4. Capimannoni. 5. Transição agroecológica. 6. Pampa. I. Trevisan, Adriana Carla Dias. II. Título.

RENAN DE PALLEJA BETTEGA

**CONTROLE DA GERMINAÇÃO DE CAPIM ANNONI (*Eragrostis plana* Nees):
inovação com bioinsumos botânicos**

Trabalho de conclusão de curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Agronomia na Universidade Estadual do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a Dra. Adriana Carla Dias Trevisan

Aprovado em: 01/07/2022

BANCA EXAMINADORA

Prof^a Dra. Adriana Carla Dias Trevisan

Prof. Dr. Cláudio Becker

Prof. Dr. Benjamin Dias Osório Filho

**“No podemos resolver problemas
pensando de la misma manera
que cuando los creamos”**

Albert Einstein

RESUMO

O capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) é uma espécie de gramínea exótica originária da África do Sul, trazida em 1950 para o Brasil. Hoje em dia a espécie ocupa aproximadamente 10% do território do Bioma Pampa, e é considerada uma planta invasora em vários países. Os ecossistemas naturais do Rio Grande do Sul associados ao Bioma Pampa têm sofrido com a invasão de populações de capim-annoni devido à expansão da fronteira agrícola e pecuária, que disponibiliza nichos vazios ao seu estabelecimento. As áreas que se encontram mais suscetíveis a essa gramínea são as degradadas por sobrepastejo e agricultura intensiva. Isso ocorre por sua ampla capacidade de se estabelecer em uma ampla variedade de condições ambientais, sendo difícil sua erradicação, acarretando na perda de biodiversidade que impacta o valor forrageiro dos campos do Pampa. Na natureza existem interações entre organismos a partir da liberação de compostos químicos no ambiente, podendo um organismo influenciar o outro de forma prejudicial ou benéfica, essa influência é denominada alelopatia. A partir dessa problemática atual supramencionada, o objetivo deste estudo é avaliar a eficácia de bioinsumos botânicos produzidos a partir de duas plantas nativas (*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. e *Baccharis. crispa* Spreng.) do Pampa e uma exótica (*Melaleuca angustifolia* Cheel) para o controle de germinação de sementes de capim-annoni em duas estações sazonais. Para isso, foram utilizadas diferentes concentrações de nanoemulsões de *M. alternifolia* e *B. crispa*, óleo essencial e hidrolato de *A. gratissima*. As sementes utilizadas no experimento foram coletadas no município de Santana do Livramento e o experimento foi realizado em duas etapas, no outono e na primavera. 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 percentagem de germinação (%G) e o índice de velocidade de germinação (IVG). Os bioinsumos utilizados com suas correspondentes concentrações interferiram em parte na %G e no IVG. A partir do teste de Kruskal-Wallis seguido de post hoc de Dun com $p < 0,05\%$, houveram 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 até o momento dos efeitos alelopáticos dos bioinsumos botânicos, demonstram um panorama promissor tanto no controle da espécie como na substituição de produtos químicos por produtos naturais visando processos de transição agroecológica.

Palavras-chave: Espécies invasoras; Controle; Bioinsumos; Capim-annoni; Transição agroecológica; Pampa.

RESUMEN

El capin-annoni (*Eragrostis plana* Nees) es una especie de gramínea exótica originaria de Sudafrica, traída en 1950 para Brasil. Hoy en día la especie ocupa aproximadamente 10% del territorio del Bioma Pampa, y es considerada una planta invasora en varios países. Los ecosistemas naturales de Rio Grande del Sur, asociados al Bioma Pampa, han sufrido con la invasión de poblaciones de capin-annoni, debido a la expansión de la frontera agrícola y ganadera, que disponibiliza nichos vacíos para su establecimiento. Las áreas que se encuentran más susceptibles a esta gramínea, son las degradadas por superpastoreo y agricultura intensiva. Esto ocurre por su amplia capacidad de establecerse en una amplia variedad de condiciones ambientales, siendo difícil su erradicación, trayendo pérdida de biodiversidad que impacta el valor forrajero de los campos del Pampa. En la naturaleza existen interacciones entre organismos a partir de la liberación de compuestos químicos en el ambiente, pudiendo un organismo influenciar a otro de forma perjudicial o benéfica; esa influencia es denominada alelopatía. A partir de la problemática actual mencionada, el objetivo de este trabajo es evaluar la eficiencia de bioinsumos botánicos producidos a partir de dos plantas nativas del Pampa (*Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. y *Baccharis. crispa* Spreng.), y una exótica (*Melaleuca angustifolia* Cheel) para el control de la germinación de semillas de capin-annoni en dos estaciones del año. Para esto, fueron utilizadas diferentes concentraciones de nanoemulsiones de *M. alternifolia* y *B. crispa*, aceite esencial e hidrolato de *A. gratissima*. Las semillas utilizadas, fueron recolectadas en el municipio de Santana do Livramento y el experimento fue idealizado a ser realizado en dos etapas, en el otoño y en la primavera. 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 de germinación (%G) y el índice de velocidad de germinación (IVG). Los tratamientos de bioinsumos utilizados con sus correspondientes concentraciones, interfirieron en parte en el %G y en el IVG. A partir del test de Kruskal-Wallis seguido de post hoc de Dun con $p < 0,05\%$, hubo 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 hasta el momento de los efectos alelopáticos de los bioinsumos botánicos, demuestran un panorama promisor tanto en el control de la especie como en la sustitución de productos químicos por productos orgánicos.

Palabras-clave: Especies invasoras; Control; Bioinsumos; Capin-annoni; Transición agroecológica; Pampa.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Barreiras na invasão biológica

Figura 2. Estruturas reprodutivas de *Eragrostis plana*

Figura 3. Propriedade invadida com capimannoni

Figura 4. Registros de ocorrência de *Eragrostis plana* na América do Sul

Figura 5. Levantamento da distribuição de *Eragrostis plana* no Uruguai em 2017

Figura 6. Áreas de coletas de sementes

Figura 7. Detalhes do experimento com *Eragrostis plana*

LISTA DE GRÁFICOS

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

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

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação em 2 épocas do ano e diferentes bioinsumos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	10
2	OBJETIVOS	12
2.1	OBJETIVO GERAL	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS	12
3	REFERENCIAL TEÓRICO	13
3.1	AGROECOLOGIA E ESPÉCIES INDESEJADAS	13
3.2	INVASÃO BIOLÓGICA	14
3.3	ESPÉCIES BOTÂNICAS INVASORAS	15
3.4	CAPIM ANNONI	16
	<i>3.4.1 Características botânicas e ecológicas</i>	<i>16</i>
	<i>3.4.2 O caminho da invasão</i>	<i>19</i>
	<i>3.4.3 Métodos de Controle</i>	<i>21</i>
3.5	ALELOPATIA	23
3.6	BIOINSUMOS DE PRODUTOS NATURAIS	24
3.7	ESPÉCIES BOTÂNICAS UTILIZADAS COMO BIOINSUMOS	25
4	MATERIAL E MÉTODOS	27
4.1	ETAPAS DO EXPERIMENTO	27
4.2	COLETA E BENEFICIAMENTO DA AMOSTRA	27
4.3	CONDUÇÃO DE EXPERIMENTO	28
4.4	ANÁLISE DO EXPERIMENTO	30
5	RESULTADO E DISCUSSÕES	31
6	CONCLUSÕES	35
7	REFERÊNCIAS	37

1 INTRODUÇÃO

O ambiente natural sofre mudanças constantes a partir da intervenção antrópica visando adequar o ambiente aos objetivos produtivos, porém, estas mudanças na maioria das vezes não se manifestam como desejado, gerando distúrbios nos ecossistemas naturais e nos agroecossistemas. A compreensão destas mudanças, normalmente carecem de entendimentos sobre a complexidade intrínseca das dinâmicas de funcionamento dos sistemas biológicos que, a partir da ação antrópica, pode desencadear ações positivas ou negativas em cascata (CICCONET *et al.*, 2015). Uma das respostas relacionadas aos impactos da ação antrópica na paisagem é a entrada ao 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. Nas pastagens do sul do Brasil se destaca o capim-annoni (*Eragrostis plana* Nees) como uma das principais plantas invasoras (TWARDOWSKI, 2019). Hoje em dia acredita-se que esta espécie ocupa uma área superior a um milhão de hectares, aproximadamente 10% do território do Bioma Pampa, considerada uma planta invasora em vários países, incluindo Uruguai e Argentina (BARCELOS; BONETTI, 2019).

Os ecossistemas naturais do Rio Grande do Sul - RS associados ao Bioma Pampa têm sofrido com a invasão das populações de capim-annoni, pela redução da frequência e riqueza de espécies nativas devido a expansão da fronteira agrícola e pecuária, que disponibiliza nichos vazios ao seu estabelecimento (GONZÁLEZ, 2017). Existem vários fatores que contribuem para a disseminação e estabelecimento da espécie, tal como a grande produção de diminutas sementes estocadas em bancos de sementes que podem permanecer viáveis por mais de vinte anos no solo. Segundo Medeiros (2007), o capim-annoni se torna dominante na comunidade dando a parecer um aspecto de “monocultura”, e destaca que o melhor método para o controlar é a prevenção.

Existem métodos de base ecológica que se baseiam na utilização de um fator limitante que são utilizados para o controle do capim-annoni tais como o sombreamento nos sistemas silvopastoris e a diversificação de espécies com introdução de espécies nativas, proporcionando ambientes mais resistentes à invasão e maior regulação ecológica. Porém, atualmente, os métodos de controle mais utilizados para o capim-annoni se baseiam no controle cultural e, principalmente, no controle químico, com produtos altamente tóxicos. Essa realidade se torna preocupante, pois essas práticas resultam em perda da biodiversidade, contaminação ambiental, dependência de insumos químicos e promoção de espécies

resistentes (FRESCURA *et al.*, 2017; VIERA; PIOVESAN, 2017). Neste sentido, é importante a procura de métodos alternativos sustentáveis, 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 alelopátia. 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 bioinsumos botânicos. 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 (PERES, 2015).

A partir dessa problemática atual supramencionada, o objetivo deste trabalho foi testar diferentes bioinsumos produzidos de plantas nativas e exóticas visando analisar a interação alelopática na germinação do capim-annoni.

2 OBJETIVOS

2.1 OBJETIVO GERAL

- 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 (*Eragrostis plana* Ness) em duas estações sazonais.

2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Avaliar o efeito de óleo essencial de *Aloysia gratissima* (Gillies & Hook.) Tronc. nas concentrações de 0,1%, 0,2% e 0,5% (v/v de água destilada) na germinação de *E. plana*;
- Avaliar o efeito de nanoencapsulado de *Melaleuca alternifolia* Glees e de *Baccharis crispa* Spreng nas concentrações de 1%, 5% e 10% na germinação de *E. plana*;
- Avaliar o efeito do hidrolato de *A. gratissima* nas concentrações de 50%, 75% e 100% na germinação de *E. plana*;
- Avaliar o índice de velocidade de germinação e porcentagem de germinação em duas estações do ano (outono/primavera) sobre o efeito dos bioinsumos.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 AGROECOLOGIA E ESPÉCIES INDESEJADAS

A Agroecologia é considerada um novo paradigma à Ciências Agrárias, visando a procura de conhecimentos capazes de promover a sustentabilidade dos agroecossistemas, sendo que um dos maiores desafios é a diminuição ou eliminação total do uso de agrotóxicos (PALEOLOGOS *et al.*, 2017) passos iniciais da transição agroecológica. Sob o ponto de vista dos arranjos produtivos de base agroecológica, a sustentabilidade se consegue a partir de mudanças no desenho e manejo dos agroecossistemas, a partir do aumento da biodiversidade, manejo da dinâmica sucessional e consequentes processos de autorregulação, maximizando as interações positivas e minimizando as negativas (ALTIERI; NICHOLLS, 2010). Para compreender a complexidade do funcionamento das interações e processos que ocorrem, deve-se aplicar um enfoque sistêmico e observar o sistema como um todo, uma unidade (PALEOLOGOS *et al.*, 2017; SIQUEIRA *et al.*, 2021).

A sucessão ecológica é um processo importante no entendimento da dinâmica das espécies presentes em sistemas agrícolas e pecuários. Ocorre após um distúrbio ou perturbação de uma comunidade biológica e direciona o conjunto vegetacional a ser estabelecido no local perturbado. Neste processo, quanto maior é o regime de perturbação menor é a diversidade estabelecida e maior a abundância de poucas espécies, fato que tem acarretado uma série de problemas agrônômicos. As primeiras espécies em se estabelecer nas áreas onde ocorreu uma perturbação, são as denominadas “r”, ou seja, espécies pioneiras, que ocupam esses nichos vazios por sua capacidade de utilizar rapidamente a disponibilidade de recursos como nutrientes e luz, e focar seu metabolismo no rápido crescimento e na reprodução. Dentro desse grupo se encontram muitas plantas indesejadas, como o capim-annoni. Seguindo o processo de sucessão, quando os recursos se tornam escassos é quando entram as espécies mais especialistas, capazes de competir com outras espécies pelos recursos disponíveis, este grupo são denominadas estrategistas “K”, podendo no processo sucessional substituir as estrategistas “r” mais generalistas (PALEOLOGOS *et al.*, 2017). Os desequilíbrios ecológicos gerados pelos distúrbios recorrentes das ações inadequadas de manejo têm trazido uma série de problemas aos ecossistemas e às atividades agropecuárias (ALTIERI; NICHOLLS, 2010; SIQUEIRA *et al.*, 2021). A homogeneização da paisagem e rápida expansão da fronteira agrícola com monoculturas tem dado lugar ao estabelecimento de áreas vulneráveis onde inúmeras espécies de plantas pioneiras têm se tornado mais resistentes e difíceis de controlar, se especializando na colonização de grandes extensões de

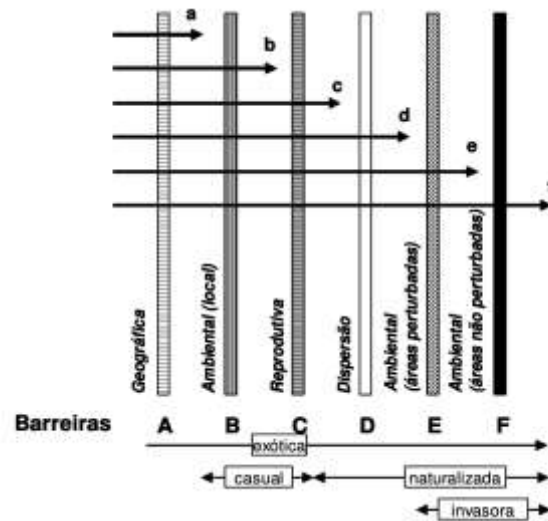
áreas. Do ponto de vista sistêmico, dentro das práticas agroecológicas o termo “planta daninha” é inadequado pelo motivo que toda planta tem uma função e um papel fundamental nos processos ecológicos (SIQUEIRA *et al.*, 2021). Assim, o termo “planta espontânea” tem sido mais utilizado para espécies, quer sejam nativas ou exóticas, que se originam em áreas de cultivo, trazendo prejuízos de forma direta ou indireta. Nesse sentido, as plantas espontâneas refletem o estado de deterioração dos solos a partir da expressão florística.

3.2 INVASÃO BIOLÓGICA

Dentre as principais causas da perda de biodiversidade e diversos efeitos sinérgicos negativos aos ecossistemas e agroecossistemas está a invasão biológica (ESTRATÉGIA NACIONAL PARA ESPÉCIES EXÓTICAS INVASORAS, 2018). A invasão biológica é uma série de processos que leva uma espécie exótica a se estabelecer e colonizar novos habitats trazendo consigo uma série de desequilíbrios ecológicos como perda de diversidade biológica nativa. O processo de invasão de uma espécie exótica é um resultado da interação entre a estratégia competitiva da espécie e o grau de perturbação do local em questão. Petenon (2006), relata o esforço que uma planta exótica necessita para ultrapassar um conjunto de barreiras para se tornar uma espécie invasora em um novo habitat (Figura 1). Nesse sentido, a ação antrópica exerce o papel fundamental nesse processo de invasão, por meio da introdução da espécie, e a geração de ambientes propícios (áreas perturbadas) e mais susceptíveis às características competitivas dessa nova espécie.

Este processo de invasão começa com a introdução da planta exótica ou propágulo da mesma, por meio da ação antrópica direta ou indireta a um novo habitat, ultrapassando a primeira barreira natural que é a geografia. Das espécies que chegam a novos habitat somente uma parte delas conseguirá se adaptar às novas condições ambientais e se naturalizaram, convivendo com as espécies nativas, porém uma ínfima parte dessas plantas naturalizadas por suas características de adaptação, capacidade competitiva em relação às nativas, grande disseminação e elevado número de propágulos, terá êxito na invasão do novo ambiente e se disseminar a novos habitats (PETENON, 2006).

Figura 1. Barreiras na invasão biológica



Fonte:(PETENON, 2006)

3.3 ESPÉCIES BOTÂNICAS INVASORAS

As plantas invasoras estão formadas por espécies exóticas que possuem características que as tornam altamente competitivas em relação às espécies nativas. Esta vantagem em relação às nativas, se dá por sua capacidade de adaptação e dispersão no ambiente, também possuem uma taxa elevada de crescimento e reprodução, gerando números elevados de sementes. Estas espécies exóticas que invadem os ecossistemas naturais, são consideradas uma das principais ameaças a perda de biodiversidade vegetal, além de causarem prejuízos econômicos às áreas de agricultura e pecuária. A globalização facilitou a disseminação de diferentes espécies exóticas por meio dos diferentes meios de locomoção (GONÇALVES, 2014).

Algumas das razões pelas quais as espécies exóticas invadem, são pela quantidade de nichos vazios que se encontram nessas áreas, originários geralmente de distúrbios antrópicos na tentativa de homogeneizar o ambiente, também pelo mau manejo das áreas com pastejo intensivo ou seletivo. Esses nichos vazios apresentam uma característica fundamental para o estabelecimento dessas espécies, e essa característica é a existência de recursos não utilizados como água e nutrientes (SILVEIRA, 2020).

As características dos sistemas produtivos do território gaúcho baseados principalmente na pecuária e agricultura, tem estabelecido uma grande área de nichos vazios propícios a entrada e estabelecimento de diferentes espécies invasoras. Segundo a publicação no diário oficial realizada pela Secretaria do Meio Ambiente no ano 2013, o RS apresenta 127

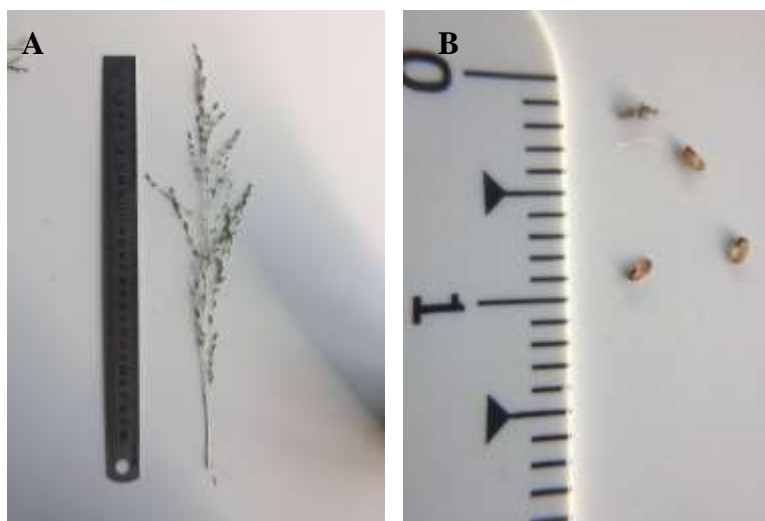
espécies invasoras. Dentre essas, o capim-annoni se encontra entre as três espécies mais ameaçadoras no que se refere a geração de perda de biodiversidade, deslocando e substituindo espécies nativas, alterando as paisagens e os ambientes, e a sua vez, gerando impactos negativos nos ciclos ecológicos.

3.4 CAPIM ANNONI

3.4.1 *Características botânicas e ecológicas*

O capim-annoni (*E. plana*) é uma gramínea C4, perene, estival, exótica originária da África do Sul (BITTENCOURT, 2017). Pertence à família botânica Poaceae e à subfamília Eragrostoidea. Na época de floração pode alcançar um metro de altura, seu hábito é cespitoso, apresentando colmos eretos e agrupados que formam densas touceiras com um grande número de perfilhos. O sistema radicular é fasciculado, grosso, profundo e bem desenvolvido. Apresenta folhas estreitas e fibrosas (VIERA; PIOVESAN, 2017). A inflorescência se caracteriza por ser uma panícula (Figura 2) ereta e aberta com aproximadamente 50 cm de altura, suas espiguetas plurifloras produzem um elevado número de antécios férteis (GONÇALVES, 2014). Barcelos; Bonetti (2019) estimaram que um único indivíduo pode gerar aproximadamente 10.000 sementes e que as cariopses, produzidas em grandes quantidades, são pequenas e leves (peso médio de mil sementes 0,21g), de cor castanha e com 1 a 1,5 mm de comprimento, por 0,4 a 0,7 mm de largura, características que ajudam a sua fácil propagação.

Figura 2. Estruturas reprodutivas de *Eragrostis plana*



A= Panícula, B= Sementes Fonte: TREVISAN, A.C.D.

No sul do Brasil, o capim-annoni se comporta como espécie perene de ciclo estival com um prolongado período de floração-sementação (BARCELOS, BONETTI, 2019). Seu crescimento é pujante durante o período de verão, se sobressaindo na competição com nativas nos períodos recorrentes de seca. Assim, o verão é o seu ápice vegetativo onde também é registrado seu florescimento e início do período de produção de sementes (REIS, 1993). Suas sementes diminutas são produzidas de outubro a abril em grande quantidade e tem como principal estratégia de dispersão natural a anemocoria (ABICHEQUER *et al.*, 2009). Ainda, as sementes de capim-annoni têm alta capacidade de dormência, podendo permanecer viáveis por mais de 20 anos no banco de sementes do solo, o que possibilita contínuas reinfestações (BITTENCOURT, 2017). No inverno, devido às condições climáticas do sul do Brasil, apresenta um estágio vegetativo no ápice do seu declínio, ou seja, no seu estágio fenológico mais avançado, momento que ocorre a sementação (CICCONET; MARIA, 2017). O mesmo autor destaca que há indícios que *E. plana* tem adquirido resistência a geadas, fato que pode mudar a compreensão da fenologia da espécie.

Como espécie exótica invasora, para além de sua estratégia natural e eficiente de dispersão, é ainda facilmente levada pelos cursos de água, pássaros, colados aos pêlos e cascos dos animais, rodas de automóveis e maquinários agrícolas e junto aos lotes de sementes de outras espécies (GONZÁLEZ, 2017). As áreas que se encontram mais suscetíveis a essa gramínea são as degradadas por sobrepastejo e agricultura intensiva, especialmente aquelas que usam práticas agrícolas de solo descoberto. Isso ocorre por ser uma espécie rústica e colonizadora, tendo a capacidade de se estabelecer em uma ampla variedade de condições ambientais, sendo difícil sua erradicação, trazendo perda de biodiversidade e consigo a degradação de áreas abertas, como é o caso dos campos nativos do Bioma Pampa (GONZÁLEZ, 2017; MEDEIROS; FOCHT, 2007).

Aliado aos fatores apresentados, outras estratégias competitivas do capim-annoni a se destacar é seu sistema fotossintético e desenvolvimento radicular. Conforme mencionado anteriormente o capim-annoni é do tipo C4 o que lhe proporciona uma elevada assimilação de carbono, baixas perdas de água e redução da fotorrespiração, sendo estas características fundamentais para seu rápido crescimento nas pastagens sulinas (TWARDOWSKI, 2019). Outra característica é sua capacidade competitiva em relação ao crescimento do campo nativo, vantagem que pode estar determinada por seu desenvolvimento radicular profundo que proporciona acesso a água e nutrientes (ABICHEQUER *et al.*, 2009; FERREIRA *et al.*, 2008;

MEDEIROS; FOCHT, 2007). Segundo Twardowski (2019), o capim-annoni em relação ao campo nativo, tem maior capacidade de absorção dos elementos minerais em baixa concentração na solução do solo, característica evolutiva, desenvolvida por ser originária de uma região com solos mais intemperizados e pobres das savanas de África do Sul, sendo o Sul do Brasil um lugar propício para sua colonização, pela disponibilidade de recursos. Além de sua capacidade de suportar o pastejo e pisoteio, o utiliza a seu favor para a disseminação (BARCELOS; BONETTI, 2019; GONÇALVES, 2014).

É uma espécie que, ecologicamente, é considerada uma estrategista “r” que necessariamente ocupa áreas abertas com alta incidência solar. Assim, conforme visto, esse grupo de espécies tem alta capacidade de se estabelecer rapidamente em nichos vazios em resposta a dinâmicas de distúrbios, tanto naturais como antrópicos, também com uma elevada produção de sementes. Faz parte de um grupo de espécies de alto potencial de invasão, e, sendo assim, quando uma população se estabelece é de difícil erradicação do local (PALEOLOGOS *et al.*, 2017). Segundo Focht (2008), esta espécie apesar de ser considerada uma estrategista “r” apresenta características de uma “k” pelo motivo de apresentar características como elevada habilidade competitiva e longevidade.

Tendo em vista as características ecológicas apresentadas, destaca-se ainda que a expansão contínua do capim-annoni no RS tem fortalecido o processo de seleção negativa do arranjo florístico nativo, que, de acordo com Medeiros e Focht (2007), possui cerca de cento cinquenta espécies de Fabaceae e quatrocentas espécies de Poaceae forrageiras. Assim, o território gaúcho com um rebanho de cerca de onze milhões e meio de cabeças em quase oito milhões de hectares de pastagens naturais (IBGE 2017), tem sustentado uma produção pecuária em declínio devido à redução de oferta de forrageiras nativas, pela contínua expansão do capim-annoni. Ainda, no contexto dos vetores de entrada do capim-annoni associados ao manejo, outro ponto a considerar é que os rebanhos atuais servem como vetores ao estabelecimento da espécie por meio do excesso de carga e consequente sobrepastoreio e pela disseminação 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.

As fontes de disseminação são os lugares onde a invasora pode ser encontrada, e se não tomadas as medidas preventivas pode ocorrer a infestação de outras áreas. Sendo assim, as principais vias de disseminação são as rodovias e ferrovias, estradas rurais, corredores, estradas dentro das propriedades, porteiras, lugares onde ocorrem concentrações de animais como mangueiras, dormitórios e locais de feiras (BARCELOS; BONETTI, 2019; RÍOS,

2007). Ainda, percebe-se que as margens de rodovias têm se transformado em um nicho perfeito para o estabelecimento e via de distribuição da espécie, por ser um ambiente diferenciado por suas características geradas pelos distúrbios antrópicos como a perda da bioestrutura, mudanças da fertilidade e compactação do solo. Estes distúrbios provocam mudanças na estrutura das diferentes comunidades, gerando perda de heterogeneidade e deixando nichos vazios para o estabelecimento de espécies invasoras, podendo estes lugares se transformar em fontes de disseminação (FERREIRA; MEDEIROS; FAVRETO, 2008).

Figura 3. Propriedade invadida com capimannoni



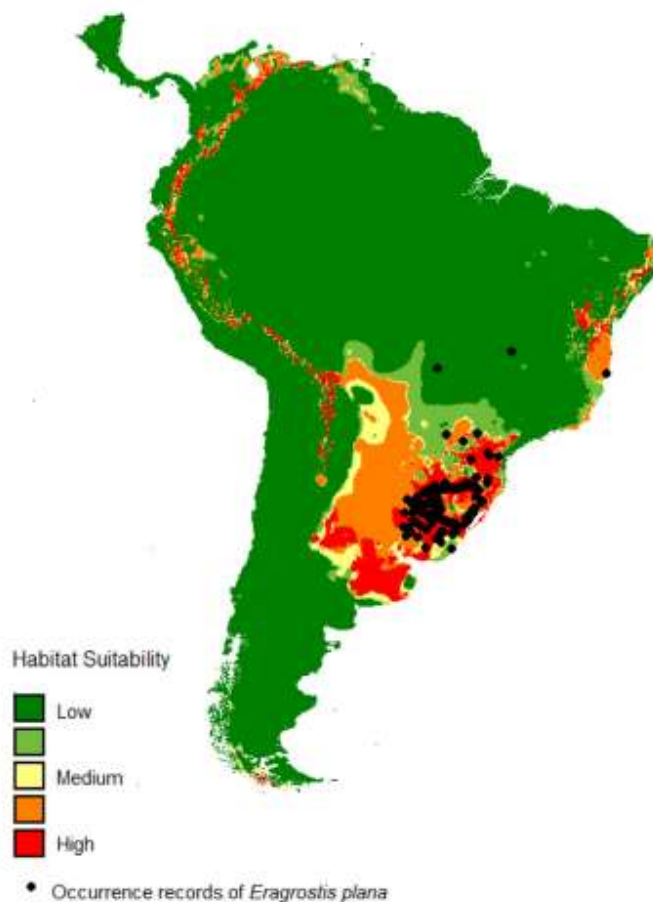
Fonte: autor

3.4.2 *O caminho da invasão*

Originária do continente Africano, mais especificamente da África do Sul, é considerada hoje em dia uma espécie botânica invasora em diversas regiões do mundo como em países da América do Sul e América do Norte, Nova Zelândia, Austrália e Ásia (BARCELOS; BONETTI, 2019). No Brasil, foi trazida acidentalmente por volta de 1950 ao estado de RS em lotes de sementes de Capim Rhodes (*Chloris gayana*) (VIERA; PIOVESAN, 2017). Nessa época os campos do Planalto Médio do RS já enfrentavam dificuldades para controlar o avanço de outra espécie invasora de baixo valor forrageiro, a *Aristida spp.*, e, como alternativa de controle e oferecimento de forragem, foi introduzido o capim-annoni (MGAP, 2017).

Em 1970, suas sementes foram multiplicadas e comercializadas pelo Grupo Rural Annoni, nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina e Paraná, com o intuito de difundir a como planta forrageira, até que, em 1979 foi comprovada sua agressividade e baixo valor nutritivo, sendo proibida sua comercialização e transporte (VIERA; PIOVESAN, 2017). Após a colonização da espécie no território gaúcho houve ampla disseminação a diferentes estados, e em outros países da América do Sul, como Uruguai e Argentina, como se pode observar na Figura (4) (BARBOSA, *et al.*, 2013).

Figura 4. Registros de ocorrência de *Eragrostis plana* na América do Sul

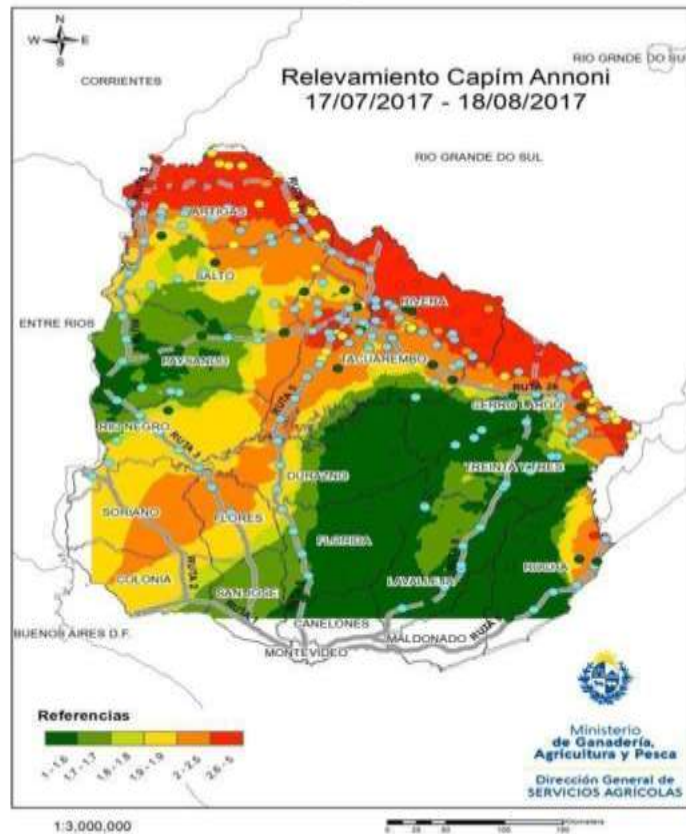


Fonte: Adaptado de (Barbosa *et al.*, 2013)

O caminho da invasão na região de fronteira entre Brasil e Uruguai pode ser observado com clareza na Figura (5) onde o verde significa baixa distribuição e o vermelho alta incidência de capim-annoni. A barreira geográfica foi facilmente transposta em função dos mais de mil quilômetros de áreas limítrofes da fronteira seca existente entre o Brasil e o Uruguai e rapidamente tem se estabelecido na porção central do Uruguai, vencendo as outras barreiras de invasão. Segundo Rios (2007) essa situação está associada ao trânsito de veículos

entre os países, e também ao maquinário agrícola principalmente da área arrozeira, permitindo o estabelecimento da espécie nos acostamentos, campos degradados por sobrepastoreio e posteriormente se disseminando ao resto do país.

Figura 5. Levantamento da distribuição de *Eragrostis plana* no Uruguai em 2017.



Fonte: (MGAP; DGSA, 2017). Áreas verde com baixa distribuição ao vermelho

Como já destacado, os animais apresentam rejeição pela espécie o que favorece sua propagação e permanência na propriedade. Em função do seu potencial invasor, se utilizam diferentes estratégias para a erradicação do mesmo nas propriedades onde o capim-annoni se encontra em focos incipientes quanto em infestação generalizada (RÍOS, 2007). Assim, por suas características de se disseminar e colonizar novas áreas é de suma importância conhecer os diferentes métodos de controle da mesma, o grau de invasão da área, e com isso estabelecer estratégias preventivas, para evitar que ingresse e colonize novos espaços.

3.4.3 Métodos de Controle

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, a conservação da biodiversidade, especialmente das áreas campestres utilizadas como campos nativos à bovinocultura com pastagens naturais (VIERA; PIOVESAN, 2017). De qualquer forma, a seguir são apresentados os principais modos de controle atualmente utilizados.

O controle químico tem sido indicado como uma forma efetiva de eliminar o capim-annoni, com indicação tanto às áreas com elevada infestação quanto àquelas com populações menores, não sendo recomendado em lugares destinados à criação animal (GONZÁLEZ, 2017). Segundo Perez (2010) o controle do capim-annoni, pode ser realizado por meio da utilização de um aplicador seletivo de herbicida desenvolvido pela Embrapa Pecuária Sul, chamado Campo Limpo®, onde é utilizado um herbicida sistêmico não seletivo (geralmente utilizado o *glyphosate*). A utilização do equipamento para a aplicação do herbicida se baseia na diferença de altura entre as plantas indesejáveis que ficam mais altas por serem pouco palatáveis pelos animais e as plantas forrageiras desejadas que ficam mais rentes ao solo por serem mais consumidas.

Desta forma, segundo o autor anteriormente citado, o herbicida por meio dos aplicadores entra em contato somente com as espécies indesejáveis, mantendo a pastagem nativa livre dos químicos. Assim, para obter os resultados propalados pela utilização do equipamento deve-se preparar previamente a área, gerando assim uma diferença de altura suficiente entre as forrageiras de interesse e as espécies indesejáveis onde o agrotóxico entrará em contato. Essa diferença de altura se consegue aumentando temporariamente a lotação animal, assim consequentemente baixará o dossel das forrageiras de interesse pelo consumo mais intensivo (TWARDOWSKI, 2019).

Outra estratégia utilizada é o controle cultural, o qual se realiza sucessões de culturas como por exemplo soja (*Glycine max* [L.]) na estação quente e aveia preta (*Avena strigosa* Schreb) na estação fria, também acompanhado do uso de herbicidas (TWARDOWSKI, 2019). Porém, segundo Ríos (2007), as medidas culturais a curto prazo não são efetivas pelo motivo que não evitam futuras reinfestações pelas sementes, devendo tomar medidas a longo prazo com a introdução de espécies forrageiras permanentes possibilitando a recuperação do campo. Assim, na perspectiva do manejo do solo, a utilização de rotação de culturas anuais seguida de implantação de forrageiras, é um método não adequado do ponto de vista que elimina as pastagens naturais, reduzindo a riqueza de espécies, 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 á 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 assim 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. Na perspectiva de uso de substâncias naturais, destaca-se o entendimento dos efeitos interativos que fazem emergir o fenômeno da alelopatia (ALTIERI; NICHOLLS, 2010; PALEOLOGOS *et al.*, 2017).

3.5 ALELOPATIA

A alelopatia é o termo utilizado para caracterizar as interações que ocorrem entre planta-planta, planta-microrganismo e microrganismo-planta, por meio da liberação de biomoléculas existentes nos mesmos (FERREIRA *et al.*, 2008). Estas interações podem ter efeitos prejudiciais e/ou benéficos a depender dos processos evolutivos em comunidades ecológicas (SPONCHIADO, 2019). Estes efeitos gerados pela liberação de aleloquímicos pelas plantas, podem reduzir ou estimular o crescimento de outras plantas já estabelecidas no lugar. Em consonância com Sponchiado (2019), os aleloquímicos são produzidos no metabolismo secundário e podem afetar e interferir em diversas partes e funcionamentos das plantas receptoras como na fotossíntese, respiração, atividades enzimáticas, mecanismos hormonais, estruturas citológicas, nas membranas e sua permeabilidade, relações hídricas, absorção de nutrientes entre outras.

Estas biomoléculas podem ser encontradas em diversas partes da planta durante seu ciclo de vida e em diferentes concentrações (CECCHIN *et al.*, 2017). Dentre os compostos produzidos no metabolismo secundário (também chamados compostos ou metabólitos secundários) se encontram os óleos essenciais, taninos, resinas, terpenos, alcalóides, flavonóides, princípios amargos entre outros. Os metabólitos secundários não são essenciais para o metabolismo primário da planta, tendo sua função principal atuar na proteção da mesma contra patógenos, pragas e na competição com outras plantas (GONÇALVES, 2014). A ação sobre as plantas pode ocorrer de forma direta ou indireta, ou seja, diretamente quando os aleloquímicos afetam o metabolismo da planta por meio da ligação na membrana da planta receptora ou penetração nas células e indiretamente quando essas substâncias alteram outros fatores que influenciam na planta, como populações e/ou atividade microbiana, propriedades do solo, disponibilidade nutricional (SPONCHIADO, 2019).

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). Pode-se dizer que todas as plantas produzem compostos alelopáticos no seu metabolismo secundário, porém varia a composição, quantidade e qualidade. A quantidade produzida de substâncias com potencial alelopático, depende de diferentes fatores genéticos, ambientais, bióticos e abióticos bem como sua estrutura química e concentração depende do tipo de espécie, tecido e parte da planta (BITTENCOURT, 2017).

3.6 BIOINSUMOS DE PRODUTOS NATURAIS

Os óleos essenciais (OE) são uma mistura de compostos líquidos extremamente voláteis, que podem conter até trezentas substâncias químicas provenientes do metabolismo secundário (RUIZ, 2017). Apresentam características particulares de cada planta como a composição química e os aromas específicos. Os OE podem se encontrar em diferentes quantidades e concentrações, dependendo da parte da planta, da espécie e das condições dos fatores ambientais (RUIZ, 2017)

Atualmente já existe uma demanda de utilização humana dos OE. Para isso, existem processos de extração e os mais comuns são por solventes ou arraste a vapor utilizando-se diferentes partes da planta. O arraste a vapor é um sistema de extração de OE que em regra geral utiliza material vegetal fresco, recém coletado, que, cortado em fragmentos menores é colocado em uma câmara com água onde após aquecimento o vapor de água passa pelo

material vegetal e carrega as moléculas de OE, e por condensação, separa a fração aquosa e oleosa (MARTÍNEZ, 2001). Neste processo de extração do OE, há a geração de um subproduto chamado hidrolato, que é a fração aquosa da extração, ou seja, água com traços de OE. Segundo Ruiz (2017), o hidrolato, dependendo de que planta é originário, possui diversas utilidades como aromatizantes, estética e limpeza, também podendo ser utilizado como insumo fitossanitário, tendo diversas propriedades como repelente de insetos, fungicidas e herbicidas.

Os OE 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 proteção do princípio ativo, possibilitando a redução da quantidade de produto aplicado. As nanoestruturas tornaram possível a união das biomoléculas com as nanopartículas, sendo de grande importância na indústria agroquímica, permitindo o nanoencapsulamento dos princípios ativos dos óleos essenciais, facilitando sua utilização no campo (PERES, 2015). Os nanoencapsulados naturais apresentam características que os tornam estratégias benéficas às práticas de base ecológica, por serem biodegradáveis, liberando gradualmente o princípio ativo, podendo assim prolongar o tempo de ação do produto, o que possibilita a redução da utilização de agrotóxicos, além de não deixar resíduos no ambiente o que o torna adequado do ponto de vista da sustentabilidade (PERES, 2015). Segundo Grillo (2012), a utilização de nanopartículas pode revolucionar o mercado global e a agricultura tornando-a mais sustentável, reduzindo o uso de insumos na agricultura, e gerando menores impactos ambientais e na saúde humana.

3.7 ESPÉCIES BOTÂNICAS UTILIZADAS COMO BIOINSUMOS

A Melaleuca (*M. alternifolia*) também conhecida como “tea tree”, “árvore de chá”, é uma espécie da família botânica Myrtaceae, originária da Austrália e ilhas do Oceano Índico, encontrando-se distribuída em regiões subtropicais (VIEIRA *et al.*, 2004). Atualmente é uma espécie muito utilizada em vários tipos de indústria, tanto na medicina como na agrícola, pelas inúmeras propriedades de seu óleo essencial. É extraído principalmente das folhas da planta e seu óleo essencial está constituído por mais de 97 compostos, sendo um dos principais constituintes o terpinen-4-ol (CASTELO *et al.*, 2013).

A carqueja (*B. crispera*) é uma espécie nativa de América do Sul, da família Asteraceae. É bem conhecida por ser usualmente utilizada na medicina popular e espécie indesejada nos campos nativos. É uma planta rica em metabólitos secundários com potencial alelopático,

onde se podem encontrar diversas substâncias como flavonoides, taninos, curmarinas entre outras (CÚNEO; MAZZELLA; PEREIRA, 2012). Segundo Gonçalves (2014), *B. crista* apresenta efeitos alelopáticos sobre outras espécies, reduzindo a velocidade de germinação e inibindo a germinação, tendo a espécie em questão potencial no controle de plantas indesejadas.

O Garupá (*A. gratissima*) também conhecida como Alfazema-do-Brasil, Erva-Santa, é uma espécie nativa do sul do Brasil, da família Verbenaceae (CARDOSO, 2005) e também considerada indesejada pelos pecuaristas. Além de ser considerada uma planta ornamental por sua florística, é utilizada na medicina popular como chá das suas folhas, por suas propriedades sedativas, antidepressivas, digestivas, antioxidantes, antiespasmódica entre outros usos. No óleo essencial da planta podem se encontrar mais de 70 constituintes, onde se podem encontrar cauranos, ácidos fenólicos, flavonoides, sesquiterpenos, feniletanóides, que se comportam como princípios ativos à diversos usos (SCHREINER, 2019; DOS SANTOS, 2007).

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 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), cujo um dos financiadores é a Fundação de Amparo à Pesquisa do Rio Grande do Sul/FAPERGS. Em função do período de pandemia que impossibilitou a entrada nos laboratórios da UERGS, o experimento foi conduzido em duas estações sazonais, no outono (05/06/2021) e primavera (07/11/2021), em regime de ambiente protegido no município de Santana do Livramento, RS. No outono o experimento foi realizado em ambiente protegido 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.

4.2 COLETA E BENEFICIAMENTO DA AMOSTRA

As cariopses maduras foram obtidas das espiguetas coletadas em fevereiro de 2021 na região rural de Santana do Livramento em duas propriedades do município. A área 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 área 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 e pela presença de mata nativa que atuava como barreira natural de ventos. Nesta área a distribuição da população de capim-annoni se dava em manchas de acordo com a maior ou menor incidência solar.

Figura 6. Áreas de coletas de sementes.



Para coleta do material propagativo no campo foi realizado o método de caminhamento por meio de transectos imaginários, visando a melhor amostragem das áreas selecionadas (CARMONA; ROMERO MARTINS; FÁVERO, 1999). O ponto de colheita foi determinado quando 30 % das sementes das espiguetas tinham caído naturalmente (CARMONA; ROMERO MARTINS; FÁVERO, 1999). O material coletado foi seco à sombra, posteriormente processado manualmente visando a retirada das sementes das espiguetas (CARMONA; ROMERO MARTINS; FÁVERO, 1999; VIERA; PIOVESAN, 2017). O material genético da área 1 e 2 foram misturados e armazenados em lugar refrigerado 10 ± 2 °C, sendo utilizados como população amostrada (BITTENCOURT *et al.*, 2017).

4.3 CONDUÇÃO DE EXPERIMENTO

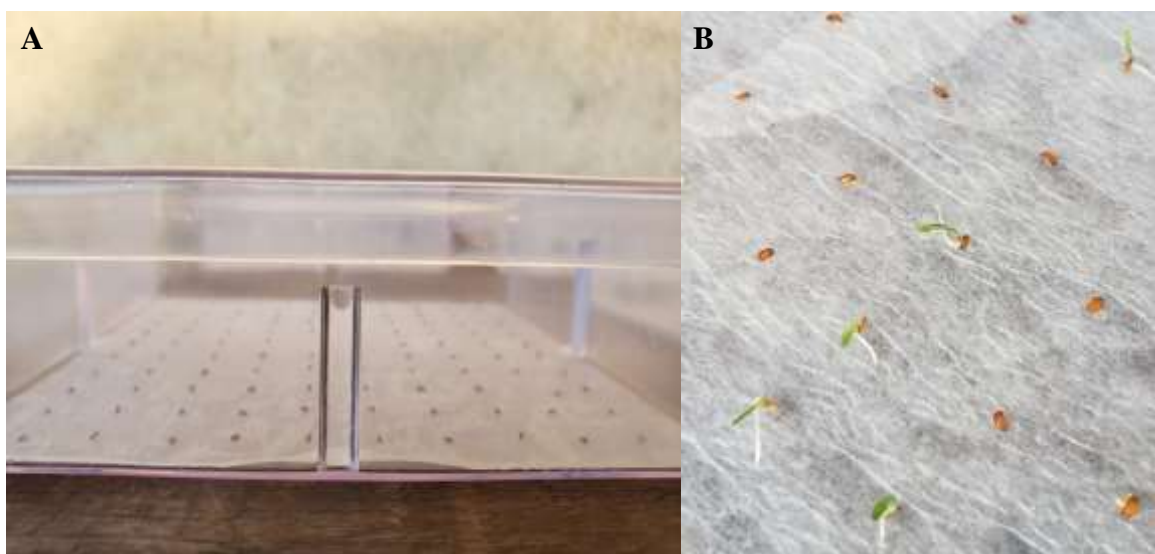
O ensaio de análise de germinação de sementes foi conduzido em delineamento casualizado, em esquema fatorial $4 \times 3 + 1$, com 4 bioinsumos (tratamentos) e 3 concentrações + tratamento controle, com quatro repetições. De acordo com as Regras para Análise de Sementes (RAS, 2009), as unidades amostrais (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, sendo estes papéis umedecidos cada vez que os mesmos se encontrassem ressecados.

Os 4 tratamentos e respectivas concentrações foram: T1 - nanoemulsão de *M. alternifolia* (Nano MA) nas concentrações de 1%, 5% e 10% (v/v de água destilada); T2 - nanoencapsulado de *B. crispa* (Nano BC) nas concentrações de 1%, 5% e 10% (v/v de água destilada); T3 - óleo essencial de *A. gratíssima* (OE AG) nas concentrações de 0,1%, 0,2% e 0,5% (v/v de água destilada); T4 hidrolato de *A. gratíssima* (HD AG) nas concentrações de 50%, 75% e 100% (v/v de água destilada) e a testemunha (Test) com água destilada (MALDANER *et al.*, 2020) . 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 verifica que o papel se encontrava ressecado. A reposição necessária de água, para evitar o ressecamento do substrato, foi realizada pelas paredes da caixa gerbox, evitando-se a pulverização direta e assim o deslocamento das sementes. Durante o período de 24 dias (FRESCURA *et al.*, 2017) dos experimentos foram registrados dados de temperatura a partir de dois termômetros de mercúrio.

Figura 7. Detalhes do experimento com *Eragrostis plana*



A= Gerbox com papel germitest e distribuição das sementes, B =Sementes germinadas *E.plana*

4.4 ANÁLISE DO EXPERIMENTO

No decorrer do experimento foi avaliado diariamente, durante 24 dias, a temperatura e o número de sementes germinadas. Consideraram-se sementes germinadas aquelas com raiz primária ou 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 plântulas germinadas. Ao final do experimento a %G foi calculada pela fórmula: $\%G = (\sum ni / N) \cdot 100$, 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.

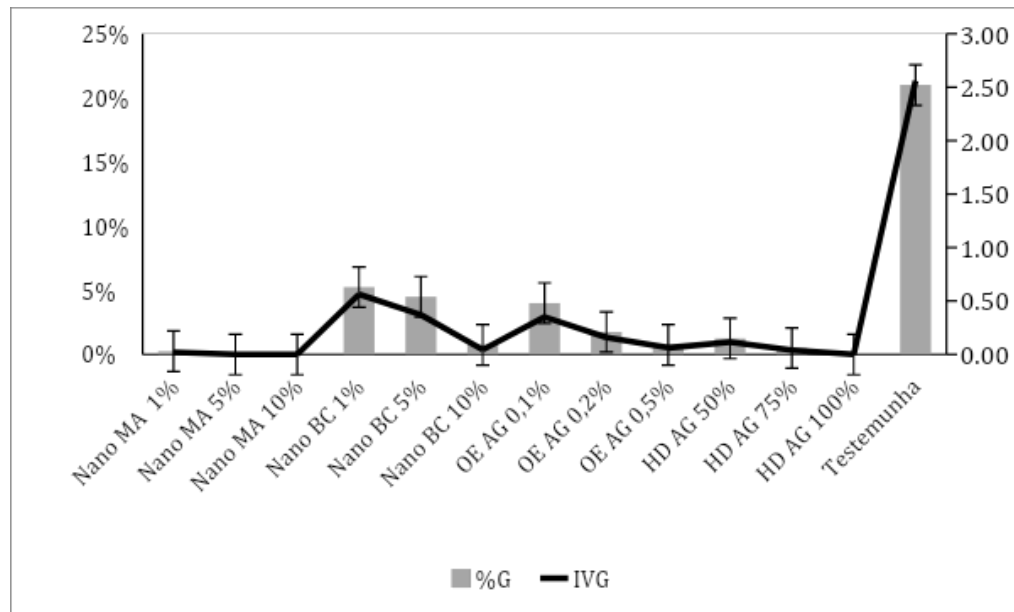
5 RESULTADO E DISCUSSÕES

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 ou o coleóptilo dos envoltórios seminais (VIERA; 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, 2019). As espécies exóticas invasoras têm comportamento típico de pioneiras e estratégias de competição característica 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 do capim-annoni (BITTENCOURT, 2017).

O registro das temperaturas diárias no decorrer do experimento das duas etapas, outono e primavera no período de 24 dias resultou em máxima registrada de 18°C e a mínima de 11°C no outono, 34 °C e 22 °C, respectivamente, na primavera. Bittencourt (2017), relata que temperaturas inferiores a 30°C diminuíram a germinação da espécie, onde com temperaturas de 15°C observou que as sementes quiescentes atingiam o 90%, diminuindo esta porcentagem de quiescência de forma progressiva até a temperatura de 40°C. Também relaciona a temperatura com os resultados do IVG, obtendo os resultados mais baixos aos 15°C, e os maiores no que seria a temperatura ótima de 35°C. Também relata que a luz exerce uma influência positiva na germinação do capim-annoni, com respostas de 10% superiores na germinação em comparação com sementes mantidas no escuro.

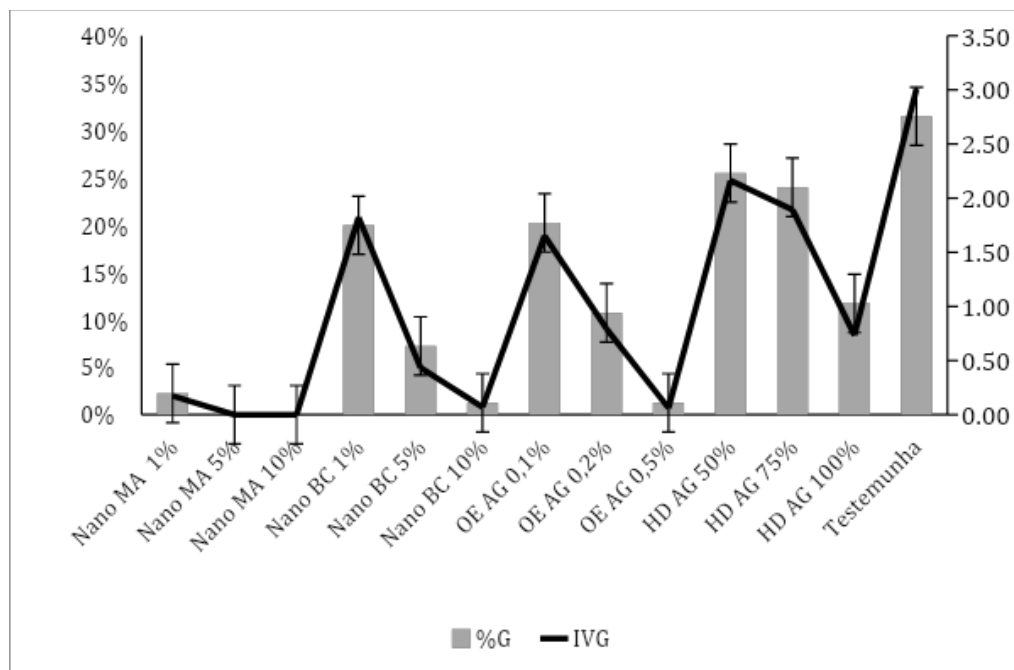
Nos resultados obtidos neste trabalho observou-se que as porcentagens de germinação (%G) e índice de velocidade de germinação (IVG) tanto na testemunha quanto nos diferentes tratamentos (Gráfico 1) foram diferenciados no outono e primavera (Gráfico 2). Essa diferença pode ser direcionada às diferentes 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



Fonte: autor

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



Fonte: autor

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 a que a maioria das sementes encontravam-se em quiescência 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, 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.

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). Pode-se afirmar nesta etapa do experimento, os resultados apresentam a tendência de eficiência dos tratamentos e concentrações utilizados, uma vez que a máxima de temperatura registrada durante o período foi mais próxima do valor ótimo para a germinação do capim-annoni, encontrando-se as sementes no seu maior vigor germinativo, por não ocorrerem fatores limitantes. No entanto, mesmo com melhores resultados de germinação, os resultados apresentados neste trabalho estão abaixo dos dados de 85% apresentados por Gonçalves (2014). Nesse sentido, segundo Viera (2017) esta baixa porcentagem de germinação, também obtida em outro trabalho com resultados próximos aos 30%, discute que esse resultado pode estar relacionado ao motivo de não ter sido realizada a seleção das sementes, nem aplicado tratamento de escarificação nas mesmas.

No aspecto do vigor das sementes, o IVG, ao avaliar o número de sementes germinadas em relação ao tempo, é um indicador de vigor das sementes utilizadas (BORGHETTI; FERREIRA, 2019). 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% na testemunha apresentada 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 à 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 aos 15°C. Apesar de na primavera a máxima de temperatura registrada 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 outro trabalho com valor de 13 (GONÇALVES, 2014).

Quadro 1: Porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação em 2 épocas do ano e diferentes bioinsumos

Tratamento	Outono		Primavera	
	%G	IVG	%G	IVG
Nano MA 1%	0,25 a	0,2 a	2,25 a	0,17 a
Nano MA 5%	0 b	0 b	0 b	0 b
Nano MA 10%	0 b	0 b	0 b	0 b
Nano BC 1%	5,25 a	0,56 a	20 a	1,82 a
Nano BC 5%	4,5 a	0,37 a	7,25 a	0,43 a
Nano BC 10%	0,75 a	0,04 a	1,25 a	0,07 a
OE AG 0,1%	4 a	0,35 a	20,25 a	1,65 a
OE AG 0,2%	1,75 a	0,16 a	10,75 a	0,79 a
OE AG 0,5%	0,75 a	0,06 a	1,25 a	0,06 a
HD AG 50%	1,25 a	0,11 a	25,5 a	2,16 a
HD AG 75%	0,5 a	0,04 a	24 a	1,89 a
HD AG 100%	0 b	0 b	11,75 a	0,73 a
Testemunha	21 a	2,54 a	31,5 a	3,01 a

Médias seguidas por letras minúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de comparação múltipla não paramétrica em 5% de probabilidade. Fonte: Autor

Os dados de germinação podem ser observados no Quadro 1, e, após a análise pelo teste não paramétrico de Kruskal-Wallis a 5% de probabilidade seguido de médias comparadas, 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. Assim, a partir dos resultados estatísticos das duas etapas do experimento (Quadro 1), infere-se que com uma dose mínima de 5% de Nano MA é possível inibir 100% da germinação de capim-annoni.

6 CONCLUSÕES

As conclusões do presente estudo podem ser direcionadas sob duas abordagens: a primeira diz respeito às relações estabelecidas entre os aspectos ecológicos e as condições experimentais do presente estudo e a segunda se refere aos instrumentos de análises disponíveis à estudos desta natureza.

Na perspectiva da primeira abordagem destaca-se que, a baixa porcentagem de germinação e índice de velocidade de germinação nos dois períodos avaliados pode estar relacionado a falta de controle de temperatura, condição impossibilitada pelas restrições do uso dos laboratórios devido a pandemia. No entanto, o presente resultado tem relevância no sentido de ser representativo das condições naturais da região. Ainda, outro ponto a considerar é a mistura das sementes coletadas das duas áreas, que apesar de ser utilizado o mesmo critério para a coleta, as sementes podem ter apresentado baixos índices em função da presença de diferentes pontos de maturação, uma vez que foram coletadas em áreas distintas e sobre diferentes condições de luminosidade. Assim, em experimentos futuros convém a comparação dos presentes dados com dados obtidos em condições de temperatura controlada bem como com testes de ponto de maturação e escarificação da semente.

A segunda abordagem é referente às limitações ferramentais às análises estatísticas de experimentos que têm o escopo deste trabalho. Neste sentido, o estudo de com germinação de sementes, especialmente de sementes que não sejam as cultivadas e, por conseguinte, possuem uma base de expressão gênica amplificada, enfrentam limitações metodológicas de análise dos experimentos. Ainda, no caso do presente estudo, que, ao ter como objetivo a inibição da germinação, tende a ter um conjunto de respostas às variáveis de desfecho com valores que tendem a zero. Portanto, convém destacar a importância de, em estudos futuros, proceder uma modelagem estatística mais específica ao escopo dos objetivos do experimento.

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 dos 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, deixando as portas abertas a novos estudos das plantas nativas e suas

interações nos ecossistemas, e também a utilização destes produtos naturais nas etapas de transição agroecológica que preveem a substituição de insumos nos agroecossistemas.

7 REFERÊNCIAS

- ABICHEQUER, A. D.; BICCA, A. M. O.; MEDEIROS, C. M. O.; SARAIVA, K. M. Crescimento e distribuição de raízes de capim-annoni-2 e do campo nativo: vantagem competitiva do capim-annoni-2?. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 15, n. 1, p. 7-12. 20 ago. 2009.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. **Diseños agroecologicos para incrementar la biodiversidad de entomofauna benéfica en agroecosistemas**. 1. ed. Medellin, Colombia: Sociedade Científica Latinoamericana de Agroecologia, 2010. p. 83.
- BARBOSA, F. G. ; PILLAR, V. D.; PALMER, A. R.; MELO, A. S. Predicting the current distribution and potential spread of the exotic grass *Eragrostis plana* Nees in South America and identifying a bioclimatic niche shift during invasion. **Austral Ecology**, v. 38, p. 260-267. 2013. Acesso em: 08 jun 2022.
- BARCELOS, G. P.; BONETTI, L. P. Considerações sobre o Capim Annoni: uma planta invasiva no Rio Grande do Sul (revisão). **Ciência & Tecnologia**, Cruz Alta, v. 3. n.1, p. 52–65. 2019
- BITTENCOURT, H. V. H. **Ecologia da germinação e potencial alelopático de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees)**. 2017. 174 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco, 2017.
- BITTENCOURT, H. V. H. *et al.* Seed germination ecology of *Eragrostis plana*, an invasive weed of South American pasture lands. **South African Journal of Botany**, [s. l.], v. 109, p. 246–252. 2017.
- BORGHETTI, F.; FERREIRA, A. G. **Seed germination of Southern plants View project**. [S. l.], Artmed, 2019. p. 205-222. *E-book*. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/303817677>. Acesso em: 06 jun 2022.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. **Regras para análise de sementes** – Brasília, DF: Mapa/ACS, 2009. 399 p.
- BRASIL. 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 da outras providências. Diário Oficial. Secretaria do meio ambiente. Porto Alegre, 2013.
- BRASIL. Portaria n.º 3, de 16 de agosto de 2018. Institui o plano de implementação da estratégia nacional para espécies exóticas invasoras. Diário Oficial da União. Brasília, DF, 13 Jun. 2018. Seção 1, p. 75. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia//asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/37213373/DiarioOficialdaUniao. Acesso em: 12 maio 2022.
- CARDOSO, J. C. W. **Níveis de luz e homeopatia sobre os caracteres morfofisiológicos e óleo essencial e atividade fungitóxica do óleo essencial em *Aloysia Gratissima* (Gilles & Hook.) Tronc**. 2005. 112 p. Tese (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2005.
- CARMONA, R.; ROMERO M. C.; FÁVERO, A. P. **Características de sementes de gramíneas nativas do cerrado**. *Pesq. agropec. bras.* [online]. 1999, vol.34, n.6, p. 1066-

1074. ISSN 0100-204X. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S0100-204X1999000600019>. Acesso em: 15 maio 2022.

CASTELO, A. V. M.; AFONSO, S. R.; MELO, R. R.; DEL MENEZZI, C. H. S.; CAMILLO, J. VIEIRA, R. F. Rendimento e composição química do óleo essencial de *Melaleuca alternifolia* Chell, na região do Distrito Federal. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, [s. l.], v. 8, n. 1, p. 143–147. 2013.

CECCHIN, K.; FAVARETTO, A.; SCHEFFER, B.S.M.; BERTOL, C.D.; CHINI, S.O. **Alelopatia e aleloquímicos de *Eragrostis plana* (Poaceae) e sua Relação com Renologia e Adubação Nitrogenada.** *Planta Daninha*. [online]. 2017, vol.35, e017157907. Epub May 18, 2017. ISSN 0100-8358. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/s0100-83582017350100028>. Acesso em: 03 jun 2022.

CICCONET, N.; ALBA, J.M.F.; SPIRONELLO, R.L.; CUNHA, H. Mapeamento de *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) por meio de imagens orbitais. **Revista do Departamento de Geografia**, v. 29, p. 20-30, 2015.

CICCONET, N.; MARIA, S. **Mapeamento das áreas de ocorrência de infestação do *Eragrostis plana* Nees (capim-annoni) com sensoriamento remoto: estudo de caso em Santana do Livramento/RS/Brasil.** 2017. 83 p. Dissertação (Mestrado em Geografia) Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2017.

CÚNEO, C. D.; MAZZELLA, C.; PEREIRA, J. ***Baccharis trimera* (Less.) DC. y *Braccharis crispa* Spreng. especies de carquejas utilizadas con fines medicinales, caracterización y análisis genéticos de poblaciones en Lavalleja, Uruguay.** 2012. 61 p. Tese (Grado en Ciencias Biológicas) - Facultad de Agronomía- UDELAR, 2012.

DOS SANTOS, F. M. **Aspectos ecofisiológicos de *Aloysia gratissima* (Gillies et Hook) Troncoso [Verbenaceae] associados à composição do óleo essencial e sua ação antimicrobiana.** 2007. 129 p. Tese (Pós-Graduação em Agronomia) - Universidade Federal de Lavras, Minas Gerais, 2007.

FERREIRA, N. R.; MEDEIROS, R. B.; SOARES, G. L. G. Potencial alelopático do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) na germinação de sementes de gramíneas perenes estivais. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, n. 2, p. 43-50. 2008.

FERREIRA, N. R.; MEDEIROS, R. B.; FAVRETO, R. Banco de sementes do solo de margem viária dominada por capim-annoni-2 e sujeito ao controle com distúrbios no solo e introdução de gramíneas. **Revista Brasileira de Sementes**, vol. 30, n. 3, p. 54-63. 2008.

FOCHT, T. **Ecologia e dinâmica do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees), uma invasora dos campos sulinos: prevenção da sua expansão.** 2008. 145 p. Tese (Pós-Graduação em Ecologia) Universidade Federal do Rio Grande do Sul, vol. 2008.

FRESCURA, V. D. S.; FREITAS, J. M. B.; KUHN, A. W.; TEDESCO, M.; SILVA, A. C. F.; PEREZ, N. B.; TEDESCO, S. B. **Germinação, emergência e crescimento de plântulas de *Eragrostis plana* Nees sob efeito de extratos de *Luehea divaricata* Martius.** *PESQ. AGROP. GAÚCHA*, Porto Alegre, v. 23, ns.1/2, p. 19, 2017. DOI: <https://doi.org/10.36812/pag.2017231/21-9>. Acesso em: 21 maio 2022.

GONÇALVES, C. E. P. **Allelopathy of Carqueja (*Baccharis trimera* Less) and action of fungi in tough lovegrass.** 2014. 88 p. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2014.

GONZÁLEZ, J. D. M. **Análise da suscetibilidade à invasão do capim-annoni-2 sobre áreas do bioma Pampa do município de Aceguá-RS.** 2017. 96 p. Dissertação (Mestrado de Sensoriamento Remoto) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre- RS, 2017.

GRILLO, R.; SOUZA, P.; ROSA, A. H.; FRACETO, L.; F. Nanopartículas poliméricas como sistemas de liberação para herbicidas. In: GRAEFF, C. (Org.). **Nanotecnologia: ciência e engenharia.** 1 ed. São Paulo: Cultura Acadêmica, 2012, v3, p. 83-124. (Coleção PROPe Digital - UNESP). ISBN 9788579833779. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/123647>. Acesso em: 05 jun 2022.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Censo Agropecuário 2017. **Características dos estabelecimentos.** Rio Grande do Sul. IBGE, 2019. Disponível em: <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. Poder germinativo de sementes de capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Ness) recuperadas em fezes de bovinos. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v.38, n.3, p.405-410. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1516-35982009000300001>. Acesso em: 06 jun 2022.

MAGUIRE, J. D. Speed of Germination-Aid. In: Selection And Evaluation for Seedling Emergence And Vigor. **Crop Science**, v. 2, n. 2, p. 176, 1962. Disponível em: <https://doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X0002000200033x>. Acesso em: 18 jun 2022.

MALDANER, J.; STEFFEN, G. P. K.; MISSIO, E. L.; SALDANHA, C. W.; MORAIS, R. M.; STEFFEN. Rue and Brazilian peppertree essential oils inhibit the germination and initial development of the invasive plant lovegrass. **International Journal of Environmental Studies**, [s. l.], v. 77, n. 2, p. 255–263. 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/00207233.2020.1723963>. Acesso em: 15 jun 2022.

MARTÍNEZ, A. **Aceites esenciales.** Medellin: Universidad de Antioquia. 2001. Disponível em: https://www.academia.edu/32548617/UNIVERSIDAD_DE_ANTIOQUIA_ACEITES_ESENCIALES. Acesso em: 03 jun 2022.

MEDEIROS, R. B.; FOCHT, T. Invasão, prevenção, controle e utilização do capim-annoni-2 (*Eragrostis plana* Nees) no Rio Grande do Sul, Brasil. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, v. 13, n. 1/2, p. 105-114. 20 dez. 2007.

MGAP-MINISTÉRIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. **Capimannoni.2022.** Disponível em: <https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/politicas-y-gestion/capin-annoni>. Acesso em: 18 maio 2022.

MGAP-MINISTÉRIO DE GANADERÍA, AGRICULTURA Y PESCA. **Relevamiento Capimannoni 2017 situación actual.** 2017. Disponível em: https://www.gub.uy/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/sites/ministerio-ganaderia-agricultura-pesca/files/2020-05/relevamiento_2017_de_capin_annoni_compressed_compressed_0.pdf. Acesso em: 9 maio 2022.

PALEOLOGOS, M. F.; IERMANÓ, M. J.; BLANDI, M. L.; SARANDÓN, S. J. Las relaciones ecológicas: un aspecto central en el rediseño de agroecosistemas sustentables, a partir de la Agroecología. **Redes-Santa Cruz do Sul**, Universidade de Santa Cruz do Sul, v. 22, n. 2, maio-agosto, p. 92–115. 2017.

PERES, M. C. **Manoencapsulamento 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.** 2015. 76 p. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) - Instituto Federal Goiano, Campus Rio Verde, 2015.

PEREZ, N. B. Controle de plantas indesejáveis em pastagens: **uso da tecnologia campo limpo. Comunicado Técnico**, Embrapa Pecuária Sul, v. 72, p. 1–7. 2010.

PETENON, D. **Plantas invasoras nos trópicos: esperando a atenção mundial? Abundância de sementes da palmeira invasora *Archontophoenix cf. cunninghamiana* na chuva e banco de sementes em um fragmento florestal em São Paulo, SP.** 2006. 1–125 p. Dissertação (Mestrado de Ciências) - Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, São Paulo, 2006.

REIS, J. C. L. Capimannoni-2: origem, morfologia, características, disseminação. *in*: **Reunião regional de avaliação de pesquisa comannoni-2.** Anais. Bagé: EMBRAPA-CPPSUL, 1993. p. 5-23.

RIOS, A. Capinannoni, el aporte del INIA para su control. **Revista INIA**, v. 11, n. 1, p. 17-21. 2007.

RUIZ, B. F. A. **Obtención de aceite esencial e hidrolato de hierbabuena (*mentha spicata*) mediante el proceso de destilación por arrastre a vapor.** 2017. 1–62 p. Tese (Grado en Química Industrial) - Facultad de Tecnología- UNIVERSIDAD MAYOR DE SAN ANDRÉS, 2017.

SCHREINER, G. E. **Extração e caracterização de metabólitos secundários de *Aloysia Gratissima* (gillies & hook.) Tronc.** 2019. 1–49 p. TCC (Graduação em Ciências Biológicas) - UNIVERSIDADE FEDERAL DA FRONTEIRA SUL, Cerro Largo, 2019.

SILVEIRA, F. F. Espécies exóticas invasoras. **Flora Campestre.** 2020. Disponível em: <<https://www.ufrgs.br/floracampestre/especies-exoticas-invasoras/>>. Acesso em: 18 jun 2022.

SIQUEIRA, C. B.; OLIVEIRA, F. S.; PEIXOTO, P. M. C.; AMARAL, A. A. Importância e manejo das plantas espontâneas na perspectiva da agroecologia-revisão. **Nucleus**, v. 18, n. 1, p. 51–72, 2021. Disponível em: <http://orcid.org/0000-0002-3110-2929>. Acesso em: 20 jun 2022.

SPONCHIADO, D. **Estudo alelopático e fitoquímico de *Eragrostis lunes* Nees (POACEAE).** 2019. 1–82 p. Dissertação (Mestrado em Agrobiologia) - Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria, 2019.- UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA, Santa Maria RS, 2019.

TWARDOWSKI, T. S. **Controle cultura de capimannoni (*Eragrostis plana* Nees) em pastagem de braquiária brizanta [*Urochloa brizantha* (Hochst. ex A. Rich.)].** 2019. 1–87 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2019.

VIEIRA, T. R.; LUIZ, C. A. B.; MALTHA, C. R. A.; PAULA, V. F.; NASCIMENTO, E. A. Constituintes químicos de *Melaleuca alternifolia* (*Myrtaceae*). **Química Nova**, Vol. 27, n. 4, p. 536-539, 2004.

VIERA, V. B.; PIOVESAN, N. **Biotechnologia**: aplicação tecnológica nas ciências agrárias e ambientais, ciência dos alimentos e saúde. Ponta Grossa (PR): Atena, 2017. *E-book*. p. 232.
DOI 10.22533/at.ed.3182806. Disponível em:
<https://www.atenaeditora.com.br/arquivos/ebooks/279>. Acesso em: 21 jun 2022.