Universidade Estadual de Londrina

WALTER APARECIDO RIBEIRO JÚNIOR

TEMPERATURA E ÁCIDO GIBERÉLICO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE BROMÉLIAS BRASILEIRAS DO GÊNERO *Dyckia*.

Londrina
2024

WALTER APARECIDO RIBEIRO JÚNIOR

TEMPERATURA E ÁCIDO GIBERÉLICO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE BROMÉLIAS BRASILEIRAS DO GÊNERO *Dyckia*.

Tese de Doutorado apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

Orientador: Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria

Londrina
2024

Ficha de identificação da obra elaborada pelo autor, através do Programa de Geração Automática do Sistema de Bibliotecas da UEL

R484t Ribeiro Junior, Walter Aparecido.

Temperatura e ácido giberélico no potencial fisiológico de sementes de bromélias brasileiras do gênero Dickya. / Walter Aparecido Ribeiro Junior. - Londrina, 2024.
101 f. : il.

Orientador: Ricardo Tadeu Faria.
Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2024.
Inclui bibliografia.

1. Sementes - Tese. 2. Floricultura - Tese. 3. Bromeliaceae - Tese. 4. Plantas ornamentais - Tese. I. Faria, Ricardo Tadeu. II. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. III. Título.

CDU 63

WALTER APARECIDO RIBEIRO JÚNIOR

TEMPERATURA E ÁCIDO GIBERÉLICO NO POTENCIAL FISIOLÓGICO DE SEMENTES DE BROMÉLIAS BRASILEIRAS DO GÊNERO *Dyckia*.

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia da Universidade Estadual de Londrina como requisito parcial à obtenção do título de Doutor em Agronomia.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Ricardo Tadeu de Faria
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Christina da Silva Wanderley
Centro Universitário Filadélfia – UNIFIL

Profa. Dra. Adriane Marinho de Assis
Universidade Federal de Pelotas – UFPEL

Prof. Dr. Claudemir Zucareli
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Profa. Dra. Gisely Paula Gomes
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Londrina, 9 de Agosto de 2024.

Dedico

À Deus, a meu Pai Oxóssi e a minha Mãe Yemanjá

In memorian: José Niedo, meu avô materno

À minha mãe, Zilda Alves Niedo Ribeiro e a meu irmão Willer Niedo Ribeiro e a todos os amigos e familiares que me apoiaram ao longo dessa jornada

AGRADECIMENTOS

Palavras são tão pouco para expressar a eterna gratidão que tenho a Deus pela dadiva da vida, porém procuro expressar em palavras minha felicidade em estar vivo, por todas as dificuldades enfrentadas, as quais desenvolveram em mim senso crítico e sabedoria, além de servirem de ótimas oportunidades de crescimento espiritual, físico e psicoemocional. Sinto-me eternamente grato a Deus, pois em tantas vezes me senti só, porém, Ele, em sua infinita bondade e misericórdia, colocou anjos encarnados para me auxiliar, amparar e assistir, dessa forma nunca estive realmente sozinho, sempre houveram inúmeros momentos de alegria e felicidade, novas famílias se formaram, novos amigos, novos caminhos, no coração carregarei para sempre a eterna gratidão.

Aos meus orixás, manifestação de Deus através das forças da natureza e de todas as suas criaturas (plantas, animais e pessoas). Agradeço a meu Pai Oxóssi por me abrir o caminho em meio a mata escura dos meus pensamentos e medos, por me ensinar a ter paciência e perseverança para alcançar meus objetivos com precisão, me tornando assertivo nas escolhas me ensina também que toda flecha para atingir o alvo deve ser antes puxada para trás, para ter força e velocidade, dessa forma, Oxóssi me ensinou a dar um passo para trás, a refazer meu percurso de onde comecei para chegar ao final. Agradeço a minha Mãe Yemanjá, que renova minhas forças todos os dias, que refaz meu coração, que me deu um coração puro para amar.

À minha mãe, Zilda Alves Niedo Ribeiro, minha genitora, minha heroína, minha fonte inspiradora de força, luta, determinação e valores, ela que sempre me auxiliou com seus conselhos, com sua sabedoria, com condições financeiras quando por algum motivo a parte material me foi escassa, agradeço a minha mãe por ter me dado a oportunidade de nascer, crescer e viver, de enfrentar o mundo e por tantos e inúmeros benefícios e oportunidades das quais ela se privou para que eu pudesse viver uma vida com conforto, com conhecimento e com alegria. Agradeço por ter passado o dia do meu aniversário comigo montando e instalando experimento, agradeço por você ter suportado tantos desafios sem nunca reclamar e sem nunca desanimar.

Ao meu pai, Walter Aparecido Ribeiro, o qual, junto com minha mãe, assumiu o papel fundamental de me trazer ao mundo, aquele que me educou com rigidez e sabedoria, que me ensinou inúmeros valores, principalmente aquele de olhar o próximo e fazer pelos outros sem esperar nada em troca, estendendo a mão ao necessitado.

Ao meu irmão, Willer Niedo Ribeiro, que sempre buscou me acolher e me auxiliar de inúmeras maneiras, sendo um irmão parceiro, aquele que briga, brinca, acolhe, repreende, auxilia e ama sem distinção.

À minha cunhada Nayla Fernanda Batista Barcello, pela amizade, pelo carinho, por sempre estar presente em minha vida.

Ao meu falecido avô, José Niedo, e a minha avó, Armelina Alves Niedo, aqueles que sempre estiveram próximos a mim, que fazem parte da minha vida e de toda a minha história, que representam a minha ancestralidade por parte de minha mãe, aqueles que oportunizaram a existência de nossa família e de nossos familiares, aqueles sem os quais eu não existiria.

À minha falecida avó, Sebastiana Ribeiro, aquela que representa a ancestralidade por parte de meu pai, e sem a qual não seria possível a minha existência nessa terra. Agradeço também a todos os meus familiares por parte de pai, cada tio, tia, primo e prima que contribuíram e contribuem para uma vida mais especial e cheia de amor, em especial agradeço a Shirley Aparecida Ribeiro, Jaiene Ribeiro e Juliana Aizawa.

Aos meus tios Adriana Alves Niedo Batista e Marcelo Severino Batista, com quem sempre pude contar, não importasse a hora, momento ou situação, sempre estiveram disposto a me ajudar, me acolhendo e respeitando, sempre me estendendo a mão sem julgamentos.

A todos os meus familiares, por parte de mãe, com os quais tive maior convivência, aprendi a amar de diferentes formas, que fazem a nossa família ser tão linda e cheia de amor, que contribuíram e contribuem para uma vida mais especial e cheia de vida. Agradeço a Maria Valentina Niedo, Daniella Niedo Trindade, Daniel Niedo Trindade, Isabella Niedo Trindade, Rita Margarida Niedo Araújo, Matheus Niedo Araújo, Renato Araújo, Bruna Niedo Gerolim, Amanda Niedo Gerolim, Fatima Niedo, Aparecido Niedo, Elaine Queiroz, Ana Luiza Niedo, Maria Clara Queiroz Niedo, Monay Luany Niedo, Esther Luany Niedo Cambuim dos Reis, Luarah Elena Niedo Cambuim dos Reis, José Paulo Niedo Leite e Paulo Niedo.

Às minhas amigas Mayara Aparecida de Moraes, Marcela Aparecida de Moraes e Mariana Aparecida de Moares, que mesmo de longe sempre estiveram presentes em minha vida. Agradeço em especial a Mayara, pessoa através da qual tudo começou, nossa amizade, o carinho, o acolhimento em toda a família como parte da mesma, agradeço por todos os anos se esforçar para fazer do meu aniversário e o natal uma época mais doce e mais alegre, agradeço por me tratar como um amigo e irmão, agradeço por

sempre estar presente na minha vida de inúmeras formas. Agradeço a Marcela por inúmeros momentos de ajuda, desabafo, por todas as conversas, por sempre me motivar e ajudar, agradeço por ter me escolhido para ser padrinho de casamento, por fazer parte desse momento tão único e lindo, agradeço por me tratar como um amigo, como um irmão e por sempre estar presente na minha vida.

Ao Dr. Mario Luiz Teixeira de Moraes, que atuou como meu orientador de graduação, como um pai e amigo, aconselhando e acolhendo, agradeço por ter me ajudando inúmeras vezes, me incluindo em trabalhos mesmo após eu já ter me mudado para Londrina, agradeço a Selma Maria Bozzite Moraes, esposa do professor Mario, que me acolheu como filho, amigo, que sempre me auxiliou em diversos trabalhos, que sempre me aconselhou e sempre esteve carinhosamente presente em minha vida. Agradeço acima de tudo a ambos, pois foi através da ação de ambos que a finalização desta tese com a realização dos experimentos de armazenamento foi possível.

À Dra. Regina Maria Monteiro Castilho, que atuou como orientadora de estágio e me abriu portas em monitoria, onde tive a oportunidade de estar mais próximo a vivência docente, agradeço também pela indicação ao mestrado, que tenho certeza foi de grande ajuda.

À Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS – UNESP), por ter me acolhido durante os anos de graduação e também por ter me facilitado a execução dos experimentos finais da minha tese, foi de extrema importancia estar de volta ao lar na etapa final, coletando dados, escrevendo e permanecendo ao lado dos familiares e entes queridos.

Ao Dr. Ricardo Tadeu de Faria que me acolheu como orientado durante todo o meu mestrado e doutorado, sua ação e existência em minha vida foi incomparável, de maneira que sem o qual, talvez não houvesse a oportunidade de estar em Londrina, foi através de seu aceite que inúmeras portas e oportunidades foram abertas para mim.

À Universidade Estadual de Londrina (UEL) e ao Programa de Pós Graduação em Agronomia, ao corpo docente, direção e administração, que junto de meu orientador me proporcionaram a oportunidade de estar em Londrina, aprender e trabalhar por mais conhecimento e desenvolvimento científico. Em especial agradeço aos professores, doutores, Lucia Sadayo Assari Takahashi, Thiago Alberto Ortiz, Claudemir Zucarelli e Inês Cristina de Batista Fonseca.

À Helenice Kieski, secretária do Programa de Pós Graduação em Agronomia e amiga, que sempre me recebeu com muita alegria, com abraços e muito

carinho, sempre disposta a ouvir e ajudar a todos os alunos do programa, minha sincera gratidão por você fazer a diferença com o seu trabalho, com a sua competência e também com a sua amizade e forma de agir na vida das pessoas.

Aos meus amigos e colegas de turma e pós graduação, pessoas com as quais convivi, trabalhei e desenvolvi trabalhos acadêmicos.

Ao meu grande amigo e irmão de pós graduação Jean Carlo Baudraz de Paula, que esteve comigo em inúmeros momentos difíceis da minha vida, bem como em momentos felizes, o colega de estudo e trabalho que se tornou amigo e um verdadeiro irmão da vida, que sabe ouvir, conversar, acolher e aconselhar sem julgamentos, sempre disposto a conversar sobre os mais variados assuntos, não ficando preso somente a academia.

À minha grande amiga e irmã de pós graduação Gianne Caroline Guidoni Stulzer, que foi a primeira a me acolher e receber em Londrina, sempre esteve pronta e disposta para estender a mão, para ouvir, aconselhar, abraçar sem distinção, sem nunca esperar ou exigir nada em troca. Agradeço pelos inúmeros cafés, desabafos, abraços, mensagens de motivação, por ter me aberto a casa em momento de necessidade, por me fazer parte de sua vida, não como um estranho ou um qualquer, mas como um irmão e amigo querido, foi assim que sempre me senti, respeitado, acolhido e amado.

À Dra. Juliana Correa Bernardes, minha querida e amada amiga de Tupã, com quem vivi inúmeros desafios, alegrias e situações inusitadas, hoje ao olhar o passado, engraçadas, mas que no momento nos levaram ponderar inúmeros questionamentos, nos fazendo refletir e crescer. Agradeço pela amizade, pela convivência, pelo período que moramos juntos, nos auxiliando e acolhendo sempre que necessário. Obrigado pela amizade e carinho sincero.

À Natália Santos Almeida, minha amiga e irmã de vida, nossa amizade começou dentro de um programa para jovens voluntários “LEO Clube Program”, e se estendeu para além dos muros e para toda uma vida, agradeço pela oportunidade de ser padrinho de sua filha Maria Liz Santos Bernal, por sempre acompanhar o crescimento e vida, agradeço por me fazer parte de sua família, por todos os momentos de orações, por todo o acolhimento, por todas as vezes que passamos horas e horas ao telefone conversando, agradeço a Rhanyel Moreira Bernal, companheiro da Natália, por me acolher como um irmão e amigo querido, por sempre me manter informado sobre a vida e saúde de minha amiga quando essa não podia, agradeço por me permitir fazer parte da vida de vocês e por fazerem parte da minha vida.

À Filipe Serrão Gomes, meu amigo e irmão de vida, nossa amizade começou dentro de um programa de jovens voluntários "LEO Clube Program", e se estendeu para além dos muros e para toda uma vida, agradeço por todos os anos me visitar, por guardar parte de suas férias/ feriado prolongado em que poderia estar em qualquer outro lugar, mas escolhe estar em minha companhia, partilhando momentos, conversas e uma amizade verdadeira, agradeço pelas inúmeras ligações de face-time em que podemos conversar, desabafar sobre inúmeras coisas da vida, agradeço por ser um grande amigo, por eu sempre poder contar com sua amizade e com seu carinho, agradeço por me permitir fazer parte de sua vida e por fazer parte da minha.

Ao meu amigo, afilhado e irmão de vida, Leonardo Feitosa Gomes, um dos primeiros amigos que conheci e fiz em Londrina, que me acompanha desde 2018 e que no último ano se tornou muito mais próximo, agradeço-lhe pela amizade, pelos inúmeros momentos de conversa e descontração, almoços, cafés, jantares e também pela oportunidade trabalho lecionando língua inglesa através de sua escola LF Ensino de Idiomas. Agradeço também a Rogério Francisco Brito dos Santos, meu afilhado e amigo, com quem tenho a oportunidade de conviver, rir, conversar, acolher e ser acolhido sempre que necessário. Agradeço a Leonardo e Rogério por me oportunizarem ser o padrinho/ testemunha de casamento, que seu amor seja sempre doce e duradouro.

À Vinicius Silva Teté, que se tornou um grande amigo, me auxiliando em diversos momentos, nunca questionando ou julgando, sempre pronto para acolher, auxiliar, estendendo a mão sem esperar nada em troca. Foi graças a sua amizade e auxilio que me mudei para um lugar tranquilo e em paz, onde chamo de lar, onde tenho e fiz amigos e sei que posso sempre e a qualquer momento correr e bater na porta da frente, pois sei que sempre estará disposto a me ajudar. Agradeço também por me permitir fazer parte de sua vida, por me apresentar sua esposa Érica Santos, com quem tive a oportunidade de trabalhar e exercer a profissão de engenheiro agrônomo de forma efetiva, com quem tive oportunidade de aprendizado e por quem nutro grande e sincero carinho, agradeço a ambos por me permitirem fazer parte de suas vidas, acompanhando a gestação e o nascimento do príncipe Rafael, uma criança linda e maravilhosa, filho de duas pessoas incríveis e de corações bons e generosos.

À Maria Eduarda Simino, minha psicóloga, que me acompanha já há alguns anos, a qual tem me auxiliado na busca de uma vida melhor, na melhor compreensão e acolhimento de mim mesmo. Muitos podem dizer que o profissional existe para isso, porem devemos concordar que existem inúmeros tipos de profissionais e que

há profissionais e profissionais, por isso deixo aqui registrada a minha gratidão pela profissional que ela está se tornando e por sua atuação profissional estar me auxiliando além de auxiliar a tantas outras pessoas.

Ao Dr. Cristiano Cardoso que me oportunizou um dos meus primeiros empregos, me indicando para sua vaga, como professor de botânica, na instituição de ensino UniFil, agradeço também a Dra. Christina Silva Wanderley, que reforçou a indicação ao cargo e me auxiliou de diversas maneiras, agradeço a Christina por inúmeras conversas, por me convidar para fazer parte de bancas, pelos inúmeros abraços cheios de saudade e carinho, agradeço pela amizade e pelo profissionalismo.

Ao Dr. Fábio Suano de Souza, coordenador do curso de Agronomia da instituição de ensino UniFil, o qual realizou minha avaliação, contratação e me oportunizou a vaga de professor de botânica para o curso de agronomia, sou grato pela oportunidade de crescimento e aprendizado que tive ao longo do período que permaneci na instituição, por todos os conselhos e conversas, através das quais pude refletir e melhorar minha didática e vida profissional.

Ao Centro Universitário Filadélfia – Unifil pela oportunidade de fazer parte do corpo docente por um período de minha vida, aprendendo, ensinando e crescendo como pessoa e profissional. Agradeço a todos os funcionários de limpeza, secretaria e demais departamentos, bem como coordenações, com os quais convivi, trabalhei e tive oportunidade de desenvolver projetos, agradeço a todos pelo carinho, respeito e dedicação.

À Miréia Aparecida Alves do Vale, agradeço por ter atuado como minha dirigente espiritual, me auxiliando, aconselhando e direcionando em diversos momentos, agradeço pela sua amizade e preocupação, por ter me acolhido como família, por ter cuidado de mim em diversos momentos, por ter me auxiliado não somente em questões espirituais, mas também com problemas emocionais e psicológicos, agradeço pelo cuidado e carinho que teve em marcar psiquiatra, pagar passagem e me auxiliar em busca de entendimento e melhoria de vida. Agradeço pela oportunidade de fazer parte do terreiro de umbanda Sete Espadas de Ogum e por ter convivido com pessoas maravilhosas e que foram essenciais em momentos especiais de minha vida.

À Ariel Oliveira pela amizade, por se tornar um amigo e irmão de vida e me oportunizar se tornar um amigo de fé, não seguindo somente a mesma religião, mas também tendo a oportunidade de frequentar e fazer parte da mesma casa. Agradeço ao Ariel por me abrir a estrada, as portas para conhecer o Templo de Umbanda Caboclo Pena

Dourada na casa de Ogum Beira-Mar, lugar onde fui acolhido com amor, carinho e respeito e hoje faço parte como associado, médium e filho da casa. Agradeço ao Ariel por inúmeras vezes abrir sua casa para me receber, me acolher, me fornecer alimento, pouso e descanso, agradeço também a Ruth Fatima, mãe do Ariel, que assim como ele me recebeu de braços abertos como um amigo e irmão, sempre me acolhendo com carinho e amor.

À Rosana Manfrim Lopes, dirigente espiritual do Templo de Umbanda Caboclo Pena Dourada na casa de Ogum Beira-Mar, respeitosamente chamada de Mãe Rosana, ou Mãe. Que me acolheu desde o primeiro momento, me tratando com alegria, respeito, carinho, dedicação. Agradeço todos os dias a Deus pela oportunidade de tê-la conhecido e tê-la em minha vida, não somente como uma dirigente, conselheira, mas como uma amiga, e também por sempre me sentir acolhido como um filho querido e amado. Agradeço a Mãe Rosada por junto de toda a espiritualidade me oportunizar e permitir fazer parte do templo de umbanda, agradeço por ter me acolhido como um filho, por sempre me aconselhar, orientar, dirigir, esclarecer em diversos aspectos, por me repreender quando necessário, sempre ensinando o certo e o correto, agradeço pela oportunidade de aprender e evoluir sempre junto de meus amigos e irmãos de fé.

À Renata Rosário, minha amiga e irmã de fé, irmã de vida. Agradeço imensamente por abrir sua casa, sua vida, me acolher, por sempre me receber de braços abertos. Agradeço por todo o seu cuidado e carinho, por sempre fazer todos os momentos serem especiais ao seu lado e ao lado de sua família. Agradeço a João A. Pereira companheiro da Renata, que também me acolheu com muito respeito e carinho, se tornando um grande amigo e parceiro, um irmão da vida. Agradeço a ambos por sempre mandarem mensagem, por sempre se lembrarem de mim, pelas preocupações, pelo cuidado e pela amizade sincera.

À cada irmão do Templo de Umbanda Caboclo Pena Dourada, cada um de vocês torna minha vida mais especial, mais cheia de amor e de luz. Agradeço a cada um em particular, pois cada um tem seu jeito de demonstrar amor, carinho, cuidado e respeito e em nossas diferenças conseguimos nos compreender, acolher, respeitar e amar. Em especial deixo registrado meus agradecimentos a Amanda Keren, Janaína Guizeline, Camila Oliveira, Gabriel Santiago da Silva, Gabriel Galdino, Vivian Silva, Priscila Belo Casagrande, Diogo Pacheco, Paulo César, Kauê Souza, Cristiano Alves, Guilherme Santos, Vitória Gabriele, Kelly Maria, Akiane Estefhanie Santos, Gabriel Macedo Garbe e Sérgio Mazetto (*In memorian*).

À Luis Porto Junqueira, dirigente e organizador do grupo/ casa de Apometria Pedro Carlos F. Tonani, agradeço pelo convite para fazer parte desta família, através da apometria fui e sou inúmeras vezes auxiliado através de reflexões que me fizeram e fazem despertar e elevar minha consciência, podendo dessa forma melhorar como pessoa, evoluindo e crescendo. Agradeço ao Luis também pela oportunidade de conhecer e manter amizade com Carolina Mello Yassuda, Edson Araujo, Túlio Scatena Clemente, Cléo Poggian, Mônica Andressa Lombardi, Patrícia Silva, Carlos Eduardo Vejam, Lis Noé, Cecília Kimura, Eliane, Lucyene Gonçalves e tanto outros amigos e trabalhadores.

À Dra Maria Cruz que me indicou para a vaga de tutor presencial e através dessa indicação me tornei novamente professor/tutor dos alunos do curso de agronomia da Universidade Unopar, polo Piza Londrina, agradeço por sempre se lembrar de mim nesses momentos, pois não foi a primeira indicação, agradeço pela ajuda com algumas dúvidas sobre o PSS do Estado do Paraná.

À Luiz Barros, meu coordenador e chefe, que está sempre disposto e disponível para sanar dúvidas, me auxiliar, me instruir e mostrar o melhor caminho para melhorar minha atuação profissional, sou grato também pela oportunidade que me deu, abrindo as portas da universidade e da possibilidade de estar novamente lecionando para o meio acadêmico. Agradeço aos meus alunos do curso de agronomia modalidade hibrido da Anhanguera Unopar, os quais fazem valer a pena as noites de trabalho o empenho e a vontade de permanecer docente.

À Rede de Ensino Estadual do Paraná pela oportunidade de atuar como professor da rede estadual, pela oportunidade de lecionar Ciências para o sexto ano do ensino fundamental e me desafiar todos os dias a aprender coisas novas, formas novas de lecionar e de conquistar os alunos.

Ao Colégio Cívico Militar Profa. Vani Ruiz Viessi pelo acolhimento e a toda a equipe pedagógica e funcionários por me auxiliarem nessa jornada como docente de Ciências. Em especial agradeço a Profa Janaina Neves por sempre estar disposta e disponível para me esclarecer e ajudar, agradeço também as pedagogas Ana Rossetto e Sonia Araújo que também estão sempre prontas para auxiliar. Agradeço aos meus saudosos alunos do sexto ano, turma em que já não leciono, mas que me marcaram profundamente com enorme carinho e deixam tantas saudades. Agradeço aos meus atuais alunos e a todos os que estão por vir, pois fazem meu dia e minha vida ter mais sentido e a cada novo desafio me empenho e luto para superar.

À cada pessoa que passou pela minha vida, pois cada uma quando difícil representou um desafio e um aprendizado, dessa forma agradeço. Agradeço a todos os que se tornaram amigos, conquistando seu espaço em meu coração e em minha vida, agradeço por toda a reciprocidade, carinho e companheirismo de cada um. Agradeço a todos os amigos do passado e do presente, aqueles que estiveram presentes em minha vida e que retornaram, aqueles que se foram e aqueles que ainda chegarão, em especial deixo meus agradecimentos a Julianna Ruediger, Brayan Rodrigo Dias dos Santos, Cassio Gurizan, Douglas Jung, Isabela Borges Cardoso, Leticia Martins e Martins, Beatriz Pereira Sanches, Aline Menis, Ana Beatriz Dilena Spadoni, Barbara Rufino de Moura, Cleiton Rodrigo de Almeida, Lívia Maria Fontolan Paduan da Silva, Marcos Henrique Bandini, Rosilayne Urzulin, Claudio Luis Esmeraldo Silva, Maria Cruz, Silas Mian, Luana Taina Machado Ribeiro, Ana Eliza Lima, Joana Soares, Natália de Castro, Elaine Querino Ribeiro, Desirée Zago Sanchis, Rodrigo Yudi Palhaci Marubayashi, Gabriel Danilo Shimizu, Hugo Roldi Guariz, Lucas de Souza Pereira, Vanessa Melges Lens, Vanessa S. Santos, Flavia Panizzon, Felipe Cardoso, Larissa Sartori, Janaina Matsumoto, Higor Contelli, Délis Paulo Pereira, Andreia Reina Cardoso, Lucilene Figueiredo, Adriano Almeida, Larissa Lopes, Lais Almeida, Letícia Rocha, Núbia Barcello, Joana Munhoz, Arlindo Otavio Ananias Ribeiro, Carolina Hiltel, Jhonata Hiltel, Francis Azevedo, Renata Koyama e Raiana Crepaldi.

À banca de defesa, aos doutores, Profa. Adriane Marinho de Assis, Profa. Christina da Silva Wanderley, Prof. Claudemir Zucareli, Profa. Gisely Paula Gomes e Prof. Ricardo Tadeu de Faria pelas considerações, compreensão e conselhos prestados durante a defesa, bem como por atenderem a solicitação da defesa em caráter de urgência.

Por fim, mas não menos importante, agradeço a mim mesmo, a forma como lidei com cada pessoa, trauma ou situações difíceis, me tornaram mais forte, gentil e compreensivo, sou grato e reconheço em mim um coração generoso e acolhedor, cheio de amor e carinho, sou grato a mim pela força e sabedoria, por nunca desistir e mesmo quando tudo parece perdido encontrar forças para lutar e vencer.

“DÁ-ME SENHOR:
UM CORAÇÃO VIGILANTE,
QUE NENHUM PENSAMENTO VIL
O AFASTE DE TI;
DÁ-ME SENHOR:
UM CORAÇÃO NOBRE,
QUE NENHUM SENTIMENTO
INDIGNO O REBAIXE;
UM CORAÇÃO RETO,
QUE NENHUMA MALDADE O DESVIE
UM CORAÇÃO GENEROSO,
PARA SERVIR.
ASSIM SEJA!”

ORAÇÃO ESCOTEIRA – ORAÇÃO DO SÊNIOR

RIBEIRO JÚNIOR, Walter Aparecido. **Temperatura e ácido giberélico no potencial fisiológico de sementes de bromélias brasileiras do gênero *Dickya*.** 2024. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

RESUMO

As bromélias desempenham um importante papel na biodiversidade dos ecossistemas brasileiros, o gênero *Dyckia* destaca-se por sua adaptação a condições adversas, como solos pobres e baixa disponibilidade hídrica. Embora reconhecidas por sua rusticidade, há poucas pesquisas sobre o potencial fisiológico de suas sementes, especialmente em relação aos fatores que afetam a germinação e o vigor, como a temperatura e os reguladores vegetais. Este trabalho tem como objetivos, avaliar o impacto de diferentes temperaturas e doses de ácido giberélico na germinação e desenvolvimento inicial de sementes de espécies de *Dyckia*. Em ambos os trabalhos os parâmetros avaliados foram, porcentagem de germinação (%G), porcentagem de plântulas anormais (%PA), porcentagem da primeira contagem de germinação (%PCG), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG)(dias), velocidade de germinação (v)(dias), diâmetro (DIAM)(mm), comprimento (COMP)(mm) e massa seca (MSP)(mg) de plântulas. Para o primeiro trabalho foram utilizados dois lotes de sementes da bromélia *Dyckia brevifolia*, ambos os lotes foram submetidos a diferentes temperaturas, 20, 25, 30 e 35 °C, sob luz constante. Cada lote apresentou respostas significativas distintas, para o lote 1 foi percebido que os melhores índices de germinação estão em temperatura aproximada de 29,5 °C em que foi observado 92,23%G. A maior temperatura estimada para o lote 1 foi de 30,36 °C para PCG com 89,36%. A menor resposta de temperatura foi de 25,10 °C para o TMG com 3,17 dias. Para o lote 2, foi percebido que não foi possível estimar ponto máximo ou mínimo de temperatura para a %G, porém foi observado que com o aumento da temperatura houve queda da germinação, de tal forma que os piores valores foram constatados a 35 °C e os melhores a 20 °C. Ainda no lote 2, a maior temperatura estimada foi de 31,26 °C com resposta de 41,63%PCG, enquanto que a menor temperatura estimada foi de 20°C com resposta de 5,02 dias para o TMG. Para os parâmetros de crescimento as temperaturas estimadas apresentaram resultados significativos. Para o lote 1 as respostas foram encontradas entre a faixa de 25 a 30°C, já para o lote 2 as respostas foram encontradas entre as faixas de 20 a 31°C. Neste estudo foi possível observar que as temperaturas entre 25 e 30°C melhoraram as condições de germinação e crescimento inicial de plântulas de ambos os lotes de *Dyckia brevifolia*, a temperatura influencia no potencial fisiológico das sementes e quando são usadas temperaturas acima do ótimo encontrado o crescimento inicial de plântulas pode ser comprometido. Para o segundo trabalho foram utilizadas sementes de *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia*, que foram submetidas a diferentes doses de giberelina, 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mgL^{-1}. Cada espécie apresentou resposta distinta. Para *Dyckia aurea* a melhor porcentagem de germinação ocorreu na dose estimada de 2,80 mgL^{-1} com 80,6%G, a maior dose estimada para essa espécie foi de 5,34 mgL^{-1} com resposta de 1,80 mg de MSP, a menor dose estimada foi da resposta de porcentagem de germinação. Para *Dyckia brevifolia* não foi possível estimar um ponto máximo ou mínimo para a %G, porém entre as doses testadas o melhor índice foi observado na maior dose, para essa espécie a menor dose estimada foi de 3,4 mgL^{-1} que resultou em 2,58%PA, já a maior dose estimada foi de 7,71 mgL^{-1} que resultou em 4,13 mg de MSP. O ácido giberélico influencia as espécies de maneiras distintas, porém de forma positiva, de tal forma que é possível a utilização do mesmo para ambas as espécies, porém em concentrações diferentes.

Palavras-chave: Bromeliaceae; Conservação; Fisiologia vegetal; Plantas ornamentais.

RIBEIRO JÚNIOR, Walter Aparecido. **Temperature and gibberellic acid in the physiological potential of seeds of Brazilian bromeliads of the genus *Dickya*.** 2024. 101 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2024.

ABSTRACT

Bromeliads play an important role in the biodiversity of Brazilian ecosystems, the genus *Dyckia* stands out for its adaptation to adverse conditions, such as poor soils and low water availability. Although recognized for its rusticity, there is little research on the physiological potential of their seeds, especially in relation to factors that affect germination and vigor, such as temperature and plant regulators. This work aims to evaluate the impact of different temperatures and doses of gibberellic acid on germination and initial development of seeds of *Dyckia* species. In both studies the evaluated parameters were: percentage of germination (%G), percentage of abnormal seedlings (%AP), percentage of first germination count (%PCG), germination speed index (IVG), average germination time (TMG)(days), germination speed (v)(days), diameter (DIAM)(mm), length (COMP)(mm) and dry mass (MSP)(mg) of seedlings. For the first work two lots of seeds of bromeliad *Dyckia brevifolia* were used, both lots were submitted to different temperatures, 20, 25, 30 and 35 °C, under constant light. Each lot presented different significant responses, for the lot 1 it was perceived that the best germination rates are in temperature of approximately 29.5 °C at which 92.23%G was observed. The highest estimated temperature for lot 1 was 30.36 °C for PCG with 89.36%. The lowest temperature response was 25.10 °C for the TMG with 3.17 days. For the lot 2, it was not possible to estimate maximum or minimum temperature point for %G, but it was observed that with the increase of temperature there was a drop in germination, so that the worst values were found at 35 °C and the best at 20 °C. In batch 2, the highest estimated temperature was 31.26 °C with response of 41.63%PCG, while the lowest estimated temperature was 20 °C with response of 5.02 days for TMG. For the growth parameters, the estimated temperatures presented significant results. For lot 1 the answers were found between 25 and 30°C, while for lot 2 the answers were found between 20 and 31°C. In this study it was possible to observe that temperatures between 25 and 30°C improved the germination conditions and initial growth of seedlings of both lots of *Dyckia brevifolia*, the temperature influences on the physiological potential of seeds and when temperatures above the optimal found are used, the initial growth of seedlings can be compromised. For the second work were used seeds of *Dyckia aurea* and *Dyckia brevifolia*, which were submitted to different doses of gibberellin, 0.00, 1.00, 2.00, 5.00 and 8.00 mgL^{-1}. Each species presented a different response. For *Dyckia aurea* the best percentage of germination occurred at the estimated dose of 2.80 mgL^{-1} with 80.6%G, the highest estimated dose for this species was 5.34 mgL^{-1} with response of 1.80 mg of MSP, the lowest estimated dose was the response of percentage of germination. For *Dyckia brevifolia* it was not possible to estimate a maximum or minimum point for the %G, but among the tested doses the best index was observed in the highest dose, for this species the lowest estimated dose was 3.4 mgL^{-1} which resulted in 2.58%PA, and the highest 7.71 mgL^{-1} which resulted in 4.13 mg of MSP. Gibberellic acid influences the species in different ways, but positively, so that it is possible to use the same for both species, but at different concentrations.

.

Key words: Bromeliaceae; Conservation; Plant physiology; Ornamental plants.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Distribuição geográfica da família Bromeliaceae..... 24
Figura 2: Exemplar de bromélia da subfamília Pitcairnioideae. *Dyckia brevifolia* Baker. 26
Figura 3: Exemplar de bromélia da subfamília Tillandsioideae. *Guzmania lingulata* (L.) Mez. 27
Figura 4: Exemplar de bromélia da subfamília Bromelioideae. *Neoregelia melanodonta* L. B. Sm. 28
Figura 5: *Puya raimondii* Harms..... 28
Figura 6: Distribuição de espécies da família Bromeliaceae por domínio fitogeográfico brasileiro 32
Figura 7: Exemplar de bromélia do gênero Aechmea. Aechmea fasciata (Lindl.) Baker. 35
Figura 8: Exemplar de bromélia do gênero *Neoregelia*. *Neoregelia* spp..... 35
Figura 9: Exemplar de bromélia do gênero *Vriesea*. *Vriesea* spp..... 35
Figura 10: Distribuição geográfica de ocorrência do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. na América do Sul. 37
Figura 11: Distribuição geográfica de ocorrência do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f no Brasil..... 38
Figura 12: Ocorrência de bromélias do gênero *Dyckia* nos domínios fitogeográficos brasileiro. 38
Figura 13: Período devoniano 43
Figura 14: Fases da germinação de sementes..... 48
Figura 15: Morfologia da semente, do desenvolvimento pós-seminal e da plântula de *Dyckia pseudococcinea* L. B. Sm. a. Semente. b-c. Fases da germinação. d-e. Plântula normal. f-g. Planta jovem. nsco: núcleo seminífero cordiforme; cp: colo com pelos; co: colo; bc: bainha cotiledonar; hi: hipocótilo; eo: eófilo; rp: raiz primária. Barras = 1 mm. 49
Figura 16: Estrutura química do ácido giberélico (GA_3) 53
Figura 17: A: Porcentagem de germinação, B: Porcentagem da primeira contagem de germinação, C: Índice de velocidade de germinação, D: Tempo médio de germinação em dias e E: velocidade de germinação do Lote 1 de sementes de *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024..... 63
Figura 18: A: Diâmetro (mm), B: Comprimento (mm) e C: Massa seca de plântulas (g) do Lote 1 de sementes de bromélia *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024. 64
Figura 19: A: Porcentagem de germinação, B: Porcentagem da primeira contagem de germinação, C: Índice de velocidade de germinação, D: Tempo médio de germinação em dias e E: velocidade de germinação do Lote 2 de sementes de *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024..... 65
Figura 20: A: Diâmetro (mm), B: Comprimento (mm) e C: Massa seca de plântulas (g) do Lote 2 de sementes de bromélia *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024. 66
Figura 21: A: Porcentagem de germinação, B: Índice de velocidade de germinação, C: Tempo médio de germinação (dias) para o lote de sementes da espécie *Dyckia aurea* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024..... 78

Figura 22: A: Porcentagem de germinação, B: Plântulas anormais (%), C: Primeira contagem de germinação e D: Índice de velocidade de germinação para o lote de sementes da espécie *Dyckia brevifolia* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024. 79
Figura 23: A: Diâmetro de plântulas (mm), B: Comprimento de plântulas (mm) e C: Massa seca de plântulas (mg) para o lote de sementes da espécie *Dyckia aurea* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg.L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024. 81
Figura 24: A: Comprimento de plântulas (mm) e B: Massa seca de plântulas (mg) para o lote de sementes da espécie *Dyckia brevifolia* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg.L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024..... 81

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Análise da variância (ANOVA) para as diferentes variáveis testadas para os lotes de sementes de *Dyckia brevifolia* Baker. G: Germinação (%); PA: Plântulas anormais (%); %PCG: Porcentagem da primeira contagem de germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação; TMG: Tempo médio de germinação (dias); v: velocidade de germinação (dias); Diam: Diâmetro de plântula (mm); Comp: Comprimento de plântulas (mm); Massa: Massa seca de plântulas (g). 2024. 62
Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) para os diferentes parâmetros analisados para a aplicação de doses de giberelina (GA3) nos lotes de sementes de bromélias das espécies *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia*. G: Germinação (%); PA: Plântulas anormais (%); %PCG: Porcentagem da primeira contagem de germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação (IVG); TMG: Tempo médio de germinação; v: Velocidade de germinação; Diam: Diâmetro de plântulas (mm); Comp: Comprimento de plântulas (mm); Massa: Massa seca de plântulas (mg). 2024. 77

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO ***22***

2. REVISÃO DE LITERATURA ***24***

2.1 FAMÍLIA BROMELIACEAE ***24***

2.3.1 Bromélias no Brasil 30

2.3.2 Importância Ecológica 32

2.3.3 Importância Econômica e Produção Comercial de Bromélias 33

2.2 GÊNERO DYCKIA ***37***

2.3.1 *Dyckia aurea* L. B. Smith. 40

2.3.2 *Dyckia brevifolia* Baker 40

2.3 SEMENTES ***41***

2.3.2 Germinação de Sementes 46

2.3.3 Fatores que afetam a germinação 49

2.3.4 Temperatura na germinação de sementes 51

2.3.5 Reguladores do crescimento vegetal 52

2.3.6 Giberelinas 53

3 ARTIGO I – TEMPERATURA NO POTENCIAL FISIOLÓGICO EM LOTES DE SEMENTES DE DYCKIA BREVIFOLIA BAKER. ***57***

4 ARTIGO II – ÁCIDO GIBERÉLICO EM LOTE DE SEMENTES DE DYCKIA AUREA L. B. SM. E DYCKIA BREVIFOLIA BAKER. ***72***

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS ***86***

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS ***87***

1. INTRODUÇÃO

As bromélias são plantas que pertencem à família Bromeliaceae, representando um dos grupos mais diversificados e importantes da flora neotropical. O Brasil, com sua vasta biodiversidade, abriga inúmeras espécies de bromélias, sendo muitas delas endêmicas de regiões específicas, como a Mata Atlântica e o Cerrado. As bromélias desempenham um papel ecológico fundamental nesses biomas, atuando na retenção de água, formação de micro-habitats e servindo de abrigo e alimento para uma grande variedade de animais, como insetos, aves e pequenos mamíferos.

Além de sua importância ecológica, as bromélias têm grande valor ornamental, o que aumenta o interesse por sua conservação e propagação. O gênero *Dyckia* é um dos mais representativos entre as bromélias terrestres, sendo reconhecido por sua capacidade de adaptação a ambientes áridos e com solos pobres, especialmente em regiões de cerrado e campos rupestres. As espécies de *Dyckia* são conhecidas por sua rusticidade e capacidade de sobreviver em condições extremas, como secas prolongadas e altas temperaturas.

Essa resistência torna-as não apenas importantes do ponto de vista ecológico, mas também como potenciais plantas ornamentais, já que suas características morfológicas e a facilidade de cultivo em ambientes adversos as tornam ideais para paisagismo em áreas de clima seco. No entanto, apesar de sua importância e potencial, ainda há uma lacuna de conhecimento quanto aos fatores que influenciam o potencial fisiológico de suas sementes, como a germinação e o vigor das plântulas.

A temperatura é um dos fatores ambientais mais críticos para a germinação de sementes e o desenvolvimento inicial das plantas. A germinação é um processo sensível às variações de temperatura, e cada espécie vegetal possui uma faixa ótima de temperatura na qual esse processo ocorre de forma mais eficiente. Temperaturas inadequadas, sejam elas muito altas ou muito baixas, podem reduzir drasticamente as taxas de germinação ou mesmo impedir que ocorra.

Para sementes de *Dyckia*, que habitam regiões com ampla variação de temperatura, compreender como diferentes regimes térmicos afetam o potencial fisiológico dessas sementes é fundamental para promover uma propagação eficiente das espécies. Estudos sobre a influência da temperatura em sementes de *Dyckia brevifolia* são particularmente importantes, pois essa espécie, típica de áreas com extremos climáticos,

pode apresentar respostas fisiológicas diferenciadas em relação à temperatura durante a germinação.

A identificação das condições ideais de temperatura pode ser determinante para o sucesso da germinação e para o desenvolvimento de programas de conservação e cultivo. Além da temperatura, o uso de reguladores de crescimento tem sido amplamente investigado como uma estratégia para melhorar o desempenho fisiológico de sementes. Entre os principais reguladores de crescimento, destaca-se o ácido giberélico (GA_3), um hormônio vegetal que desempenha papel crucial na quebra da dormência das sementes e no estímulo à germinação.

As giberelinas atuam promovendo a síntese de enzimas que facilitam a mobilização de reservas energéticas contidas nas sementes, fornecendo os nutrientes necessários para o crescimento embrionário. Esse hormônio é especialmente eficaz em sementes que apresentam dormência fisiológica, como é o caso de muitas espécies de bromélias, onde a germinação pode ser limitada por mecanismos que retardam o início do desenvolvimento do embrião. O uso do ácido giberélico em sementes de bromélias é uma abordagem promissora para superar a dormência e aumentar as taxas de germinação.

Dessa forma, este estudo tem por objetivos analisar como diferentes regimes térmicos impactam a germinação e o desenvolvimento inicial das plântulas e compreender o impacto da giberelina no crescimento e desempenho germinativo de lotes de sementes de espécies de bromélias do gênero *Dyckia*.

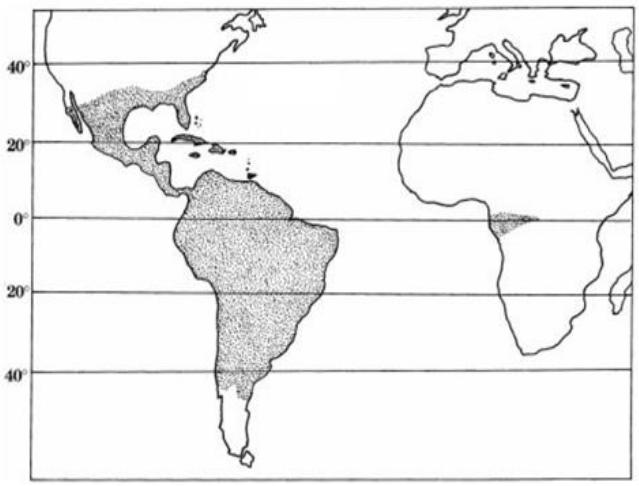
2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 FAMÍLIA BROMELIACEAE

Bromeliaceae A. Juss. constitui uma importante e grande família das Angiospermas, trata-se de um grupo monofilético e altamente diverso da ordem Poales (APG IV, 2016), com distribuição quase exclusivamente neotropical, sua ocorrência tem sido relatada geograficamente como distribuídas por todo o continente americano, nativas das regiões tropical e subtropical das américas, sua presença se dá, desde o sul da América do Norte até a Patagônia, na Argentina, além disso, há de se destacar a incidência de uma única espécie nativa do oeste africano, *Pitcairnia feliciana* (A. Chev.) Harms & Mildbr. (Figura 1) (WANDERLEY; MARTINS, 2007; REFLORA, 2023).

No Brasil, são encontradas cerca de 1407 espécies que se distribuem em 54 gêneros, destas 1208 são endêmicas (REFLORA, 2024), o país destaca-se por possuir a maior riqueza específica, sendo a floresta atlântica (955) e o cerrado (255) os domínios com maior número de táxons, porém com distribuição por quase todos os estados e biomas.

Figura 1: Distribuição geográfica da família Bromeliaceae.



Fonte: Benzing (2000).

É possível observar uma grande discordância entre os pesquisadores com relação ao número de espécies e gêneros descritos. Segundo a WFO Plant List (2023), a família apresenta cerca de 7851 nomes de espécies, dos quais 3704 (47%) são aceitos como nomes científicos propriamente ditos, 3594 (46%) são descritos como sinônimos e 553 (7%) são catalogados como não classificados. Já para o The Plant List

(2013) existem cerca de 7896 nomes de espécies, incluindo os nomes infraespecíficos, sendo aceitos 3404 deste total, ou 3320 nomes de espécies de bromélias para esta família, não inclusos os nomes infraespecíficos. Este número sofre constante variação devido a descobertas de novos táxons e mudanças taxonômicas e nomenclaturais, este fato pode estar relacionado à difícil delimitação genérica e específica pela ocorrência de muitas homoplasias nesta família (GIVNISH, 2004), apesar desses números não serem exatamente precisos é possível observar a grandiosidade e a importância da família Bromeliaceae.

Geralmente e historicamente são agrupadas em três subfamílias: Bromelioideae, Pitcairnioideae e Tillandsioideae, pois são as que possuem maior número de gêneros identificados (29, 16, 9 gêneros respectivamente), além disso sua classificação ocorre devido ao hábito, posição do ovário e morfologia dos frutos e sementes e abertura dos grãos de pólen (SMITH; DOWNS, 1974, 1977, 1979; REITZ, 1983; PAULA; SILVA, 2001; WANDERLEY; MARTINS, 2007). Estudos mais recentes da filogenia da família Bromeliaceae demonstram que a subfamília Pitcairnioideae é polifilética, assim uma nova classificação infra-familiar é proposta, reconhecendo oito subfamílias: Brocchinioideae Bromelioideae, Hechtioideae, Lindmanioideae, Navioideae, Pitcairnioideae, Puyoideae e Tillandsioideae, entretanto essa divisão ainda é pouco usual (GIVINISH *et al*., 2011; BSI, 2019).

Abaixo seguem algumas características particulares dos três principais e usuais grupos:

I. Subfamília **PITCAIRNIOIDEAE** Harms. (Figura 2): Agrupa 16 gêneros, sendo 11 endêmicos, com aproximadamente 1050 espécies; possuem ovário semissúpero ou supero no qual desenvolve um fruto tipo capsular, septícida e loculicodamente deiscente, suas sementes são aladas, porém podem apresentar integrantes com sementes nuas e cauda peluginosa. São plantas com folhas armadas ou inertes, aculeadas com margens inteiras, de habito comumente terrícolas, rupícolas ou saxícolas, apresentando raízes funcionais. A inflorescência é simples ou composta com brácteas florais conspícuas a pequenas, flores perfeitas e vistosas, longo pecioladas a sésseis (REITZ, 1983; CRONQUIST, 1988; SMITH; TILL, 1998; KUBITZKI, 1998; LUTHER, 2008). Os gêneros mais importantes dessa subfamília são: *Pitcairnia*, com cerca de 320 espécies; *Puya*, com aproximadamente 190 espécies; *Dyckia* apresentando cerca de 200 espécies e *Navia* com 105 espécies (LUTHER, 2008).

Figura 2: Exemplar de bromélia da subfamília Pitcairnioideae. *Dyckia brevifolia* Baker.

Fonte: Ghislaine Mario Lobo (2007)

II. Subfamília **TILLANDSIOIDEAE** Harms. (Figura 3): Agrupa 09 gêneros: *Alcantarea* (E.Morren) Harms (16 spp.), *Catopsis* Griseb. (21 spp.), *Glomeropitcairnia* (Mez) Mez (2 spp.), *Guzmania* Ruiz & Pav. (176 spp.), *Mezobromelia* L. B. Sm (9 spp.), *Racinaea* Spencer Smith (56 spp.), *Tillandsia* L. (551 spp.), *Vriesea* Lindl. (227 spp.) e *Werauhia* Grant (73 spp.). Dentre os gêneros 07 são endêmicos; para essa subfamília são registradas cerca de 1131 espécies, sendo considerada por Wanderley (1990) como uma das maiores subfamílias juntamente com Bromelioideae. As plantas da subfamília Tillandsioideae geralmente possuem o ovário superior glabro, exceto em um único gênero (*Glomeropitcairnia*), que apresenta ovário semi-ínfero. Quando fecundada, a planta gera fruto capsular, septícida, as numerosas sementes apresentam apêndices plumosos na base, ápice ou em ambos locais. Os integrantes são epífitos, caulescentes ou acaules. Essa subfamília raramente apresenta raízes funcionais, sendo atribuído apenas a função de suporte quando presentes. As folhas são rosuladas ou fasciculadas, ou distribuídas ao longo do caule, indumento em escamas radialmente simétricas. As inflorescências são variadas, comumente com espigas dístico-florais ou as vezes reduzidas a uma espiga polístico-floral. Brácteas florais conspícuas mínimas (REITZ, 1983).

Figura 3: Exemplar de bromélia da subfamília Tillandsioideae. *Guzmania lingulata* (L.) Mez.

Fonte: Vivid Design (2019).

III. Subfamílias **BROMELIOIDEAE** Reichenbach. (Figura 4): Agrupa 31 gêneros (CRONQUIST, 1988; SMITH; TILL, 1998; KUBITZKI, 1998), sendo 20 endêmicos; é a mais numerosa em integrantes já descritos em número de espécies e maior diversidade genérica juntamente com Tillandsioideae (WANDERLEY, 1990). O ovário das plantas da subfamília Bromelioideae é inferior ou quase (*Acanthostachys*), com óvulos obtusos a longo caudados. Após a fecundação gera fruto tipo baga, indeiscente, com aspecto suculento ou em alguns indivíduos fruto tipo seco, o número de sementes é variado, planas e nuas; os frutos estão mais adaptados à dispersão endozoocórica, realizada preferencialmente por pássaros frugívoros, e espécies com frutos do tipo cápsula possuem sementes dispersas pelo vento (BENZING, 2000; REITZ, 1983). A inflorescência séssil ou escaposa é em geral composta com flores que possuem em sua composição sépalas livres até alto conatos, obtusos até atenuados, raramente mucronado, com pétalas raramente com unha definida, unidos em tubo pelos filamentos formando um tubo de comprimento variado de acordo com a espécie, ou tubo epígino conspícuo até quase faltando. Seus integrantes possuem hábito em geral terrestre, epífitos ou rupícolas, sua propagação assexuada ocorre por rizomas ou brotações (estolões), folhas geralmente rosuladas com espinhos curvos ao longo das margens (REITZ, 1983; BARFURSS *et al*., 2005).

Figura 4: Exemplar de bromélia da subfamília Bromelioideae. *Neoregelia melanodonta* L. B. Sm.

Fonte: Bromeliad Paradise (2019)

As plantas da família Bromeliaceae podem ser herbáceas a lenhosas, perenes, possuem hábitos epífitas, rupícolas, saprófitos ou terrestres. Compõem uma das mais adaptáveis famílias de plantas do mundo, e apresentam uma importante e impressionante resistência para sobreviver, além de uma infinita variedade de forma e combinação de cores, podem variar de pequeno a grande porte, indo de centímetros (*Tillandsia*) a metros, como por exemplo a *Puya raimondii* Harms. (Figura 5) que é encontrada no Peru e chega a até 10 metros de altura (ENGLERT, 2007).

Figura 5: *Puya raimondii* Harms.

Fonte: Wikiwand (2019).

As folhas das plantas da família Bromeliaceae são alternas, espiraladas, de polísticas a dísticas, com margem inteira lisa ou serrilhada a fortemente espinescente,

cobrem o curto caule em roseta formando ou não reservatório de água e detritos orgânicos que é conhecido por “cisterna” ou “tanque”, este por sua vez é revestido por escamas absorventes (tricomas especializados), ápice muito variável, arredondado, agudo, atenuado, mucronado ou pungente. Sua inflorescência em geral é vistosa pela presença de brácteas coloridas, racemosa, com pouca a muitas flores, densa a laxamente dispostas, simples (racemo, espiga) a composta (paniculada, corimbiforme), desde pouco a amplamente ramificada, ramificações de primeira até quinta ordem.

Suas flores são sésseis ou pediceladas, actinomorfas ou levemente zigomorfas, bissexuadas ou raramente unissexuadas, trímeras, diclamídeas e heteroclamídeas (WANDERLEY; MARTINS, 2007) apresenta estigma espiralado-conduplicado e número básico de 25 cromossomos (exceto em *Cryptanthus* com 17 – 18 cromossomos, e raramente em algumas espécies de Tillandsioideae e Bromelioideae) (BROWN; GILMARTIN, 1984, 1989; GILMARTIN; BROWN, 1987; TERRY *et al*., 1997; CHASE *et al*., 2000; RAMÍREZ; BROWN, 2001; CEITA *et al*., 2008, BARFUSS *et al*., 2016).

O fruto é do tipo baga, algumas vezes bem desenvolvidos (Bromélia), ou cápsula, em geral septícida, raramente sépalas persistentes. No gênero *Ananas* há presença de fruto composto desenvolvido. As sementes são em geral numerosas, o embrião é pequeno, cilíndrico, situado lateralmente, na base de abundante endosperma amiláceo, achatadas até globosas, providas ou não de apêndices, sendo esses aliformes ou plumosos, apicais ou laterais (WANDERLEY; MARTINS, 2007). As bromélias apresentam dispersão de tipo zoocórica ou anemocórica.

O processo de autofecundação é relativamente raro nas bromélias, pois geralmente as flores são protândricas e os principais polinizadores são abelhas e beija-flores (REITZ, 1983). Em um estudo realizado com espécies de bromélias em uma Floresta Ombrófila densa no Paraná (KAEHLER; VARASSIN; GOLDENBERG, 2005) foram identificadas 12 espécies de polinizadores, dos quais 8 são beija-flores, 3 morcegos e 1 abelha. A reprodução vegetativa é considerada uma estratégia muito vantajosa em diferentes situações, em especial na ocupação de novos ambientes, e favorece muitas vezes a formação de grandes colônias. Essa propagação pode ocorrer por brotos axiais procedentes das folhas da roseta ou por rizomas ou estolhos em espécies terrestres (REITZ, 1983).

Estudos com a evolução da família Bromeliaceae relatam que o último ancestral comum partia de um mesófito C3 terrestre, provavelmente adaptado a habitats

úmidos, expostos e pobres em nutrientes. Tanto a fotossíntese CAM (crassulacean acid metabolism) quanto o hábito epifítico evoluíram no mínimo três vezes dentro da família, provavelmente em resposta a mudanças geológicas e climáticas. A grande maioria das formas epifíticas é encontrada em duas linhagens: na subfamília Tillandsioideae, onde fotossíntese C3 foi o estado ancestral e a CAM se desenvolveu posteriormente ao habito epífito; e na subfamília Bromelioideae, na qual a fotossíntese CAM surge antes do epifitismo (CRAYN; WINTER; SMITH, 2004).

A radiação subsequente da linhagem bromelióide em hábitats menos xéricos levou à reversão da fotossíntese C3 em alguns táxons, mostrando que tanto o ganho quanto a perda de CAM ocorreram na complexa história evolutiva desta família. Durante o processo de evolução, além da presença de diferentes rotas fotossintéticas (C3 e CAM), a morfologia das folhas e as curvas de resposta a essas adaptações diferem entre espécies intimamente relacionadas (BENZING, 2000).

2.3.1 Bromélias no Brasil

O Brasil é um dos principais centros de diversidade genética e de dispersão de bromélias do mundo (SMITH; DOWNS, 1974), tendo indivíduos espalhados por todos os 27 estados da nação (Figura 6). Do total de espécies encontradas, estima-se que cerca de 41% (1407) ocorrem no Brasil e destas 1208 são endêmicas (FORZZA *et al*., 2010; REFLORA, 2024), concentrando-se principalmente na região sudeste onde foram observadas cerca de 784 espécies, seguida pela região nordeste com 441. Na região sul foram encontradas 180 espécies (REFLORA, 2024). Dentre os estados brasileiros, concentra-se principalmente na Bahia, onde foram registradas cerca de 369 espécies, seguida pelos estados do Espirito Santo (335) e Minas Gerais (333) e Rio de Janeiro com 333 (REFLORA, 2024).

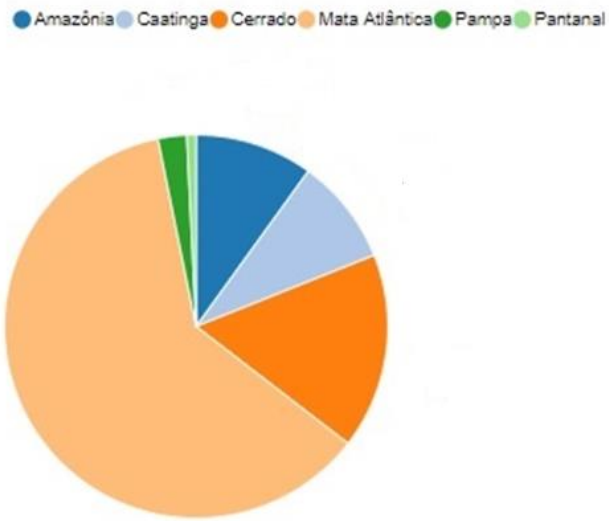
O estado do Paraná é representado por 110 espécies, sendo que dessas 36 ocorrem na região nordeste do estado, os gêneros com maior número de espécies são *Tillandsia* (11) e *Dyckia* (09). Do número total de espécies encontradas no estado, 17 não estão protegidas em Unidades de Conservação, pertencem em sua maioria ao gênero *Dyckia* e geralmente ocorrem em poucas localidades. As espécies *Billbergia porteana* Brongn. ex. Beer. e *Dyckia lutziana* L.B. Sm. foram observadas em ocorrência somente uma vez no estado, nos anos de 1965 e 1993 respectivamente, isso indica que essas espécies podem ter sido extintas (ESTEVAN, VIEIRA; FARIA, 2017).

Estes dados referentes aos números de indivíduos presentes no Brasil derivam de estudos e trabalhos taxonômicos realizados por Smith (1955), com a obra "The Bromeliaceae of Brazil", Fontoura, Costa e Wendt (1991), que realizaram um estudo no Rio de Janeiro, Reitz (1983), que escreveu a obra "Flora Catarinense", e Wanderley e Martins (2007) que realizaram o estudo e levantamento no estado de São Paulo. É possível perceber pelos estudos citados e por buscas realizadas que ainda são poucas as pesquisas recentes que envolvem bromélias pelo país como fonte de estudo (ROCHA et al., 2004a; ROCHA *et al*., 2004b; ROCHA-PESSÔA, et al., 2006; NUNES-FREITAS et al., 2006; COGLIATTI-CARVALHO et al., 2008; COGLIATTI-CARVALHO, *et al*., 2010; NUNES-FREITAS *et al*., 2023).

No Paraná são escassos os estudo da família Bromeliaceae de forma geral, sendo realizados diferentes estudos envolvendo gêneros e espécies específicas (TARDIVO; CERVI, 1997; PAULA, 2019; PAULA *et al*., 2020; PELLIZZARO *et al*., 2021; PAULA, 2022; PAULA *et al*., 2022; RIBEIRO JUNIOR *et al*., 2023; PAULA *et al*., 2023), dentre as poucas informações referentes ao estado, pode-se citar o estudo realizado por Dittrich, Kozera e Silva (1999), que identificaram espécies de bromélias no Parque Barigui em Curitiba em seu levantamento florístico de epífitas vasculares, além desse estudo, é possível citar o estudo de Estevam (2010) que identificou 35 espécies pertencentes a 10 gêneros de bromélias no nordeste do estado.

Nos domínios fitogeográficos, as bromélias concentram-se principalmente na Mata Atlântica, onde foram constatadas cerca de 943 espécies, ou seja, 68, contudo a Mata Atlântica é considerada uma das maiores áreas em risco de extinção do mundo (HERINGER; MONTENEGRO, 2000), colocando assim diversas espécies em risco de extinção e catalogadas no Livro Vermelho da Flora do Brasil. Para os outros domínios fitogeográficos, encontra-se no Cerrado com 255 espécies (18%) e na Amazônia com 157 (aproximadamente 11%) (Figura 6) (REFLORA, 2024).

Figura 6: Distribuição de espécies da família Bromeliaceae por domínio fitogeográfico brasileiro



Fonte: REFLORA (2024).

Como citado anteriormente, listas oficiais de espécies ameaçadas de extinção da flora brasileira relatam que aproximadamente 338 táxons da família Bromeliaceae estão ameaçados ou em risco eminente de extinção, em conjunto com Asteraceae e Orquidaceae, que representam as famílias com mais espécies consideradas em risco, ameaçada ou já extintas (MARTINELLI; MORAES, 2013). No Brasil as bromélias são também conhecidas por nomes de origem indígena como caraguatá, gravatá, macambira, caroá e crauá (CARVALHO; MERCIER, 2005).

As espécies ornamentais de bromélias, após serem levadas do Brasil para outros continentes, eram cultivadas apenas em jardins botânicos ou em estufas de colecionadores. A comercialização e uso dessas plantas em projetos de jardinagem e paisagismo ganhou apreço, devido suas belas cores, formas exóticas, baixa manutenção e fácil adaptação a pequenos jardins (NEGRELLE; MITCHELL; ANACLETO, 2012).

2.3.2 Importância Ecológica

As bromélias tem grande importância no cenário nacional da conservação da biodiversidade, desenvolvendo complexas interações com outros vegetais, animais e microrganismos (ROCHA *et al*., 2004; MARTINELLI *et al*., 2008). Estes por sua vez, são parcialmente ou totalmente dependentes do micro-habitat aquático formado nos tanques, sendo fonte importante para alimentação, abrigo e reprodução destes organismos (ROCHA *et al*., 2004; DELCLARO, 2012), além disso as bromélias

participam dos processos de ciclagem de minerais e água (BENZING, 2000; OLIVEIRA, 2004; ROCHA *et al*., 2004).

Os microambientes formados pelo acúmulo de água e detritos nos tanques das bromélias são muito utilizados por diversas espécies, que utilizam este ambiente como fonte de alimento e abrigo para a reprodução, pois necessitam de água em seus primeiros estádios de vida (WITTMAN, 2000; SILVA, 2009). Esses microambientes formados nas bromélias abrigam vários tipos de organismos como: aracnídeos, crustáceos, platelmintos, oligoquetos, nematoides, moluscos e miriápodes (ROMERO, 2005).

Dentre os diversos tipos de interações planta-animal, são comuns estudos que abordam a relação entre flores e seus visitantes. De acordo com Barbosa-Filho e Araújo (2007), a família Bromeliaceae está entre as poucas em que a polinização por vertebrados predomina sobre a entomofilia. Destacam-se entre os vertebrados, os beija-flores e morcegos, que além de encontrarem nas bromélias sua fonte de alimentação, acabam fazendo o importante papel de polinização.

Em virtude da grande procura das bromélias, o extrativismo ilegal intensificou-se, contribuindo para o aumento do número de plantas vulneráveis, ameaçadas ou até mesmo em extinção (ROCHA *et al*., 2004; BERED *et al*., 2008). Gonzalez-Astorga *et al*. (2004), confirmaram que perturbações antrópicas como desmatamento, queimadas, extração de bromélias em áreas de preservação são formas de interferência capazes de interromper o fluxo gênico entre populações de uma espécie. Com isso a recomposição do bioma de forma natural não ocorre, levando a uma interferência nas relações existentes nessa área, podendo acarretar na extinção das espécies e outras que estejam associadas a estas.

Apesar da importância econômica e ecológica dessa família e do número de trabalhos referentes à mesma estar aumentando, os trabalhos científicos ainda são consideravelmente reduzidos (ZANELLA *et al*., 2012), o que demonstra que ainda há muito no que avançar e conhecer sobre as bromélias.

2.3.3 Importância Econômica e Produção Comercial de Bromélias

A produção de bromélias em escala comercial é uma atividade viável e tem-se desenvolvido bastante no Brasil, seguindo os passos de outros países, como os Estados Unidos, Holanda e Bélgica. O cultivo ganhou impulso tornando-se uma atividade economicamente rentável e uma boa opção na floricultura. O crescente aumento na

produção comercial traz vantagens tanto para o produtor, que tem aumento de renda; quanto para o meio ambiente, pois reduz o extrativismo predatório das espécies, principalmente as que se encontram em perigo de extinção. Contudo essa situação só pode ser amenizada à medida em que cresce a consciência da necessidade de preservação da natureza e a compreensão ambiental (ANDRADE; DEMATTÊ, 1999; KANASHIRO, 1999).

No cultivo e comercio de bromélias as dificuldades são a falta de eficiência dos modelos de gestão adotados na produção rural e as incongruências tecnológicas observadas na maioria dos viveiros de cultivo (ANACLETO; NEGRELLE, 2013). Em um estudo sobre o perfil e comportamento do consumidor de bromélias foi identificado um consumo em média de 3,62 compras por ano, essa aprovação e preferência possuem ligação no que se refere a beleza das flores, padronização e colorido das plantas. A dificuldade relatada pelos consumidores foi o preço classificado como elevado e a ausência de promoções que facilitem a aquisição do produto (ANACLETO; BORNANCIN, 2018).

A grande diversidade de bromélias nativas torna o país o maior produtor e exportador dessas plantas, mas infelizmente, pela falta de informações tecnológicas e o extrativismo ser a forma mais comum de obtenção de espécies, esse potencial está distante da realidade (CARVALHO; MERCIER, 2005). Os fatores negativos que influenciam a produção de bromélias estão relacionados à falta de tecnologia específica com as peculiaridades de cada gênero, a associação errônea de bromélias com tanque para proliferação de mosquitos transmissores de doenças e a dificuldade burocrática de se estabelecer um cultivo legalizado (ANACLETO; NEGRELLE, 2013).

Os maiores produtores de bromélias estão distribuídos principalmente nas regiões sul e sudeste do país, nos estados de Rio Grande do Sul, Santa Catarina, São Paulo e Rio de Janeiro. A comercialização se intensificou a partir da década de 90 no Rio de Janeiro, quando foi observado que as bromélias eram utilizadas juntamente com orquídeas como itens de coleção e, passaram a ser vinculadas a atividades de paisagismo com o uso em jardins.

Os gêneros mais cultivados são *Aechmea* (Figura 7), *Neoregelia* (Figura 8) e *Vriesea* (Figura 9) (ANDRADE; DEMATTÊ, 1999). As bromélias atingem 6% do total das espécies de plantas ornamentais cultivadas (JUNQUEIRA; PEETZ, 2017). Os gêneros mais comercializados são *Vriesea* e *Neoregelia* (ANDRADE; DEMATTÊ, 1999; JUNQUEIRA; PEETZ, 2017).

Figura 7: Exemplar de bromélia do gênero Aechmea. Aechmea fasciata (Lindl.) Baker.

Fonte: Bunnings Warehouse (2019).

Figura 8: Exemplar de bromélia do gênero *Neoregelia*. *Neoregelia* spp.

Fonte: Foremost Co (2019)

Figura 9: Exemplar de bromélia do gênero *Vriesea*. *Vriesea* spp.

Fonte: Bakker (2019).

Os métodos de propagação de plantas influenciam demasiadamente na obtenção em relação a quantidade de plantas e as bromélias podem ser propagadas através de cultura de tecidos, propagação vegetativa com a formação de brotações e por sementes. A propagação mais utilizada por produtores do Paraná é através de sementes, para isso cultivam a planta por cerca de 3 anos até que a planta esteja pronta para a comercialização, as espécies mais comuns estão localizadas nos gêneros *Aechmea* e *Neoregelia*. A micropropagação é pouco utilizada pois os custos são elevados e a tecnologia exige conhecimentos especifico, dessa forma apenas grandes produtores fazem uso da mesma (SANTOS; BITTENCOURT, NOGUEIRA, 2005).

As características que influenciam na decisão do consumidor em adquirir uma bromélia estão relacionadas ao fato dessa planta possuir beleza exótica, rusticidade e fácil manejo, ideal para pessoas que não tem tempo para se dedicar aos tratos de cultivo que as plantas exigem de forma geral (CARVALHO; MERCIER, 2005).

Houve um tempo em que o consumo e a popularidade dessas plantas caíram em infortúnio quando erroneamente integrantes da família Bromeliaceae, que possuem as folhas em forma de "tanque", foram associadas a criadouros de mosquitos vetores do vírus da dengue e passaram a ser erradicadas de jardins e até mesmo de locais de ocorrência natural (GLOBO RURAL, 2015; GARCIA, 2016). Estudos da Fundação Oswaldo Cruz desmistificaram essa ideia de que bromélias são potenciais criadouros de mosquitos, relacionando a fauna existente no fitotelmo ao controle das formas imaturas de várias espécies de dípteros (FONTOURA, 2007; FIOCRUZ, 2010; MOCELLIN, 2010; GUIMARÃES *et al*., 2015).

O estudo da FIOCRUZ consistiu em coletar e avaliar a água alojada no tanque de 156 bromélias situadas no Jardim Botânico do Rio de Janeiro, durante o período de um ano. O resultado apontou baixíssimo índice (0,07 % do total de 2816 formas imaturas de mosquitos coletadas nas bromélias durante o período de um ano) de representantes de *Aedes aegypt*, o que sugere aos pesquisadores que as bromélias não se caracterizam como a fonte de propagação ou persistência de um problema epidemiológico (FONTOURA, 2007).

Os pesquisadores Oliveira e Almeida-Neto (2017) em seu trabalho realizaram um levantamento de ocorrência de *Aedes aegypt* em bromélias situadas no Jardim Botânico Municipal de Bauru – SP – Brasil e concluíram que a ocorrência desse inseto foi ocasional, com o aparecimento de aproximadamente 1%. Em relação ao total de larvas coletadas (152 larvas), 1% representa apenas 2 indivíduos dessa espécie, além

disso a pesquisa consistiu em 38 coletas, das quais em apenas 1 destas foi constatada a presença do vetor, levando os pesquisadores a afirmarem que bromélias não representam riscos de expansão do problema epidemiológico da dengue.

2.2 GÊNERO *Dyckia*

O gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. pertence à subfamília Pitcairnoideae, composto por 164 espécies (GOUDA; BUTCHER; GOUDA, 2014), que se caracterizam pela ausência de tanques de armazenamento e de tricomas efetivos de absorção (SMITH; DOWNS, 1974; REITZ, 1983; FORZZA, 2001). As espécies deste gênero podem ser encontradas na América do Sul (Argentina, Bolívia, Brasil, Paraguai e Uruguai) (Figura 10) ocorrendo especialmente no Brasil, nos estados do Pará, Tocantins, Bahia, Maranhão, Paraíba, Pernambuco, Piauí, Distrito Federal, Goiás, Mato Grosso, Mato Grosso do Sul, Espírito Santo, Minas Gerais, Rio de Janeiro, São Paulo, Paraná, Rio Grande do Sul e Santa Catarina (Figura 11) (SMITH; DOWNS, 1974; REITZ, 1983; REFLORA, 2024).

Figura 10: Distribuição geográfica de ocorrência do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f. na América do Sul.

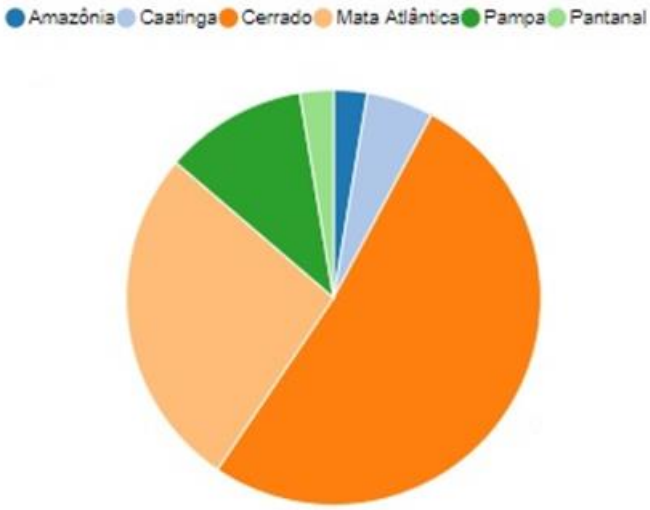
Fonte: Krapp, Pinange, Benko-iseppon, Leme, Weising (2014)

Figura 11: Distribuição geográfica de ocorrência do gênero *Dyckia* Schult. & Schult. f no Brasil.

Fonte: REFLORA (2024)

No Brasil, são registradas 164 espécies, destas, 154 são endêmicas (REFLORA, 2024). O país é responsável por abrigar aproximadamente 93% das espécies, com ocorrência desde o nível do mar até aproximadamente 1.000 metros de altitude (LEME; RIBEIRO; MIRANDA, 2012; REFLORA, 2024). O gênero apresenta seu centro de diversidade no cerrado (KRAPP *et al*., 2014) com 103 espécies, mas pode ser encontrado também na Mata Atlântica (42), Caatinga (18), Pampa (16), Pantanal (06) e Amazônia (04) (Figura 12).

Figura 12: Ocorrência de bromélias do gênero *Dyckia* nos domínios fitogeográficos brasileiro.



Fonte: REFLORA (2024).

A maior ocorrência do gênero é no estado de Minas Gerais, onde foram descritas a ocorrência de 61 espécies, seguido de Goiás (33) e Rio Grande do Sul (27). No Paraná foram registradas a ocorrência de 10 espécies, sendo elas: *Dyckia cabrerae* L. B. Sm. & Reitz, *Dyckia dusenii* L. B. Sm., *Dyckia encholirioides* (Gaudich.) Mez, *Dyckia fosteriana* L. B. Sm., *Dyckia fosteriana* L. B. Sm. var. *fosteriana*, *Dyckia fosteriana* var. *robustior* L. B. Sm., *Dyckia frigida* Hook. f., *Dyckia hassleri* Mez., *Dyckia hatschbachii* L. B. Sm., *Dyckia microcalyx* Baker, *Dyckia microcalyx* var. *ostenii* L. B. Sm., *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer e *Dyckia walteriana* Leme (REFLORA, 2024).

As espécies são principalmente terrestres ou rupícolas e crescem em solos bem drenados ou afloramentos rochosos. Algumas possuem a capacidade de sobreviver em ambientes frequentemente inundados (LEME; RIBEIRO; MIRANDA, 2012), conhecidas como reófitas. Estas são plantas confinadas às margens de córregos e rios de fluxo rápido, sujeitas à ação de inundações frequentes. Algumas destas espécies são características do sul do Brasil (KLEIN, 1979), entre elas *D. brevifolia*, *D. distachya*, *D. ibiramensis* e *D. microcalyx* (KLEIN, 1979; FORZZA, 2005).

De acordo com Ab'Saber (2003), as populações de *Dyckia* geralmente ocorrem em ambientes xéricos. Estes ambientes impedem condições de crescimento de plantas de grande porte que poderiam sombreá-las, ou de plantas herbáceas que poderiam concorrer com as plantas jovens, impedindo a formação de novas touceiras, podendo ser um indicativo que essas plantas não suportam sombreamento em seu desenvolvimento. Para Kranz (2013) as plantas que vivem exclusivamente nesses locais são chamadas de relictas e as populações são sempre reduzidas e limitadas ao ambiente em que se encontram, muitas vezes estão reduzidas a poucos metros quadrados.

As plantas desse gênero se multiplicam pela divisão do caule principal, pela produção de estolões e pela formação de sementes. Foram observadas que poucas espécies possuem crescimento monopodial, isto é, não dividem o caule principal, como exemplo é possível citar a espécie *D. aurea*. Entretanto, em espécies como *D. brevifolia* e *D. distachya* é frequente a divisão do caule principal e abundante a emissão de estolões, formando grandes aglomerados de plantas. O número ou colônias de plantas em todos os locais de ocorrência é reduzido (KRANZ, 2013).

Essas bromélias apresentam folhas suculentas com grande quantidade de espinhos rígidos, raízes funcionais e escamas foliares pouco eficientes na absorção de água e nutrientes (PAULA; SILVA, 2004). As bainhas são, em sua maioria, carnosas com lâminas triangulares, geralmente espinhosa-serradas e rígidas. As flores apresentam

coloração variada entre amarelo e vermelho (REITZ, 1983; FORZZA, 2001). Sua estrutura reprodutiva e pigmentação floral sugerem polinização por insetos (BENZING, 1980; VARADARAJAN; BROWN, 1988) e os poucos estudos realizados com espécies deste gênero indicam que beija-flores são os principais polinizadores (BERNARDELLO; GALETTO; JULIANI, 1991; VOSGUERITCHIAN; BUZATO, 2006).

Entre 1995 e 2013, o pesquisador Kranz (2013) estudou 129 populações nativas de *Dyckia*, distribuídas nos seguintes estados: Mato Grosso (40); Paraná (22); Goiás (22), Mato Grosso do Sul (14); Santa Catarina (9); Minas Gerais (8); Rio Grande do Sul (7); Tocantins (5) e São Paulo (1). Segundo Martinelli *et al*. (2008), o gênero *Dyckia* possui ainda um grande número de espécies indeterminadas ou com identificação imprecisa, sugerindo a realização de uma revisão urgente. Ressalta-se que das espécies presentes no Brasil que se encontram em risco de extinção, sete pertencem a este gênero (BRASIL, 2008).

2.3.1 *Dyckia aurea* L. B. Smith.

Devido aos poucos estudos ou pouco interesse cientifico ou econômico, algumas espécies específicas podem apresentar escassez de informações. *Dyckia aurea* L B. Smith. é uma espécie nativa e endêmica do Brasil, sua distribuição geográfica confirmada é do Centro-oeste brasileiro, mais precisamente no estado de Goiás, em área de cerrado com vegetação rupestre/ cerrado (lato sensu). É classificada com hábito de erva/ suculenta, variando de rupícola a terrícola. Seu caule é do tipo acaule, com folhas em forma de lâminas, com estreitos triangulares, com margem laminar esparsa e espinescente. Sua inflorescência é do tipo axilar simples, com brácteas medianas do pedúculo menor que os entrenós e coloração branca (GUARÇONI; SANTOS-SILVA; FORZZA, 2024).

2.3.2 *Dyckia brevifolia* Baker

Popularmente conhecida como bromélia-lâmina-de-serra ou bromélia-patriota, *Dyckia brevifolia* Baker possui como sinônimos heterotípicos os nomes *Dyckia gamellaria* Baker ex Mez e *Dyckia sulphurea* K.Koch. É uma espécie nativa e endêmica do Brasil, em florestas de mata atlântica em floresta ciliar ou de galeria. Trata-se de uma bromélia rupícola encontrada principalmente em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul (CNCFLORA, 2012a; FLORA DIGITAL, 2024; GUARÇONI; SANTOS-SILVA;

FORZZA, 2024), alguns registros indicam que essa planta reófita forma maciços nas margens e ilhas rochosas do Rio Itajaí-Açu em um percurso que se estende de Lontras até Blumenau (REGALSKI, 2007). É uma planta adaptada a condições extremas, ou seja, apresenta alta plasticidade vegetal, devido a seu local de ocorrência as margens de rios e riachos, podem permanecer submersa durante períodos de cheias até permanecer exposta (heliófita) a um ambiente seco e quente nos períodos de seca (REITZ, 1983).

Pode atingir de 50 a 100 cm de altura quando apresenta o pendão floral, é uma planta perene que se destaca por sua folhagem ornamental, cresce em rosetas adensadas de até 20 cm de altura, com folhagens suculentas a coriáceas e recorbeta por escamas. As folhas apresentam espinhos nas margens, são recurvadas e tem a cor verde, podendo assumir tom acinzentado conforme a variedade, devido a presença de escamas. Sua inflorescência surge na primavera, com hastes laterais bem finas e eretas, são racemosas, tem pouca importância ornamental e podem apresentar flores em formato de sino, de cor laranja ou amarela, tornando-se um atrativo para abelhas e beija-flores. Após a floração, a planta entre em lento declínio e emite novas mudas a partir da base, com o tempo forma-se uma densa roseta de plantas agrupadas (CORREA, 2023). Isso ocorre, pois Brevifolia é policárpica, ou seja, a mesma roseta pode florescer e frutificar várias vezes, além da propagação vegetativa (clonal) (ROGALSKI, 2007).

Destaca-se pela importância paisagística, sendo ideal para cultivar em jardins de pedra ou como forração, sua folhagem é exuberante e capaz de dar um toque rústico, exótico e ao mesmo tempo tropical no jardim. Outro uso que favorece o valor decorativo desta bromélia é em vasos e jardineiras, onde pode ser plantada isolada ou em conjunto com outras suculentas, para valorizar sua disposição em roseta e a textura de suas folhas. Além disso, pode ser utilizada como bordadura, demarcando caminhos, como em entradas de casas ou estabelecimentos, seu visual escultural se encaixa perfeitamente em jardins de inspiração desértica também, com pedras e outras xerófitas, sua manutenção é simples, envolvendo o replantio anual para que as plantas mantenham uma boa velocidade de crescimento e o vigor (CORREA, 2023).

2.3 SEMENTES

As sementes são estruturas extremamente importantes para a sobrevivência e dispersão das plantas no ambiente terrestre, são essas estruturas as responsáveis por proteger o embrião. Segundo o dicionário Dicio Online (2020), trata-se de um substantivo feminino, podendo se tratar de qualquer substância ou grão que é posto

ao solo para germinação e geração de um novo indivíduo; é parte de um fruto, ou seja, um órgão, próprio para a reprodução (dispersão). Segundo o dicionário brasileiro da língua portuguesa Michaelis Online (2020), trata-se de um grão ou parte de um fruto qualquer proveniente do óvulo fecundado, ao qual dará origem a uma nova planta após a germinação em solo ou substrato. De modo grosseiro a semente pode ser entendida como tudo aquilo que é lançado a terra, germina (brota) e produz um novo organismo.

Segundo Figueiredo (1978), há uma diferença de conceituação dentro da botânica e da agricultura. De acordo com o autor, na agricultura o conceito de semente possui um sentido bastante amplo e pode não coincidir com o conceito botânico, pois é comum denominar como semente qualquer tipo de agente de propagação da espécie (caule, colmos, bulbos, folhas e sementes propriamente ditos). Já para a botânica, a semente é o óvulo fecundado e desenvolvido, que nas angiospermas localiza-se no interior de um fruto que é resultante do desenvolvimento do ovário.

Ainda de acordo com Figueiredo (1978), a semente se tornou uma causa valiosa dentro da sociedade humana, uma vez que se tornou responsável pela mudança do habito humano que abandonou a vida nômade e se fixou quando percebeu que as sementes eram capazes de gerar novos indivíduos, passando assim a formar as primeiras comunidades em torno de uma área cultivada de onde obtinham o alimento necessário para sua sobrevivência.

Segundo Santos (s.a.), as plantas com sementes surgiram no período Devoniano (Figura 13), esse período se encontra compreendido entre os anos de 416 milhões a 354 milhões de a.C., foi durante esse tempo que as principais transformações aconteceram na flora, iniciou-se com o desenvolvimento dos esporos e crescimento exponencial de pequenas plantas terrestres. Graças aos esporos as plantas conseguiram se fertilizar, desenvolvendo-se e surgindo as sementes, dando origem aos primeiros bosques que se tem registro (SILVA, [s.a.]).

De acordo com Cardoso (2019), biologicamente a semente representa o resultado de uma tendência evolutiva à redução do gametófito, que passa de organismo individualizado e autotrófico nas briófitas, a “parasito” do esporófito nas angiospermas, isso pois seu crescimento e desenvolvimento se dará no saco embrionário, também conhecido como gametófito feminino.

Figura 13: Período devoniano

Fonte: Silva (s.a.)

As sementes quando maturas podem conter em sua estrutura o embrião, o endosperma, o perisperma e o tegumento. Entretanto, algumas sementes podem apresentar apenas o embrião e os tegumentos (FIGUEIREDO, 1978). Os nutrientes presentes nas sementes para seu desenvolvimento são oriundos da planta-mãe, são descarregados no apoplasto (paredes celulares) dos tecidos adjacentes ao óvulo. A esse conjunto formado pelo embrião, pelo tecido de reserva e pelas estruturas que o envolvem é chamado de semente (CARDOSO, 2019).

Segundo Figueiredo (1978), as reservas nutritivas armazenadas pelas sementes, tanto no endosperma como nos cotilédones, são usadas durante a germinação e para o desenvolvimento da plântula até que a mesma se torne capaz de sintetizar seu próprio alimento pelo processo fotossintético. As sementes, de acordo com a natureza das substâncias de reserva, classificam-se em:

a) Amiláceas: Sementes, como as de milho, trigo e arroz, suja principal substância de reserva é o amido.

b) Aleuro-amiláceas: Quando apresentam amido e proteínas como substâncias de reservas, como é o caso do feijão e da ervilha.

c) Oleaginosas: Sementes que apresentam substâncias de reserva ricas em óleos, como mamona e o amendoim.

d) Aleuro-oleaginosas: Quando além de óleos existem, também, reservas proteicas, como na soja.

e) Córneas: Sementes que apresentam reservas celulósicas, como é o caso do caquí.

O desenvolvimento da semente refere-se ao conjunto de modificações pelo qual ela passa durante sua retenção na planta-mãe, as variações podem ser quantitativas (crescimento) e qualitativas (diferenciação), sendo subdividida em três etapas: embriogênese, maturação e dessecação (CARDOSO, 2019).

Estudar o potencial fisiológico das sementes é de fundamental importância para o entendimento do estabelecimento, sobrevivência e da regeneração natural das espécies, uma vez que, a germinação das sementes determina muitas vezes a distribuição das espécies em diferentes ambientes (FENNER; THOMPSON, 2005). Para que a germinação e o desenvolvimento das plântulas ocorram, deve-se oferecer às sementes substratos e ambiente adequado (WINKLER *et al*., 2005).

Propagação de espécies nativas tem se intensificado nas últimas décadas em função da grande importância com problemas ambientais, enfatizando-se a necessidade de recuperação de áreas degradadas. Com isso, o conhecimento sobre manejo e análise de sementes para identificação de seus atributos físicos e fisiológicos devem ser estudados (ARAUJO NETO *et al*., 2003).

As sementes retratam o ponto de encontro entre duas gerações da mesma espécie, apresentam características ecofisiológicas próprias, germinando apenas em condições favoráveis e é o material básico na propagação sexuada (SIMÃO, 1998).

Desenvolvem-se a partir de óvulos, dos quais foram fertilizados, após sofrerem uma série de transformações fisiológicas, morfológicas e funcionais até que a maturidade fisiológica seja alcançada, momento em que cessa a translocação dos assimilados da planta para as sementes. Ponto este em que a matéria seca da semente é máxima (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012).

A qualidade das sementes pode ser afetada pelas condições ambientais na qual estas foram produzidas. Estas condições podem ser sensibilizadas durante o desenvolvimento das sementes no campo, na colheita, na secagem, no beneficiamento e no armazenamento (MARCOS FILHO, 2015).

Uma semente de qualidade depende de fatores genéticos, físicos, fisiológicos e sanitários, que irão garantir sua viabilidade (POPINIGIS, 1985). Os atributos genéticos são determinados pelos programas de melhoramento que realizam pesquisas de características desejáveis, como potencial de produção, resistência a estresses bióticos e abióticos entre outros (GERMANO, 2013).

As sementes de bromélias são em geral numerosas, apresentam um embrião pequeno, cilíndrico, situado lateralmente, na base de abundante endosperma amiláceo, podem ser achatadas até globosas, providas ou não de apêndices, sendo esses aliformes ou plumosos, apicais ou laterais. Apresentam número cromossômico básico n = 25 (WANDERLEY; MARTINS, 2007).

2.3.1 Formação das sementes

As primeiras observações e descrições sobre a biologia floral, bem como os mecanismos de polinização datam por volta do século XVII (FAEGRI; PIJL, 1979), dessa época até os dias atuais, diversas descobertas foram feitas nessa área, uma das descobertas mais importantes foi a da existência da sexualidade nas planta a partir da flores e a transferência do pólen entre ela, assim como surgem diversas e mútuas adaptações entre os polinizadores e as flores (FAEGRI; PIJL, 1979; LADD, 1994; PROCTOR et al., 1996)

Segundo Faegri e Pijl (1979) e Simpson e Neff (1981), a polinização ocorre pela ação de agentes abióticos, como a água e o vento, ou por agentes bióticos, porém nas angiospermas os principais agentes são os animais, que são induzidos a visitar as flores periodicamente, o mecanismos de atração é fundamental no equilíbrio das relações mutualísticas entre flores e polinizadores, além disso, segundo os pesquisadores existe uma recompensa floral que assegura a visitação e a permanência do polinizador por tempo o suficiente de maneira a garantir a polinização.

As relações ecológicas e adaptativas entre plantas e polinizadores são objetivos de estudos, os quais podem fornecer informações no que se refere às alterações na estrutura e no sistema reprodutivo, bem como na composição genética de populações naturais, é através da polinização cruzada que ocorre variabilidade genética nas populações vegetais (FAEGRI; PIJL, 1979; RICHARDS, 1986; ENDRESS, 1994; PROCTOR et al., 1996).

A família bromeliaceae apresenta flores protandricas, que equivale dizer que o androceu amadure primeiro, essa característica é um mecanismo que tem por objetivo evitar a autofecundação. A protandria é uma forma de dicogamia, onde as flores de uma planta produzem primeiro as partes masculinas (anteras com pólen) e, após um período de tempo, as estruturas reprodutivas femininas (estigma), se tornam receptivas, essa característica temporal entre a maturação da parte feminina e masculina impede que

o pólen da mesma flor (ou da mesma planta) fecunde o próprio óvulo, promovendo obrigatoriamente a fecundação cruzada (alógama). (REITZ, 1983; WANDERLEY; MARTINS, 2007)

2.3.2 Germinação de Sementes

Segundo Mayer e Poljakoff-Mayber (1982), a germinação pode ser entendida como uma sucessão de processos onde ocorre a retomada das atividades metabólicas e o início da formação de uma plântula a partir de um embrião em estádio quiescente e com baixo teor de água. Para Marcos-Filho (1986), a sequência de eventos metabólicos resulta na retomada do desenvolvimento do embrião para originar a plântula. De acordo com Copeland e Mc Donald (1995), a germinação compreende a retomada do crescimento do embrião, que por fim rompe a própria cobertura (casca da semente) e emerge a plântula. Berlyn (1972) relata que a germinação é uma sequência de eventos morfogenéticos onde ocorre a transformação do embrião em plântula.

Segundo Carvalho e Nakagawa (2012) a germinação é a saída do estado de repouso do embrião e a retomada de atividade metabólica até o momento em que o desenvolvimento do embrião e a emergência da plântula se torne independente das reservas contidas nas sementes. A germinação pode ser afetada por fatores extrínsecos e intrínsecos como disponibilidade de água, temperatura, pH do substrato, luz, oxigênio, maturidade fisiológica da semente, mecanismo de dormência, entre outros (MARCOS FILHO, 2015).

Segundo Taiz *et al*. (2017), a germinação se inicia com a absorção de água pela semente seca e termina com a emergência do eixo embrionário, em geral a radícula, transpondo seus tecidos circundantes, assim a germinação não inclui o crescimento da plântula depois da emergência da radícula. Segundo Cardoso (2019), a embebição da semente ativará o metabolismo culminando no crescimento do eixo embrionário, também chamada de raiz primaria, que trespassa os tecidos que a envolvem.

Para todos os autores a germinação compreende a formação de uma nova plântula, como resultado do crescimento (expansão) ou desenvolvimento (transformação) do embrião a partir da retomada dos processos metabólicos, para tanto depende dos caracteres genéticos presentes na semente herdados a partir de sua formação resultando da polinização na planta mãe. Dos pontos de vistas de estudos específicos como por exemplo a morfologia, a bioquímica e fisiologia a germinação tem significados complementares.

Para a morfologia a germinação é o processo de transformação do embrião em plântula. Para a fisiologia, é a retomada do metabolismo e do crescimento e o reinicio da transcrição do genoma (multiplicação celular). Para a bioquímica, a germinação compreende a diferenciação sequencial dos caminhos oxidativos e de síntese e a retomada dos processos bioquímicos característicos do crescimento vegetativo e do desenvolvimento (JANN; AMEN, 1980).

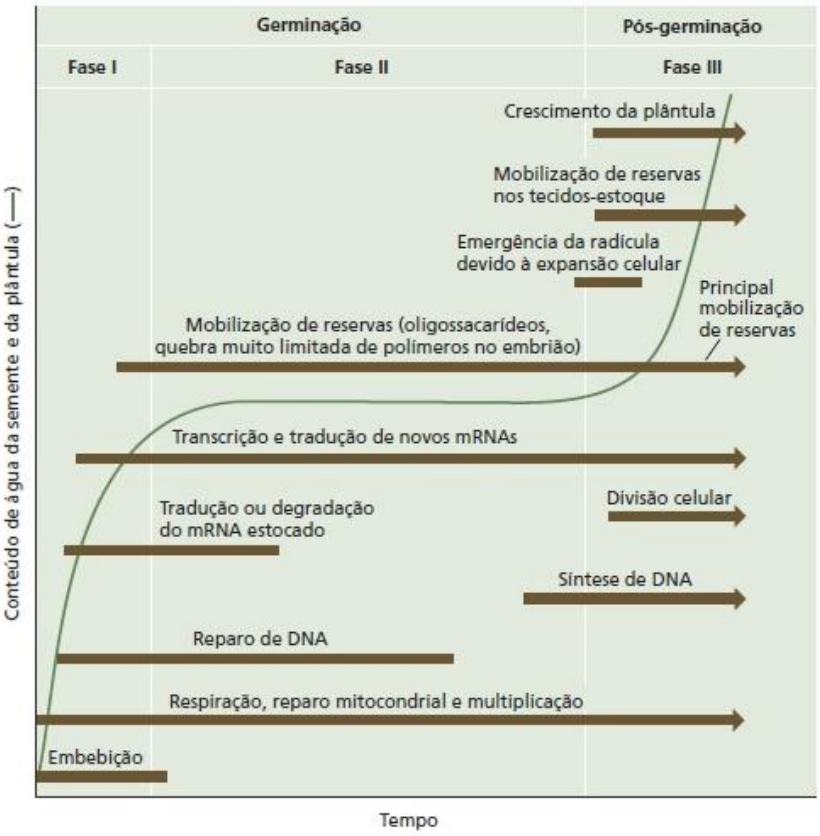
A germinação exige quantidades adequadas de água, temperatura, oxigênio, luz e nitrato, dentre esses fatores a água é o mais limitante, podendo ser chamada de fator essencial para que ocorra (MARCOS FILHO, 2015). A absorção de água é necessária para gerar pressão de turgor que potencializa a expansão das células, essa ocorrência representa a base do crescimento e desenvolvimento vegetativo (TAIZ *et al*., 2019; CARDOSO, 2019). A embebição (hidratação dos tecidos) é um processo físico que ocorre devido as propriedades coloidais e as diferenças de potencial hídrico entre a semente e o meio externo (CARDOSO, 2019). Com base na cinética de absorção de água, pode-se dividir a germinação em três fases ou etapas (Figura 14):

Fase I: As sementes absorvem água rapidamente, é a embebição propriamente dita.

Fase II: Ocorre uma estabilização na velocidade de absorção de água, os processos metabólicos, de transcrição e tradução são reiniciados. Ocorre uma expansão do embrião e a radícula emerge da casca da semente (protusão radicular).

Fase III: A taxa de absorção de água volta a aumentar devido ao crescimento da plântula que passa a se expandir.

Figura 14: Fases da germinação de sementes.



Fonte: Taiz *et al*. (2017).

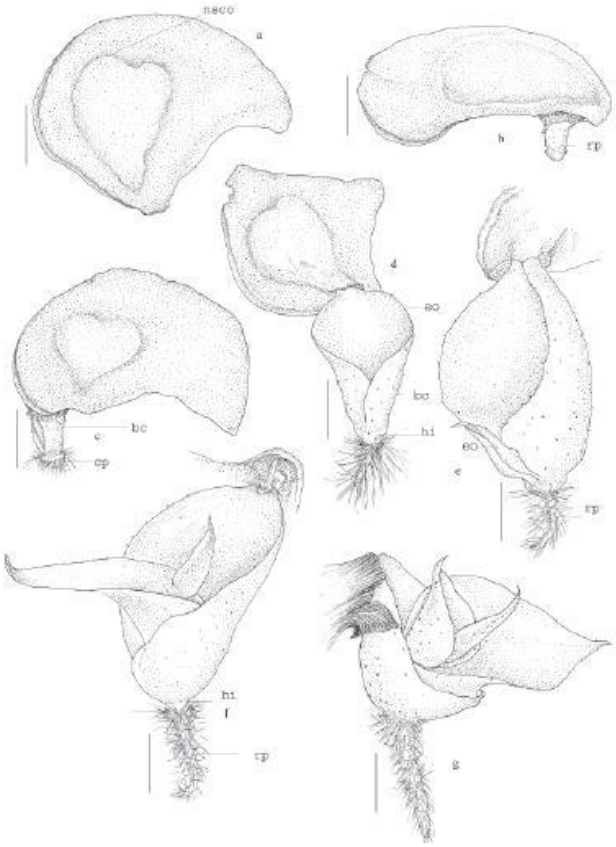
Pereira *et al*. (2008), desenvolveram um trabalho para fornecer informações sobre o tipo e o tempo médio de germinação, formação de plântulas, além de descrever a morfologia do desenvolvimento pós-seminal de seis espécies de Bromeliaceae. A seguir, segue descrição feita pelos autores, de uma espécie do gênero *Dyckia*: *Dyckia pseudococcinea*: as sementes são pequenas (Figura 15a), ovaladas e achatadas, discóides, medindo aproximadamente 6,0 mm de comprimento e 5,0 mm de largura (peso de 1.000 sementes 0,345 g), aladas (com alas membranáceas circulares em uma das extremidades) e com tegumento bege amarelado.

Do ponto de vista morfológico, a germinação iniciou no terceiro dia de embebição, com rompimento dos tegumentos e protrusão da raiz primária (Figura 15b). As plântulas apresentam raiz primária, seguida da bainha cotiledonar aos oito dias; o colo é tenuamente delimitado por estreitamento (Figura 15c). A plântula normal é observada ao oitavo dia e possui bainha cotiledonar foliácea cupuliforme exibe o eófilo (Figura 15d). O hipocótilo é reduzido ou ausente (Figura 15d).

A raiz primária é curta, robusta e pilosa (Figura 15e). A planta jovem aos 12 dias apresenta a raiz primária curta, colo delimitado por um estreitamento,

hipocótilo reduzido ou ausente. A bainha cotiledonar foliácea cupuliforme com base profundamente fendida e bordos transpassados (Figura 15f); folhas cupuliformes subsequentes imbricadas em roseta (Figura 15g). Indumentos de pelos glandulares recobrem toda a planta.

Figura 15: Morfologia da semente, do desenvolvimento pós-seminal e da plântula de *Dyckia pseudococcinea* L. B. Sm. a. Semente. b-c. Fases da germinação. d-e. Plântula normal. f-g. Planta jovem. nsco: núcleo seminífero cordiforme; cp: colo com pelos; co: colo; bc: bainha cotiledonar; hi: hipocótilo; eo: eófilo; rp: raiz primária. Barras = 1 mm.



Fonte: Pereira et al. 2008.

2.3.3 Fatores que afetam a germinação

As sementes necessitam de condições ambientais adequadas, que propiciem uma germinação bem sucedida, de maneira geral é necessário fornecer meios que possam refletir as condições que ocorrem no ambiente natural (CARDOSO, 2019). Segundo Mayer e Poljakoff-Mayber (1982), Taiz *et al*. (2017) e Cardoso (2019), a luz, a água, a temperatura e o oxigênio são fatores ambientais que afetam a germinação, destes a água é o mais importante, devido ser um fator que possibilitará a retomada dos processos

metabólicos. Contudo, outros fatores como a luz e a temperatura tornam-se tão importantes quanto, podendo estimular ou inibir a germinação.

Segundo Taiz *et al*. (2017) e Cardoso (2019) a luz é percebida pela semente por meio de um pigmento denominado como fitocromo, trata-se de uma cromoproteína vegetal que absorve luz vermelha (V), vermelho-extremo (VE) e azul. Além disso, há diversos componentes do meio e da própria semente que "filtram" a luz que atinge o embrião, alterando a irradiância e a proporção dos comprimentos de onda percebidos pelo fitocromo. Segundo Cardoso (2019), na faixa de 400 a 800 nm, a luz pode chegar a uma profundidade de 3 mm tendo como substrato a areia úmida, tornando-se mais rica em luz vermelho extremo (comprimento de onda longo) do que vermelho (comprimento de onda curto). De maneira geral as pesquisas realizadas em laboratórios utilizam luz branca, dessa forma as sementes podem ser classificadas em três grupos:

I. Sementes afoblásticas: A germinação é indiferente à luz (feijão e a maioria das hortaliças).

II. Sementes fotoblásticas ou fotoblásticas positivas: Apresentam maior germinabilidade e/ ou velocidade de germinação em luz que em escuro (embaúba, tachagem).

III. Sementes fotoblásticas negativas: Germinam melhor no escuro do que em luz (guanxuma, vinca e mamona).

O fotoblatismo não é um caractere absoluto, assim depende de inúmeros fatores, como condições de maturação, tempo de armazenamento, integridade dos tegumentos, nitrato, potencial hídrico do meio e temperatura de germinação (CARDOSO, 2019). Segundo Taiz *et al* (2017) a luz é um sinal importante que quebra a dormência em sementes pequenas. A luz é requerida pelas sementes pequenas de várias espécies herbáceas e campestres, podendo permanecer dormentes quando enterradas em profundidades na qual a luz não consegue penetrar. Para Cardoso (2019) os efeitos da luz na germinação, permitem agrupar as plantas em três categorias diferentes:

1. Efeito de exposição curta: a germinação é estimulada ou inibida em uma densidade mínima de fluxo de fótons (fluência) em torno de 1 $\mu mol.m^{-2}$, ocorrendo a saturação da resposta em fluências relativamente baixas (ao redor de 100 $\mu mol.m^{-2}$). Portanto, respostas desse tipo são classificadas como de baixa fluência (RBF).

2. Efeitos de exposição curtíssima: a resposta das sementes satura (atinge seu máximo) em fluências de ordem de 1 $\mu mol.m^{-2}$, motivo pelo qual esse tipo de resposta é conhecido como de fluência muito baixa (RFMB).

3. Efeitos de exposição longa: a resposta da semente requer exposições prolongadas e altas irradiâncias (energia ou fótons por unidade de área por unidade de tempo), dessa forma é classificada como resposta de alta irradiância (RAI), além da irradiância a RAI depende da composição espectral da luz.

Além da luz, as flutuações térmicas às quais as sementes são continuamente expostas constituem sinal importante do ambiente no controle das diferentes etapas do desenvolvimento da planta. Nas sementes, a temperatura atua na indução, na quebra da dormência e no crescimento embrionário. A germinação de sementes não dormentes é balizada pelas chamadas temperaturas cardeais, também ditas temperatura máxima (Tmáx), mínima (Tmin) e ótima (Topt) para que a germinação ocorra. A temperatura, ou faixa térmica, ótima é aquela que resulta no maior número de sementes germinadas em menor tempo, ou seja, produz germinabilidade (capacidade de germinação expressa em porcentagem) e velocidade de germinação (CARDOSO, 2019).

2.3.4 Temperatura na germinação de sementes

Estudos indicam que para germinação de sementes de bromélias as temperaturas variam em uma faixa entre 25 e 35 °C dependendo da espécie (DUARTE *et al*., 2010; MORESCO *et al*., 2021), pois cada espécie vegetal apresentará uma temperatura ótima, uma máxima e uma mínima que garante o vigor das sementes, assim a temperatura ótima pode ser entendida como aquela em que a espécie apresenta o máximo de germinação em menor tempo qualquer temperatura abaixo ou acima da ótima tende a reduzir a velocidade e a porcentagem de germinação como observado no presente estudo, de maneira que nessa fase de embebição, retomada dos processos metabólicos e formação da plântula, o indivíduo fique exposto a condições adversas por um longo período, além disso pode haver interrupção do processo germinativo devido a influência direta da temperatura nas reações enzimáticas podendo causar danos oxidativos devido ao estresse (FLORES *et al*., 2014; OJEDA *et al*., 2021).

Segundo Arbona *et al*. (2013), temperaturas abaixo de 20 °C induzem ao metabolismo lento, além disso causam alterações estruturais e morfológicas nas plantas. O estresse por frio pode afetar a germinação e impedir o desenvolvimento adequado das plântulas por restringir o uso de energia e formar radicais livres que

danificam irreversivelmente os indivíduos, esse fato explica os altos valores de plântulas anormais em temperaturas baixas.

2.3.5 Reguladores do crescimento vegetal

Hormônios vegetais ou fitohormônios são substâncias orgânicas produzidas naturalmente em plantas e, em baixas concentrações atuam como mensageiros químicos modulando os processos bioquímicos e fisiológicos, de modo a promover, inibir ou modificar o crescimento e desenvolvimento (DE JONG; BORM, 2013). O desenvolvimento vegetal é regulado por nove principais classes de hormônios: ácido abscísico, ácido salicílico, auxinas, brassinosteróides, citocininas, estrigolactonas, etileno, giberelinas e jasmonatos. No entanto, esta lista tende a aumentar com novos estudos (TAIZ *et al*., 2017).

Esses hormônios estão relacionados a todas as fases de desenvolvimento vegetal, que vão desde a germinação, formação de raízes, caule, folhas, flores e frutos (PERILLI; DI MAMBRO; SABATINI, 2012; SHABALA *et al*., 2016), como também processos fisiológicos em resposta ao estresse abiótico (RYU; CHO, 2015) e biótico (YANG; YANG; HE, 2013).

Por outro lado, reguladores do crescimento vegetal são todas substâncias naturais ou artificiais, que apresentam atividade semelhante aos hormônios vegetais endógenos encontrados nas plantas, sendo capazes, quando aplicadas exógenamente, de modificar processos fisiológicos e morfológicos nos vegetais, afetando o crescimento e o desenvolvimento. Entre estes compostos encontram-se o ácido naftalenoácetico (ANA), ácido indolbutírico (AIB), ácido giberélico (GA3), entre outros (TAIZ *et al*., 2017).

Raven, Evert e Eichhorn (2014) destacam que uma única molécula de regulador do crescimento vegetal pode induzir o aumento na concentração de outros hormônios, que podem levar a mudanças de desenvolvimento na célula dos vegetais, além de atuar como mensageiros químicos entre as células. A ação de cada um destes compostos é determinada por sua disponibilidade, podendo atuar diretamente ou desencadear uma rede de diferentes hormônios nos diferentes estágios de desenvolvimento dos vegetais (VANSTRAELEN; BENKOVÁ, 2012).

Para que ocorra o efeito desejado na aplicação do regulador, é necessário estimar uma faixa ideal de concentração, sendo importante considerar que a planta já possui níveis endógenos de hormônios, evitando assim uma fitotoxicidade

(BOTIN; CARVALHO, 2015). Deve-se considerar também que os resultados obtidos dependem do estádio fisiológico da planta, das condições ambientais, da espécie, do cultivar e da época de aplicação (PETRI *et al*., 2016).

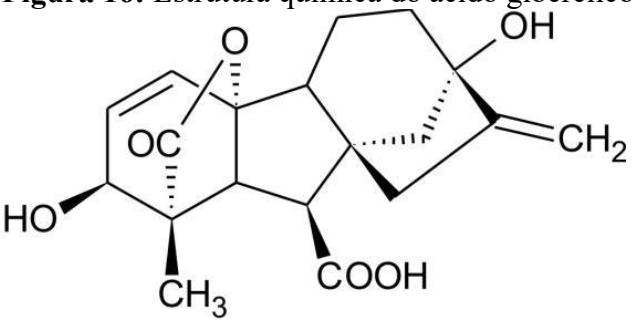
2.3.6 Giberelinas

Uma importante classe de hormônios vegetais compreende as giberelinas (GAS), que são numeradas em sequência cronológica de acordo com sua descoberta. Esse grupo compreende todos os ácidos tetracíclicos diterpenoides, mas apenas alguns deles têm atividade biológica intrínseca (TAIZ *et al*., 2017).

O início das pesquisas com GAS ocorreu no começo da década de 1920, quando agricultores japoneses observaram uma doença que causava o crescimento anormal em plantas de arroz (*Oryza sativa* L.). Plantas infectadas com *Fusarium fujikuroi* tornavam-se anormalmente altas, o que as deixavam suscetíveis à queda e com produção reduzida, daí o nome bakanae ou "doença da planta-boba". A partir daí, as giberelinas foram identificadas pela primeira vez por Eiichi Kurosawa em 1926 e isoladas por Teijiro Yabuta e Yusuke Sumuki na década de 1930, como produtos naturais do fungo *Gibberella fujikuroi* (chamado atualmente de *F. fujikuroi*). Entretanto, ainda não haviam conseguido determinar a estrutura química da forma ativa das GAS, devido à presença de impurezas nas amostras (TAIZ *et al*., 2017; KERBAUY, 2019).

Na década de 1950, estudos com GAS ganharam relevância e pesquisadores reconheceram a oportunidade de exploração dessas substâncias. Neste período, na Universidade de Tóquio, foram isolados a partir da giberelina A, três novas giberelinas: A1, A2 e A3, sendo esta última denominada de ácido giberélico (Figura 16). A descoberta de que as GAS ocorriam de forma natural em plantas também ocorreram nesta época (HEDDEN; SPONSELL, 2015; KERBAUY, 2019).

Figura 16: Estrutura química do ácido giberélico (GA_3)



Fonte: redayc.org (2006)

Em 1958 foi identificada a primeira giberelina vegetal, denominada de GA_1, encontrada em extratos de sementes de feijão-escarlate (*Phaseolus coccineus* L.). Nota-se que a maioria das espécies, até agora, contém GA_1 e/ou GA_4. Além destas, as plantas contêm muitas GAS inativas que representam os precursores ou os produtos da desativação das GAS bioativas (TAIZ *et al*., 2017).

A continuação de pesquisas levou a novas descobertas e confirmações que contribuíram para complementar o conhecimento dessas substâncias. Dados recentes quantificam 136 formas diferentes de GAS, das quais poucas são as bioativas (HEDDEN; SPONSEL, 2015; TAIZ *et al*., 2017; KERBAUY, 2019).

Para Hedden e Sponsel (2015), o incremento das pesquisas sobre hormônios vegetais como as GA_S vem avançando constantemente, no entanto, há necessidade de novos estudos para entender e esclarecer melhor os processos bioquímicos envolvidos, as interações ambientais e a regulação exercida em plantas. Desde a sua descoberta, as GAs vem sendo produzidas industrialmente, sendo de grande importância econômica para agricultura devido a seus efeitos em vegetais (RODRIGUES et al., 2012; RANGASWAMY, 2012; GÖKDERE; ATES, 2014).

As GA_S são sintetizadas em diversas partes da planta, principalmente em regiões de rápido crescimento, como sementes em germinação, frutos, folhas jovens, ápices de caules e, em alguns casos, nas raízes (LAVAGNINI *et al*., 2014; TAIZ *et al*., 2017). As GA_S estão presentes em tecidos com a presença mínima de auxina, sendo que os efeitos no crescimento podem depender da acidificação da parede celular induzida por auxina (TAIZ *et al*., 2017).

Entre os diversos efeitos morfológicos e bioquímicos durante o ciclo de vida da planta, as GA_S podem promover o alongamento de entrenós, germinação de sementes, indução do florescimento, aumento do número de flores, desenvolvimento do pólen e o crescimento do tubo polínico, além da formação do fruto, elevação dos teores de clorofila a e b, carboidratos e proteínas, entre outros (IQBAL; ASHRAF, 2013; HAN *et al*., 2014; ZANG *et al*., 2016; TAIZ *et al*., 2017). Alguns estudos já trazem, com grande evidência, que as GAS estão envolvidas na indução de respostas ao estresse abiótico (COLEBROOK *et al*., 2014).

Um dos efeitos mais estudados das GA_S é na germinação das sementes. O endosperma das sementes fornece, no início do processo de germinação, energia necessária para as reações e processos nesta etapa. Para que esta reserva nutritiva possa ser disponibilizada para as sementes, é necessária a metabolização de enzimas hidrolíticas

que irão gerar açúcares, aminoácidos e outros produtos que nutrirão o embrião (TAIZ *et al*., 2017; KERBAUY, 2019).

Neste ponto, as GA_S funcionam como um sinalizador para a produção de α e β–amilases, enzimas estas que atuam na clivagem dos componentes do endosperma, gerando energia para o embrião, estimulando o processo de germinação (KONDHARE *et al*., 2015; MEDEIROS *et al*., 2015; KERBAUY, 2019). Na década de 60, se confirmou a observação do botânico autríaco Gottlieb Haberland (1854-1945), feita em 1890, de que existia no embrião uma substância difusível que estimularia a produção de α–amilase. Passado mais de um século, foi comprovado a síntese de GA_S no embrião das sementes, que posteriormente eram transportadas ao endosperma durante a germinação (TAIZ *et al*., 2017; KERBAUY, 2019).

As GA_S atuam no enfraquecimento do tecido ao redor da radícula, ou seja, auxiliam na superação da barreira mecânica imposta pelos tegumentos da semente. Isso ocorre pela indução da expressão de genes promotores do alongamento celular. Estudos também sugerem que as GA_S podem promover a extrusão da radícula por meio da interação com outros hormônios (TAIZ *et al*., 2017; KERBAUY, 2019).

Outro efeito relevante das GA*S* é na superação da dormência das sementes. Este processo envolve uma mudança de estado metabólico na semente que permite ao embrião reiniciar o crescimento. Como a germinação é um processo irreversível que leva a formação de uma plântula, muitas espécies desenvolveram mecanismos sofisticados para perceber as melhores condições para que isso ocorra (TAIZ *et al*., 2017; KERBAUY, 2019).

De acordo com um recente modelo, o equilíbrio das atividades de ácido abscísico (ABA) e GA*S* nas sementes está sob controle ambiental e do desenvolvimento. Durante os primeiros estágios do desenvolvimento da semente, a sensibilidade ao ABA é alta e a sensibilidade à GA é baixa, o que favorece a dormência e/ou quiescência sobre a germinação. Mais tarde, a sensibilidade ao ABA declina e à GA aumenta, favorecendo a germinação. Ao mesmo tempo, a semente torna-se progressivamente mais sensível aos estímulos ambientais, como temperatura e luz, que podem tanto estimular quanto inibir a germinação (TAIZ *et al*., 2017).

Assim, o tratamento de sementes com GA_S pode, em geral, substituir um sinal positivo na superação da dormência fisiológica. As GA_S, em associação com as citocininas, podem substituir a necessidade de diversos sinais ambientais para promover a germinação, minimizando os efeitos do ABA (TAIZ *et al*., 2017; KERBAUY, 2019).

Diante do exposto, as giberelinas possuem diversas aplicações na agricultura devido suas propriedades que podem modificar processos bioquímicos, fisiológicos e a morfologia do vegetal (RODRIGUES *et al*., 2012; GUPTA; CHAKRABARTY, 2013).

Souza et al. (2018) testaram GA_3 em sementes de beton (*Rhaphiodon echinus* Shauer.), nativa da Caatinga e, obtiveram 67% de germinação na dose de 5000 mg L^{-1}, enquanto sementes não tratadas tiveram 18% de germinação. Já Abdulhalem (2020) teve germinação de 100% após 7 dias do tratamento de sementes de anis (*Pimpinella anisum* L.) na dose de 1 e 2 mg L^{-1} de GA_3, enquanto o controle demorou 14 dias para atingir esse percentual. A porcentagem de germinação aumentou para 78% com a aplicação de 2 mg L^{-1} de GA_3 em sementes de Moréia-bicolor (*Dietes bicolor* (Steud.) Sweet ex Klat) após 40 dias de cultivo in vitro, enquanto o controle teve 50% e também foram observadas folhas maiores nas plântulas cujas sementes foram tratadas com GA_3 (SILVA *et al*., 2020).

Vale lembrar, que devido a degradação rápida das GA_S aplicadas exógenamente, devido a fatores como excesso de luminosidade e alta temperatura, sua atividade biológica é reduzida, sendo uma das soluções encontrar sistemas que protejam o composto (LIU *et al*., 2013).

3 ARTIGO I – TEMPERATURA NO POTENCIAL FISIOLÓGICO EM LOTES DE SEMENTES DE *Dyckia brevifolia* BAKER.

RESUMO

As plantas são afetas pelas condições ambientais, dessa forma, adaptam-se de forma a sobreviverem e perpetuarem-se para o ambiente, a temperatura pode comprometer a germinação, o crescimento e o desenvolvimento vegetal, as bromélias são consideradas plantas rusticas e que toleram condições adversas, *Dyckia brevifolia* Baker. tolera períodos de seca e de enchente dos rios, de maneira que ficam submersas durante um período da vida, dessa forma o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência da temperatura no potencial fisiológico em dois lotes de sementes de bromélias da espécie *Dyckia brevifolia* Baker. Dois lotes de sementes foram obtidos para o estudo, o mesmo ocorreu em laboratório devidamente equipado para as análises de germinação e crescimento. As variáveis testadas foram: porcentagem de germinação (Germinação %), plântulas anormais (PA%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) (dias) e velocidade média de germinação (v) (dias), diâmetro (mm), comprimento (mm) e massa seca (g) das plântulas. Para o lote 1, as temperaturas variaram de 25,10 a 30,36 °C em que as temperaturas máximas resultaram em respostas de 3,17 dias para o TMG e 89,36% para PCG respectivamente. Para a germinação o ponto máximo encontrado foi de 29,45 com 92,23%. Para o lote 2, as temperaturas variaram de 20 a 31,26 °C em que os pontos máximos encontrados resultaram em respostas de 5,02 para TMG e 41,63% para PCG respectivamente. Para a germinação do segundo lote não foi possível encontrar um ponto máximo de temperatura, nem uma resposta máxima. Com exceção do TMG do segundo lote que apresentou temperatura máxima de 20°C, ambos os lotes se comportaram de maneira similar com temperaturas máximas aproximadas com pouca ou nenhuma variação como ocorreu com a temperatura máxima encontra para comprimento e massa seca de plântulas, em que os pontos encontrados foram de 28,38 e 27,37 °C com valores de 6,73 e 5,73 mm para o lote 1 e 2 de comprimento respectivamente e 0,008g e 0,003g de massa seca de plântulas respetivamente. As temperaturas influenciam a germinação, o crescimento e o desenvolvimento de plântulas. Temperaturas entre 25 e 30 °C melhoram as condições de germinação e crescimento para ambos os lotes de sementes de *Dyckia brevifolia*.

Palavras-chave: Domesticação, Bromeliaceae, Vigor de sementes

TEMPERATURE IN PHYSIOLOGICAL POTENTIAL IN SEED LOTS OF *Dyckia brevifolia* BAKER.

ABSTRACT

Plants are affected by environmental conditions, so they adapt in order to survive and perpetuate themselves in the environment, temperature can compromise germination, growth and plant development, the bromeliads are considered hardy and tolerant to adverse conditions, *Dyckia brevifolia* Baker. tolerates periods of drought and flooding of rivers, so that they are submerged for a period of life, The objective of this study was to evaluate the influence of temperature on physiological potential in two lots of bromeliads seeds of the species *Dyckia brevifolia* Baker. Two seed lots were obtained for the study, the same occurred in a laboratory properly equipped for germination and growth analysis. The variables tested were: percentage of germination (Germination %), abnormal seedlings (PA%), germination speed index (IVG), average germination time (TMG) (days) and average germination speed (v) (days), diameter (mm), length (mm) and dry mass (g) of the seedlings. For batch 1, temperatures ranged from 25.10 to 30.36 °C in which the maximum temperatures resulted in responses of 3.17 days for TMG and 89.36% for PCG respectively. For germination the maximum point found was 29.45 with 92.23%. For the lot 2, temperatures ranged from 20 to 31.26 °C at which the maximum points found resulted in responses of 5.02 for TMG and 41.63% for PCG respectively. For germination the maximum point found was 29.45 with 92.23%. For the lot 2, temperatures ranged from 20 to 31.26 °C at which the maximum points found resulted in responses of 5.02 for TMG and 41.63% for PCG respectively. For the germination of the second batch it was not possible to find a maximum temperature point, nor a maximum response. With the exception of the TMG of the second batch that presented maximum temperature of 20°C, both batches behaved similarly with approximate maximum temperatures with little or no variation as occurred with the maximum temperature found for length and dry mass of seedlings, in which the points found were 28.38 and 27.37 °C with values of 6.73 and 5.73 mm for lot 1 and 2 of length respectively and 0.008g and 0.003g of dry mass of seedlings respectively. Temperatures influence germination, growth and development of seedlings. Temperatures between 25 and 30 °C improve germination and growth conditions for both seed lots of *Dyckia brevifolia*.

Keywords: Domestication, Bromeliaceae, Seed vigor

INTRODUÇÃO

A temperatura do ar afeta as plantas de diversas maneiras, e tanto temperaturas elevadas quanto baixas podem prejudicar seu desenvolvimento. Cada espécie vegetal possui uma faixa de temperatura mínima e máxima para sobreviver, além de uma temperatura ideal, na qual seu crescimento é mais eficiente. Esses valores dependem da espécie, da fase de desenvolvimento e das funções fisiológicas da planta. Durante o crescimento ativo, os limites de temperatura para uma planta podem variar entre 4 °C e 36 °C (ESFRAIN; SIQUEIRA, 2018).

Os estudos de influência de temperatura na germinação são úteis e importantes a fim de identificar a vulnerabilidade das espécies às mudanças climáticas e promover estratégias de conservação de espécies de bromélias (DUARTE; LEMES FILHO; MARQUES, 2018). Plantas de clima tropical, como as bromélias, são sensíveis a baixas temperaturas, o abacaxizeiro (*Ananas comosus* (L.) Merril.), por exemplo, tem seu crescimento prejudicado quando a temperatura cai abaixo de 4 °C (SILVA *et al*., 2021).

As bromélias são fundamentais para a natureza, interagindo com outros vegetais, animais e microrganismos, que dependem total ou parcialmente do micro-habitat aquático formado em seus tanques, fonte de alimento, abrigo e reprodução para esses organismos vivos (DIAS *et al.*, 2014). Além disso, suas flores atraem diversos polinizadores (vertebrados e invertebrados), que também beneficiam outras plantas, mostrando que a conservação das bromélias contribui para a preservação de uma ampla variedade de recursos biológicos (ROCHA *et al*., 2004).

A bromélia *Dyckia brevifolia* Baker. é nativa e endêmica do Brasil, com ocorrência em florestas de mata atlântica, mata ciliar ou de galerias, trata-se de planta rupícola, com afloramentos concentrados em Santa Catarina e no Rio Grande do Sul, onde passa por alguns períodos submersas nas águas do Rio Itajaí-Açu e outros períodos de extrema seca, apresenta alta plasticidade vegetal devido a sua capacidade de se adaptar e sobreviver à condições extremas de estresse ambiental (GUARÇONI; SANTOS-SILVA; FORZZA, 2024).

Essa bromélia vem sendo amplamente estudada, demonstrando que a mesma possuí importância cientifica devido às suas características de plasticidade e rusticidade, além da importância no conhecimento da espécie para conservação dos recursos genéticos, dessa forma, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência

da temperatura no potencial fisiológico em dois lotes de sementes de bromélias da espécie *Dyckia brevifolia* Baker.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento ocorreu de maneira a analisar dois lotes de sementes de bromélia da espécie *Dyckia brevifolia* Baker. Para o lote 1, a análise ocorreu no Laboratório de Análise de Sementes do Centro de Ciências Agrárias (CCA) da Universidade Estadual de Londrina (UEL), para o lote 2, a análise ocorreu no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio Economia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS – UNESP). Os lotes foram doados pelo pesquisador e colecionador Sr. Walter Miguel Kranz, que possui propriedade localizada em Londrina/PR e produz sementes para fins de estudo e pesquisa.

O estudo procedeu-se com a análise do lote em quatro temperaturas (20, 25, 30 e 35 °C), com fotoperíodo programado para 24 horas, com quatro repetições, utilizando 50 sementes por repetição, totalizando 200 sementes para cada tratamento, seguindo adaptações das especificações das Regras para Análise de Sementes (BRASIL, 2009). Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de germinação (Germinação %), plântulas anormais (PA%), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) (dias) e velocidade média de germinação (v) (dias), diâmetro (mm), comprimento (mm) e massa seca (g) das plântulas.

O teste de germinação foi conduzido sobre papel germitest umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, e as sementes acondicionadas em caixas de poliestireno cristal (Gerbox®) de dimensões 11 cm x 11 cm x 3 cm. Foram utilizadas 50 sementes por caixa e quatro repetições por tratamento para cada espécie, mantidas em câmara de crescimento (tipo B.O.D.) nas temperaturas reguladas para cada tratamento: 20 ºC, 25 ºC, 30 ºC e 35 ºC, sob luz constante, adaptando-se algumas recomendações das Regras de Análise de Semente para outras espécies de sementes pequenas.

A duração do experimento foi estabelecida com base na literatura conhecida utilizada com diferentes espécies do gênero *Dyckia* (MORESCO *et al*., 2021; PAULA *et al*., 2022; PAULA *et al*., 2023). O teste de germinação ocorreu do dia da semeadura até o 15° dia do experimento. A porcentagem de germinação foi quantificada computando-se todas as plântulas normais. Foram consideradas como normais as plântulas que mostraram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a

plantas quando desenvolvidas sob condições favoráveis. Considera-se que uma plântula normal tenha a proporção de 1:2 (uma parte de parte área para duas partes de raiz) (BRASIL, 2009).

A % de Germinação (G) ou Germinabilidade, calculada através da fórmula de Labouriau e Valadares (1976): G = (N/A) x 100, em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste; A = número total de sementes colocadas para germinar. Simultaneamente ao teste de germinação, foi realizada a contagem diária do número de sementes germinadas, para estabelecer o índice de velocidade de germinação (IVG), obtido através da fórmula descrita por Maguire (1962). IVG = G1/N1 + G2/N2 + ... + Gn/Nn, em que: G1, G2 e Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

O TMG foi determinado pelo critério estabelecido por Labouriau e Valadares (1976), também realizado simultaneamente ao teste de emergência, contabilizando diariamente o número de sementes germinadas após a instalação do teste. Esse índice representa a média do tempo necessário para a germinação, tendo como fator de ponderação a germinação diária, calculado pela equação:

$$TMG=\frac{G1T1+G2T2+.....GnTn}{G1+G2....+Gn}$$

Em que: TMG = é o tempo médio, em dias, necessário para atingir a germinação máxima; G1, G2 e Gn = é o número de sementes germinadas nos tempos T1, T2 e Tn, respectivamente. Velocidade média de germinação (v) em dias, calculada pela fórmula (FERREIRA; BORGHETTI, 2013): v = 1/t. Em que: t = tempo médio de germinação; Ao 15° dia do teste de germinação, foram determinados os percentuais de germinação e de plântulas anormais, e o resultado expresso em porcentagem.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com um lote de sementes em quatro temperaturas e quatro repetições. Os dados foram submetidos à análise de variância a 5% de significância e se significativo foi realizado a análise de regressão linear ou não linear. As pressuposições de normalidade dos erros e homogeneidade das variâncias foram testadas por Shapiro-Wilk e Bartlett ($p>0,05$), respectivamente. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do software R usando os pacotes AgroR e AgroReg (SHIMIZU; GONÇALVES, 2023; R CORE TEAM, 2011).

RESULTADOS

As temperaturas testadas apresentaram diferença significativa na análise de variância em ambos os lotes, o efeito foi percebido para a germinação, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, velocidade, diâmetro, comprimento e massa, conforme observado na tabela 1, além disso, é possível observar a temperatura do ponto máximo bem como a resposta no ponto máximo para cada variável, com exceção da porcentagem de plântulas anormais em ambos os lotes e da porcentagem de germinação do lote 2.

Tabela 1: Análise da variância (ANOVA) para as diferentes variáveis testadas para os lotes de sementes de *Dyckia brevifolia* Baker. G: Germinação (%); PA: Plântulas anormais (%); %PCG: Porcentagem da primeira contagem de germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação; TMG: Tempo médio de germinação (dias); v: velocidade de germinação (dias); Diam: Diâmetro de plântula (mm); Comp: Comprimento de plântulas (mm); Massa: Massa seca de plântulas (g). 2024.

Variável	Lote 1				Lote 2			
	p-valor	CV (%)	PM (°C)	RM	*p-valor*	CV (%)	PM (°C)	RM
G	*p<0,001*	6,433	29,45	92,23%	p<0,001	3,449	-	-
PA	0.887	44,488	-	-	0,887	44,488	-	-
PCG	*p<0,001*	7,339	30,36	89,36%	p<0,001	6,012	31,26	41,63%
IVG	*p<0,001*	7,305	30,18	15,59	p<0,001	4,169	27,28	11,90
TMG	*p<0,001*	10,246	25,10[a]	3,17dias	p<0,001	3,969	20,00	5,02dias
v	*p<0,001*	5,569	25,25	0,32 $dias^{-1}$	p<0,001	3,648	27,88	0,28$dias^{-1}$
Diam.	*p<0,001*	5,327	26,47	7,77 mm	0,001	6,636	27,17	6,84mm
Comp.	*p<0,001*	6,838	28,38	6,73 mm	*p<0,001*	8,269	28,38	5,73mm
Massa	0,001	5,173	27,37	0,008g	0,001	16,18	27,37	0,003g

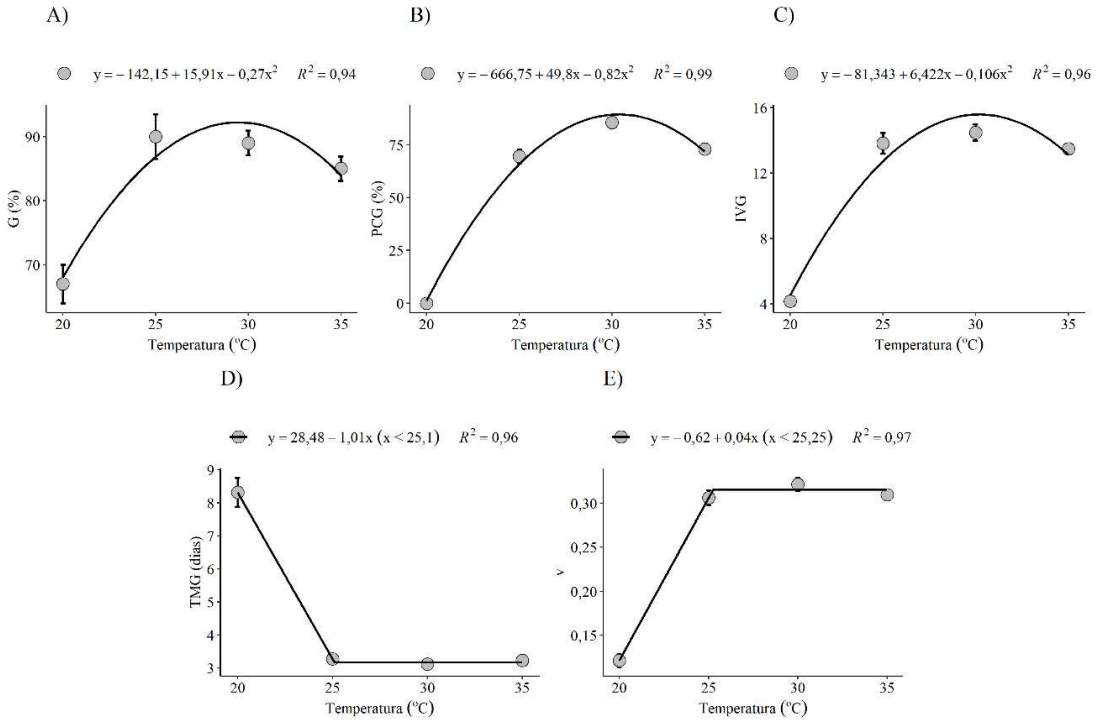
PM: Temperatura do ponto máximo; RM: Resposta no ponto máximo; [a] Ponto de quebra
Fonte: Próprio autor (2024)

A porcentagem de plântulas anormais não respondeu às temperaturas em nenhum dos dois lotes de sementes de *Dyckia brevifolia* Baker. variando de 2 a 4%. Todas as variáveis que apresentaram diferença significativa foram analisadas para regressão linear e não linear, indicando prontos máximos e mínimos, pontos irrelevantes e resposta no ponto máximo/ mínimo estimado. Na figura 17 a resposta do tratamento de temperatura no lote 1 de sementes da bromélia *Dyckia brevifolia* fica mais evidente, sendo possível estimar os pontos máximos e mínimos bem como a resposta no ponto estimado.

Para a porcentagem de germinação a temperatura estimada máxima estimada foi de 29,45 °C com resposta de 92,23% de germinação. Para a primeira contagem de germinação (PCG) a temperatura máxima estimada foi de 30,36 °C com resposta de 89,36%, para o índice de velocidade de germinação a temperatura máxima

estimada foi bem próxima da encontrada para PCG, com valor calculado em 30,18 °C e resposta de 15,19. No tempo médio de germinação (TMG) e para a velocidade de germinação (v), foram encontrados um ponto mínimo e um máximo, com valores de 25,10 e 25,25 °C, com respostas de 3,17 e 0,32 dias^{-1}, respectivamente.

Figura 17: A: Porcentagem de germinação, B: Porcentagem da primeira contagem de germinação, C: Índice de velocidade de germinação, D: Tempo médio de germinação em dias e E: velocidade de germinação do Lote 1 de sementes de *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024.

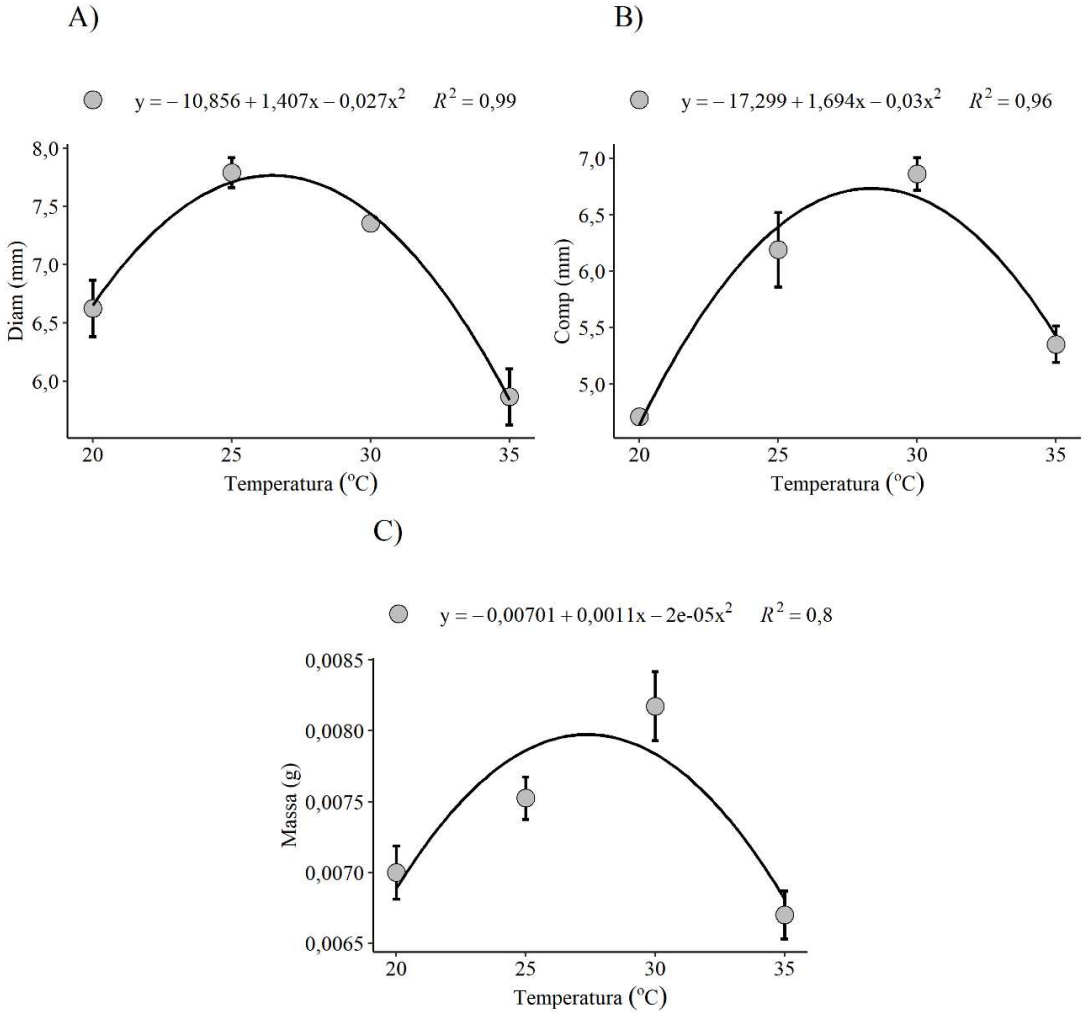


Fonte: Próprio autor (2024)

É possível observar que entre os pontos máximos e mínimos estimados para o lote 1, os valores encontrados variaram de 25,10 °C, menor valor encontrado entre os resultados, e 30,36 °C, maior valor estimado, aproximando os pontos para valores mais exatos, é possível observar uma variação entre 25 e 30 °C, uma faixa de amplitude de temperatura de 5 °C, uma amplitude baixa considerando a faixa de temperaturas testadas que variaram de 20 a 35 °C. O maior vigor do lote 1 de sementes de *Dyckia brevifolia* foi observado entre 25 e 30 °C.

Na figura 18 o diâmetro apresentou ponto máximo de 26,47 °C, o comprimento em 28,38 °C e a massa seca de plântulas em 27,37 °C com respostas de 7,77mm, 6,73mm e 0,008g respectivamente. Para as características de crescimento inicial de plântulas é possível observar a variação de temperaturas entre 26 e 28 °C no lote 1.

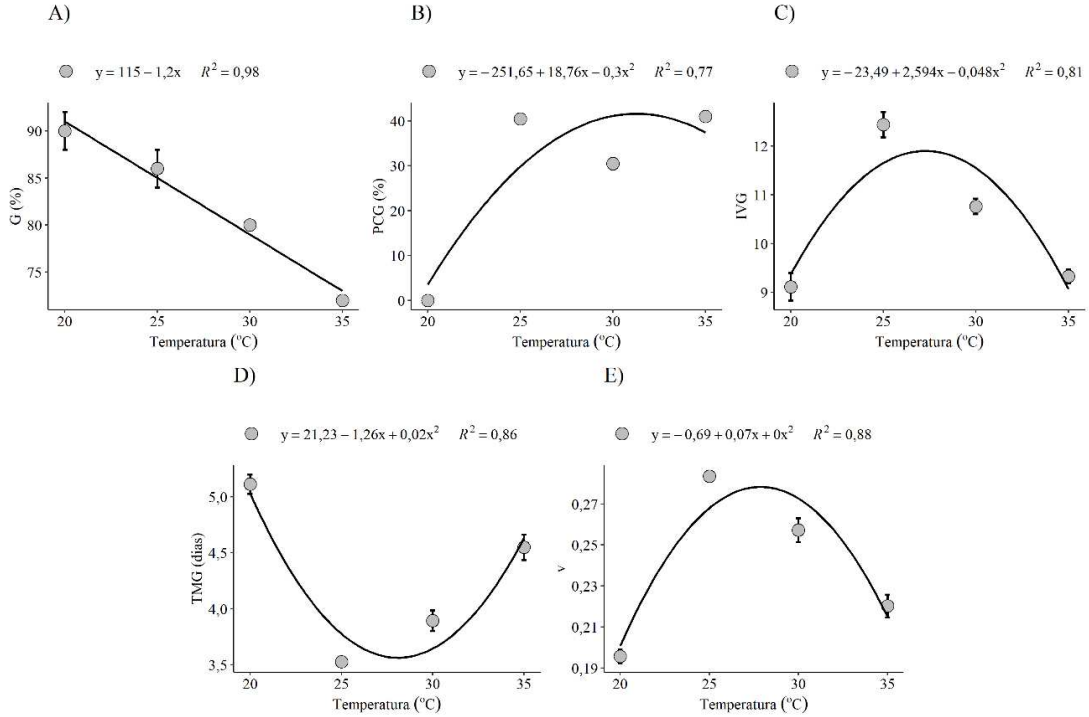
Figura 18: A: Diâmetro (mm), B: Comprimento (mm) e C: Massa seca de plântulas (g) do Lote 1 de sementes de bromélia *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024.



Fonte: Próprio autor (2024)

Para o Lote 2 é possível observar pela figura 19 que para a porcentagem e germinação não foi possível estimar um ponto máximo ou mínimo, bem como uma resposta. Porém para os parâmetros primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação e velocidade os pontos calculados foram de 31,26, 27,28, 20 e 27,88 °C respectivamente, com suas respectivas respostas de 41,63%, 11,90, 5,02 dias e 0,28 dias^{-1}. Diferente do comportamento observado no Lote 1, o lote 2 apresenta uma amplitude de temperatura de 20 a 31 °C.

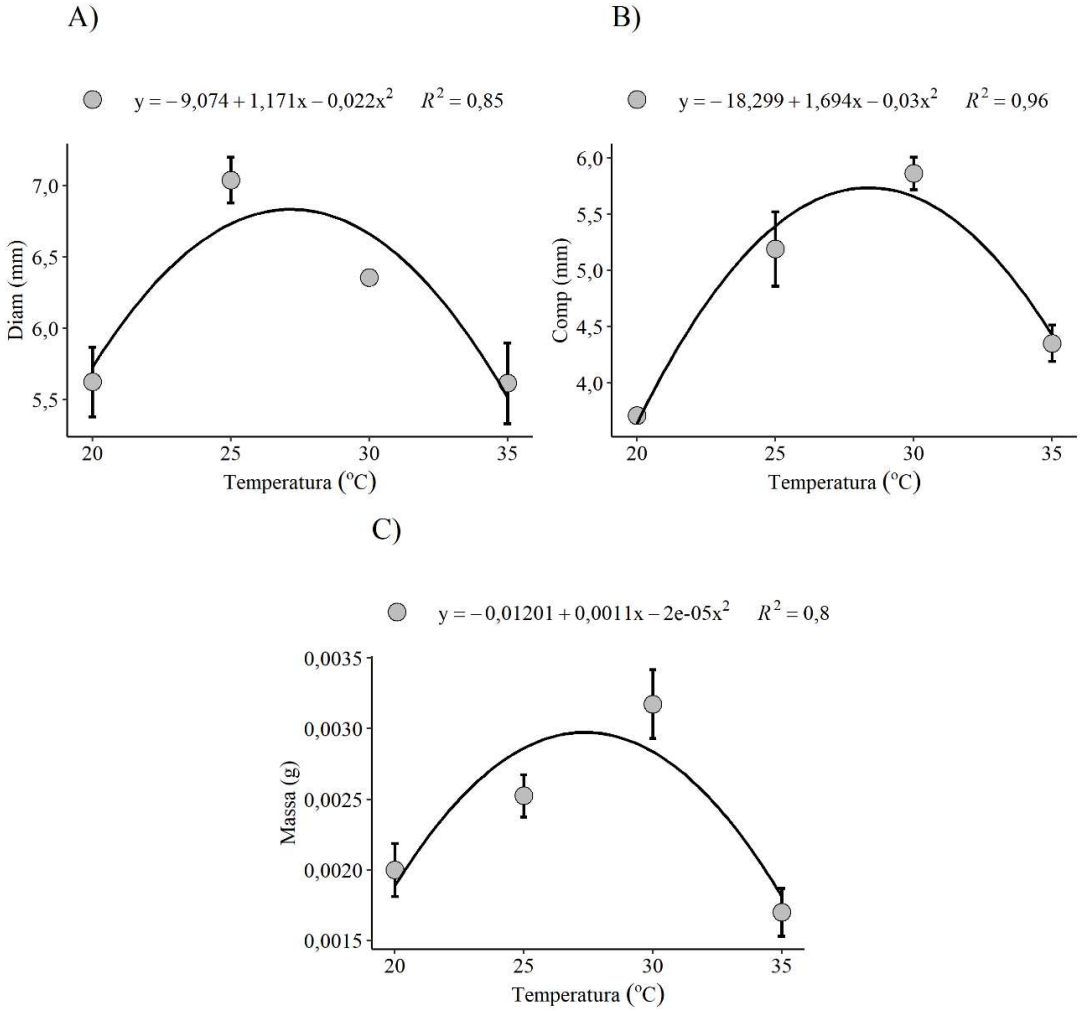
Figura 19: A: Porcentagem de germinação, B: Porcentagem da primeira contagem de germinação, C: Índice de velocidade de germinação, D: Tempo médio de germinação em dias e E: velocidade de germinação do Lote 2 de sementes de *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024.



Fonte: Próprio autor (2024)

Na figura 20, é possível observar os resultados dos parâmetros de crescimento de plântulas, bem como os pontos estimados e suas respectivas respostas. Para o diâmetro de plântulas, o ponto máximo estimado foi de 27,17 °C com resposta de 6,84 mm, já para o comprimento e a massa seca os pontos foram de 28,38 e 27,37 °C, com respostas de 5,73mm e 0,003 g respectivamente. A amplitude de variação de temperaturas de 27 a 28 °C.

Figura 20: A: Diâmetro (mm), B: Comprimento (mm) e C: Massa seca de plântulas (g) do Lote 2 de sementes de bromélia *Dyckia brevifolia* nas temperaturas de 20, 25, 30 e 35 °C. 2024.



Fonte: Próprio autor (2024)

O lote 1 apresentou temperaturas variando entre 25 e 30 °C para os parâmetros de vigor de sementes e 26 a 28 °C para os parâmetros de crescimento, já o lote 2 apresentou temperaturas variando entre 20 e 31 °C para os parâmetros de vigor e entre 27 e 28 °C para os parâmetros de crescimento. A temperatura mais discrepante no lote 2 foi a do tempo médio de germinação (20 °C), com exceção desse dado, todos os demais apresentaram característica similar e aproximada do lote 1.

DISCUSSÃO

Ao trabalharem com diferentes espécies de bromélias do gênero *Dyckia* (*Dyckia beateae*, *Dyckia brevifolia* e *Dyckia excelsa*), Moresco *et al*. (2021), observaram diferentes respostas em características especificas, porem de maneira geral as espécies

apresentaram melhor crescimento e desenvolvimento em temperaturas de 25 e 30 °C. Ainda segundo os autores, a espécie *Dyckia brevifolia* apresentou melhor vigor de sementes em temperaturas de 30 e 35 °C. Ao testarem diferentes substratos e temperaturas em *Bromelia antiacantha* Bertol. Paim *et al*. (2021), observaram que a formação inicial de plântulas e a porcentagem de germinação apresentaram melhores resultados a 25 °C.

Duarte, Lemos Filho e Marques (2017), ao trabalharem com diferentes espécies de bromélias (*Vriesea friburgensis*, *Vriesea bituminosa*, *Vriesea pardalina*, *Tillandsia gardneri* e *Racinaeae aerisincola*) em temperaturas entre 15 e 35 °C constataram que as espécies irão apresentar necessidades térmicas específicas para germinação, segundo Dürr *et al*. (2015), para cada espécie existe uma temperatura ideal que irá fornecer condições para um desempenho metabólico completo, no presente estudo ambos os lotes são de uma mesma espécie por isso é possível perceber a similaridade nos resultados obtidos.

Segundo Guariz *et al*. (2022), temperaturas até 29 °C melhoram as condições para aumento do índice de germinação e velocidade de germinação de *Aristolochia elegans*, ainda segundo os autores, temperaturas acima de 29 °C fazem com que a velocidade de germinação dessa espécie diminua, a germinação passa a ser comprometida em temperaturas acima de 29,4 °C bem como abaixo de 16,9 °C em que não há germinação. Esses resultados corroboram os resultados encontrados para o Lote 1 de *Dyckia brevifolia*, pois a temperatura máxima estimada foi de 29,4 °C para a germinação desse lote, já para o Lote 2 não foi possível estimar ponto máximo ou mínimo para essa característica.

Segundo Silva et al. (2018), a maioria das espécies de Dyckia apresenta alta germinação em temperaturas mais altas como foi percebido no presente estudo, outro ponto que os autores relatam é que temperaturas mais baixas reduzem significativamente a germinação, isso ocorre pois pode haver indução de dormência, que segundo os autores pode ser caracterizada como a falha de germinação quando as condições são aparentemente favoráveis.

Temperaturas próximas a 20 °C ou inferiores retardam os processos fisiológicos de absorção de água, produção de RNA mensageiro e há alteração do processo bioquímico (CARVALHO; NAKAGAWA, 2012; ZIMMER, 2012; LOPES *et al*., 2022). Altas temperaturas como as aproximadas a 40 °C ou maiores, também podem fazer com que o haja decréscimo no potencial germinativo de sementes, pois há aceleração excessiva do metabolismo de maneira a esgotar as reservas da semente sem

que a planta tenha se desenvolvido levando o embrião à morte (BORGES *et al*., 2020; SILVA *et al*., 2021).

Temperaturas extremas, altas ou baixas, fazem com que haja termodesnaturação das proteínas e inativação de enzimas, que por sua vez afetam a bicamada lipídica das membranas e promovendo alterações na organização lipídica das membranas celulares e originando perda de função. (GUALTIERI; FANTI, 2015; SILVA *et al*., 2015). De acordo com Ferreira *et al*. (2008), a temperatura afeta diretamente as reações enzimáticas, por isso qualquer temperatura abaixo ou acima do ótimo faz com haja redução no processo de germinação.

Durante a formação inicial da planta, a constância da temperatura bem como o uso de temperatura adequada é crucial para o bom desenvolvimento do vegetal. Alterações nas condições térmicas podem fazer com que haja deformação em estruturas importantes para a planta, como raízes atrofiadas e/ ou folhas malformadas, esse comportamento compromete a capacidade da planta jovem de absorver água e nutrientes de tal forma que não é capaz de realizar a fotossíntese de maneira adequada, logo tem seu crescimento e desenvolvimento comprometido, podendo não chegar a se tornar uma planta "adulta" (ESFRAIN; SIQUEIRA, 2018; SILVA *et al*., 2021).

Segundo Amaral *et al*. (2020), o estresse causado por temperaturas subótimas e supraótimas afetam a homeostase celular, fazendo com que o crescimento e desenvolvimento da planta comece em atraso e seja comprometido, de tal modo que em alguns casos pode haver inibição do crescimento, essa informação corrobora os dados encontrados no presente estudo, em que as temperaturas acima da faixa ótima encontrada comprometerem o crescimento das plântulas em ambos os lotes, principalmente nos parâmetros diâmetro e massa.

CONCLUSÃO

As temperaturas entre 25 e 30 °C melhoraram as condições de germinação e crescimento inicial de plântulas para os lotes de sementes de bromélias *Dyckia brevifolia* Baker. A temperatura de 20 °C foi adequada somente para o TMG do lote 2. A temperatura influencia no potencial fisiológico de sementes de bromélia *Dyckia brevifolia*. Temperaturas acima da faixa ótima encontrada tiveram o crescimento inicial de plântulas comprometido.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e à Universidade Estadual de Londrina (UEL).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMARAL, C. L.; SANTOS, J. I.; PORTUGAL, C. R. S.; BRAGA, A. F.; ALVES, P. L. C. A. Growth of *Vernonia ferrugínea* seedlings submitted to thermal stress. **Planta Daninha**, v. 38, 2020. https://doi.org/10.1590/S0100-83582020380100036

BORGES, A. M.; CELESTRINO, R. M.; REIS, L. S.; VIEIRA, G. H. S.; PAIXÃO, M. V. S. Germinação de cultivares de milho em diferentes temperaturas. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 58993 – 59002, 2020.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Regras para análise de sementes**. Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399p.

CARVALHO, N. M.; NAKAGAWA, J. **Sementes: ciência, tecnologia e produção**. 5 ed. Jaboticabal: FUNEP, 2012.

DIAS, M. L.; PREZOTO, F.; ABREU, P. F.; MENINI NETO, L. Bromélias e suas principais interações com a fauna. **CES REVISTA**, v. 28, n. 1, p. 3 – 16, 2014.

DUARTE, A. A.; LEMOS FILHO, J. P.; MARQUES, A. R.; Seed germination of bromeliad species from the *campo rupestre*: thermal time requirements and response under predicted climate-change scenarios. **Flora**, v. 238, p. 119 – 128, 2018. https://doi.org/10.1016/j.flora.2017.05.016

DÜRR, C.; DICKIE, J. B.; YANG, X. Y.; PRITCHARD. H. W. Ranges of critical temperature and water potential values for the germination of species worldwide: Contribution to a seed trait database. **Agricultural and Forest Meteorology**, v. 200, p. 222 – 232, 2015. https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2014.09.024

ESFRAIN, W.; SIQUEIRA, D. L. Planejamento e Implantação de pomar. **Aprenda Fácil Editora**, 2018.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013.

FERREIRA, E. G.; MATOS, V. P.; SALES, A. G.; PACHECO, M. V. Influência da temperatura e do substrato na germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de rúcula (*Eruca sativa* Mill). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 3, n. 3, p. 209 – 212. https://doi.org/10.5039/agraria.v3i3a234

GUALTIERI, S. C. J.; FANTI, S. C. Germinação de sementes: ecofisiologia da germinação de sementes. **In**: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; FIGLIOSA, M. B.; SILVA, A. (Eds.), Sementes florestais tropicais: da ecologia à produção. p. 259 – 275. Londrina: ABRATES, 2015.

GUARÇONI, E. A. E.; SANTOS-SILVA, F.; FORZZA, R. C. *Dyckia* in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB27631>. Acesso em 27 de fev. 2024.

GUARIZ, H. R.; SHIMIZU, G. D.; CASTILHO, I. M.; PAULA, J. C. B. RIBEIRO JUNIOR, W. A.; SPERANDIO, H. V. Germination of *Aristolochia elegans* Mast. seeds as different temperatures and concentrations of gibberellin. Comunicata Scientiae Horticultural Journal, v. 13, 2022. https://doi.org/10.14295/cs.v13.3768

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, n. 48, v. 2, 263-284, 1976.

LOPES, S. R.; SANTOS, T. G.; HOJO, E. T. D. Uso de diferentes temperaturas na germinação de Maná-Cubiu. **City Farm FAG**, 2 ed., p. 108 – 117, 2022.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison/Wis., v. 2, 176-177, 1962. http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

MORESCO, V. P.; OMURA, M. S.; PAULA, J. C. B.; FURLAN, F. F.; TAKAHASHI, L. S. A. Physiological potential of *Dyckia* spp. bromeliad seeds under different temperatures. **Semina Ciências Agrárias**, v. 42, n. 5, 2021. https://doi.org/10.5433/1679-0359.2021v42n5p2639

PAIM, L. P.; AVRELLA, E. D.; CAUMO, M.; ALVES, L. S.; ALMEIDA, G. W.; RODRIGUES, K. F.; HOEHNE, L.; ETHUR, E. M.; FREITAS, E. M.; FIOR, C. S. Seed germination and seedling formation of *Bromelia antiacantha* Bertol. at different temperatures and substrates. **Ciência e Natura**, v. 43, n. 27, 2021. https://doi.org/10.5902/2179460X39563

PAULA, J. C. B.; GUARIZ, H. R.; MORAES, K. A. M.; SHIMIZU, G. D.; FARIA, R. T.; OLIVEIRA, H. C.; FRACETO, L. F.; PEREIRA, A. E. S. Enchanced germination of seeds native to Brazil: A comparative analysis between free and nanoencapsulated gibberellic acid in *Dyckia* sp. (Bromeliaceae). **Folia Horticulturae**, v. 25, n. 2, 2023.

PAULA, J. C. B.; RIBEIRO JUNIOR, W. A.; SHIMIZU, G. D.; FARIA, R. T. Criopreservação de sementes de espécies brasileiras do gênero *Dyckia* (Bromeliaceae).

Iheringia série Botânica, v, 77, 2022. https://doi.org/10.21826/2446-82312022v77e2022025

R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, 2011. Disponível em: http://www.r-project.org. Acesso em: 20 ago. 2024

ROCHA, C. F. D.; COGLIATTI-CARVALHO, L.; NUNES-FREITAS, A. F.; ROCHA-PESSÔA, T. C.; DIAS, A. S.; ARIANI, C. V.; MORGADO, L. N. Conservando uma larga porção da diversidade biológica através da conservação de Bromeliaceae. **Vidalia**, v. 2, n. 1, p. 52 – 72, 2004.

SILVA, E. A. A.; OLIVEIRA, J. M.; PEREIRA, W. V. S. Fisiologia das Sementes In: BARBEDO, C. J.; SANTOS JUNIOR, N. A. (Orgs.). Semetes do Brasil: produção e tecnologia para espécies da flora brasileira. São Paulo: Instituto de Botânica, pp. 15 – 40. 2018.

SILVA, J.; SACCINI, V. A. V.; SANTOS, D. M. M. Estresse térmico no acúmulo de prolina livre de plântulas de guandu oriundas de sementes tratadas com poliaminas. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 1, p. 103 – 122, 2015.

SILVA, T. R. G.; COSTA, M. L. A.; FARIAS, L. R. A.; SANTOS, M. A.; ROCHA, J. J. L.; SILVA, J. V. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, 2021.

SHIMIZU, G. D.; GONÇALVES, L. S. A. AgroReg: main regression models in agricultural sciences implemented as an R Package. Scientia Agricola, v. 80, p. 1 – 11, 2023. http://dx.doi.org/10.1590/1678-992x-2022-0041

ZIMMER, P. D. Fundamentos da qualidade da semente. **In**: PESKE, S. T.; VILLELA, F. A.; MENEGHELLO, G. E. (Org.). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. 3 ed. Pelotas: UFPel, 2012, p. 105 – 160.

4 ARTIGO II – ÁCIDO GIBERÉLICO EM LOTE DE SEMENTES DE *Dyckia aurea* L. B. Sm. E *Dyckia brevifolia* Baker.

RESUMO

As bromélias são plantas importantes para a natureza e a nível comercial, pois possuem alto valor agregado devido a diversidade de tamanho, cor, aspectos da flor, da semente, dos frutos e das folhas. Para a produção de bromélias em escala comercial, tem-se preferência pelo uso de sementes, as quais podem apresentar aspectos como dormência ou embrião enfraquecido, que comprometem a germinação e a produtividade, com o objetivo de mitigar esses entraves, faz-se uso de giberelina, um regulador vegetal que melhora o desempenho germinativo das sementes. O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de diferentes doses de ácido giberélico no potencial fisiológico de lote de sementes de bromélia das espécies, *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia*. O experimento foi realizado em 2024, com o uso de um lote de cada espécie, os quais foram submetidos ao uso de giberelina nas doses 0,00; 1,00; 2,00; 5,00 e 8,00 mg.L^{-1}, o experimento teve duração total de 21 dias e ao final foram avaliados, a porcentagem de germinação (G %), porcentagem de plântulas anormais (A %), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) (dias), velocidade média de germinação (v) (dias), comprimento de plântulas (mm), diâmetro de plântulas (mm) e massa seca de plântulas (mg). De acordo com a análise estatística, cada parâmetro apresentou um ponto de máxima ou mínima diferente, sendo que em alguns casos não foi possível estimar o ponto, como ocorreu com o TMG de *Dyckia aurea* e os parâmetros %G, PCG, IVG em *Dyckia brevifolia*. Para a %G de *Dyckia aurea* o valor estimado da dose foi de 2,80 mg L^{-1} com 80,6% de germinação. Para o acumulo de massa, as doses estimadas foram de 5,34 mg L^{-1} e 7,71 mg L^{-1}, resultando nos valores de 1,80 mg e 4,13 mg de massa seca, para as espécies *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia*, respectivamente, esses valores também representam as doses máximas encontradas para essas espécies. O ácido giberélico influencia o potencial fisiológico das sementes de bromélia *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia* de maneira positiva, melhorando as condições fisiológicas.

Palavras-chave: Bromeliaceae, Fisiologia de sementes, Regulador vegetal, Viabilidade

GIBBERELLIC ACID IN SEED BATCH *Dyckia aurea* **L. B. Sm. E** *Dyckia brevifolia* **Baker.**

ABSTRACT

Bromeliads are important plants for nature and commercially, because they have high added value due to the diversity of size, color, flower, seed, fruit and leaf aspects. For the production of bromeliads on a commercial scale, preference is given to the use of seeds, which may present aspects such as dormancy or weakened embryo, which compromise germination and productivity, in order to mitigate these obstacles, gibberelline is used, a plant regulator that improves the germination performance of seeds. The objective of this study was to evaluate the influence of different doses of gibberellic acid on the physiological potential of the bromeliad seed lot of the species, *Dyckia aurea* and *Dyckia brevifolia*. The experiment was carried out in 2024, with the use of one lot of each species, which were submitted to the use of gibberellin in doses 0.00; 1.00; 2.00; 5.00 and 8.00 $mg.L^{-1}$, the experiment had a total duration of 21 days and at the end were evaluated, the percentage of germination (G %), percentage of abnormal seedlings (A %), germination speed index (IVG), average germination time (TMG) (days), average germination speed (v) (days), length of seedlings (mm), diameter of seedlings (mm) and dry mass of seedlings (mg). According to the statistical analysis, each parameter presented a different maximum or minimum point, and in some cases it was not possible to estimate the point, as happened with the TMG of *Dyckia aurea* and the parameters %G, PCG, IVG in *Dyckia brevifolia*. For the %G of *Dyckia aurea*, the estimated dose was 2.80 mg L^{-1} with 80.6% germination. For the accumulation of mass, the estimated doses were 5.34 mg L^{-1} and 7.71 mg L^{-1}, resulting in values of 1.80 mg and 4.13 mg dry weight, for the species *Dyckia aurea* and *Dyckia brevifolia*, respectively, these values also represent the maximum doses found for these species. Gibberellic acid influence or physiological potential of bromeliad seeds *Dyckia aurea* and *Dyckia brevifolia* in a positive way, improving the physiological conditions.

Keywords: Bromeliaceae, Seed physiology, Plant growth regulator, Viability

INTRODUÇÃO

As bromélias são plantas rústicas, de beleza exótica, com alta variedade de cor, formato e tamanho, podem haver exemplares com presença ou ausência de tanque

e diferentes formas de folhas, o que confere alto valor agregado a essas plantas, o Brasil apresenta a maior biodiversidade de bromélias já catalogada (GOUDA *et al*., 2023). Dentro dessa grande diversidade, as bromélias do gênero *Dyckia* spp. destacam-se por não apresentarem tanques, com plantas reófitas e em alguns casos adaptações para sobreviver em ambientes xéricos e oligotróficos (PINANGÉ *et al*., 2017; GUARÇONI; SANTOS-SILVA; FORZZA, 2024).

Devido a sua beleza e rusticidade, as bromélias se tornaram ótimas opções para uso em projetos paisagísticos, isso porque são plantas de fácil e baixa manutenção, de acordo com Anacleto e Negrelle (2013), a produção em escala comercial é uma atividade viável e bem explorada no Brasil. Anacleto e Negrelle (2015), observaram que a produção comercial de bromélias tem como aspecto inicial, a aquisição e uso de sementes para a produção de mudas e cultivo das plantas até a fase comercial.

Para melhorar as condições de germinação e crescimento inicial de plântulas e a qualidade de mudas, alguns produtos podem ser utilizados, como por exemplo o regulador vegetal giberelina. O GA_3 funciona como um sinalizador para a produção de alfa e beta-amilase, enzimas que atuam na clivagem dos componentes do endosperma, gerando energia para o embrião e estimulando o processo de germinação (KONDHARE *et al*., 2015; MEDEIROS *et al*., 2015). Segundo Hossel et al. (2018), o ácido giberélico uniformiza o processo de germinação.

Outro aspecto interessante das GAs, é que atuam na superação da dormência das sementes, esse processo envolve uma mudança de estado metabólico na semente, que permite ao embrião reiniciar o crescimento, além disso, as giberelinas também atuam no enfraquecimento do tecido ao redor da radícula, auxiliando na superação da barreira mecânica imposta pelos tegumentos da semente (TAIZ et al., 2017; BOCATTO; FORTI, 2019; KERBAUY, 2019).

Segundo Bocatto e Forti (2019), o enfraquecimento do tecido que rodeia o embrião irá ocorrer devido a produção de hidrolases, essa produção ocorre através da degradação das reservas de sementes induzida pelo GA, segundo Xiong et al. (2021), conforme a germinação progride as reservas de sementes são gradualmente degradadas, fornecendo energia e metabólitos para a germinação e o estabelecimento de plântulas.

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a influência de diferentes doses de ácido giberélico no potencial fisiológico de lote de sementes de bromélia das espécies, *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia*.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em 2024 no Laboratório de Análise de Sementes do Departamento de Fitotecnia, Tecnologia de Alimentos e Sócio economia da Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira (FEIS – UNESP). Para esse experimento foram utilizados lotes de sementes de duas espécies de bromélias do gênero *Dyckia*, *Dyckia aurea* L. B. Sm. e *Dyckia brevifolia* Baker. Os lotes foram doados pelo pesquisador e colecionador Sr. Walter Miguel Kranz, que possui propriedade localizada em Londrina/PR e produz sementes para fins de estudo e pesquisa.

O estudo procedeu-se com a aplicação de diferentes doses de ácido giberélico em ambas as espécies, sendo utilizada as doses 0,00; 1,00; 2,00; 5,00 e 8,00 $mg.L^{-1}$, a escolha das doses ocorreu a partir de literatura conhecida e pré-testes realizados (PAULA *et al*., 2023). Para o preparo das soluções de GA_3 livre, o mesmo foi pesado e diluído em álcool (70%), sendo, posteriormente, acrescentada água destilada, obtendo concentração inicial de 50 mg L^{-1}. Na sequência, esta solução foi diluída também em água destilada para a obtenção das doses desejadas.

As sementes foram previamente esterilizadas em solução de hipoclorito de sódio 1% (1 minuto), seguida da imersão em álcool 70% (1 minuto) e, posteriormente, lavadas com água destilada. Em seguida, as sementes de ambas as espécies foram embebidas em seus respectivos tratamentos em frascos de polimetacrilato de metila (PMMA), contendo 5 mL da solução, agitando-os durante 5 minutos à temperatura ambiente. No tratamento controle (0 mg L^{-1}), as sementes foram pré-embebidas somente em água destilada.

Foram realizadas as seguintes avaliações: porcentagem de germinação (G %), porcentagem de plântulas anormais (A %), índice de velocidade de germinação (IVG), tempo médio de germinação (TMG) (dias), velocidade média de germinação (v) (dias), comprimento de plântulas (mm), diâmetro de plântulas (mm) e massa seca de plântulas (mg).

O teste de germinação dos lotes foi conduzido sobre papel germitest umedecido com água destilada na quantidade de 2,5 vezes a massa do papel não hidratado, e as sementes acondicionadas em caixas de poliestireno cristal (Gerbox®) de dimensões 11 cm x 11 cm x 3 cm. Foram utilizadas 50 sementes por caixa e quatro repetições por tratamento para cada espécie, mantidas em câmara de crescimento (tipo B.O.D.) na temperatura regulada para 25 ºC, sob luz constante, adaptando-se algumas

recomendações das Regras de Análise de Semente para outras espécies de sementes pequenas.

O teste de germinação ocorreu a partir da semeadura até o 15° dia. A porcentagem de germinação foi quantificada computando-se todas as plântulas normais (BRASIL, 2009). Foram consideradas como normais as plântulas que mostraram potencial para continuar seu desenvolvimento e dar origem a plantas quando desenvolvidas sob condições favoráveis. Considera-se que uma plântula normal tenha a proporção de 1:2 (uma parte de parte área para duas partes de raiz).

A % de Germinação (G) ou Germinabilidade, calculada através da fórmula de Labouriau e Valadares (1976): G = (N/A) x 100, em que: N = número de sementes germinadas ao final do teste; A = número total de sementes colocadas para germinar.

Simultaneamente ao teste de germinação, foi realizada a contagem diária do número de sementes germinadas, para estabelecer o índice de velocidade de germinação (IVG), obtido através da fórmula descrita por Maguire (1962). IVG = G1/N1 + G2/N2 + ... + Gn/Nn, em que: G1, G2 e Gn = número de plântulas normais, computadas na primeira, segunda e última contagem; N1, N2, Nn = número de dias de semeadura à primeira, segunda e última contagem.

O TMG foi determinado pelo critério estabelecido por Labouriau e Valadares (1976), também realizado simultaneamente ao teste de emergência, contabilizando diariamente o número de sementes germinadas após a instalação do teste. Esse índice representa a média do tempo necessário para a germinação, tendo como fator de ponderação a germinação diária, calculado pela equação:

$$TMG=\frac{G1T1+G2T2+.....GnTn}{G1+G2....+Gn}$$

Em que: TMG = é o tempo médio, em dias, necessário para atingir a germinação máxima; G1, G2 e Gn = é o número de sementes germinadas nos tempos T1, T2 e Tn, respectivamente.

Velocidade média de germinação (v) em dias, calculada pela fórmula (FERREIRA; BORGHETTI, 2013): v = 1/t. Em que: t = tempo médio de germinação; Ao 15° dia do teste de germinação, foram determinados os percentuais de germinação e de plântulas anormais, e o resultado expresso em porcentagem.

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado com dois lotes de sementes de duas espécies distintas, com cinco doses e quatro repetições. Os

pressupostos de normalidade e homogeneidade de variâncias foram testados por Shapiro-Wilk e Levene (*p>0,05*) respectivamente, e posteriormente submetidos à análise de variância (*p<0,05*). Os dados foram processados utilizando o pacote AgroR (SHIMIZU; GONÇALVES, 2021) do software R (R CORE TEAM, 2011), e submetidos a análise de regressão linear ou não-linear considerando um nível de significância de 5% de probabilidade de erro.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela tabela da análise de variância (tabela 02) é possível observar que houve diferença significativa na aplicação de doses para algumas características testadas nos lotes de sementes. Para *Dyckia aurea* L. B. Sm. houve diferença na germinação, índice de velocidade de germinação, tempo médio de germinação, diâmetro, comprimento e massa de plântulas. Para *Dyckia brevifolia* Baker. houve diferença significativa na germinação, porcentagem de plântulas anormais, primeira contagem de germinação, índice de velocidade de germinação, comprimento e massa de plântulas.

Tabela 2: Análise de variância (ANOVA) para os diferentes parâmetros analisados para a aplicação de doses de giberelina (GA3) nos lotes de sementes de bromélias das espécies *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia*. G: Germinação (%); PA: Plântulas anormais (%); %PCG: Porcentagem da primeira contagem de germinação; IVG: Índice de velocidade de germinação (IVG); TMG: Tempo médio de germinação; v: Velocidade de germinação; Diam: Diâmetro de plântulas (mm); Comp: Comprimento de plântulas (mm); Massa: Massa seca de plântulas (mg). 2024.

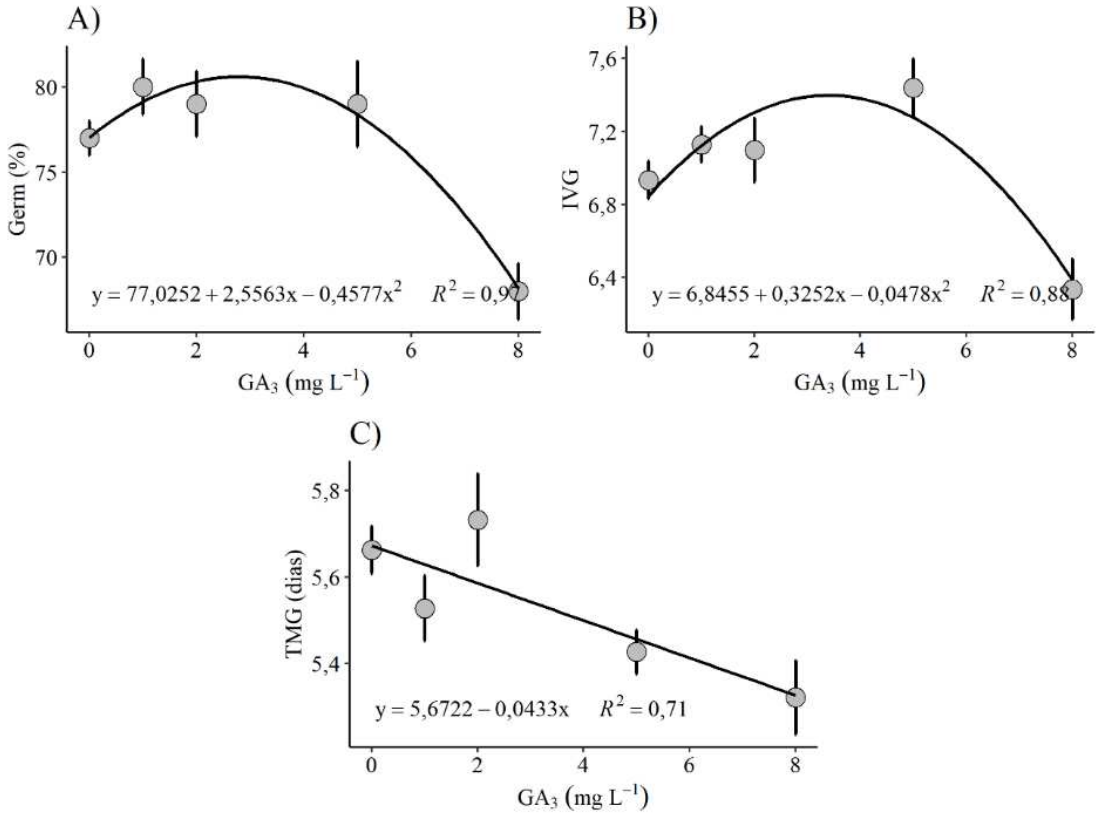
Variável	*Dyckia aurea*		*Dyckia brevifolia*	
	CV	*p-valor*	CV	*p-valor*
G	4.719	0.002	5.054	*p<0.001*
PA	35.652	0.499	28.772	0.025
PCG	74.536	0.06	6.295	0.008
IVG	4.099	0.001	4.009	*p<0.001*
TMG	2.785	0.011	5.301	0.729
v	4.897	0.563	5.615	0.868
Diam	9.088	0.027	6.724	0.238
Comp	6.369	*p<0.001*	10.19	0.002
Massa	4.836	*p<0.001*	12.481	0.001

Fonte: Próprio autor (2024)

Para a porcentagem de germinação do lote de sementes de *Dyckia aurea*, a dose máxima estimada foi de 2,80 mg L^{-1} com 80,6% de germinação, para o índice de velocidade de germinação a dose máxima estimada foi de 3,40 mg L^{-1} com um índice de 7,40. Para o tempo médio de germinação não foi possível estimar uma dose máxima dentre as doses testadas, tampouco tempo ideal para a germinação (figura 21).

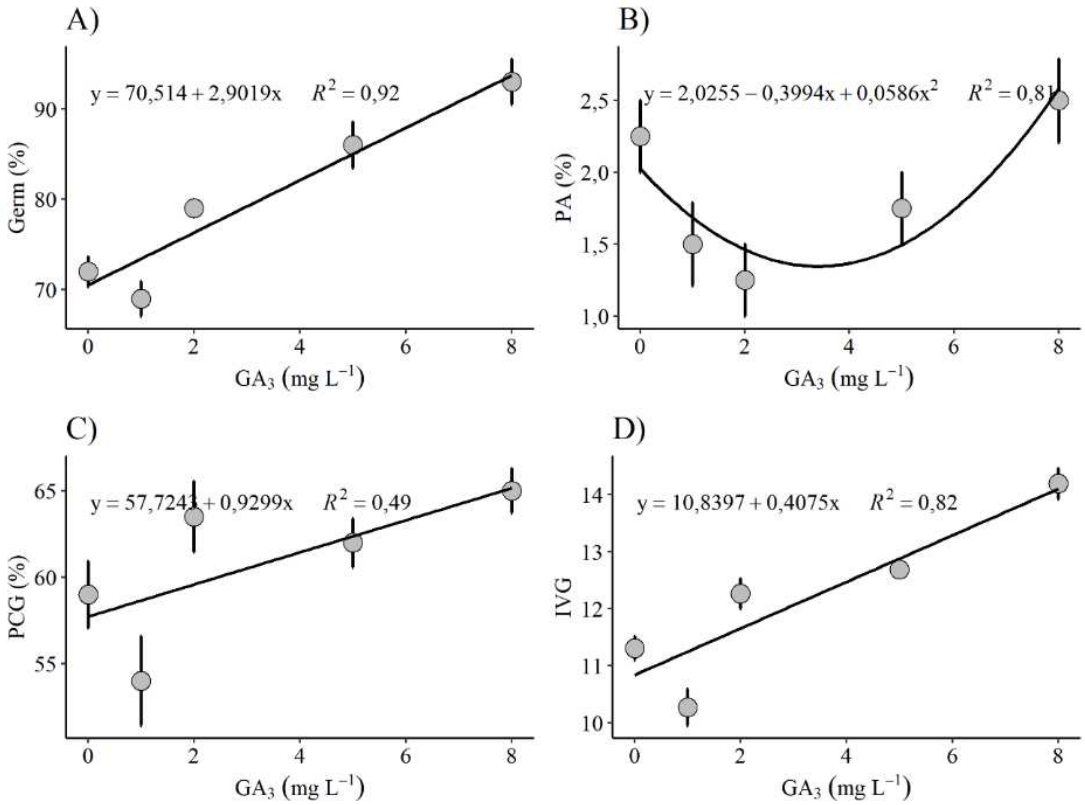
Para *Dyckia brevifolia*, a porcentagem de germinação, primeira contagem de germinação e índice de velocidade de germinação não foi possível estimar um ponto máximo, para a porcentagem de plântulas anormais foi possível estimar ponto mínimo de 3,4 mg L^{-1} com 2,58% de plântulas anormais (figura 22).

Figura 21: A: Porcentagem de germinação, B: Índice de velocidade de germinação, C: Tempo médio de germinação (dias) para o lote de sementes da espécie *Dyckia aurea* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024.



Fonte: Próprio autor (2024)

Figura 22: A: Porcentagem de germinação, B: Plântulas anormais (%), C: Primeira contagem de germinação e D: Índice de velocidade de germinação para o lote de sementes da espécie *Dyckia brevifolia* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024.



Fonte: Próprio autor (2024)

Ambas as espécies utilizadas no presente estudo apresentaram germinação afetada pelo uso de giberelina, *Dyckia aurea* até a dose estimada de 2,80 mg L-1 e não foi possível estimar uma dose para *Dyckia brevifolia*, porém é possível constatar que houve estimulo no processo germinativo. Nesse sentido fica claro que as giberelinas tem capacidade de promover a germinação das sementes, um fato que pode explicar essa ocorrência é a relação entre GA e ABA, segundo Tuan *et al*. (2018) e Zhong *et al*. (2021), alto nível de GA e baixo nível de ABA representa uma condição favorável para a germinação das sementes.

Segundo Paula *et al*. (2023), algumas espécies de *Dyckia* não tem boas respostas de germinação no uso de GA_3, os pesquisadores testaram as espécies *Dyckia dusenii*, *D. walteriana*, *D. cabrerae* e *D. pottiorum*, e concluíram que para *D. cabrerae* e *D. pottiorum* o uso de GA_3 não foi satisfatório, para *D. walteriana* recomenda-se o uso de doses entre 4,4 e 5,0 mg L^{-1} e para *D. dusenii* recomenda-se o uso de 5,0 mg L^{-1}.

Como observado no presente estudo, para a germinação, diferentes espécies irão apresentar diferentes respostas às condições a que são submetidas, no presente estudo *Dyckia aurea* responde melhor a doses de até 2,80 mg L^{-1}, já para *Dyckia brevifolia* não é possível estimar uma resposta, porém é possível perceber melhores índices conforme há aumento da dose.

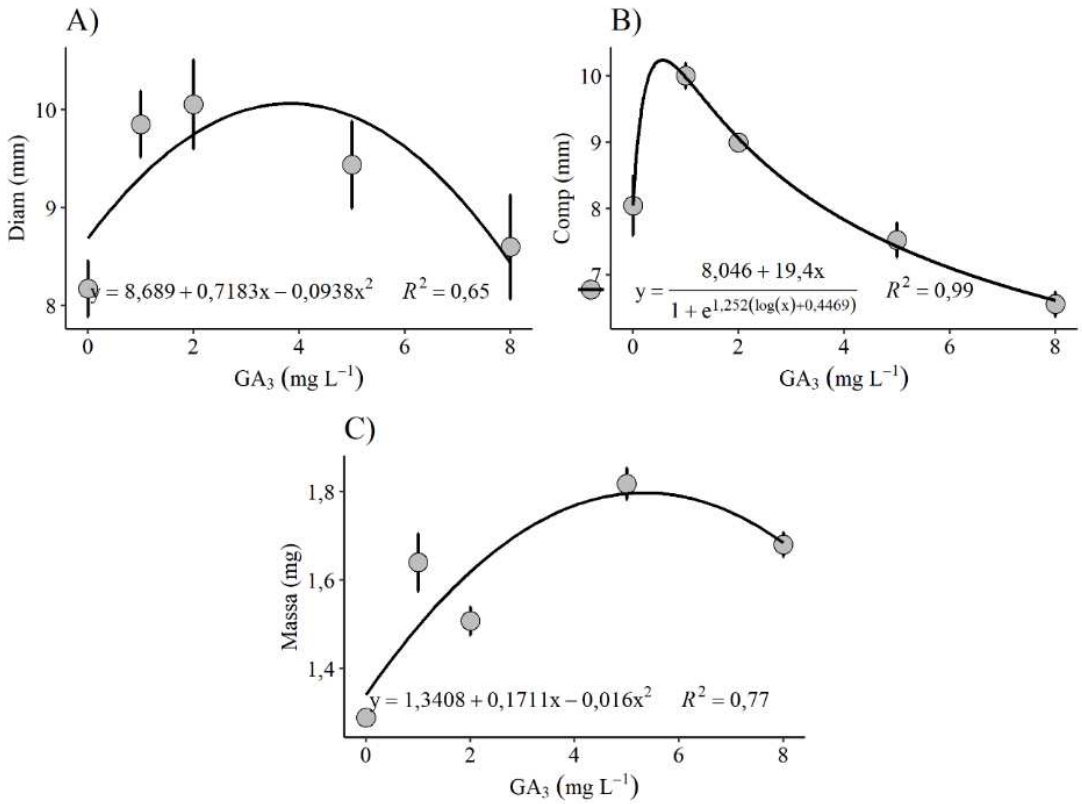
Segundo Bonin *et al*. (2010), a dose de 5,0 mg L^{-1} é a melhor indicada para tratamento pré-germinativo de sementes de *Alcantarea imperialis*, pois apresenta maior porcentagem de germinação em comparação com os demais tratamentos utilizados pelos autores, outro aspecto que os autores destacam é que o IVG não é afetado pelo uso de diferentes doses, já no presente estudo o IVG apresenta respostas de acordo com cada espécie, para *Dyckia aurea* a dose estimada foi de 3,40 mg L^{-1}, já para *Dyckia brevifolia* não foi possível estimar uma dose, porém é possível perceber melhores índices conforma há aumento da dose.

Comportamento similar ao de *Dyckia brevifolia* do presente estudo foi observado por Paula *et al*. (2023), com a espécie *Dyckia walteriana* em que não é possível estimar a melhor dose, porém segundo os autores a melhor resposta encontra-se na maior dose utilizada que foi de 5,0 mg L^{-1}, a espécie *Dyckia dusenii* estabilizou entre as doses de 1,0 mg L^{-1} e 5,0 mg L^{-1}, já as demais espécies utilizadas pelos autores não apresentaram resposta significativa.

Para o diâmetro de plântulas de *Dyckia aurea*, a dose máxima estimada foi de 3,83 mg L^{-1} com 10,06 mm de diâmetro de roseta da plântula, no comprimento a dose máxima estimada foi de 0,56 mg L^{-1} com 10,24 mm de comprimento, para a massa seca a dose máxima estimada foi de 5,34 mg L^{-1} com 1,80 mg de massa seca de plântulas (figura 23).

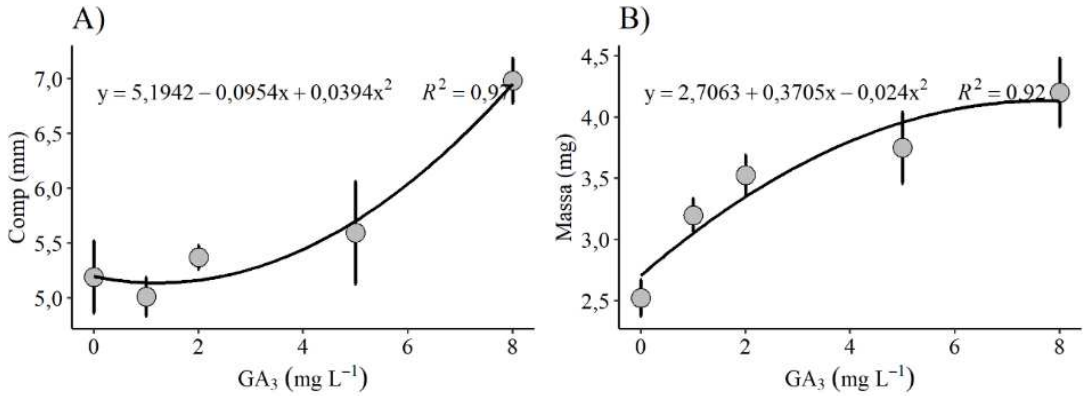
Para o comprimento de plântulas de *Dyckia brevifolia*, o pronto mínimo estimado é irrelevante e para a massa seca de plântulas o ponto máximo foi de 7,71 mg L^{-1} com massa de 4,13 mg de massa seca (figura 24).

Figura 23: A: Diâmetro de plântulas (mm), B: Comprimento de plântulas (mm) e C: Massa seca de plântulas (mg) para o lote de sementes da espécie *Dyckia aurea* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg.L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024.



Fonte: Próprio autor (2024)

Figura 24: A: Comprimento de plântulas (mm) e B: Massa seca de plântulas (mg) para o lote de sementes da espécie *Dyckia brevifolia* nas doses 0,00, 1,00, 2,00, 5,00 e 8,00 mg.L^{-1} de ácido giberélico (GA_3). 2024.



Fonte: Próprio autor (2024)

Segundo Paula *et al*. (2023), dependendo da espécie suas características não serão beneficiadas quando o ácido giberélico for utilizado, além de afetar a

germinação o acumulo de massa e o crescimento também podem ser afetados, os autores constaram que *Dyckia cabrerae* apresenta melhores respostas para massa seca de plântulas em dose estimada de 1,2 mg L^{-1}, comportamento similar é observado para a espécie *Dyckia pottiorum* que apresentar maior ganho de massa na dose estimada de 0,7 mg L^{-1}, já para as espécies *Dyckia dusenii* e *Dyckia walteriana* não foi possível estimar a melhor dose, porém na dose testada de 5,0 mg L^{-1} as respostas foram de 3,1 e 3,98 mg respectivamente.

Para este estudo as espécies utilizadas também apresentaram comportamentos distintos, *Dyckia aurea* apresentou melhor resposta de acumulo de massa em dose estimada de 5,34 mg L^{-1} e *Dyckia brevifolia* em dose estimada de 7,71 mg L^{-1}. É evidente que os estudos envolvendo as espécies do gênero *Dyckia* são importantes e necessários para a compreensão das respostas fisiológicas dos vegetais ao uso de ácido giberélico.

O ácido giberélico estima a divisão celular, principalmente as células meristemáticas e afeta a plasticidade da parede celular, favorecendo o crescimento vegetal, além disso, a giberelina tem o potencial de estimular o crescimento ativo das plantas, como o alongamento de caule e folha, além disso podem interagir com outros hormônios aumentando esses efeitos (GUPTA; CHAKRABARTY, 2013; CHAUDHARY *et al*., 2019; PURBA *et al*., 2021).

Esse fato explica os resultados obtidos e observados no comprimento de plântulas do presente estudo, porém cada espécie apresentará um comportamento distinto e especifico, devido a sua fisiologia própria ou devido às ações de luz e temperatura que podem afetar o desenvolvimento do vegetal e alterar a concentração de giberelina ou a capacidade de resposta da planta ao regulador (KASHIWAQUI et al., 2019).

CONCLUSÃO

O ácido giberélico influencia o potencial fisiológico das sementes de bromélia *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia* de maneira positiva, melhorando as condições fisiológicas, sendo possível a utilização do mesmo para estas espécies.

AGRADECIMENTOS

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro e à Universidade Estadual de Londrina (UEL).

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANACLETO, A. NEGRELLE, R. R. B. Produção de bromélias no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, n. 2, p. 121 – 136. https://doi.org/10.14295/rbho.v19i2.421.

ANACLETO, A.; NEGRELLE, R. R. B. Viabilidade económica do cultivo de bromélias no Estado do Paraná. **Revista Capital Científico**, v. 13, n. 2, 2015. DOI:10.5935/2177-4153.20150014

BOCATTO, S. J.; FORTI, V. A. Métodos para promover a superação de dormência em sementes de Urucum. *Scientia Agraria Paranaensis*, v. 18, n. 3, pp. 226 – 231, 2019. http://dx.doi.org/10.18188/sap.v18i3.21546.

BONIN, M. P.; MORAES, C. P.; MARTINI, G. A.; BENEDITO, P. V.; LEAL, T. S. Avaliação dos tratamentos pré-germinativos em diferentes concentrações de GA_3 na germinação de Alcantarea imperialis (Vell.) Harms. Scientia Plena, v. 6, n. 5, 2010.

CHAUDHARY, A.; ADHIKARI, B. B.; SHRESTHA, J. Effect of weed species on drought tolerant rice genotypes at Sundarbazar, Lamjung, Nepal. **Open Agriculture**, v. 4, n. 1, pp. 65 – 78, 2019. https://doi.org/10.1515/opag-2019-0006

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação – do básico ao aplicado**. Porto Alegre, RS: Artmed, 2013

GOUDA, E. J.; BUTCHER, D.; DIJKGRAAF, L. Encyclopaedia of Bromeliads version 5. ISBN/EAN: 9789081770811. 2023. Disponível em: <https://bromeliad.nl/encyclopedia/>. Acesso em 19 de agosto de 2023.

GUARÇONI, E. A. E.; SANTOS-SILVA, F.; FORZZA, R. C. Dyckia in Flora e Funga do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB27631>. Acesso em 27 de fev. 2024.

GUPTA, R.; CHAKRABARTY, S. K. Gibberellic acid in plant. **Plant Signaling & Behavior**, v. 8, n. 9, 2013. https://doi.org/10.4161/psb.25504.

HOSSEL, C. HOSSEL, J. S. A. O.; WAGNER JUNIOR, A.; ALEGRETTI, A. L.; DALLAGO, A. Temperaturas e giberelina na germinação de sementes de Passiflora caerulea. Pesquisa Aplicada & Agrotecnologia, v. 11, n. 1, p. 93 – 98, 2018. http://dx.doi.org/10.5935/PAeT.V11.N1.11.

KASHIWAQUI, M. M.; COSTA, B. P.; REGO, C. A. R. M.; CAETANO, J. H. S.; SAMPAIO, M. C.; GUIMARÃES, V. F.; COSTA, A. C. T. Regulators plant: a brief review on gibberellin. **Revista Sodebras**, v. 14, n. 166, pp. 11 – 16, 2019. https://doi.org/10.29367/issn.1809-3957.14.2019.166.11.

LABOURIAU, L. G.; VALADARES, M. E. B. On the germination of seeds *Calotropis procera* (Ait.) Ait.f. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, Rio de Janeiro, RJ, n. 48, v. 2, 263-284, 1976.

MAGUIRE, J. D. Speeds of germination-aid selection and evaluation for seedling emergence and vigor. **Crop Science**, Madison/Wis., v. 2, 176-177, 1962. http://dx.doi.org/10.2135/cropsci1962.0011183X000200020033x

PAULA, J. C. B.; GUARIZ, H. R.; MORAES, K. A. M.; SHIMIZU, G. D.; FARIA, R. T.; OLIVEIRA, H. C.; FRACETO, L. F.; PEREIRA, A. E. S. Enchanced germination of seeds native to Brazil: A comparative analysis between free and nanoencapsulated gibberellic acid in *Dyckia* sp. (Bromeliaceae). **Folia Horticulturae**, v. 25, n. 2, 2023.

PINANGÉ, D. S.; KRAPP, F.; ZIZKA, G.; SILVESTRO, D.; LEME, E. M.; WEISING, K; BENKO-ISEPPON, A. M. Molecular phylogenetics, historical biogeography and character evolution in *Dyckia* (Bromeliaceae, Pitcairnoideae). **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 183, n. 1, p. 39 – 56, 2017

PURBA, J. H.; SRILABA, N.; WAHYUNI, P. S.; WAHYUDA, P. B. Response of papaya (**Carica papaya** L.) seeds growth to the gibberellin (GA3) and cow biourine. **Journal Agronomi Tanaman Tropika**, v. 3, n. 2, pp. 148 – 158, 2021. https://doi.org/10.36378/juatika.v3i2.1386

R CORE TEAM. R. **A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2011. Disponível em: http://www.r-project.org. Acesso em: 20 ago. 2024

SHIMIZU, G. D.; GONÇALVES, L. S. A. AgroReg: main regression models in agricultural sciences implemented as an R Package. **Scientia Agricola**, v. 80, p. 1 – 11, 2023. http://dx.doi.org/10.1590/1678-992x-2022-0041

TUAN, P. A.; KUMAR, R.; REHAL, P. K.; TOORA, P. K.; AYELE, B. T. Molecular mechanisms underlying abscisic acid/gibberellin balance in the control of seed dormancy and germination in cereals. Frontiers in Plant Science, v. 9, n. 668, 2018. https://doi.org/10.3389/fpls.2018.00668.

XIONG, M.; CHU, L.; LI,. Q.; YU, J.; YANG, Y.; ZHOU, P.; ZHANG, C.; FAN, X.; ZHAO, D.; YAN, C.; LIU, Q. Brassinosteroid and gibberellin coordinate rice seed

germination and embryo growth by regulating glutelin mobilization. **The Crop Journal**, v. 9, n. 5, pp. 1039 – 1048, 2021. https://doi.org/10.1016/j. cj.2020.11.006.

ZHONG, C. PATRA, B.; TANG, Y.; LI, X.; YUAN, L.; WANG, X. A transcriptional hub integrating gibberellin-brassinosteroid signals to promote seed germination in *Arabidopsis*. Journal of Experimental Botany, v. 72, n. 13, pp. 4708 – 4720. 2021. https://doi.org/10.1093/jxb/erab192A.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados desta tese permitiram uma compreensão mais aprofundada dos fatores que afetam o potencial fisiológico das sementes de bromélias do gênero Dyckia, especificamente em relação à influência da temperatura e do uso de ácido giberélico na germinação e no desenvolvimento inicial das plântulas.

No experimento 1, foi investigada a influência da temperatura no potencial fisiológico de lotes de sementes de *Dyckia brevifolia*, foi possível identificar faixas de temperatura mais adequadas para otimizar a germinação, evidenciando que o fator térmico exerce um papel crucial no desempenho das sementes dessa espécie. A análise dos dois lotes de sementes revelou variações no vigor e na taxa de germinação em resposta a diferentes regimes térmicos, reforçando a importância de adequar as condições de temperatura para maximizar o sucesso germinativo e a uniformidade do desenvolvimento das plântulas.

No segundo estudo, que avaliou o efeito de diferentes doses de ácido giberélico no potencial fisiológico de sementes de *Dyckia aurea* e *Dyckia brevifolia*, observou-se que o uso desse regulador de crescimento teve um impacto positivo na quebra de dormência e na promoção da germinação, especialmente em sementes de *Dyckia aurea*. As doses de ácido giberélico testadas mostraram resultados promissores na aceleração da germinação e no aumento do vigor das plântulas, embora a resposta variada entre as duas espécies reforce a necessidade de um manejo específico e otimizado para cada uma.

Dessa forma, os estudos realizados contribuem significativamente para o avanço do conhecimento sobre a fisiologia de sementes de bromélias do gênero *Dyckia* e fornecem subsídios importantes para estratégias de propagação e conservação dessas espécies. A compreensão dos efeitos da temperatura e do ácido giberélico não só amplia o entendimento sobre a germinação, como também pode ser aplicada em programas de cultivo e manejo sustentável, garantindo a preservação dessas plantas que possuem grande relevância ecológica e ornamental.

Por fim, os resultados desta pesquisa oferecem bases para futuras investigações sobre outros fatores que possam influenciar o desempenho fisiológico das sementes e o sucesso germinativo em condições naturais e controladas.

6 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAD, M. B.; NOGUEIRA, P. M. Substratos para el cultivo sin suelo y fertirrigation. In: CADAHIA, C. (Ed.). Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundi-Prensa, 1998, p. 289-342.

ABREU, M. F.; ABREU, C. A.; BATAGLIA, O. C. Uso de análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. **In:** Encontro Nacional de substratos para plantas, 2002, Campinas, Anais... Campinas: IAC, 2002, p. 17-28.

AB'SABER, A.N. **Os domínios de natureza no Brasil: Potencialidades Paisagísticas**. São Paulo: Ateliê Editorial, 2003.

AGUIAR, R. H.; FANTINATTI, J. B.; GROTH, D.; USBERTI, R. Qualidade física, fisiológica e sanitária de sementes de girassol de diferentes tamanhos. **Revista Brasileira de Sementes**, v.23, n.1, p.134-139, 2001.

ALVES, E. U.; NASCIMENTO, C. D. L. do.; BRUNO, R. L. A.; ALVES, A. U.; BRAGA JÚNIOR, J. M.; CARDOSO, E. A.; GALINDO, E. A.; SILVA, K. B. Germinação e vigor de sementes de *Bauhinia divaricata* L. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 38, n. 4, p. 960-966, 2008.

ANACLETO, A.; BORNANCIN, A. P. de A. Perfil e comportamento do consumidor de bromélias: orientação a produção rural. **Revista Brasileira de Planejamento e Desenvolvimento**, v. 7, n. 1, p.51-66, 2018.

ANACLETO, A.; NEGRELLE, R. R. B. Produção de bromélias no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 19, n. 2, p.121-136, 2013. Lepidus Tecnologia. http://dx.doi.org/10.14295/rbho.v19i2.421.

ANDRADE, F. S. A. de; DEMATTÊ, M. E. S. P. Estudo sobre produção e comercialização de bromélias nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 5, n. 2, p.97-110, 1999. Lepidus Tecnologia. https://doi.org/10.14295/rbho.v5i2.145.

ARAUJO NETO, J. C.; AGUIAR, I. B.; FERREIRA, V. M. Efeito da temperatura e da luz na germinação de sementes de *Acacia polyphylla* DC. **Brazilian Journal of Botany**, p. 249-256, 2003.

BACKES, M. A. **Composto do lixo urbano como substrato para plantas ornamentais**. 1989, 78 p. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Faculdade de Agronomia, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 1989.

BAESA. Energética Barra Grande S.A. *Dyckia distachya* – a história da bromélia que se tornou exemplo de conservação ambiental. (Online). Disponível em: < https://www.baesa.com.br/wp-content/uploads/2020/12/Cartilha_Dyckia-distachya.pdf>. Acesso em 27 de fev de 2024.

BARBOSA-FILHO, W. G; ARAUJO, A. C. **Eficiência de polinização e biologia reprodutiva de Bromélia** *Balansae* **Mez (Bromeliaceae) em um fragmento de**

Cerrado, Mato Grosso do Sul. 2007. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil, Caxambu-MG.

BARFUSS, M.H.J.; SAMUEL, R.; TILL, W.; STUESSY, T.F. Phylogenetic relationships in subfamily Tillandsioideae (Bromeliaceae) based on DNA sequence data from seven plastid regions. **American Journal of Botany**, v. 92, p. 337-351, 2005.

BAUDET, L. Armazenamento de Sementes. **In:** PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.M. (Ed). Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos. Pelotas: Gráfica Universitária-UFPel, p.369-418, 2003.

BENZING, D.H. **The biology of the bromeliads**. Califórnia: Eureca, 1980. 305p.

BENZING, D.H. **Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation**. Cambridge: Universit Press, 2000. 690p.

BERED, F.; SANTOS, K.E.; PALMA, S.C.; PAGGI, G.M. Bromélias - A beleza exótica do Novo Mundo. **In**: BARBIERI, R.L. STUMPF, E.R.T (eds). Origem e evolução de plantas cultivadas. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, p. 235-251, 2008.

BERLYN, G. P. Seed germination and morphogenesis. In: KOSLOWSKI, T. T. (Ed.) Seed Biology. New York, Academic Press Inc., v. 1, p. 223-232, 1972.

BERNARDELLO, G.; GALETTO, L.; JULIANI, H.R. Nectar and nectary structure in some Argentinean Bromeliaceae. **Annals of Botany**, v. 67, p. 401-411, 1991.

BLISKA, J. R. A.; HONÓRIO, S. L. **Cartilha tecnológica de plasticultura e estufa**. Campinas: UNICAMP, 1996. 85p.

BOTIN, A.A.; CARVALHO, A. Reguladores de crescimento na produção de mudas florestais. **Revista de Ciências Agroambientais**, v. 13, n. 1, p. 83-96, 2015.

BOOMAN, J. L. E. Evolução dos substratos usados em horticultura ornamental na California. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. Substratos para plantas: a base da produção vegetal em recipientes. Porto Alegre: Gênesis, 1999, p. 43-65.

BRASIL. Ministério do meio ambiente. **Instrução Normativa MMA nº 6/2008. Lista Oficial das Espécies da Flora Brasileira Ameaçadas de Extinção**. 2008. Disponível em: <http://www.mma.gov.br/estruturas/179/_arquivos/179_05122008033615.pdf>. Acesso em: 31 jul. 2020.

BROMELIAD SOCIETY INTERNATIONAL (BSI). **Taxonomy**. 2019. Disponível em: <https://www.bsi.org/new/taxonomy/>. Acesso em 31 jul 2020.

CADAHIA, C. Fertirrigación: cultivos hortícolas y ornamentales. Madrid: Mundi-Prensa, 1998, 445 p.

CARDOSO, V. J. M. Germinação. **In:** KERBAUY, G. B. Fisiologia Vegetal. 3 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019, p 359-386.

CARNEIRO, J. G. A.; AGUIAR, I. B. Armazenamento de sementes. **In:** AGUIAR, I.B.; PIÑA-RODRIGUES, F.C.M.; FIGLIOLIA, M.B. (Coord.). Sementes florestais tropicais. Brasília: ABRATES, p. 333-350, 1993.

CARVALHO, A. C. P. P. de; MERCIER, H. Bromeliaceae. **In**: TERAO, D.; CARVALHO, A. C. P. P. de; BARROSO, T. C. da S. F. (Ed.). Flores Tropicais. Brasília: Embrapa, 2005. p. 59-83.

CARVALHO, L. C.; ALMEIDA, D. R. de; ROCHA, C. F. D. Phenotypic response of *Neoregelia johannis* (bromeliaceae) dependente on light intensity reaching the plant micro-habitat. **Selbyana**, v. 19, n. 2, p. 240-244, 1998.

CARVALHO, L. C.; ROCHA, C. F. D. da. Forma da bromélia depende da luz. **Ciência Hoje**, v. 26, n. 155, p. 72-74, 1999.

CARVALHO, N. D.; NAKAGAWA, J. **Seeds: science, technology and production**. FUNEP, Jaboticabal. Brazilian, 2012.

CNCFLORA – Centro Nacional de Conservação da Flora. *Dyckia brevifolia* Baker. 2012a. Disponível em: <http://www.cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dyckia%20brevifolia>. Acesso em 27 de fev de 2024.

CNCFLORA – Centro Nacional de Conservação da Flora. Dyckia distachya Hassl. 2012b. Disponível em: <http://cncflora.jbrj.gov.br/portal/pt-br/profile/Dyckia%20distachya>. Acesso em 27 de fev de 2024.

COLEBROOK, E.H.; THOMAS, S.G.; PHILLIPS, A.L.; HEDDEN, P. The Role of Gibberellin Signalling in Plant Responses to Abiotic Stress. **The Jornal of Experimental Biology**, v.217, n.1, p. 67-75, 2014. https://doi.org/10.1242/jeb.089938

COPELAND, L. O.; McDONALD, M. B. Principles of seed Science and technology, 3 ed. New York: Chapman & Hall, 1995, 409 p.

CORREA, B. C. *Dyckia brevifolia*. Bromélia-lâmina-de-serra. **In:** Jardineiro.net 2023. Disponível em: <https://www.jardineiro.net/plantas/bromelia-lamina-de-serra-dyckia-brevifolia.html>. Acesso em 27 de fev 2024

CRAYN, D. M.; WINTER, K.; SMITH, J. A. C. Multiple origins of crassulacean acid metabolismo and the epiphytic habitat in the neotropical family Bromeliaceae. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington – DC, v. 101, n. 10, p. 3703-3708, 2004. Proceedings of the National Academy of Sciences. http://dx.doi.org/10.1073/pnas.0400366101.

CRONQUIST, A. **The evolution and classification of flowers plants**. 2. ed. New York: Botanic Garden, 1988. 555p.

CRUZ, D. O.; CAMPOS, L. A. O. Polinização por abelhas em cultivo protegido. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 15, n. 1-4, p. 5-10, 2009.

DE JONG, W.H.; BORM, P.J. Drug delivery and nanoparticles: Applications and hazards. **International Journal of Nanomedicine**, v.3, n.2, p.133-149, 2013. https://doi.org/10.2147/ijn.s596

DELCLARO, K. Origens e importância das relações plantas-animais para a ecologia e conservação. In: SILINGARDI, T.; MAURA, H. (Orgs). **Ecologia das Interações Plantas- Animais: Uma Abordagem Ecológico-Evolutiva**. Rio de Janeiro: Technical Books, 2012. 336p.

DICIO. Dicionário Online de Português. Semente. 2020. Disponível em: <https://www.dicio.com.br/semente/>. Acesso em 01 ago 2020.

DITTRICH, V.A.O.; KOZERA, C.; SILVA, M.S. Levantamento florístico dos epífitos vasculares do Parque Barigui, Curitiba, Paraná, Brasil. **Série Botânica**, n. 52, p. 11-21. 1999.

EKLUND, C. R. B.; CAETANO, L. C.; SHIMOYA, A.; FERREIRA, J. M.; GOMES, J. M. R. Desempenho de genótipos de tomateiro sob cultivo protegido. Horticultura Brasileira, v. 23, n.4, p. 1015-1017, 2005.

ENGLERT, S. I. **Orquídeas e Bromélias:** Manual Prático de Cultivo. Guaíba: Agropecuária, 96 p. 2000.

ENGLERT, S. I. **Orquídeas e Bromélias**: Manual Prático de Cultivo. Metrópole editora, Porto Alegre, 1 ed., 93 p. 2007.

ESTEVAN, D.A. **Bromeliaceae da região nordeste do estado do Paraná, Brasil.** 2010. 58p (Tese de Doutorado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2010.

ESTEVAN, D. A.; VIEIRA, A. O. S.; FARIA, R. T. **Bromeliaceae da região nordeste do estado do Paraná, Brasil**. Novas edições acadêmicas. 2017. 56 p.

FARIA-JUNIOR, M. J. A.; LIMA, A. M. Uso de sombreamento em estuda coberta com polietileno e com ventilação natural: efeitos sobre variáveis climáticas. **In:** Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, Fortaleza, 2000.

FARIAS, J. R. B. **Respostas do feijão-de-vagem à disponibilidade hídrica associada a alterações micrometeorológicas em estufa plástica**. Porto Alegre: UFRGS, 1991. 177 p.

FARIAS, J. R. B.; BERGAMASCHI, H.; MARTINS, S. R.; BERLATO, M. A. Efeito da cobertura plástica de estufa sobre a radiação solar. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v.1, p.31-36, 1993.

FENNER, M.; THOMPSON, K. **A ecologia das sementes.** Cambridge University Press, 2005.

FERREIRA, A. G.; BORGHETTI, F. **Germinação do básico ao aplicado**. Porto Alegre: Artmed, 2004.

FERREIRA, C.A.; PAIVAII, P.D. de O.; RODRIGUES, T.M.; RAMOS, D.P.; CARVALHO, J.G. DE; PAIVA, R. Desenvolvimento de mudas de bromélia (*Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith) cultivadas em diferentes substratos e adubação foliar. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 31, n. 3, p.666-671, 2007. FapUNIFESP (SciELO). http://dx.doi.org/10.1590/s1413-70542007000300010.

FIGUEIREDO, F. J. C. Botânica da semente. II Curso sobre tecnologia de sementes, Faculdade de Ciências Agrárias do Pará. 1978. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/191437/1/Botanica.pdf>. Acesso em 01 ago 2020.

FLORA DIGITAL. *Dyckia brevifolia* Baker. 2015. Disponível em: <https://floradigital.ufsc.br/open_sp.php?img=15375>. Acesso em 27 de fev de 2024.

FONTOURA, R. Estudo indica que bromélias não constituem focos preferenciais do mosquito da dengue. FIOCRUZ – FUNDAÇÃO OSWALDO CRUZ. 2007. Disponível em: <http://www.fiocruz.br/ioc/cgi/cgilua.exe/sys/start.htm?infoid=%20182&sid=32>. Acesso em: 31 jul 2020.

FONTOURA, T; COSTA, A.; WENDT, T. Preliminary checklist of the Bromeliaceae of Rio de Janeiro State, Brazil. **Selbyana**, v.12, p.5-45, 1991.

FORZZA, R. C. **Filogenia da tribo Puyeae Wittm. e revisão taxonômica do gênero** *Encholirium* **Mart. ex Schult. & Schult. f. (Pitcairnioideae-Bromeliaceae)**. 2001. 208p. (Tese de Doutorado em Biologia). Universidade de São Paulo, São Paulo, 2001.

FORZZA, R.C. **Relatório *Dyckia distachya***. Relatório do Jardim Botânico do Rio de Janeiro para o Ministério do Meio Ambiente, 2005. Disponível em: www.apremavi.org.br/download.php?codigoArquivo=48. Acesso em: 31 jul 2020.

FORZZA, R. C.; COSTA, A.; SIQUEIRA FILHO, J. A.; MARTINELLI, G. Bromeliaceae. **In**: ESTÚDIO, A. J. (Org.). Catálogo de plantas e fungos do Brasil. v. 1, Rio de Janeiro: Santa Marta, 2010. 871 p.

FURLAN, R. A. **Avaliação de nebulização e abertura de cortinas na redução da temperatura do ar em ambientes protegidos**. Piracicaba, 2001. 146p. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz". Universidade de São Paulo.

GARCIA, D. C.; BARROS, A. C. S. A.; PESKE, S. T.; MENEZES, N. L. de. A secagem de sementes. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.34, n. 2, p.603-608, 2004.

GARCIA, J. UOL Notícias. Na briga contra o Aedes, botânicos pedem: "deixem as bromélias em paz". 2016. Disponível em: <https://noticias.uol.com.br/saude/ultimas-noticias/redacao/2016/03/03/na-briga-contra-o-aedes-botanicos-alertam-deixem-as-bromelias-em-paz.htm>. Acesso em 31 jul 2020.

GERMANO, I. **Qualidade fisiológica e sanitária de sementes de cultivares de trigo**. 2013. Trabalho de Conclusão de Curso (Curso de Agronomia), Universidade Regional do Noroeste do Estado do Rio Grande do Sul, Ijuí, 2013.

GIVNISH, T.J.; MILLAM, K.C.; EVANS, T.M.; HALL, J.C.; PIRES, J.C.; BERRY, P.E.; SYTSMA, K.J. Ancient vicariance or recent long-distance dispersal? Inferences about phylogeny and South American-African disjunctions in Rapateaceae and Bromeliaceae based on ndhF sequence data. **International Journal of Plant Science**, v.165, p.35-54, 2004.

GLOBO RURAL (**Org.**). Cidades verdes. Bromélias são imunes ao mosquito da dengue. Por reter água, a planta já foi acusada de ser foco do *Aedes aegypti* e foi preterida dos

jardins brasileiros. 2015. Disponível em: <https://revistagloborural.globo.com/Cidades-Verdes/noticia/2015/09/bromelias-sao-imunes-ao-mosquito-da-dengue.html>. Acesso em: 31 jul 2020.

GÖKDERE, M.; ATEŞ, S. Extractive fermentation of gibberellic acid with free and immobilized *Gibberella fujikuroi*. **Preparative Biochemistry and Biotechnology**, v.44, n.1, p. 80-89, 2014. https://doi.org/10.1080/10826068.2013.792275

GONÇALVES, A. L. Substratos para produção de mudas de plantas ornamentais. In: MINAMI, K. Produção de mudas de alta qualidade em horticultura. São Paulo. T. A. Queiroz, 1995, p. 107-115.

GONZÁLES-ASTORGA, J.; CRUZ-ANGÓN, A.; ALEJANDRO, FLORES-PALACIOS.; VOVIDES, A.P. Diversity and Genetic Structure of the Mexican Endemic Epiphyte *Tillandsia achyrostachys* E. Morr. ex Baker var. *achyrostachys* (Bromeliaceae). **Annals of Botany**, v. 94, n.4, p.545-551, 2004.

GOUDA, E.J.; BUTCHER, D.; GOUDA, C.S. **Encyclopaedia of bromeliads**. Dutch-Belgian Bromeliad Society (BCG), Utrecht. 2014. Disponível em: http://encyclopedia.florapix.nl/. Acesso em: 31 jul.2020.

GUARÇONI, E. A. E.; SANTOS-SILVA, F.; FORZZA, R. C. *Dyckia* in **Flora e Funga do Brasil.** Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: < https://floradobrasil.jbrj.gov.br/FB27631>. Acesso em 27 de fev. 2024.

GUIMARÃES, M. das G.A.; SERDEIRO, M.T.; OLIVEIRA, A. de A.; MALECK, M. Desenvolvimento, Viabilidade e Mortalidade de Imaturos de *Aedes* (Stegomyia) *aegypti* Linnaeus, em Água de Duas Espécies de Bromélias: Estudo Bibliográfico e Experimental. **Entomobrasilis**, [s.l.], v. 8, n. 3, p.214-221, 2015. Entomo Brasilis. http://dx.doi.org/10.12741/ebrasilis.v8i3.515.

GUPTA, R.; CHAKRABARTY, S. K. Gibberellic acid in plant. **Plant Signaling & Behavior**, v. 8, n. 9, e25504, 2013. https://doi.org/10.4161/psb.25504

JANN, R. C.; AMEN, R. D. What is germination? In: KHAN, A. A. (Ed.). The physiology and biochemistry of seed dormancy and germination. 2 ed. New York: Elsevier/ North-Holland, 1980, p. 7-28.

JUNQUEIRA, A.H.; PEETZ, M. Intellectual property rights in Brazilian floriculture: innovations for the growth and development of the market. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 3, p.296-306, 2017. Lepidus Tecnologia. http://dx.doi.org/10.14295/oh.v23i3.1071.

HAN, J.; MURRAY, J.E.; YU, Q.; MOORE, P.H.; MING, R. The Effects of Gibberellic Acid on Sex Expression and Secondary Sexual Characteristics in Papaya. **HortScience**, v. 49, n. 3, p. 378-383, 2014. https://doi.org/10.21273/HORTSCI.49.3.378

HEAD, O. Our growing is getting better. **Journal of the Bromeliad Society**, v. 47, n. 1, p. 6-7, 1997.

HEDDEN, P.; SPONSEL, V. A Century of Gibberellin Research. **Journal of Plant Growth Regulation**, v. 34, n. 4, p. 740-760, 2015. https://doi.org/10.1007/s00344-015-9546-1

HERINGER, H.; MONTENEGRO M.M. **Avaliação e ações prioritárias para a conservação da biodiversidade da Mata Atlântica e Campos Sulinos**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2000. 40p.

HÖFS, A.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T.; BARROS, A. C. S. A. Emergência e crescimento de plântulas de arroz em resposta à qualidade fisiológica de sementes. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 26, n. 1, p. 92 – 97, 2004

INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA (IPEA) (Brasília, DF). **Agricultura – O caminho das flores.** 2006. Disponível em: <http://desafios.ipea.gov.br/index.php?option=com_content&view=article&id=1131:reportagens-materias&Itemid=39>. Acesso em 14 maio 2020.

IQBAL, M.; ASHRAF, M. Gibberellic acid mediated induction of salt tolerance in wheat plants: Growth, ionic partitioning, photosynthesis, yield and hormonal homeostasis. **Environmental and Experimental Botany**, v. 86, p. 76-85, 2013. http://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2010.06.002

KAEHLER, M.; VARASSIN, I. G.; GOLDENBERG, R. Polinização em uma comunidade de bromélias em Floresta Atântica Alto-montana no Estado do Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Botânica**, v. 28, n. 2, p. 219-228, 2005.

KAMPF, A. N. Substratos. In: Simpósio brasileiro de Floricultura e plantas ornamentais, 1. 1992, Maringá, Anais..., 1992, p. 36-52.

KAMPF, A. N. Seleção de materiais para uso como substratos. In: Anais do 1° Encontro Nacional sobre substratos para plantas (ENSub), 1. 1999. Porto Alegre. Programa e resumos... Porto Alegre, 1999, p. 139-145.

KAMPF, A. N. (Org.). **Produção comercial de plantas ornamentais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 254 p.

KAMPF, A. N. Análise física de substratos para plantas. Viçosa: SBCS. 2001, v. 26, p. 5-7 (Boletim informativo).

KANASHIRO, S. **Efeitos de diferentes substratos na produção da espécie** *Aechmea fasciata* **(Lindley) Baker em vasos.** Piracicaba, 1999. 79 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 3. ed. Guanabara Koogan, 2019. 430p.

KHAH, E. M.; ROBERTS, E. H.; ELLIS, R. H. Effects of seed ageing on growth and yield of spring wheat at different plant-population densities. **Field Crops Research**, v. 20, p. 175 – 190, 1989.

KLEIN, R, M. Reófitas no Estado de Santa Catarina, Brasil. **Anais da Sociedade Botânica do Brasil**. 30° Congresso Nacional de Botânica, Campo Grande, p. 159-169, 1979.

KOLCHINSKI, E. M.; SCHUCH, L. O. B.; PESKE, S. T. Crescimento inicial de soja em função do vigor de sementes. **Revista Brasileira de Agrociência**, v. 12, p. 163-166, 2006.

KONDHARE, K.R.; FARRELL, A.D.; KETTLEWELL, P.S.; HEDDEN, P.; MONAGHAN, J.M. Pre-maturity α-amylase in wheat: The role of abscisic acid and gibberellins. **Journal of Cereal Science**, v. 63, p. 95-108, 2015. https://doi.org/10.1016/j.jcs.2015.03.004

KRANZ, W.M. *Dyckia* (Bromeliaceae, Pitcairnioideae), um gênero relicto. **In**: 64º Congresso Nacional de Botânica, Belo Horizonte, 2013.

KRAPP, F., PINANGE, D., BENKO-ISEPPON, A. LEME, E.M.C.; WEISING, K. Phylogeny and evolution of *Dyckia* (Bromeliaceae) inferred from chloroplast and nuclear sequences. **Plant Systematics and Evolution**, v.9, p.591-614, 2014.

KUBITZKI, K. **The families and genera of vascular plants. Flowering plants. Monocotyledons. Alismatanae and Commelinanae (except graminaeae).** Berlim: Springer Verlag, 1998. 551p.

LAVAGNINI, C.G.; DI CARNE, C.A.V.; CORREA, F.; HENRIQUE, F.; TOKUMO, L.E.; SILVA, M.H.; SANTOS, P.C.S. Fisiologia Vegetal - Hormônio Giberelina. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 25, n. 1, p. 48-52, 2014.

LEE, J.; DURST, R. W.; WROLSTAD, R. E. Determination of total monomeric anthocyanin pigments contente of fruit juices, beverages, natural, colorants, and wines by the pH differential method: Collaborative study. **Journal AOAC International**, v. 88, n. 5, p. 1269-1278, 2005.

LEMAIRE, F. Physical, chemical and biological properties of growing medium. Acta Horticulturae, Wageningen, v. 396, p. 273-284, 1995.

LEME, E. M. C.; RIBEIRO, O. B. C.; MIRANDA, Z.J.G. New species of *Dyckia* (Bromeliaceae) from Brazil. **Phytotaxa**, v. 67, p. 9-37, 2012.

LIU, Y.; SUN, Y.; HE, S.; ZHU, Y.; AO, M.; LI, J.; CAO, Y. Synthesis and characterization of gibberellin-chitosan conjugate for controlled-release applications. **International Journal of Biological Macromolecules**, v. 57, p. 213-217, 2013. https://doi.org/10.1016/j.ijbiomac.2013.03.024

LUTHER, H.E. **An alfabhetical list of bromeliad binomials.** 11. ed. Sarasota: Bromeliad Society and Marie Selby Botanical Garden, 2008. 110p.

LUTHER, H. E. **An alphabetical list of Bromeliad Binomials**. Marie Selby Botanical Gardens & Bromeliad Society International. 14 ed. 2014.

MALVESTITI, A. L. Produção de mudas em substrato de fibra de coco. **In:** LEE, T. S. G. Biofábrica de plantas: Produção industrial de plantas *in vitro*. 1 ed. São Paulo: Antiqua, 2011. p. 231-243.

MARCOS-FILHO, J. Germinação de sementes. **In:** Semana de atualização em produção de sementes. Campinas: Fundação Cargill, 1986.

MARCOS FILHO, J. **Fisiologia de sementes de plantas cultivadas.** Piracicaba: Fealq, 2015.

MARTINELLI, G.; MORAES, M.A. Livro Vermelho da Flora do Brasil. 1. ed. - Rio de Janeiro: Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro, 2013. 1110p.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C.M.; GONZALES, M.; LEITMAN, P.; PIRATININGA, A.; COSTA, A.F.; FORZZA, R.C. Bromeliaceae da Mata Atlântica Brasileira: Lista de espécies, distribuição e conservação. **Rodriguésia**, v.59, n.1, p.209-258, 2008.

MARTINS, S. R.; FERNANDES, H. S.; ASSIS, F. N. de; MENDEZ, M. E. G. Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos a experiência brasileira. **Informe agropecuário**, v. 20, n. 200/201, p. 15-23, 1999.

MATALLANA GONZÁLEZ, A.; MONTERO CAMACHO, J. I. **Invernaderos: Diseño, construcción y ambientación.** Madri: Mundo-Prensa, 159 p. 1993.

MATTIUZ, B. H. Fatores da pré-colheita influenciam a qualidade final dos produtos. **In**: Visão agrícola, n. 7, p. 18-21, 2007.

MAYER, A. M.; POLIAKOFF-MAYBER, A. The germination of seeds. Pergamon, 3 ed. 1982, 224 p.

MEDEIROS, M.J.; OLIVEIRA, M.T.; WILLADINO, L.; SANTOS, M.G. Overcoming seed dormancy using gibberellic acid and the performance of young *Syagrus coronata* plants under severe drought stress and recovery. **Plant Physiology and Biochemistry**, v.97, 278-286, 2015. https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2015.10.008

MELO, G. W. B.; BORTOLOZZO, A. R.; VARGAS, L. Produção de morangos do sistema semi-hidropônico. EMBRAPA – Sistemas de Produção, 15 (Eletrônico). Embrapa Uva e Vinho, 2006. Disponível em: < https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Morango/MorangoSemiHidroponico/substratos.htm>. Acesso em 05 ago 2020.

MICHAELIS. Dicionário Brasileiro da Língua Portuguesa. Semente. 2020. Disponível em: <http://michaelis.uol.com.br/busca?r=0&f=0&t=0&palavra=Semente>. Acesso em 01 ago 2020.

MOCELLIN, M.G.T., 2010. Avaliação da importância das bromeliáceas com criadouros de *Aedes* (Stegonyia) *aegypti* (Linnaeus, 1772) (Diptera: Culicidae) no ambiente urbano do Rio de Janeiro. **Tese (Mestrado em Biologia Parasitária)**, Instituto Oswaldo Cruz. 2010.

MORAES NETO, S. P.; GONÇALVES, J. L. de M.; TAKAKI, M.; CENCI, S.; GONÇALVES, J.C. Crescimento de mudas de algumas espécies arbóreas que ocorrem na mata atlântica em função do nível de luminosidade. **Revista Árvore**, Viçosa, v.24, n.1, p.35-45, 2000.

MULLER, J. J. V. Utilização de substratos na olericultura. Substratos para plantas. Guaíba: Agropecuária, 2000, 254 p.

MUSEU DO CERRADO. *Dyckia kranziana* Leme. 2024. Disponível em: <https://museucerrado.com.br/dyckia-kranziana-leme/>. Acesso em 27 de fev de 2024.

NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. Extrativismo de bromélias no Estado do Paraná. **Revista Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 981-986, 2012.

NEGRELLE, R. R. B.; MITCHELL, D.; ANACLETO, A. Bromeliad ornamental species: conservation issues and challenges related to commercialization. **Acta Scientinarum**, v. 34, n. 1, p. 91-100, 2012.

NERY, M. C.; CARVALHO, M. L. M.; OLIVEIRA, L. M. Determinação do grau de umidade de sementes de ipê-dourado *Tabebuia ochracea* ((Cham.) Standl.) pelos métodos de estufa e forno de micro-ondas. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 28, n.6, p. 1299-1305, 2004.

NOMURA, E. S.; LIMA, J. D.; RODRIGUES, D. S.; GARCIA, V. A.; FUZITANI, E. J.; SILVA, S. H. M. G. da, Crescimento e produção de antúrio cultivado sob diferentes malhas de sombreamento. **Revista Ciência Rural**, v. 39, n. 5, p. 1394-1400, 2009.

OLIVEIRA, R.R. Importância das bromélias epífitas na ciclagem de nutrientes da Floresta Atlântica. **Acta Botanica Brasílica**, v.18, n.4, p.793-799, 2004.

OLIVEIRA, V. C.; ALMEIDA NETO, L. C. Ocorrência de *Aedes aegypti* e *Aedes albopictus* em bromélias cultivadas no Jardim Botânico Municipal de Bauru, São Paulo, Brasil. **Cadernos de Saúde Pública**, Comunicação Breve, v. 33, n. 1, 7 p. 2017.

PADUA JUNIOR, A. L.; ABREU, C. A.; FURLANI, P.R.; ABREU, M. F. Métodos de determinação da disponibilidade de cobre em substratos. **Horticultura Brasileira**, v. 26, n. 2, 2008.

PAULA, C. C. **Cultivo de bromélias**. Viçosa: Aprenda Fácil. 2000. 139 p.

PAULA, C. C. de; SILVA, H. M. P. da. **Cultivo prático de Bromélias**. Viçosa: UFV, 2001. 73 p.

PAULA, C. C. de; SILVA, H. M. P. da **Cultivo Prático de Bromélias**. Viçosa: UFV, 2004. 116p.

PEREIRA, A. R.; ANDRADE, A. C. S.; PEREIRA, T. S.; FORZZA, R. C.; RODRIGUES, A. S. Morphological aspects of seed, germination and storage of *Pitcairnia albiflos* (Bromeliaceae). **Seed Science and Technology**, v. 38, n. 1, p. 79-87, 2010.

PEREIRA, A. R.; PEREIRA, T. S.; RODRIGUES, A. S.; ANDRADE, A. C. S. D. Morfologia de sementes e do desenvolvimento pós-seminal de espécies de Bromeliaceae. **Acta Botanica Brasilica**, v. 22, n. 4, p. 1150-1162, 2008.

PERILLI, S.; DI MAMBRO, R.; SABATINI, S. Growth and development of the root apical meristem. **Current Opinion in Plant Biology**, v. 15, n. 1, p. 17-23, 2012. https://doi.org/10.1016/j.pbi.2011.10.006

PETERBAUER, T.; RICHTER, A. Biochemistry and physiology of raffinose family oligosaccharides and galactosyl cyclitols in seeds. **Seed Science Research**, v. 11, n. 3, p. 185-197, 2001.

PETRI, J.L.; HAWERROTH, F.J.; LEITE, G.B.; SEZERINO, A.A.; COUTO, M. **Reguladores de crescimento para frutíferas de clima temperado**. Epagri, 2016. 141p.

POMPELLI, M. F.; GUERRA, M. P. Ex Situ Conservation of *Dyckia distachya*: An endangered bromeliad from South Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 4, p. 273-279, 2004.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. Brasília, DF: AGIPLAN, 1977.

POPINIGIS, F. **Fisiologia da semente**. 2. ed. Brasília, 1985.

R CORE TEAM. R. A language and environment for statistical computing. **R Foundation for Statistical Computing**, Vienna, 2011. Disponível em: http://www.r-project.org. Acesso em: 28 out.2019.

RAMOS, A.; BIANCHETTI, A. Metodologia para determinação do teor de umidade de sementes de *Araucária angustifolia* (Bert.) Kuntze. **Revista Brasileira de Sementes**. v. 3, p. 9-16, 1990.

RANGASWAMY, V. Improved Production of Gibberellic Acid by *Fusarium moniliforme*. **Journal of Microbiology Research**, v.2, n.3, p. 51-55, 2012. https://doi.org/10.5923/j.microbiology.20120203.02

RAVEN, P. H.; EVERT, R. F.; EICHHORN, S. E. **Biologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Editora Guanabara Koogan S.A, 2014. 876p.

REFLORA (Org.). **Flora do Brasil – Algas, Fungos e Plantas**. 2023. Publicado na internet. Disponível em: < http://floradobrasil.jbrj.gov.br/reflora/PrincipalUC/PrincipalUC.do>. Acesso em: 23 nov 2023.

REITZ, R. **Bromélias e malária-bromélia endêmica**. Itajaí: Herbário Barbosa Rodrigues. 1983, 808 p.

RIBERIO JUNIOR, W. A. Influência da luminosidade na coloração, pigmentos fotossintetizantes e crescimento da bromélia *Neoregelia* "Fireball". 78 f. 2020. (Dissertação de Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina/PR, 2020.

RIBEIRO JUNIOR, W. A.; PIAZZALUNGA, P.; DIAS FILHO, P. J.; PAULA, J. C. B.; SHIMIZU, G. D.; RIBEIRO, L. T. M.; KOYAMA, R.; FARIA, R. T. Crescimento e desenvolvimento da bromélia *Neoregelia* "Fireball" em diferentes níveis de sombreamento. **In**: VIII Congresso Virtual de Agronomia. 2020.

ROBER, R. Substratos hortícolas: Possibilidade e limites de sua composição e uso: Exemplos da pesquisa, da indústria e do consumo. **In:** Anais do 1° Encontro Nacional sobre Substrato para Plantas (ENSub), 1. 1999, Porto Alegre. Programa e resumos... Porto Alegre, 1999, p. 123-138.

RODRIGUES, C.; VANDENBERGHE, L. P. S.; OLIVEIRA, J.; SOCCOL, C. R. New perspectives of gibberellic acid production: a review. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 32, n. 3, p. 263-273, 2012. https://doi.org/10.3109/07388551.2011.615297

ROGALSKI, J.M. **Biologia da conservação da reófita** *Dyckia brevifolia* **Baker (Bromeliaceae) no Rio Itajaí-Açu, SC**. 2007, 86 p. (Tese de doutorado em Ciências), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.

ROMERO, G.Q. **Associações entre aranhas Salticidae e Bromeliaceae: história natural, distribuição espacial e mutualismos**. 92p. 2005. (Tese de Doutorado em Ecologia) - Universidade de Campinas, Campinas/SP, 2005.

RYU, H.; CHO, Y.G. Plant hormones in salt stress tolerance. **Journal of Plant Biology**, v. 58, n. 3, p. 147-155, 2015. https://doi.org/10.1007/s12374-015-0103-z

SALOMÃO, K. **Aspectos reprodutivos e micropropagação em** *Dyckia distachya* **Hassler, especia ameaçada de extinção.** 2013. 81p. (Dissertação de Mestrado em Ciências), Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2013.

SALVADOR, E. D. **Caracterização física e formulação de substratos para o cultivo de algumas ornamentais.** 2000, 148 p. (Tese de Doutorado em Agronomia), Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

SANTIAGO, E. J. A.; PINTO, J. E. B. P.; CASTRO, E.M.; LAMEIRA, O. A.; CONCEIÇÃO, H. E. O.; GAVILANES, M. L. Aspectos da anatomia foliar da pimenta-longa (*Piper hispidinervium* C.DC.) sob diferentes condições de luminosidade. **Ciência e Agrotecnologia**. v. 25, n. 5, p. 1035-1042, 2001.

SANTOS, A. J. dos; BITTENCOURT, A. M.; NOGUEIRA, A. S. Aspectos econômicos da cadeia produtiva das bromélias na região metropolitana de Curitiba e Litoral Paranaense. **Revista Floresta**, v. 35, n. 3, p. 409 – 417, 2005.

SANTOS, V. S. Semente. UOL – Mundo educação (Online). Biologia. Botânica. [s.a.]. Disponível em: <https://mundoeducacao.uol.com.br/biologia/semente.htm>. Acesso em 01 ago 2020.

SENTELHAS, P. C.; SANTOS, A. O. Cultivo protegido: aspectos microclimáticos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v.1, n.2, p.108-115, 1995.

SENTELHAS, P. C.; VILLA NOVA, N. A.; ANGELOCCI, L. R. Efeito de diferentes tipos de cobertura, em mini-estufas, na atenuação da radiação solar e da luminosidade. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 6, p. 479-481, 1998.

SCHUCH, L. O. B. **Vigor das sementes e aspectos da fisiologia da produção em aveia-preta (***Avena strigosa* **Schreb.).** 1999. 127f. Tese (Doutorado em Fitotecnia). Faculdade de Agronomia "Eliseu Maciel" da Universidade Federal de Pelotas, Pelotas

SHABALA, S.; WHITE, R.G.; DJORDJEVIC, M.A.; RUAN, Y.L.; MATHESIUS, U. Root-to- shoot signalling: integration of diverse molecules, pathways and functions. **Functional Plant Biology**, v. 43, n. 2, p. 87-104, 2016. https://doi.org/10.1071/FP15252

SILVA, L. A. S.; COSTA, A. O.; BATISTA, D. S.; SILVA, M. L.; NETTO, A. P.C.; ROCHA, D. I. Exogenous gibberellin and cytokinin in a novel system for in vitrogermination and development of African iris (*Dietes bicolor*). **Revista Ceres**, v. 67, n.5, p. 402-409, 2020 https://doi.org/10.1590/0034-737X202067050008

SILVA, M.T.B. **Relação da água e dos detritos com a riqueza de macroinvertebrados em bromélias**. Inpa. 2009. 9p.

SILVA, T. F. Período devoniano. InfoEscola – Navegando e aprendendo (Online). [s.a.]. Disponível em: <https://www.infoescola.com/historia/periodo-devoniano/>. Acesso em 01 ago 2020.

SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ. p.760, 1998.

SLATER, L. E. Conocimiento del clime y el problema alimentário mundial. In: SIMPÓSIO INTERAMERICANO SOBRE MODELOS Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN AGROCLIMÁTICOS, 1. Caracas, 1983. Anais. Caracas: IAP; BID, 1983. p.59-86.

SMITH, L.B. **The Bromeliaceae of Brazil**. Washington: Smthsonian Miscellaneous Collect. 290p. 1955.

SMITH, L.B.; DOWNS, R.J. **Pitcairnoideae (Bromeliaceae)**. Flora Neotropica Monograph. The New York Botanical Garden, v.14, n.1, p.1-678, 1974.

SMITH, L. B.; DOWNS, R. J. **Bromelioideae (Bromeliaceae)**. Flora Neotropica Monograph. The New York Botanical Garden, v. 14, n. 1, New York, 1979. 656 p.

SMITH, L.B.; TILL, W. Bromeliaceae. In: K. Kubitzki (ed.). The Families and Genera of Vascular Plants IV. **Springer**, p. 74-99, 1998.

SOUZA, G.C.S.; ARAÚJO, K.L.G.; SILVA, R.C.S.; COELHO, W.S.S.; DANTAS, B.F. Germinação de sementes de *Rhaphiodon echinus* Shauer diferentes concentrações de ácido giberélico. **Anais da XIII Jornada de Iniciação Científica da Embrapa Semiárido**, 2018. 4p.

SOUZA, G. S.; SILVA, S. A.; COSMI, F. C.; MORAES, W. B.; CARDOSO, L. C. Determinação de clorofila em folhas de sombra e sol em planas de jamelão. 2011. Anais. XII Encontro Latino Americano de Iniciação Científica e VIII Encontro Latino Americano de Pós-Graduação – Universidade do Valo do Paraíba. 4 p. 2011.

SOUZA, R. R.; CAVALCANTE, M. Z. B.; SILVA, E. M.; AMARAL, G. C.; BRITO, L. P. S.; AVELINO, R. C. Alterações morfofisiológicas e crescimento de helicônias em função de diferentes ambientes de sombreamento. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 214-222, 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6 ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888 p.

TAKANE, R. J.; YANAGIZAWA, S. S.; VENDRAME, W. A. Cultivo moderno de Orquídeas: Phalaenopsis e seus híbridos. 2 ed. Fortaleza: Expressão Gráfica. 2015. 200 p.

TARDIVO, R. C.; CERVI, A.C. O gênero *Nidularium* Lem. (Bromeliaceae) no estado do Paraná. **Acta Botanica Brasílica**, v.11, p.237-258, 1997.

TAVEIRA, J. A. Substratos: cuidados na escolha do tipo mais adequado. (Boletim Ibraflor Informativo), Campinas, 1996, n. 13, 2 p.

THE PLANT LIST. 2013. Versão 1.1. Publicado na Internet. Disponível em: <http://www.theplantlist.org/>. Acesso em 23 nov. 2023.

TONIN, G. A.; PEREZ, S. C. J. G de A. Qualidade fisiológica de sementes de *Ocotea porosa* (NEES ET MARTIUSEX. NEES) após diferentes condições de armazenamento e semeadura. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 28, n. 2, p. 2633, 2006.

TRANI, P. E.; PASSOS, F. A.; MELO, A. M. T. de; TIVELLI, S. W.; BOVI, O. A.; PIMENTEL, E. C. Hortaliças e Plantas Medicinais: Manual Prático. **In**: Boletim Técnico IAC, 199. Instituto Agronômico de Campinas (Org.). Campinas, Instituto Agronômico, 2º ed. 72 p. 2010.

TROTMAN, L. On bromeliad growing. **Journal of the Bromeliad Society**, v. 40, n. 3, p. 124-126, 1990.

VANSTRAELEN, M.; BENKOVÁ, E. Hormonal Interactions in the Regulation of Plant Development. **Annual Review of Cell and Developmental Biology**, v. 28, n. 1, p. 463-487, 2012. https://doi.org/10.1146/annurev-cellbio-101011-155741

VARADARAJAN, G.S.; BROWN, G.K. Morphological variation of some features of subfamily Pticarnioideae (Bromeliaceae) and their significance in pollination biology. **Botanical Gazette**, v. 149, p.82-91, 1988.

VIDA, J. B.; ZAMBOLIM, L.; TESSMANN, D. J.; BRANDÃO-FILHO, J. U. T.; VERZIGNASSI, J. R.; CAIXETA, M. P. Manejo de doenças de plantas em cultivo protegido. **Fitopatologia Brasileira**. v. 29, n. 4, 2004.

VOSGUERITCHIAN, S.B.; BUZATO, S. Reprodução sexuada de *Dyckia tuberosa* (Vell.) Beer (Bromeliaceae, Pitcairnioideae) e interação planta-animal. **Revista Brasileira de Botânica**, v.29, p.433-442, 2006.

WANDERLEY, M. G. L. Diversidade e distribuição geográfica das espécies de *Orthophytum* (Bromeliaceae). **Acta Botânica Brasileira**, v. 4, n. 1, p. 169-175, 1990.

WANDERLEY, M.G.L.; MARTINS, S.E. Bromeliaceae. **Flora Fanerogâmica do estado de São Paulo**. São Paulo: FAPESP, v.5, 2007. 259p.

WANDERLEY, M. G. L.; MARTINS, S. E. (Org.). Bromeliaceae. **In**: MELHEM, T. S.; WANDERLEY, M. G. L.; MARTINS, S. E.; JUNG-MENDAÇOLLI, S. L.; SHEPHERD, G. J.; KIRIZAWA, M. Flora Fanerogâmica do Estado de São Paulo. Instituto de Botânica, São Paulo, v. 5, p. 39-162. 2007.

WFO PLANT LIST. 2023. WFO Plant List – Snapshots of the taxonomy. Family Bromeliaceae Juss. Publicado na Internet. Disponível em: <https://wfoplantlist.org/taxon/wfo-7000000084-2023-06?page=1>. Acesso em 23 nov. 2023.

WIESBAUER, M. B. **Biologia reprodutiva e diversidade genética de** *Dyckia distachya* **Hassler (Bromeliaceae) como subsídio para conservação e reintrodução de populações extintas na natureza.** 2008. 94 p. (Dissertação de mestrado em Recursos genético), Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2008.

WHITHAM, F. H.; BLAYDES, D. F.; DEVLIN, R. M. **Experiment in plant physiology**. New York: David Van Nostrand Company, p. 55-58, 1971.

WINKLER, M.; HÜLBER, K.; HIETZ, P. Efeito da posição do dossel na germinação e na sobrevivência de plântulas de bromélias epífitas numa floresta mexicana húmida de altitude. **Anais de Botânica**, v. 95, n. 6, p. 1039-1047, 2005.

WITTIMAN, P. The animal community associated with canopy bromeliads of the lowland Peruvian Amazon Rain Forest. **Selbyana**, v.21, n.1, p.48-51, 2000.

YAMAKAMI, J. K. **Uso de resíduos agrícolas como substrato alternativo ao xaxim no cultivo de orquídeas.** 50 p. 2006. (Dissertação de Mestrado em Agronomia). Universidade Estadual de Londrina, Londrina, PR. 2006.

YANG, D.L.; YANG, Y.; HE, Z. Roles of Plant Hormones and Their Interplay in Rice Immunity. **Molecular Plant**, v. 6, n. 3, p. 675-685, 2013. https://doi.org/10.1093/mp/sst056

ZANG, Y.X.; CHUN, I.J.; ZHANG, L.L.; HONG, S.B.; ZHENG, W.W.; XU, K. Effect of gibberellic acid application on plant growth attributes, return bloom, and fruit quality of rabbiteye blueberry. **Scientia Horticulturae**, v.200, p.13-18, 2016. https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.12.057

ZANELLA, C.M.; JANKE, A.; PALMA, S.C.; SANTOS, K.E.; PINHEIRO, F.G.; PAGGI, G.M.; SOARES, L.E.S.; GOETZE, M.; BUTTOW, M.V.; BERED, F. Genetics, evolution, and of conservation of Bromeliaceae. **Genetics and Molecular Biology**, v. 35, p.1020-1026, 2012.