

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

EDWIN ERNESTO PULIDO RUEDA

**PRODUÇÃO E COMPORTAMENTO PÓS-COLHEITA DE *Vriesea incurvata*
Gaudich. (Bromeliaceae)**



CURITIBA

2018

EDWIN ERNESTO PULIDO RUEDA

**PRODUÇÃO E COMPORTAMENTO PÓS-COLHEITA DE *Vriesea incurvata*
Gaudich. (Bromeliaceae)**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal, Departamento de Fitotecnia e Fitossanitarismo, Setor de Ciências Agrárias, Universidade Federal do Paraná, como parte das exigências para obtenção do título de Doutor em Ciências.

Orientadora: Profa. Dra. Raquel R. B. Negrelle
Co-orientadora: Profa. Dra. Francine L. Cuquel
Profa. Dra. Maria Auxiliadora
Milaneze-Gutierre

CURITIBA

2018

FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELO SISTEMA DE BIBLIOTECAS/UFPR -
BIBLIOTECA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, DOUGLAS ALEX JANKOSKI CRB 9/1167
COM OS DADOS FORNECIDOS PELO(A) AUTOR(A)

P981p Pulido Rueda, Edwin Ernesto
Produção e comportamento pós-colheita de *Vriesea incurvata* Gaudich.
(Bromeliaceae) / Edwin Ernesto Pulido Rueda. - Curitiba, 2018.
89 f.: il., grafs., tabs.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal do Paraná. Setor de Ciências
Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - (Produção Vegetal).
Orientadora: Raquel Rejane Bonto Negrelle
Coorientadora: Francine Lorena Cuquel

1. Bromélia - Germinação. 2. Bromélia - Propagação in vitro. 3.
Plantas ornamentais. I. Negrelle, Raquel Rejane Bonto. II. Cuquel,
Francine Lorena. III. Título. IV. Universidade Federal do Paraná.

CDU
631.532:582.548.11



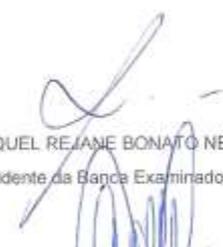
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SETOR SETOR DE CIÊNCIAS AGRARIAS
UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO AGRONOMIA
(PRODUÇÃO VEGETAL)

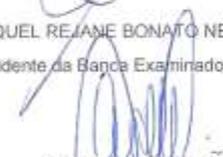
TERMO DE APROVAÇÃO

Os membros da Banca Examinadora designada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em AGRONOMIA (PRODUÇÃO VEGETAL) da Universidade Federal do Paraná foram convocados para realizar a arguição da tese de Doutorado de **EDWIN ERNESTO PULIDO RUEDA** intitulada: **PRODUÇÃO E COMPORTAMENTO PÓS-COLHEITA DE *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae)**, após terem inquirido o aluno e realizado a avaliação do trabalho, são de parecer pela sua APROVAÇÃO no rito de defesa.

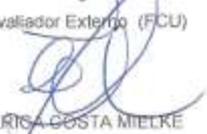
A outorga do título de doutor está sujeita à homologação pelo colegiado, ao atendimento de todas as indicações e correções solicitadas pela banca e ao pleno atendimento das demandas regimentais do Programa de Pós-Graduação.

Curitiba, 07 de Março de 2018.


RAQUEL REJANE BONATO NEGRELLE
Presidente da Banca Examinadora (UFPR)


ADILSON ANACLETO
Avaliador Externo (UNESPAR)


DANIEL MURARO
Avaliador Externo (FCU)


ERICA COSTA MIELKE
Avaliador Externo (SEMMA)

AGRADECIMENTOS

Citando as palavras do Papa Francisco “hoje quero falar-lhes em espanhol, porque é o idioma de meu coração e hoje quero falar desde o coração”.

En primer lugar agradezco a la Universidade Federal do Paraná y al Programa de Posgrado en Agronomía/Producción Vegetal por la oportunidad de realizar mis estudios de doctorado y por el apoyo al desarrollo de la investigación.

A la Organización de los Estados Americanos – OEA y al Grupo Coimbra de Universidades Brasileñas – GCUB por la concesión de la beca de estudios de Doctorado.

Al comité de orientación conformado por la Profa. Dra. Raquel R. B. Negrelle, Profa. Dra. Francine L. Cuquel y Profa. Dra. Maria Auxiliadora Milaneze-Gutierrez por las sugerencias y asesorías en el desarrollo de la Tesis de Doctorado.

Al Museo Dinámico Interdisciplinario - MUDI de la Universidade Estadual de Maringá por proporcionar los espacios para el libre desarrollo de la tesis, así como a sus investigadores, pasantes y colaboradores.

A mis compañeros de posgrado y amigos que en algún momento me aportaron su tiempo y disposición para el desarrollo de los experimentos.

Al Dios de la vida y en su representación al Señor Caído de Monserrate por todas las bendiciones recibidas y por ser la persona que soy hoy en día.

A la Santísima Virgen María y en su representación a la Virgen del Rosario patrona de la ciudad de Facatativá, Colombia y Nossa Senhora Aparecida patrona del Brasil, por su intercesión y guía en los momentos difíciles de este trasegar por la vida.

A mi familia PULIDO RUEDA por las enseñanzas de vida y por sembrar esa cualidad tan importante que es la espiritualidad.

A mi esposa Deise, esa mujer en todo el sentido de la palabra. Gracias por ser mi confidente y apoyo durante estos últimos y difíciles años en el Brasil.

A todos ustedes.

Gracias totales.....

Buen viento y buena mar.....

BIOGRAFIA DO AUTOR

Edwin Ernesto Pulido Rueda, filho de Maria Esperanza Rueda de Pulido e Ricardo Pulido Vásquez, nasceu em Bogotá, capital da Colômbia. Desde sua infância sonhava em ser toureiro e hoje é um claro defensor da natureza e dos animais. Ele gostava de construir maquetes de estádios e prédios, hoje escreve sua história semeando sonhos, irrigando vida, cultivando esperança, coletando ilusões. E sabem que “acreditar que é possível, faz a diferença”

Concluiu o segundo grau no Colégio Seminário São João Apóstolo em Facatativá (Colômbia) e foi escolhido para fazer o discurso da cerimônia de colação de grau. A Corporação Universitária Minuto de Deus – UNIMINUTO foi testemunha da sua formação como Engenheiro Agroecológico, onde alcançou uma nota destacada no exame ECAES-Agronomia, acima da média nacional. Participou com consultor técnico em projetos agrícolas para as populações vulneráveis da cidade de Bogotá D.C. Trabalhou no setor da floricultura com a produção de flores de corte para exportação, entre elas, as culturas de cravo e rosa, bem como, nos processos de certificação GLOBALG.A.P. e FlorVerde Sustainable Flowers. Também atuou em projetos relacionados à produção de plantas aromáticas, medicinais e condimentares.

Nunca na sua vida pensou fazer uma pós-graduação fora da sua amada Colômbia, mas, o destino não está programado ou é inevitável, o destino é questão de escolha. Este sonho que começou como outros sonhos, inalcançáveis, quase utópicos, aos poucos, tornou-se realidade. Foi no dia 08 de março de 2011 a primeira vez que viajou em avião, que saiu de seu país e que pisou em solo Brasileiro. Em fevereiro de 2013, obteve o grau de Mestre em Produção Vegetal pela Universidade do Estado de Santa Catarina, sendo bolsista CAPES-CNPq e tornando-se o primeiro estrangeiro formado do programa.

Regressou ao seu país onde trabalhou como professor para o curso de Agronomia da Universidade de Cundinamarca. Nesse período ganhou o reconhecimento de “Talento Orgulho da Colômbia” pelo Colfuturo/Colciencias o qual foi entregue pessoalmente pelo Presidente da República da Colômbia Sr. Juan Manuel Santos, bem como, a bolsa de estudos de doutorado pela Organização dos Estados Americanos - OEA e o Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras - GCUB.

Em 2014, voltou ao Brasil para realizar o Doutorado em Agronomia/Produção Vegetal na Universidade Federal do Paraná. E como “acreditar que é possível, faz a diferença” hoje segue “volando más allá de sus sueños”.

“Hay que volar más allá de los sueños.”
(Ricardo Pulido Rueda)

“Somos escultores de nuestro futuro y artistas de nuestro presente.”
(Edwin Ernesto Pulido Rueda)

“La ciencia no nos aleja de Dios, nos acerca a Él.”
(Anonimo)

RESUMO

Vriesea incurvata é uma espécie epífita nativa da Floresta Atlântica Brasileira. A inserção de plantas nativas com potencial ornamental na cadeia produtiva representa uma grande oportunidade tanto na produção e/ou comercialização. Entretanto, bromélias epífitas em ambientes naturais apresentam algumas dificuldades de propagação tais como baixa germinação das sementes, sobrevivência das plântulas e lenta emissão de brotações laterais, o que dificulta seu manejo e produção em grande escala. O segmento da floricultura é caracterizado pelo frequente lançamento de novos produtos. *V. incurvata* é comercializada como planta ornamental de vaso, porém, dada a beleza e colorido da sua inflorescência pode ser também passível de uso como flor de corte. Visando contribuir para a ampliação do uso de bromélias como recurso ornamental e atender aspectos relacionados à produção e comportamento pós-colheita de *V. incurvata*, apresentam-se em quatro capítulos os seguintes resultados: I) Avaliação da porcentagem de germinação de sementes e o crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas, em condições *in vitro* sob diferentes meios de cultura. II) Efeito de diferentes concentrações de reguladores vegetais sob o crescimento *in vitro* e sobrevivência das plântulas às condições *ex vitro*. III) Critérios quantitativos e qualitativos para a avaliação do comportamento pós-colheita dos escapos florais. IV) Avaliação da vida de vaso de escapos florais mediante a aplicação de água destilada e soluções conservantes em dois períodos de imersão. Conclui-se que a técnica de germinação *in vitro* favorece a propagação de *V. incurvata*, alcançando taxas de germinação superiores a 82,8%. Meios de cultura MS e MS½ suplementados com AIB (4 mg L⁻¹) promovem as melhores taxas de crescimento *in vitro* e sobrevivência de plântulas às condições *ex vitro*. Características quantitativas e qualitativas de: cor (L*, C*, H°), brilho, turgescência, rigidez, presença de injúrias, massa fresca relativa, absorção e perda de água são indicadas como critérios de avaliação pós-colheita dos escapos florais. *V. incurvata*, é passível de uso ornamental como flor de corte, alcançando uma vida de vaso média de 14,9 ± 1,5 dias. A melhor manutenção dos atributos fisiológicos e estéticos ao longo da vida de vaso dos escapos florais é promovida pela solução conservante com sacarose aplicada por 8 h.

Palavras-chave: Bromélias, cultivo *in vitro*, escala de senescência, flor de corte, germinação *in vitro*, ornamental, planta nativa, vida de vaso.

ABSTRACT

Vriesea incurvata is a native epiphytic species from Brazilian Atlantic Rainforest. The inclusion of native plants with ornamental potential in the supply chain represents a great opportunity of production and/or commercialization. However, epiphytic bromeliads in natural environments shows some propagation difficulties, such as low seed germination, seedling survival and slow emission of side shoots, which makes it difficult to management and production on large scale. Flower market is characterized by the frequent launching of new ornamental products. *V. incurvata* has been commercialized as a potted ornamental plant. Nevertheless, due the beauty and colorful of its inflorescences may be useable as a cut flower. In order to support the expansion of the use of bromeliads as an ornamental resource and to attend aspects related to production and postharvest behavior of *V. incurvata*. Results in four chapters are presented: I) Assessment of the percentage of seed germination and growth and the initial development of seedlings *in vitro* conditions in different culture media. II) Effect of different concentrations of plant growth regulators on *in vitro* growth and seedling survival on *ex vitro* conditions. III) Quantitative and qualitative criteria to evaluate the postharvest behavior of floral scapes. IV) Vase-life evaluation of floral scapes by the application of distilled water and preservative solutions for two immersion periods. This suggests that *in vitro* germination technique favors the propagation of *V. incurvata* reaching rates germination, higher than 82.8%. MS and MS^{1/2} medium supplemented with IBA (4 mg L⁻¹) promote the best rates of *in vitro* growth and seedling survival on *ex vitro* conditions. Quantitative and qualitative characteristics such as color (L*, C*, H°), brightness, turgidity, stiffness, presence of injuries, relative fresh weight, water uptake and loss can be indicated as postharvest evaluation criteria of floral scapes. *V. incurvata* has great potential to use as cut flower, which has an average of vase-life of 14.9 ± 1.5 days. Preservative solution with sucrose applied for 8 h provided the best maintenance of the physiological and aesthetic features throughout the vase-life.

Keywords: Bromeliads, *in vitro* culture, senescence scale, cut flower, *in vitro* seed germination, ornamental plant, native plant, vase-life.

LISTA DE FIGURAS

2 GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO <i>IN VITRO</i> DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE).....	19
FIGURA 2.1 - PORCENTAGEM DE GERMINAÇÃO DE SEMENTES DE <i>Vriesea incurvata</i> , EM CONDIÇÕES <i>IN VITRO</i> SOB DIFERENTES MEIOS DE CULTURA.	25
3 EFEITO DE REGULADORES VEGETAIS NO CRESCIMENTO <i>IN VITRO</i> E ACLIMATIZAÇÃO DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE)	33
FIGURA 3.1 - COLETA DE CÁPSULAS EM INDIVÍDUOS DE <i>Vriesea incurvata</i> (A), SEMENTES DE <i>V. incurvata</i> (B), PLÂNTULAS DE <i>V. incurvata</i> APÓS 100 DIAS DE CULTIVO <i>IN VITRO</i> (C), PLÂNTULAS DE <i>V. incurvata</i> APÓS 190 DIAS DE CULTIVO <i>IN VITRO</i> (D), PLÂNTULAS ACLIMATIZADAS EM ESFAGNO POR 60 DIAS (E) E PLANTAS DE <i>V. incurvata</i> COLETADAS EM AMBIENTE NATURAL NO MUN. GUARATUBA, PARANÁ, BRASIL (F).....	38
FIGURA 3.2 - SOBREVIVÊNCIA DE PLÂNTULAS DE <i>Vriesea incurvata</i> ÀS CONDIÇÕES <i>EX VITRO</i> (ACLIMATIZAÇÃO).....	40
4 COMPORTAMENTO E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE)	47
FIGURA 4.1 - ESCALA DE SENESCÊNCIA E NOTAS ATRIBUÍDAS A ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i> NA PÓS-COLHEITA DE FLORES DE CORTE.	53
FIGURA 4.2 - CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA E NOTAS ATRIBUÍDAS AOS ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i>	55
FIGURA 4.3 - MASSA FRESCA RELATIVA – RFW (A), ABSORÇÃO DE ÁGUA – WU (■) E PERDA DE ÁGUA – WL (◊) (B) DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i>	56
FIGURA 4.4 - CROMATICIDADE (A), ÂNGULO HUE (B) E LUMINOSIDADE (C) DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i>	58

5 SOLUÇÕES CONSERVANTES NA PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea Incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE)	64
FIGURA 5.1 - EFEITO DAS SOLUÇÕES CONSERVANTES SOBRE A VIDA DE VASO DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i>	70
FIGURA 5.2 - EFEITO DAS SOLUÇÕES CONSERVANTES SOBRE A MASSA FRESCA RELATIVA – RFW (A), ABSORÇÃO DE ÁGUA - WU (B) E PERDA DE ÁGUA – WL (C) DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i>	72
FIGURA 5.3 - EFEITO DAS SOLUÇÕES CONSERVANTES SOBRE A CROMATICIDADE (A) E ÂNGULO HUE (B) DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i>	73

LISTA DE TABELAS

2 GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO <i>IN VITRO</i> DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE).....	19
TABELA 2.1 - BIOMASSA FRESCA TOTAL DE PLÂNTULAS (BMF), PORCENTAGEM DE PLÂNTULAS NORMAIS E MORTAS, NÚMERO (NR) E COMPRIMENTO DE RAÍZES (CR) DE <i>Vriesea incurvata</i> CULTIVADAS EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA.	27
TABELA 2.2 - COMPRIMENTO CAULINAR (CC), NÚMERO DE FOLHAS (NF), PORCENTAGEM DE FOLHAS CLORÓTICAS, NECRÓTICAS E MORTAS DE PLÂNTULAS DE <i>Vriesea incurvata</i> CULTIVADAS EM DIFERENTES MEIOS DE CULTURA.	28
3 EFEITO DE REGULADORES VEGETAIS NO CRESCIMENTO <i>IN VITRO</i> E ACLIMATIZAÇÃO DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE)	33
TABELA 3.1 - BIOMASSA FRESCA TOTAL DE PLÂNTULAS (BMF), NÚMERO DE FOLHAS (NF), COMPRIMENTO CAULINAR (CC), NÚMERO (NR) E COMPRIMENTO DE RAÍZES (CR) DE <i>Vriesea incurvata</i> CULTIVADAS EM MEIO DE CULTURA MS½ SUPLEMENTADO COM DIFERENTES REGULADORES VEGETAIS.	39
4 COMPORTAMENTO E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE)	47
TABELA 4.1 - CRITÉRIOS, NOTAS E ESPECIFICAÇÕES TÉCNICAS PARA A AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea Incurvata</i>	54
5 SOLUÇÕES CONSERVANTES NA PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (BROMELIACEAE)	64
TABELA 5.1 - NOTAS ATRIBUÍDAS À TURGESCÊNCIA, COR DE INFLORESCÊNCIA, BRILHO DE INFLORESCÊNCIA, PRESENÇA DE INJÚRIAS E PERCEPÇÃO COMERCIAL DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i> SUBMETIDOS A DIFERENTES SOLUÇÕES CONSERVANTES E PERÍODOS DE IMERSÃO.....	75

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	16
2	GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO <i>IN VITRO</i> DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (Bromeliaceae)	19
	RESUMO.....	19
	ABSTRACT	20
2.1	INTRODUÇÃO	21
2.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	22
2.2.1	Material vegetal e coleta de sementes de <i>Vriesea incurvata</i>	22
2.2.2	Preparação de sementes	23
2.2.3	Meios de cultura e condições para a germinação de sementes e crescimento inicial.....	23
2.2.4	Análise estatística	24
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	24
2.4	CONCLUSÕES	29
	AGRADECIMENTOS	29
	REFERÊNCIAS.....	30
3	EFEITO DE REGULADORES VEGETAIS NO CRESCIMENTO <i>IN VITRO</i> E ACLIMATIZAÇÃO DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (Bromeliaceae).....	33
	RESUMO.....	33
	ABSTRACT	34
3.1	INTRODUÇÃO	35
3.2	MATERIAL E MÉTODOS.....	36
3.2.1	Material vegetal	36
3.2.2	Desinfestação e semeadura das sementes.....	36
3.2.3	Crescimento <i>in vitro</i> de plântulas	37
3.2.4	Sobrevivencia <i>ex vitro</i> de plântulas (aclimatização).....	37
3.2.5	Análise estatística	38

3.3	RESULTADOS	39
3.4	DISCUSSÃO	40
3.5	CONCLUSÕES	43
	AGRADECIMENTOS	43
	REFERÊNCIAS	44
4	COMPORTAMENTO E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (Bromeliaceae)	47
	RESUMO	47
	ABSTRACT	48
4.1	INTRODUÇÃO	49
4.2	MATERIAL E MÉTODOS	50
4.2.1	Local e coleta do material vegetal	50
4.2.2	Preparação do material vegetal e condução	50
4.2.3	Desenvolvimento da escala de avaliação	51
4.2.4	Avaliação do comportamento pós-colheita	51
4.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	52
4.4	CONCLUSÕES	59
	AGRADECIMENTOS	59
	REFERÊNCIAS	60
5	SOLUÇÕES CONSERVANTES NA PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE <i>Vriesea incurvata</i> Gaudich. (Bromeliaceae)	64
	RESUMO	64
	ABSTRACT	65
5.1	INTRODUÇÃO	66
5.2	MATERIAL E MÉTODOS	67
5.2.1	Local e coleta do material vegetal	67
5.2.2	Preparação do material vegetal	68
5.2.3	Condução dos experimentos	68

5.2.4	Critérios de avaliação pós-colheita.....	68
5.2.5	Análise estatística	70
5.3	RESULTADOS	70
5.4	DISCUSSÃO	76
5.5	CONCLUSÕES	78
	AGRADECIMENTOS	78
	REFERÊNCIAS.....	79
6	CONCLUSÕES GERAIS	84
7	CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
	REFERÊNCIAS.....	87

1 INTRODUÇÃO GERAL

A família Bromeliaceae é formada por 58 gêneros com aproximadamente 3.248 espécies, sendo uma das famílias mais diversas a nível morfológico e ecológico do mundo (VERSIEUX *et al.*, 2012; LUTHER, 2014). As bromélias ocorrem em diversos nichos ecológicos; desde o nível do mar até os 4000 m de altitude, em zonas úmidas e em desertos, em altas e baixas temperaturas; apresentando alto grau de especialização (REITZ, 1983; MARTINELLI *et al.*, 2008).

Devido à beleza das suas inflorescências, grande variedade de cores, formas, tamanhos e folhagens vistosas, as bromélias são consideradas de alto valor ornamental. Os gêneros de maior destaque são *Aechmea*, *Billbergia*, *Cryptanthus*, *Dyckia*, *Guzmania*, *Neoregelia*, *Nidularium*, *Tillandsia* e *Vriesea* (NEGRELLE *et al.*, 2012). Contudo, existem poucas espécies da família Bromeliaceae cultivadas em escala comercial. Fatores como falta de apoio técnico-agrícola, recursos financeiros, problemas fundiários, desconhecimento das espécies e suas formas de uso, desestimulam a implantação de sistemas de cultivo (NEGRELLE; ANACLETO, 2012).

Como consequência da alta procura por bromélias no segmento da floricultura e plantas ornamentais, esta família tem sido alvo de extrativismo indiscriminado (NEGRELLE; ANACLETO, 2012). Para *Vriesea incurvata* Gaudich observa-se que este processo é bastante explícito. Esta espécie, de tamanho reduzido (± 50 cm de altura), arquitetura compacta, folhas verdes, lisas, brilhantes e sem espinhos, arranjadas em forma de rosetas e de inflorescência vermelha (REITZ, 1983; MARTINELLI *et al.*, 2008) tem sido registrada entre as dez bromeliáceas mais extraídas e comercializadas no litoral do Estado do Paraná (NEGRELLE; ANACLETO, 2012). Por outro lado, já se encontra classificada como vulnerável na lista de espécies ameaçadas de extinção para o Estado do Rio Grande do Sul (SEMA-RS, 2002).

Frente a este cenário, pesquisas têm sido realizadas visando fornecer subsídios para o estabelecimento de sistemas de cultivo e planos de manejo sustentável desta espécie, visto seu eminente risco de extinção. Os principais estudos com *V. incurvata* que podem-se encontrar são: a) taxonomia, morfologia e ecologia (REITZ, 1983); b) levamento florístico no Complexo Araraquara (Guaratuba-

PR, Brasil) (NEGRELLE *et al.*, 2011); c) monitoramento fenológico e quantificação da produção de sementes sob condições naturais (NEGRELLE; MURARO, 2006); d) germinação de sementes e sobrevivência de plântulas sob dossel florestal (MURARO *et al.*, 2014); e e) influência de diferentes concentrações de macronutrientes sobre o desenvolvimento *in vitro* e a sobrevivência *ex vitro* de plântulas (SASAMORI *et al.*, 2016).

Por outro lado, estudos realizados para o gênero *Vriesea* e que podem subsidiar aspectos relacionados com *V. incurvata* são: a) identificação e distribuição geográfica de *V. inflata* no Paraná (KOWALSKI; TARDIVO, 2015); b) estabelecimento de cultivo *in vitro* de *V. gigantea* e *V. philippocoburgii* (DROSTE *et al.*, 2005), *V. scalaris* (SILVA *et al.*, 2009), *V. inflata* (FREITAS *et al.*, 2015), e *V. cacuminis* (RESENDE *et al.*, 2016), e c) caracterização morfológica e histológica de *V. friburgensis* var. *paludosa* e *V. reitzii* durante a indução e formação de sistemas regenerativos (CORREDOR-PRADO *et al.*, 2015).

Considerando esse contexto, é necessário desenvolver novas pesquisas que que possam atender aspectos relacionados à propagação, produção e manejo agrônômico de *V. incurvata*.

Neste contexto, visando contribuir para a ampliação do uso de bromélias como recurso ornamental apresentam-se resultados de pesquisa sobre *V. incurvata* onde se buscou responder as seguintes questões:

1. A germinação *in vitro* pode ser indicada como técnica de propagação de *V. incurvata*? Quais meios de cultura são os mais favoráveis para a germinação e crescimento *in vitro* de *V. incurvata*?
2. Qual é o efeito da suplementação com reguladores vegetais nos meios de cultura em plântulas de *V. incurvata*? Quais reguladores vegetais e em que concentrações promovem as melhores taxas de crescimento *in vitro* e sobrevivência das plântulas às condições *ex vitro*?
3. São os escapos florais de *V. incurvata* passíveis de uso como flor de corte? Qual é o período de manutenção das características quantitativas e qualitativas de cor, brilho, turgescência e outras, que configuram o interesse comercial destes recursos?
4. A vida de vaso dos escapos florais de *V. incurvata* pode ser estendida com uso de soluções conservantes? Qual é a solução conservante e o período

de imersão mais indicado para a manutenção das características quantitativas e qualitativas dos escapos florais?

2 GERMINAÇÃO E CRESCIMENTO *IN VITRO* DE *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae)

RESUMO

Vriesea incurvata no ambiente natural apresenta algumas dificuldades associadas à baixa capacidade de germinação de sementes. Com o objetivo de fornecer uma base para a produção de plântulas, reportam-se os resultados da avaliação da porcentagem de germinação de sementes e crescimento inicial de plântulas de *V. incurvata*, em condições *in vitro* sob diferentes meios de cultura. O delineamento foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e oito repetições. Os tratamentos foram os meios de cultura: MS (Murashige e Skoog); MS $\frac{1}{2}$; KC (Knudson); KC $\frac{1}{2}$; MS + carvão ativado (CA); MS $\frac{1}{2}$ + CA; KC + CA; e KC $\frac{1}{2}$ + CA. A porcentagem de germinação foi calculada a partir da divisão entre o número de sementes com extrusão da raiz primária pelo número total de sementes semeadas. O crescimento inicial foi avaliado considerando-se os valores de biomassa fresca total, porcentagem de plântulas normais e mortas, número e comprimento de raízes, comprimento caulinar, número de folhas e porcentagem de folhas cloróticas, necróticas e mortas. Todos os meios de cultura promoveram altas porcentagens de germinação (> 82,8%). Meios de cultura MS e MS $\frac{1}{2}$ evidenciaram maior porcentagem de plântulas normais, maiores valores de produção de biomassa fresca, crescimento caulinar e número de folhas. Meios de cultura KC e KC $\frac{1}{2}$ também promoveram altas porcentagens de plântulas normais e baixas porcentagens de folhas necróticas e mortas. A adição de carvão ativado nos meios de cultura foi desfavorável na promoção do crescimento das plântulas. Conclui-se que MS e MS $\frac{1}{2}$ são os meios de cultura mais adequados para produção *in vitro* de *V. incurvata*.

Palavras-chave: Bromélias, meios de cultura, propagação *in vitro*, planta nativa, germinação de sementes.

IN VITRO GERMINATION AND GROWTH OF *Vriesea incurvata* Gaudich.
(Bromeliaceae)

ABSTRACT

Vriesea incurvata in the natural environment shows some difficulties associated to the low seed germination capacity. Aiming to provide basis for the seedlings production, the results of the seeds germination percentage and the initial growth of *V. incurvata* seedlings *in vitro* conditions in different culture media are reported. Completely randomized design was comprised of eight treatments and eight replications. The treatments were as culture media: MS (Murashige & Skoog); MS¹/₂; KC (Knudson); KC¹/₂; MS + activated charcoal (AC); MS¹/₂ + AC; KC + AC; and KC¹/₂ + AC. The germination percentage was calculated from the division between the number of seeds with primary root extrusion by the total number of sowed seeds. The initial growth was evaluated considering the values of the total fresh biomass, percentage of normal and dead seedlings, number and roots length, stem length, number of leaves and percentage of chlorotic, necrotic and dead leaves. All the cultures promoted high germination percentages (> 82.8%). In MS and MS¹/₂ medium it was evidenced the highest percentage of normal seedlings, the highest values of fresh biomass production, stem growth and number of leaves. KC and KC¹/₂ medium also promoted highest percentages of normal seedlings and low percentages of necrotic and dead leaves. The addition of activated charcoal in the culture media was unfavorable to promote the growth of seedlings. This suggests that MS and MS¹/₂ are the most suitable culture media for the production of *V. incurvata in vitro*.

Keywords: Bromeliads, culture media, *in vitro* propagation, native plant, seed germination.

2.1 INTRODUÇÃO

Vriesea incurvata Gaudich. (Bromeliaceae) é uma espécie epífita nativa e endêmica da Floresta Ombrófila Densa Atlântica, com ocorrência registrada nas regiões sudeste e sul do Brasil (FONTOURA *et al.*, 2012).

O tamanho reduzido (entre 40 e 50 cm de altura), arquitetura compacta, folhas verdes, lisas, brilhantes e sem espinhos, que contrastam com a inflorescência vermelha conferem a *V. incurvata* forte apelo ornamental. Esta espécie é referenciada entre as dez bromeliáceas mais comercializadas pelo segmento da floricultura no Estado do Paraná (NEGRELLE; ANACLETO, 2012).

No entanto, a facilidade do acesso a ambientes em que naturalmente crescem as bromélias, a alta densidade deste recurso nestes locais associados à falta de apoio técnico-agrícola, recursos financeiros, problemas fundiários e limitações ambientais são fatores que desestimulam a implantação de sistemas de cultivo e reforçam o padrão extrativista (NEGRELLE; ANACLETO, 2012).

A propagação vegetativa natural de bromélias é lenta, devido ao baixo número de brotações laterais produzidas pelas plantas, após o florescimento (ALVES *et al.*, 2006). Adicionalmente, a reprodução de bromélias no ambiente natural apresenta algumas dificuldades relacionadas à baixa capacidade de germinação das sementes. Negrelle e Muraro (2006) reportam a *V. incurvata* de formação de brotos clonais (média = $2 \pm 0,37$) por planta. Os mesmos autores caracterizam a *V. incurvata* como uma espécie de floração anual, com altos índices de produção de flores, baixa produção de frutos, mas com produção de sementes relativamente expressiva. No entanto, Muraro *et al.* (2014) evidenciaram que a porcentagem de germinação (emergência) desta espécie é relativamente baixa (melhor resultado = 40%), em condições naturais.

Neste contexto, há uma demanda permanente pela busca de alternativas que subsidiem a produção de *V. incurvata*, tanto para sua reintrodução em ambientes impactados pelo extrativismo como para sua implantação em sistemas de cultivo que possam atender adequadamente a demanda comercial no setor de flores e plantas ornamentais.

Frente a esta problemática, a germinação *in vitro* de *V. incurvata* pode ser considerada como opção. Esta técnica consiste na semeadura de sementes sobre meios de cultura, com o objetivo de promover a germinação e sobrevivência das

plântulas sob condições assépticas, com luz e temperatura controladas. Entre as vantagens fornecidas por esta técnica estão a otimização e aproveitamento dos requerimentos nutricionais das células e dos tecidos em meio de cultura, além de ser uma técnica de grande relevância no âmbito comercial e ecológico. As plantas produzidas dessa forma podem ser utilizadas em programas de reintrodução de espécies nativas em áreas de preservação ambiental devido à variabilidade genética gerada pelo explante (SCHNEIDERS *et al.*, 2012).

No entanto, é necessário avaliar a resposta de cada espécie aos diferentes meios de cultura disponíveis para esta técnica de cultivo, dado que esta resposta não é homogênea (CHU *et al.*, 2010; ZENG *et al.*, 2012). Estes meios de cultura também podem ser enriquecidos com suplementos que favoreçam a sobrevivência, crescimento e desenvolvimento do explante.

Desta forma, visando subsidiar a produção de plântulas de *V. incurvata*, apresenta-se resultado da avaliação da porcentagem de germinação de sementes e o crescimento e desenvolvimento inicial das plântulas, em condições *in vitro* sob diferentes meios de cultura.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Material vegetal e coleta de sementes de *Vriesea incurvata*

As sementes de *V. incurvata* foram coletadas em remanescente de Floresta Ombrófila Densa Atlântica (25° 48' S e 48° 55' W, altitude 393 m, Mun. Guaratuba, Paraná, Brasil). Esta região é caracterizada por clima tropical superúmido, sem estação seca e isento de geadas, com temperatura média no mês mais frio de 18 °C.

Em fevereiro de 2015, em caminhar aleatório, foram identificados 20 indivíduos de *V. incurvata* que apresentavam cápsulas de coloração marrom em fases anteriores à deiscência. As características antes mencionadas foram utilizadas como indicadores de fase pré-dispersão das sementes e da presença de sementes em estágio de final de maturação, conforme Negrelle e Muraro (2006).

As cápsulas de *V. incurvata* foram coletadas (n=30), acondicionadas em sacos de papel, trasladadas imediatamente para o laboratório onde foram mantidas sob refrigeração até a retirada das sementes (15 dias).

2.2.2 Preparação de sementes

Após a retirada, as sementes foram avaliadas para reconhecimento do tegumento e do embrião com auxílio de microscópio. Neste processo foi efetuada também a remoção manual do apêndice plumoso. Em seguida, as sementes foram embebidas em água destilada contendo detergente Twen-20®, durante 10 minutos. Foram, então, lavadas três vezes em água destilada. Em seguida, as sementes foram imersas em etanol a 70%, durante 2 minutos e lavadas duas vezes em água destilada. Finalmente, as sementes foram imersas na solução de 15% (v/v) de hipoclorito de sódio comercial (2,0-2,5% de cloro ativo) durante 10 minutos, sob constante agitação. Com auxílio de uma micropipeta e ponteiros esterilizados, a solução de hipoclorito foi retirada dos recipientes e as sementes foram lavadas quatro vezes em água destilada e esterilizada.

2.2.3 Meios de cultura e condições para a germinação de sementes e crescimento inicial

O delineamento experimental utilizado foi inteiramente casualizado com oito tratamentos e oito repetições, cada uma representada por um frasco (300 mL) com 50 mL de meio de cultura.

As sementes foram semeadas em oito formulações de meios de cultura: (1) MS (MURASHIGE e SKOOG, 1962); (2) MS $\frac{1}{2}$; (3) KC (KNUDSON, 1946); (4) KC $\frac{1}{2}$; (5) MS + carvão ativado (CA); (6) MS $\frac{1}{2}$ + CA; (7) KC + CA; e (8) KC $\frac{1}{2}$ + CA. Utilizou-se 3,0 g L⁻¹ de carvão ativado. Todos os meios de cultura foram suplementados com sacarose (30 g L⁻¹) e agar (4,5 g L⁻¹). O pH foi ajustado para 5,8 com NaOH e HCl antes da autoclavagem a 121 °C por 15 minutos. Durante a semeadura das sementes também foi adicionado 1 mL da água destilada em cada frasco. Depois da semeadura, os frascos contendo as sementes foram mantidos em sala de crescimento sob condições de assepsia com temperatura de 25 ± 3 °C, irradiância de 48 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 16 horas.

A porcentagem de germinação de sementes foi avaliada após 20 dias contados da data de semeadura e calculada a partir da divisão entre o número de sementes com extrusão da raiz primária pelo número total de sementes semeadas em cada frasco. O crescimento inicial foi avaliado aos 190 dias após a semeadura.

Foram avaliadas às características de a) biomassa fresca de cada plântula; b) porcentagem de plântulas normais (consideradas aquelas plântulas vivas que apresentavam porção caulinar e raiz primária sem danos tais como clorose ou necrose) e porcentagem de plântulas mortas; c) comprimento caulinar médio (considerada a medida da base do caule até a extremidade da maior folha); d) número médio de folhas; e) porcentagem de folhas cloróticas, necróticas e mortas; f) número médio de raízes formadas e g) comprimento médio da maior raiz.

2.2.4 Análise estatística

Os dados foram analisados estatisticamente com R versão 3.3.0, usando análise de variância (ANOVA) para detectar diferenças significativas entre as médias. Médias com diferenças significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a $P \leq 0,05$. Os valores de porcentagem de plântulas normais e mortas, e porcentagem de folhas cloróticas, necróticas e mortas foram transformados com $\sqrt{X + 1}$.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Em todos os meios de cultura avaliados, registrou-se elevadas taxas de germinação de sementes superiores a 82,8% (Figura 2.1). A escolha do meio de cultura, os suplementos nutritivos, as condições fisiológicas da germinação, bem como, as condições das sementes, como a origem e a maturidade da cápsula influenciam significativamente a germinação de sementes *in vitro* (ZENG *et al.*, 2013).

O maior valor de porcentagem de germinação de sementes foi obtido com o meio KC + CA (100%) e o menor valor (82,8%) foi obtido no meio MS + CA (Figura 2.1). Comparativamente aos resultados de germinação *ex vitro* (40% segundo MURARO *et al.*, 2014), evidenciou-se que a condição *in vitro* pode otimizar de maneira expressiva a produção de plântulas de *V. incurvata*, dobrando a porcentagem de germinação. A produção de plântulas desta espécie é, portanto, favorecida por esta técnica de germinação de sementes que fornece os requerimentos nutricionais adequados para a emergência, sobrevivência e o

desenvolvimento das plântulas, sob condições assépticas, com temperatura e luz controladas (SCHNEIDERS *et al.*, 2012).

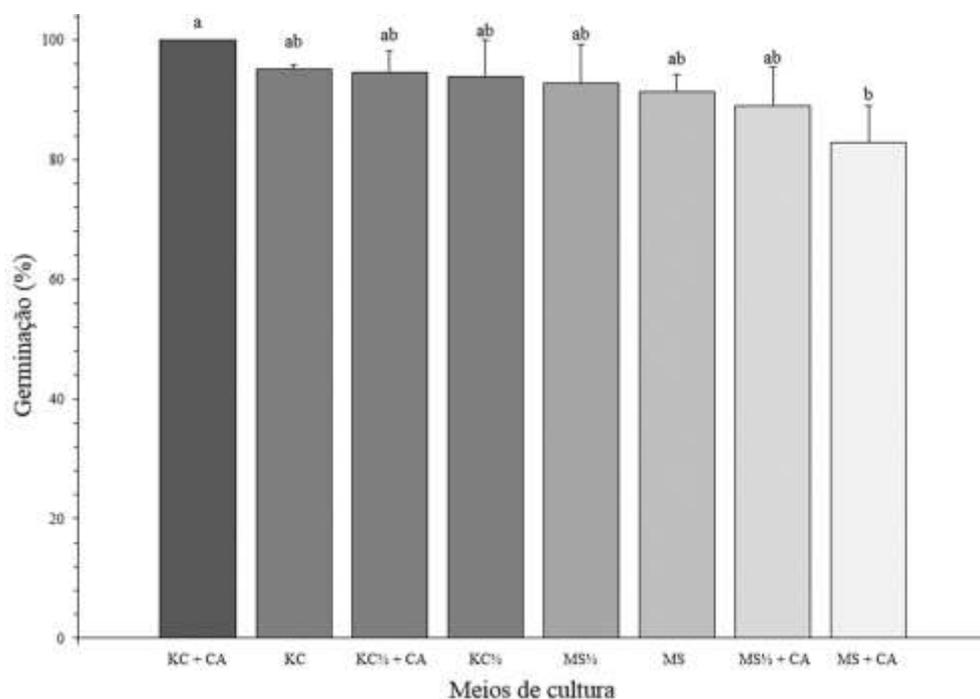


Figura 2.1 - Porcentagem de germinação de sementes de *Vriesea incurvata*, em condições *in vitro* sob diferentes meios de cultura. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. MS: Murashige e Skoog. KC: Knudson C. CA: Carvão ativado.

A porcentagem de germinação de sementes com o meio KC + CA aumentou em 17,2%, quando comparado ao meio MS + CA (Figura 2.1). Os resultados obtidos com *V. incurvata* também confirmam a resposta positiva já observada para outras espécies do gênero *Vriesea*, no que concerne ao uso de meio KC na germinação *in vitro*. Altas porcentagens de germinação usando meio KC, foram também observadas por Droste *et al.* (2005) em espécies de *V. gigantea* e *V. philippocoburgii* com 99% e 89%, respectivamente. Mercier e Kerbauy (1994) reportaram até 90% da germinação de sementes em *V. hieroglyphica* usando meio de cultura KC½.

No entanto, apesar do meio de cultura KC ser reportado como mais eficiente para o crescimento de espécies ornamentais como por exemplo Orchidaceae (SOARES *et al.*, 2009), este meio não se mostrou adequado para promover o crescimento inicial de *V. incurvata*. Este resultado pode estar relacionado à sua baixa concentração de potássio e nitrogênio (KNUDSON, 1946).

Observou-se diferença significativa no que se refere à biomassa fresca total da plântula frente aos meios de cultura avaliados. Detectou-se incremento mínimo de 52,94% de biomassa fresca total com a utilização do meio MS, quando comparado aos meios de cultura KC $\frac{1}{2}$ + CA, KC $\frac{1}{2}$, KC e KC + CA, respectivamente (Tabela 2.1). O meio MS apresenta maior concentração de nutrientes que o meio KC, sendo provável que a alta concentração de nutrientes do meio MS tenha favorecido o aumento da biomassa fresca total das plântulas de *V. incurvata*. Este resultado também foi evidenciado para *Nidularium minutum* (Bromeliaceae) quando cultivada nos meios MS e MS $\frac{1}{2}$ (CARVALHO *et al.*, 2013).

Em todos os meios avaliados, registrou-se elevada porcentagem de plântulas normais (> 82%). Os maiores valores foram obtidos nos meios KC $\frac{1}{2}$ e KC + CA. Os menores valores foram observados nos meios MS + CA e MS $\frac{1}{2}$ + CA (Tabela 2.1). A obtenção de elevados valores de porcentagem de plântulas normais (> 82%), pode ser considerada como um indicador de favorabilidade para o emprego do cultivo *in vitro* no desenvolvimento de programas de propagação e reintrodução de *V. incurvata*.

Detectou-se diferença significativa no comprimento das raízes de plântulas de *V. incurvata* nos distintos meios de cultura utilizados. Os maiores valores foram observados nos meios KC $\frac{1}{2}$ + CA (18 mm), KC $\frac{1}{2}$ (12,04 mm) e KC + CA (10,92 mm) (Tabela 2.1). Entretanto, não se detectou diferença significativa no que concerne à produção de raízes (Tabela 2.1). O número e comprimento de raízes são variáveis importantes no crescimento inicial das bromélias devido ao fato que as raízes se tornam o principal órgão de absorção dos nutrientes fornecidos pelo meio de cultura sob condições *in vitro*. Sistemas radiculares com raízes longas e numerosas são importantes, pois garantem o adequado armazenamento de reservas de carboidratos para o crescimento sob condições *in vitro* (CHU *et al.*, 2010). Já em estádios avançados da planta, as raízes da bromélia desempenham como principal função a fixação, pois a nutrição é feita por tricomas foliares (VANHOUTTE *et al.*, 2016).

No entanto, os valores relativos ao comprimento de raízes detectados para *V. incurvata* foram bem inferiores aos reportados para outras espécies de bromélias. Representantes de *Nidularium minutum* (Bromeliaceae) mantidos durante seis meses sob condições *in vitro* atingiram comprimentos máximos de raízes de 6 cm usando meios de cultura MS e MS $\frac{1}{2}$ (CARVALHO *et al.*, 2013). Carvalho *et al.*

(2014) usando meio de cultura MS em *Acanthostachys strobilacea* (Bromeliaceae) observaram que plântulas *in vitro* de 90 dias mantidas em temperaturas de 20 e 25 °C, atingiram o comprimento de raízes em pelo menos 7,6 e 8 cm, respectivamente. Estudos adicionais sobre produção e comprimento de raízes em representantes de *V. incurvata* produzidos em ambiente natural, via propagação sexuada, deverão subsidiar o melhor entendimento desta resposta *in vitro*.

Tabela 2.1 - Biomassa fresca total de plântulas (BMF), porcentagem de plântulas normais e mortas, número (NR) e comprimento de raízes (CR) de *Vriesea incurvata* cultivadas em diferentes meios de cultura.

Meios de Cultura	BMF (g plântula ⁻¹)	Plântulas (%)		NR	CR (mm)
		Normais	Mortas		
MS	0,034 a	89,49 abc	10,51 abc	3,67 ^{n.s.}	5,38 b
MS ^{1/2}	0,026 abc	93,88 abc	6,12 abc	4,00	9,63 b
KC	0,014 cd	97,78 ab	2,22 ab	3,79	9,63 b
KC ^{1/2}	0,014 cd	100,0 a	0,00 a	3,71	12,04 ab
MS + CA	0,026 abc	82,12 c	17,88 c	3,42	5,67 b
MS ^{1/2} + CA	0,027 abc	85,97 bc	14,03 bc	4,13	9,67 b
KC + CA	0,010 d	100,0 a	0,00 a	3,54	10,92 ab
KC ^{1/2} + CA	0,016 bcd	94,50 abc	5,50 abc	3,42	18,00 a

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. A porcentagem de plântulas foi transformada em $\sqrt{X+1}$ para sua análise. ^{n.s.} não significativo. MS: Murashige e Skoog (1962). KC: Knudson C (1946). CA: Carvão ativado.

Os meios MS^{1/2} e MS também foram evidenciados como de melhor resposta em relação ao comprimento caulinar e produção foliar. Para o comprimento caulinar, registrou-se significativa diferença entre os meios testados, especialmente no que se refere ao meio MS^{1/2} (25,29 mm) quando comparado ao meio KC + CA (15,50 mm) (Tabela 2.2). Evidenciou-se diferença significativa também no que concerne à produção de folhas nos distintos meios de cultura testados. A maior quantidade de folhas foi observada no meio de cultura MS (9 folhas em total) e a menor quantidade foi registrada no meio de cultura KC + CA (6,3 folhas em total) (Tabela 2.2). Em especial, o meio MS apresenta como característica principal alta concentração de nitrogênio, macroelemento essencial na produção de proteínas e nos processos fisiológicos que ocorrem nas plantas como o crescimento (MURASHIGE; SKOOG, 1962).

Tabela 2.2 - Comprimento caulinar (CC), número de folhas (NF), porcentagem de folhas cloróticas, necróticas e mortas de plântulas de *Vriesea incurvata* cultivadas em diferentes meios de cultura.

Meios de Cultura	CC (mm)	NF	Folhas (%)		
			Cloróticas	Necróticas	Mortas
MS	21,61 ab	9,0 a	0,00 ^{n.s.}	6,12 abc	18,23 c
MS½	25,29 a	8,5 ab	0,54	2,56 ab	4,10 ab
KC	20,75 ab	7,3 ab	1,16	1,74 ab	0,66 a
KC½	20,71 ab	7,5 ab	0,00	0,48 a	0,00 a
MS + CA	20,58 ab	7,2 ab	0,00	11,78 c	11,79 bc
MS½ + CA	21,52 ab	7,9 ab	0,00	8,81 bc	5,54 ab
KC + CA	15,50 b	6,3 b	0,68	3,98 abc	5,99 ab
KC½ + CA	17,54 ab	6,8 ab	0,56	4,92 abc	1,26 ab

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. A porcentagem de folhas foi transformada em $\sqrt{(X+1)}$ para sua análise. ^{n.s.} não significativo. MS: Murashige e Skoog (1962). KC: Knudson C (1946). CA: Carvão ativado.

Evidenciou-se diferença significativa na porcentagem de folhas necróticas e mortas de plântulas de *V. incurvata* entre os meios de cultura utilizados. Entretanto, para a porcentagem de folhas cloróticas não foram observadas diferenças significativas em relação aos meios de cultura (Tabela 2.2). As menores porcentagens de folhas necróticas foram registradas nos meios KC½ (0,48%), KC (1,74%) e MS½ (2,56%) e a maior porcentagem no meio MS + CA (11,78%) (Tabela 2.2). Adicionalmente, evidenciou-se diferença significativa para a porcentagem de folhas necróticas no meio KC½, quando comparado aos meios MS½ + CA e MS + CA (Tabela 2.2). Para a porcentagem de folhas mortas, registrou-se que os meios KC½ (0%) e KC (0,66%) proporcionaram as menores porcentagens em relação aos meios MS + CA (11,79%) e MS (18,23%) (Tabela 2.2). Entretanto, evidenciou-se que a adição de carvão ativado foi desfavorável à promoção deste crescimento. O carvão ativado é amplamente utilizado na propagação *in vitro* de diversas plantas por contribuir nos processos de rizogênese e na absorção de substâncias tóxicas presentes no meio de cultura (THOMAS, 2008). No entanto, a adição de carvão ativado pode determinar também respostas inibitórias (NICOLOSO *et al.*, 2001). Este parece ser o caso de *V. incurvata*, inclusive determinando em alguns meios o menor acúmulo de biomassa fresca total, produção foliar e maiores porcentagens de folhas necróticas e folhas mortas. Adicionalmente, esses resultados podem estar

relacionados à concentração relativamente elevada de fosfato no meio de cultura KC ($1,84 \text{ mmol L}^{-1}$) em relação ao meio de cultura MS ($1,25 \text{ mmol L}^{-1}$) (KNUDSON, 1946; MURASHIGE; SKOOG, 1962). Segundo Kerbauy (2012) a deficiência de fósforo nas plantas pode ocasionar senescência precoce das folhas, redução da expansão folhar e retraço na formação de órgãos reprodutivos.

2.4 CONCLUSÕES

O cultivo *in vitro* é adequado para promover altas taxas de germinação de *Vriesea incurvata*.

Os meios de cultura MS e MS $\frac{1}{2}$ são mais adequados por promoverem a obtenção de maior número de plântulas normais, maiores taxas de produção de biomassa fresca total, maior número de folhas e melhor desempenho de crescimento caulinar. O meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ contém a metade da concentração dos nutrientes do meio de cultura padrão (MS), tornando-o uma grande vantagem em termos de custo/benefício.

Os meios KC e KC $\frac{1}{2}$ também promovem maiores porcentagens de plântulas normais e menores porcentagens de folhas necróticas e mortas de *V. incurvata*.

A adição de carvão ativado nos meios de cultura é desfavorável na promoção do crescimento de *V. incurvata*.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná (UFPR) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa. À Organização dos Estados Americanos (OEA) através do Programa OEA-GCUB (Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras) pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

ALVES, G. M.; VESCO, L. L. D.; GUERRA, M. P. Micropropagation of the Brazilian endemic bromeliad *Vriesea reitzii* through nodule clusters culture. **Scientia Horticulturae**, v. 110, n. 2, p. 204–207, 2006.

CARVALHO C. P.; HAYASHI, A. H.; BRAGA, M. R.; NIEVOL, C. C. Biochemical and anatomical responses related to the *in vitro* survival of the tropical bromeliad *Nidularium minutum* to low temperatures. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 71, p. 144-154, 2013.

CARVALHO, V.; SANTOS, D. S.; NIEVOL. C. C. *In vitro* storage under slow growth and *ex vitro* acclimatization of the ornamental bromeliad *Acanthostachys strobilacea*. **South African Journal of Botany**, v. 92, p. 39-43, 2014.

CHU E. P.; TAVARES A. R.; KANASHIRO S.; GIAMPAOLI P.; YOKOTA E. S. Effects of auxins on soluble carbohydrates, starch and soluble protein content in *Aechmea blanchetiana* (Bromeliaceae) cultured *in vitro*. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 451-455, 2010.

DROSTE, A.; SILVA, A. M.; MATOS, A. V.; ALMEIDA, J. W. *In vitro* culture of *Vriesea gigantea* and *Vriesea philippocoburgii*: two vulnerable bromeliads native to Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 5, p. 717-722, 2005.

FONTOURA, T.; SCUDELLER, V. V.; COSTA, A. F. Floristics and environmental factors determining the geographic distribution of epiphytic bromeliads in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 207, p. 662-672, 2012.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 2012. 446 p.

KNUDSON, L. A new nutrient solution for the germination of orchid seed. **American Orquid Society Bulletin**, v. 14, p. 214-217, 1946.

MERCIER, H.; KERBAUY, G. B. *In vitro* culture of *Vriesea hieroglyphica*, an endangered bromeliad from the Brazilian Atlantic forest. **Journal Bromeliad**, v. 44, p. 120-124, 1994.

MURARO, D.; NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. Germinação e sobrevivência de *Vriesea incurvata* Gaudich. sob dossel florestal em diferentes substratos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 3, p. 251-258, 2014.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised method for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

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

NEGRELLE, R. R. B. MURARO, D. Aspectos fenológicos e reprodutivos de *Vriesea incurvata* Gaudich (Bromeliaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 2, p. 95-102, 2006.

NICOLOSO, F. T.; ERIG, A. C.; MARTINS, C. F.; RUSSOWSKI, D. Micropropagação do ginseng brasileiro [*Pfaffia glomertata* (Spreng.) Pedersen]. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 3, n. 2, p. 11-18, 2001.

SCHNEIDERS, D.; PESCADOR, R.; BOOZ, M. R.; SUZUKI, R. M. Germinação, crescimento e desenvolvimento *in vitro* de orquídeas (*Cattleya* spp., Orchidaceae). **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 85-191, 2012.

SOARES, J. D. R.; ARAÚJO, A. G.; PASQUAL, M.; RODRIGUES, F. A.; ASSIS, F. A. Concentrações de sais do meio Knudson C e de ácido giberélico no crescimento *in vitro* de plântulas de orquídea. **Ciência Rural**, v. 39, n. 3, p. 772-777, 2009.

THOMAS, T. D. The role of activated charcoal in plant tissue culture. **Biotechnology Advances**, v. 26, n. 6, p. 618–631, 2008.

VANHOUTTE, B.; CEUSTERS, J.; PROFT, M. P. The ‘tubing’ phenomenon in commercial cultivation of *Guzmania*: morphology, physiology and anatomy. **Scientia Horticulturae**, v. 205, p. 112–118, 2016.

ZENG, S.; WU, K. L.; SILVA, J.; ZHANG, J. X.; CHEN, Z. L.; XIA, N. H.; DUAN, J. Asymbiotic seed germination, seedling development and reintroduction of *Paphiopedilum wardii* Sumerh., an endangered terrestrial orchid. **Scientia Horticulturae**, v. 138, p. 198–209, 2012.

ZENG, S. J.; ZHANG, Y.; SILVA, J. A. T.; WU, K. L.; ZHANG, J.; DUAN, J. Seed biology and *in vitro* seed germination of *Cypripedium*. **Critical Reviews in Biotechnology**, v. 34, p. 358-371, 2013.

3 EFEITO DE REGULADORES VEGETAIS NO CRESCIMENTO *IN VITRO* E ACLIMATIZAÇÃO DE *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae)

RESUMO

Considerando-se o cultivo *in vitro* como alternativa para garantir a adequada reintrodução de *V. incurvata* em seu ambiente natural e assim subsidiar sua produção sustentável, apresenta-se resultado de pesquisa sobre o efeito de diferentes concentrações de reguladores vegetais sob o crescimento *in vitro* desta espécie assim como sobrevivência de plântulas às condições *ex vitro*. Os maiores valores de produção de biomassa fresca, número de folhas, comprimento caulinar, número e comprimento de raízes em plântulas cultivadas *in vitro* foram obtidos em meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementado com AIB 4 mg L $^{-1}$. No período de aclimatização, as plântulas cultivadas em meios de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementados com AIB (2 e 4 mg L $^{-1}$) foram observadas porcentagens de sobrevivência de 57,50% e 62,50%, respectivamente. A adição de reguladores vegetais nos meios de cultura tais como AIB favorecem o crescimento *in vitro* e a aclimatização de plântulas de *V. incurvata*. A concentração de 4 mg L $^{-1}$ de AIB é mais indicada na promoção do crescimento *in vitro* e sobrevivência de plântulas às condições *ex vitro*.

Palavras-chave: Ácido indolbutírico (AIB), bromélias, conservação, planta ornamental.

EFFECT OF PLANT GROWTH REGULATORS ON *IN VITRO* GROWTH AND ACCLIMATIZATION OF *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae)

ABSTRACT

Considering *in vitro* cultivation as an alternative to ensure the proper reintroduction of *Vriesea incurvata* in its natural environment and thus subsidize its sustainable production, the research results of the effect of different concentrations of plant growth regulators on *in vitro* growth and seedling survival on *ex vitro* conditions are presented. Highest values of fresh biomass production, number of leaves, stem length, number and roots length of seedlings cultured *in vitro* were obtained in MS $\frac{1}{2}$ medium supplemented with IBA 4 mg L⁻¹. In acclimatization period, seedlings grown in MS $\frac{1}{2}$ medium supplemented with IBA (2 and 4 mg L⁻¹) recorded survival percentages of 57.50% and 62.50%, respectively. The supplementation of plant growth regulators in culture media such as IBA promote the *in vitro* growth and acclimatization of *V. incurvata*. The concentrations of 4 mg L⁻¹ of IBA is the most suitable to promote the *in vitro* growth and seedling survival on *ex vitro* conditions.

Keywords: Indole-3-butyric acid (IBA), bromeliads, conservation, ornamental plant.

3.1 INTRODUÇÃO

Vriesea incurvata Gaudich. (Bromeliaceae) é uma espécie epífita endêmica da Floresta Atlântica brasileira (FONTOURA *et al.*, 2012), de forte apelo ornamental devido à beleza e colorido da sua inflorescência e a conformação em roseta de suas folhas (REITZ, 1983).

No entanto, populações naturais de *V. incurvata* estão sofrendo declínio constante nas regiões sudeste e sul do Brasil, locais de ocorrência dessa espécie. Este declínio é atribuído tanto à destruição do seu habitat natural quanto ao indiscriminado extrativismo com fins comerciais, em consequência de sua alta procura no segmento da floricultura e plantas ornamentais. A espécie consta entre as dez bromélias mais comercializadas no Estado do Paraná (NEGRELLE; ANACLETO, 2012) e também como vulnerável na lista de espécies ameaçadas de extinção para o Estado do Rio Grande do Sul (SEMA-RS, 2002).

Porém, a pressão extrativista não é o único quesito que envolve a conservação desta espécie de bromélia. Esta apresenta baixa formação de brotos clonais (média = $2 \pm 0,37$) por planta (NEGRELLE; MURARO, 2006) assim com reduzida porcentagem de germinação (emergência) (melhor resultado = 40%), em condições naturais (MURARO *et al.*, 2014).

Neste cenário, Pulido *et al.* (2018) evidenciaram que o cultivo *in vitro* pode otimizar de maneira expressiva a produção de plântulas de *V. incurvata*, dobrando a porcentagem de germinação. A produção de plântulas desta espécie é, portanto, favorecida por esta técnica de germinação de sementes que fornece os requerimentos nutricionais adequados para a emergência, sobrevivência e o desenvolvimento das plântulas, sob condições assépticas, com temperatura e luz controladas (SCHNEIDERS *et al.*, 2012).

Considerando-se o cultivo *in vitro* como alternativa para garantir a adequada reintrodução de *V. incurvata* em seu ambiente natural e assim subsidiar sua produção sustentável, apresenta-se resultado de pesquisa sobre o efeito de diferentes concentrações de reguladores vegetais (ácido indolbutírico e cinetina) no crescimento *in vitro* desta espécie assim como na sobrevivência de plântulas em condições *ex vitro* (aclimatização).

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1 Material vegetal

As sementes de *V. incurvata* foram obtidas em cápsulas em estágio pré-dispersão (n=30), coletadas de 20 indivíduos localizados em remanescente de Floresta Ombrófila Densa Atlântica (25° 48' S e 48° 55' W, 393 m s.n.m., Mun. Guaratuba, Paraná, Brasil) (Figura 3.1A; Figura 3.1F). A coloração marrom e a ausência de sinais de deiscência foram utilizadas como indicadores de fase pré-dispersão das sementes e da presença de sementes em estágio de final de maturação, conforme Negrelle e Muraro (2006).

Após a coleta, as cápsulas foram acondicionadas em sacos de papel e transladadas imediatamente para o laboratório onde foram mantidas em refrigeração até a retirada das sementes.

3.2.2 Desinfestação e semeadura das sementes

As sementes foram avaliadas para reconhecimento do tegumento e do embrião com auxílio de microscópio (Figura 3.1B). Posteriormente, foi realizada a remoção manual do apêndice plumoso das sementes.

A desinfestação consistiu em três etapas. I) Lavagem: sementes foram embebidas em água destilada contendo detergente Twen-20®, durante 10 minutos e lavadas três vezes em água destilada. II) Pré-desinfestação: sementes foram imersas em etanol a 70%, durante 2 minutos e lavadas duas vezes em água destilada. III) Desinfestação: sementes foram imersas na solução de 15% (v/v) de hipoclorito de sódio comercial (2,0-2,5% de cloro ativo) durante 10 minutos, sob constante agitação. A solução de hipoclorito de sódio foi retirada dos recipientes com auxílio de uma micropipeta e ponteiros esterilizados. Em seguida, as sementes foram lavadas quatro vezes em água destilada e esterilizada.

Doze sementes foram semeadas em cada frasco (300 mL) e acrescido 1 mL da água destilada. As sementes foram semeadas em meio de cultura MS½ (MURASHIGE e SKOOG, 1962) (50 mL) e suplementado com sacarose (30 g L⁻¹) e agar (4,5 g L⁻¹). O pH foi ajustado para 5,8 com NaOH e HCl antes da autoclavagem a 121 °C por 15 minutos.

As sementes foram mantidas em sala de crescimento em condições de assepsia com temperatura de 25 ± 3 °C, irradiância de $48 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 16 horas.

3.2.3 Crescimento *in vitro* de plântulas

Vinte dias após a semeadura, as sementes germinadas de *V. incurvata* (aproximadamente 5,0 mm de comprimento e biomassa fresca de $0,0045 \text{ g plântula}^{-1}$) foram transferidos para frascos (300 mL) contendo 50 mL de meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ (MURASHIGE e SKOOG, 1962) suplementado com sacarose (30 g L^{-1}) e agar ($4,5 \text{ g L}^{-1}$). O pH foi ajustado para 5,8 com NaOH e HCl antes da autoclavagem a 121 °C por 15 minutos.

O experimento foi conduzido em delineamento inteiramente casualizado com cinco tratamentos (ácido indolbutírico – AIB: 2 e 4 mg L^{-1} e cinetina – KIN: 2 e 4 mg L^{-1}) e controle (sem reguladores) e quatro repetições. Cada repetição foi conformada por um frasco, contendo seis plântulas.

Os frascos contendo as plântulas foram selados com parafilme e mantidos em sala de crescimento em condições de assepsia com temperatura de 25 ± 3 °C, irradiância de $48 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$ e fotoperíodo de 16 horas.

As plântulas de *V. incurvata* foram avaliadas aos 190 dias após a semeadura (Figura 3.1D), quanto a: biomassa fresca de cada plântula, comprimento médio de folhas e raízes e número médio de folhas e raízes.

3.2.4 Sobrevivência *ex vitro* de plântulas (aclimatização)

Aos 190 dias depois da semeadura, as plântulas produzidas *in vitro* foram transferidas às condições naturais (casa-de-vegetação não aclimatizada, temperatura média = 25 ± 3 °C; umidade relativa média = $83 \pm 2\%$). Cada plântula foi colocada em vasos de 5 cm de diâmetro, preenchido com esfagno e irrigadas manualmente a cada um ou dois dias. A porcentagem de sobrevivência das plântulas foi registrado aos 60 dias após o transplante (Figura 3.1E).

3.2.5 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) para detectar diferenças significativas entre as médias. Médias com diferenças significativas foram comparadas pelo teste de Tukey a $P \leq 0,05$.

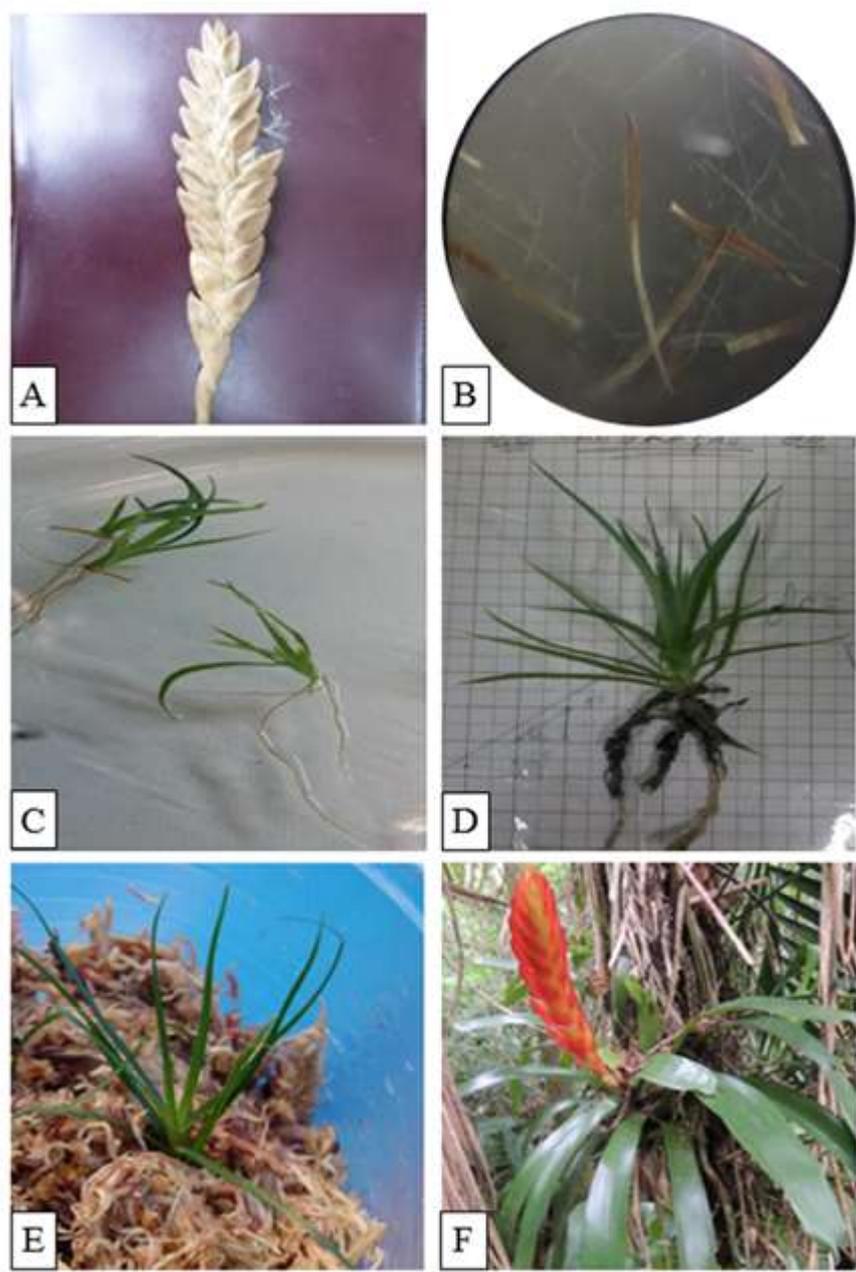


Figura 3.1 - Coleta de cápsulas em indivíduos de *Vriesea incurvata* (A), sementes de *V. incurvata* (B), plântulas de *V. incurvata* após 100 dias de cultivo *in vitro* (C), plântulas de *V. incurvata* após 190 dias de cultivo *in vitro* (D), plântulas aclimatizadas em esfagno por 60 dias (E) e plantas de *V. incurvata* coletadas em ambiente natural no Mun. Guaratuba, Paraná, Brasil (F).

3.3 RESULTADOS

Evidenciou-se significativa diferença entre os tratamentos avaliados. Os meios de cultura MS^{1/2} suplementados com AIB registraram os melhores resultados relacionados ao crescimento de plântulas de *V. incurvata* sob condições *in vitro*. A maior taxa de crescimento das plântulas foi observada com o uso de AIB 4 mg L⁻¹ no meio de cultura MS^{1/2} (Tabela 3.1). Plântulas de 190 dias (DDS) cultivadas em meio de cultura MS^{1/2} suplementado com AIB 4 mg L⁻¹ registraram incrementos de 0,082 g plântula⁻¹ de biomassa fresca total, quando comparado a meio de cultura MS^{1/2} sem adição de reguladores vegetais (Tabela 3.1).

Tabela 3.1 - Biomassa fresca total de plântulas (BMF), número de folhas (NF), comprimento caulinar (CC), número (NR) e comprimento de raízes (CR) de *Vriesea incurvata* cultivadas em meio de cultura MS^{1/2} suplementado com diferentes reguladores vegetais.

Meios de Cultura	BMF (g plântula ⁻¹)	NF	CC (mm)	NR	CR (mm)
MS ^{1/2}	0,030 c	9,92 b	25,94 b	4,15 b	10,89 ab
MS ^{1/2} + AIB 2 mg L ⁻¹	0,068 b	12,54 ab	32,07 a	5,50 b	13,15 a
MS ^{1/2} + AIB 4 mg L ⁻¹	0,112 a	13,90 a	32,83 a	7,47 a	12,36 ab
MS ^{1/2} + KIN 2 mg L ⁻¹	0,038 c	10,25 b	27,43 b	4,94 b	11,25 ab
MS ^{1/2} + KIN 4 mg L ⁻¹	0,044 c	10,81 b	27,13 b	4,71 b	10,55 b
CV (%)	12,22	11,36	6,24	16,41	9,23

Médias seguidas pela mesma letra, nas colunas, não diferem entre si, a $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. MS: Murashige e Skoog. AIB: Ácido indolbutírico. KIN: Cinetina.

No meio de cultura MS^{1/2} suplementado com AIB 4 mg L⁻¹ também foi registrado os maiores comprimentos caulinares e número de folhas das plântulas cultivadas *in vitro* (Tabela 3.1). Entretanto, os menores comprimentos caulinares e produção de folhas foram observados no meio de cultura MS^{1/2} suplementado com KIN 2 e 4 mg L⁻¹ (27,13 - 27,43 mm e 11 folhas em total) e meio de cultura MS^{1/2} sem adição de reguladores vegetais (25,94 mm e 10 folhas em total) (Tabela 3.1).

A produção e comprimento de raízes em plântulas de *V. incurvata* foram promovidas com o uso de AIB 4 mg L⁻¹ no meio de cultura MS^{1/2} (Tabela 3.1). O meio de cultura MS^{1/2} suplementado com AIB 4 mg L⁻¹ favoreceu em pelo menos 3,32

raízes, em relação à menor produção de raízes observada no meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ sem adição de reguladores vegetais (Tabela 3.1).

As maiores porcentagens de sobrevivência no período de aclimatização foram evidenciadas nas plântulas cultivadas em meios de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementados com AIB (2 e 4 mg L $^{-1}$) (57,50% e 62,50%, respectivamente). A menor porcentagem de sobrevivência (37,50%) foi observada em plântulas cultivadas no meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ sem adição de reguladores vegetais (Figura 3.2).

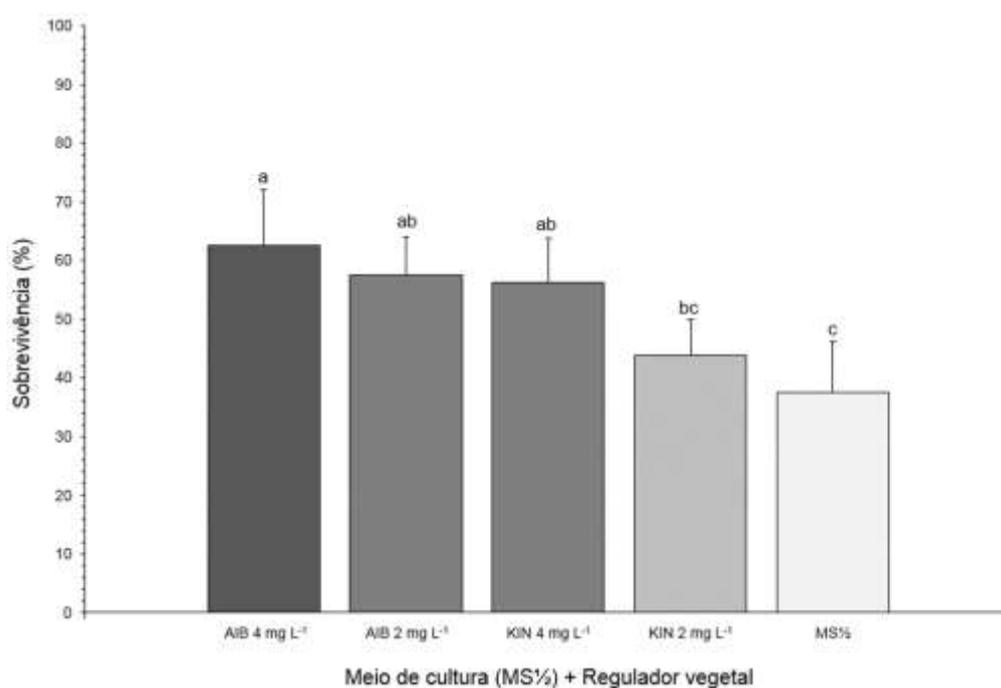


Figura 3.2 - Sobrevivência de plântulas de *Vriesea incurvata* às condições *ex vitro* (aclimatização). Previamente, as plântulas foram cultivadas em meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementado com diferentes reguladores vegetais sob condições *in vitro*. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, a $P \leq 0,05$ pelo teste de Tukey. MS: Murashige e Skoog. AIB: Ácido indolbutírico. KIN: Cinetina.

3.4 DISCUSSÃO

Reguladores vegetais como as auxinas são necessários para o crescimento e desenvolvimento normal das plantas, uma vez que estas participam em processos de expansão, divisão e diferenciação celular (KASAHARA, 2015; DINESH et al., 2016). No cultivo *in vitro* de bromélias foram observadas respostas promotoras e

inibitórias no crescimento e desenvolvimento, quando aplicadas auxinas tais como AIB e ANA (CHU *et al.*, 2010; MARTINS *et al.*, 2013). Neste estudo, a adição de AIB no meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ registrou as melhores respostas nas diferentes características avaliadas para as plântulas de *V. incurvata*. Isto confirma que a combinação do meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ e o AIB foi positiva devido ao fato de proporcionar as melhores condições de desenvolvimento das plântulas, em relação à combinação do meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ e a KIN. O meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ contém alta concentração de nitrogênio, macroelemento essencial na produção de proteínas e nos processos fisiológicos que ocorrem nas plantas como é o crescimento (MURASHIGE; SKOOG, 1962). Adicionalmente, o uso de AIB no meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ favoreceu o crescimento das plântulas devido as auxinas, como mencionado anteriormente, que interagem numa ampla gama de processos fisiológicos nas plantas associados ao crescimento e desenvolvimento. Por outro lado, é importante salientar que as plântulas cultivadas no meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ sem adição de reguladores vegetais registraram um crescimento normal, porém, com menores respostas em relação aos meios de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementados com reguladores vegetais. O crescimento *in vitro* das plântulas na ausência de reguladores vegetais pode ser explicado pelo fato que a formulação do meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ forneceu os princípios macro e micro nutrientes para o normal desenvolvimento (PULIDO *et al.*, 2018). O gênero *Vriesea* caracteriza-se pela acumulação de amido, principal componente de reserva no endosperma (CORREDOR-PRADO *et al.*, 2014; KURITA; TAMAKI, 2014). Em sementes de *V. incurvata* a proporção ocupada pelo endosperma e o embrião é de 71% e 29%, respectivamente (MAGALHÃES; MARIATH, 2012). A aplicação de AIB no meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ e as características morfológicas das sementes (eficiência na acumulação de amido e grande proporção ocupada pelo endosperma - 71%) podem ter favorecido o crescimento das plântulas de *V. incurvata* e conseqüentemente sua sobrevivência.

O aumento da biomassa fresca total, comprimento caulinar e radicular, e produção de folhas e raízes foi observada na concentração de 4 mg L⁻¹ de AIB. Estas características são de grande importância na avaliação de bromélias. *V. incurvata* é uma bromélia epífita de tipo tanque, de folhas arrançadas em forma de rosetas (MARTINELLI *et al.*, 2008). O tanque em seu interior contém água e nutrientes, e uma vez disponíveis são absorvidos pelos tricomas, favorecendo o crescimento e desenvolvimento das plantas (BENZING, 2000). A promoção dessas

características com o uso do meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementado com AIB 4 mg L $^{-1}$ pode otimizar as condições de produção das plântulas, dado que, com maiores comprimentos caulinares e produção de folhas há melhor captação de água e nutrientes no tanque e posterior absorção destes por parte dos tricomas.

Por outro lado, a produção e comprimento de raízes em fases iniciais de crescimento e desenvolvimento são essenciais para garantir a sobrevivência das plântulas. O meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementado com AIB 4 mg L $^{-1}$ como foi informado anteriormente, registrou as melhores respostas alusivas à produção e comprimento de raízes. Este resultado pode ser compreendido, visto que as auxinas são promotoras da formação do sistema radicular. O enraizamento é um processo fundamental para sobrevivência das plântulas tanto em condições *in vitro* e *ex vitro* (SILVA *et al.*, 2017), conforme observado em *A. blanchetiana* (Bromeliaceae) (CHU *et al.*, 2010). As bromélias produzidas *in vitro* precisam desenvolver sistemas radiculares resistentes e numerosos, capazes de suprir a função de absorção de água e nutrientes, enquanto, é finalizada a formação do tanque. Em *V. cacuminis*, a formação de raízes permitiu a absorção de água e nutrientes fornecidos pelo meio de cultura, resultando em plântulas completas capazes de sobreviver à aclimatização *ex vitro* (RESENDE *et al.*, 2016). Já em programas de reintrodução de espécies da família Bromeliaceae, um adequado sistema radicular possibilita a sustentação física e fixação num forófito hospedeiro (REITZ, 1983).

No período de aclimatização, a sobrevivência de plântulas de *V. incurvata* cultivadas em meios de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementados com AIB (2 e 4 mg L $^{-1}$) foi de 57,50% e 62,50%. Em plântulas de *V. inflata* cultivadas durante 60 dias a 15 °C foi registrado 100% de sobrevivência no período de aclimatização (PEDROSO *et al.*, 2010). Este resultado contrasta com nosso estudo para *V. incurvata*. A divergência destes resultados pode ser atribuído ao comportamento diferenciado de cada espécie. Adicionalmente, o uso da casa-de-vegetação não aclimatizada também pode ter incidido na sobrevivência das plântulas.

A propagação *in vitro* promove a germinação e sobrevivência das plântulas sob condições assépticas, com luz e temperatura controladas (SCHNEIDERS *et al.*, 2012), como foi observado em *V. incurvata*. Entretanto, a propagação desta espécie em condições naturais foi relativamente baixa (melhor resultado = 40%) (MURARO *et al.*, 2014). A condição *in vitro* pode otimizar de maneira expressiva a produção de

plântulas oferecendo boa qualidade nutricional e livres de problemas fitossanitários, além de ser uma técnica de grande relevância no âmbito comercial e ecológico.

3.5 CONCLUSÕES

A adição de reguladores vegetais nos meio de cultura tais como AIB favorecem o crescimento *in vitro* e a aclimatização de plântulas de *V. incurvata*.

MS^{1/2} suplementado com AIB 4 mg L⁻¹ promove as melhores taxas de crescimento *in vitro* em plântulas de *V. incurvata*.

Plântulas cultivadas *in vitro* em meio de cultura MS^{1/2} suplementado com AIB (2 e 4 mg L⁻¹) proporcionam as melhores porcentagens de sobrevivência, no período de aclimatização.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná (UFPR) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento da pesquisa. À Organização dos Estados Americanos (OEA) através do Programa OEA-GCUB (Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras) pela concessão da bolsa de doutorado ao primeiro autor.

REFERÊNCIAS

- BENZING, D. H. **Bromeliaceae: Profile of an Adaptive Radiation**. Cambridge: Cambridge University Press, 2000. 690 p.
- CHU, E. P.; TAVARES, A. R.; KANASHIRO, S.; GIAMPAOLI, P.; YOKOTA, E. S. Effects of auxins on soluble carbohydrates, starch and soluble protein content in *Aechmea blanchetiana* (Bromeliaceae) cultured *in vitro*. **Scientia Horticulturae**, v. 125, p. 451-455, 2010.
- CORREDOR-PRADO, J. P.; SCHMIDT, E. C.; STEINMACHER, D. A.; GUERRA, P. M.; BOUZON, Z. L.; DAL VESCO, L. L.; PESCADOR, R. Seed morphology of *Vriesea friburgensis* var. *paludosa* L.B. Sm. (Bromeliaceae). **Hoehnea**, v. 41, n. 4, p. 553-562, 2014.
- DINESH, D. C.; VILLALOBOS, L. I.; ABEL, S. Structural biology of nuclear auxin action. **Trends in Plant Science**, v. 21, n. 4, p. 302–316. 2016.
- FONTOURA, T.; SCUDELLER, V. V.; COSTA, A. F. Floristics and environmental factors determining the geographic distribution of epiphytic bromeliads in the Brazilian Atlantic Rain Forest. **Flora - Morphology, Distribution, Functional Ecology of Plants**, v. 207, p. 662-672, 2012.
- KASAHARA, H. Current aspects of auxin biosynthesis in plants. **Biosci. Biotechnol. Biochem**, v. 80, n. 1, p. 1–9, 2015.
- KURITA, F. M.; TAMAKI, V. *In vitro* growth of the bromeliad *Alcantarea imperialis* (Carrière) Harms with different concentrations of nitrogen. **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 36, n. 3, p. 279-285, 2014.
- MAGALHÃES, R. I.; MARIATH, J. E. Seed morphoanatomy and its systematic relevanceto Tillandsioideae (Bromeliaceae). **Plant Systematics and Evolution**, v. 298, p. 1881-1895, 2012.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, 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, J. P.; SCHIMILDT, E. R.; ALEXANDRE, R.; SANTOS, B. R.; MAGEVSKI, G. C. Effect of synthetic auxins on *in vitro* and *ex vitro* bromeliad rooting. **Pesq. Agropec. Trop**, v. 43, n. 2, p. 138-146, 2013.

MURARO, D.; NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. Germinação e sobrevivência de *Vriesea incurvata* Gaudich. sob dossel florestal em diferentes substratos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 3, p. 251-258, 2014.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised method for rapid growth and bioassays with tobacco tissue cultures. **Physiologia Plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

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

NEGRELLE, R. R. B.; MURARO, D. Aspectos fenológicos e reprodutivos de *Vriesea incurvata* Gaudich (Bromeliaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 2, p. 95-102, 2006.

PEDROSO, A.; LAZARINI, R.; TAMAKI, V.; NIEVOLA, C. *In vitro* culture at low temperature and *ex vitro* acclimatization of *Vriesea inflata* an ornamental bromeliad. **Rev. Brasil. Bot**, v. 33, n. 3, p. 407-414, 2010.

PULIDO, E.; MILANEZE-GUTIERRE, M.; NEGRELLE, R. *In vitro* germination and growth of *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae). **Rev. Acta Agronômica**, v. 67, n. 1, p. 140-145, 2018.

REITZ, R. **Bromeliáceas e a malária – Bromélia endêmica**. Itajaí: Flora Ilustrada Catarinense, 1983. 608 p.

RESENDE, C.; RIBEIRO, C.; MENDES, G.; SOARES, C. Q.; BRAGA, V. F.; CRUZ, B.; FORZZA, R.; PEIXOTO, P. *In vitro* culture of *Vriesea cacuminis* L.B. Sm. (Bromeliaceae): an endemic species of Ibitipoca State Park, MG, Brazil. **Iheringia**, v. 71, n. 1, p. 55–61, 2016.

SCHNEIDERS, D.; PESCADOR, R.; BOOZ, M. R.; SUZUKI, R. M. Germinação, crescimento e desenvolvimento *in vitro* de orquídeas (*Cattleya* spp., Orchidaceae). **Revista Ceres**, v. 59, n. 2, p. 85-191, 2012.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (SEMA). **Espécies da Flora ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS, 2002 em <http://www.biodiversitas.org.br/florabr/rs-especies-ameacadas.pdf>. Acesso em: 09 Dez. 2017.

SILVA, J. A.; HOSSAIN, M. M.; SHARMA, M.; DOBRÁNSZKI, J.; CARDOSO, J. C.; ZENG, S. Acclimatization of *in vitro*-derived *Dendrobium*. **Horticultural Plant Journal**, v. 3, n. 3, p. 110-124, 2017.

4 COMPORTAMENTO E CRITÉRIOS DE AVALIAÇÃO PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae)

RESUMO

O gênero *Vriesea* da família Bromeliaceae é altamente apreciado por seu uso como planta ornamental devido a suas características morfológicas florais, colorido e beleza das inflorescências. A comercialização de *V. incurvata* é como planta ornamental de vaso. As características morfológicas de seu escapo floral podem também indicá-la para uso como flor de corte. Contudo, não há informações disponíveis sobre o uso desta bromélia como flor de corte. O objetivo deste estudo foi determinar critérios quantitativos e qualitativos para avaliar o comportamento pós-colheita de escapos florais de *V. incurvata*. Observou-se que os escapos florais de *V. incurvata* apresentam grande potencial como flor de corte, alcançando uma vida de vaso média de $14,9 \pm 1,5$ dias. As características quantitativas e qualitativas como cor (L^* , C^* , H°), brilho, turgescência, rigidez, presença de injúrias, massa fresca relativa, absorção e perda de água, podem ser indicados como critérios de avaliação na pós-colheita de escapos florais de *V. incurvata*.

Palavras-chave: bromélia, flores de corte, planta ornamental, senescência, vida de vaso.

BEHAVIOR AND POSTHARVEST EVALUATION CRITERIA OF *Vriesea incurvata*
Gaudich. (Bromeliaceae) FLORAL SCAPE

ABSTRACT

Genus *Vriesea* of the Bromeliaceae family are highly appreciated to use as ornamental plant due to their floral morphological characteristics, color and the beauty of inflorescences. *V. incurvata* has been commercialized as a potted ornamental plant. The morphological features of its floral scape may also indicate it for use as a cut flower. However, there are no information available to use of this bromeliad as a cut flower. The aim of this study was to determine quantitative and qualitative criteria in order to evaluate the postharvest behavior of *V. incurvata* floral scapes. It was observed that *V. incurvata* floral scapes has great potential to use as cut flower, which has an average of vase-life of 14.9 ± 1.5 days. Quantitative and qualitative characteristics such as color (L^* , C^* , H°), brightness, turgidity, stiffness, presence of injuries, relative fresh weight, water uptake and loss can be indicated as postharvest evaluation criteria of *V. incurvata* floral scapes.

Keywords: bromeliads, cut flowers, ornamental plant, senescence, vase-life.

4.1 INTRODUÇÃO

Vriesea é um gênero de bromélias formado por 188 espécies (SMITH; TILL, 1998). Estas espécies têm como centros de dispersão as regiões da América do Sul, América Central e o Caribe. *Vriesea incurvata* Gaudich. é uma espécie nativa da Floresta Atlântica Brasileira. Esta espécie é epífita de folhas verdes, lisas e sem espinhos, arranjadas em forma de rosetas e de inflorescências vermelhas (REITZ, 1983; MARTINELLI *et al.*, 2008).

A prospecção de novas plantas ornamentais, a partir de espécies nativas, representa grande potencial de produção e comercialização (HEIDEN *et al.*, 2006). Nesse sentido, *V. incurvata* apresenta grande potencial devido a seu forte apelo ornamental e paisagístico. No litoral do Estado do Paraná – Brasil, *V. incurvata* é considerada uma dentre as dez bromeliáceas mais extraídas e comercializadas (NEGRELLE; ANACLETO, 2012). A comercialização desta bromélia tem sido basicamente como planta envasada. Porém, dadas as características estéticas de sua inflorescência, pode também ser considerada como flor de corte.

Para Junqueira e Peetz (2011), as flores de corte representam o maior potencial de crescimento das exportações da floricultura nacional, agregando produtos de alta qualidade e competitivos no mercado internacional.

O mercado da floricultura é caracterizado pelo frequente lançamento de novos produtos ornamentais, exigindo destes atributos adicionais que possam concorrer com produtos já estabelecidos como rosa, cravo e Alstroemeria. Entre os pré-requisitos para uma planta ser considerada apta para comercialização com flor de corte, destacam-se a longevidade pós-colheita e as características estéticas (VABRIT, 2002; RAFDI *et al.*, 2014).

A longevidade pós-colheita como característica comercial determina a flexibilidade do mercado a qualquer momento. A vida de vaso das flores de corte está relacionada a processos fisiológicos que afetam a senescência, influenciados pela perda de massa fresca e água no interior da planta (ALAEY *et al.*, 2011).

As características estéticas determinam a percepção comercial do produto, podendo ser usadas medidas morfológicas, como tamanho de plantas ou órgãos, número de flores, coloração de folhas e flores, etc (BOUMAZA *et al.*, 2009).

No entanto, existem inúmeros pré-requisitos ou critérios de avaliação pós-colheita e dependendo das características inerentes de cada espécie, estas podem influenciar seu comportamento e senescência (RANI; SINGH, 2014).

Uma ferramenta para mensurar os critérios de avaliação pós-colheita em flores de corte é o uso da escala de notas. Essas escalas permitem a redução da subjetividade das estimativas na pós-colheita, fornecendo informações relevantes do produto em prol de melhorar sua qualidade (BOUMAZA *et al.*, 2009).

Para a espécie de *V. incurvata* não existem estudos relacionados sobre o uso da planta como flor de corte, dos critérios de avaliação, nem do comportamento pós-colheita dos escapos florais.

Neste contexto, o presente estudo foi realizado para determinar critérios quantitativos e qualitativos para avaliar o comportamento pós-colheita de escapos florais de *V. incurvata*, visando contribuir para a ampliação do uso desta espécie como flor de corte.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

4.2.1 Local e coleta do material vegetal

Escapos florais de *V. incurvata* de maturidade similar (flores com brácteas fechadas e túrgidas, brilhosas, firmes e de coloração alaranjada e margens vermelho-alaranjadas) foram coletados em remanescente de Floresta Ombrófila Densa Atlântica (25° 48' S e 48° 55' W, altitude 393 m, Mun. Guaratuba, Paraná, Brasil). O clima predominante da região onde foram coletados os escapos florais é tropical superúmido, sem estação seca e isento de geadas, com temperatura média no mês mais frio de 18 °C - Classificação de Köppen-Geiger (RUBEL; KOTTEK, 2010).

Após a colheita, os escapos florais foram mantidos em caixas plásticas com tampa, protegidos com papel seco e transportados até o laboratório.

4.2.2 Preparação do material vegetal e condução

Trinta escapos florais foram cortados na parte basal em bisel e padronizados em 40 cm de comprimento. Folhas basais dos escapos florais foram removidas

manualmente e escapos florais com defeitos ou injúrias decorrentes do transporte foram descartados.

Os escapos florais foram pesados e etiquetados individualmente. Posteriormente, cada escapo floral foi colocado em um vaso (capacidade de 1 L; 21 cm X 8 cm) com 200 mL de água destilada. A parte superior do vaso foi embalada com filme plástico deixando uma perfuração central para a saída do escapo floral. Os vasos foram mantidos em ambiente fechado (sala pós-colheita) com temperatura de 20 ± 2 °C, umidade relativa de $80 \pm 3\%$ e luminosidade de 400-450 lux.

4.2.3 Desenvolvimento da escala de avaliação

O desenvolvimento da escala de avaliação dos escapos florais de *V. incurvata* foi definido com base nas características qualitativas mais relevantes no âmbito comercial de plantas ornamentais conforme às classificações VBN (Vereniging van Bloemenveilingen in Nederland), Veiling Holambra® e Royal Flora Holland®. A avaliação sensorial foi realizada diariamente por três pessoas previamente capacitadas no controle de qualidade pós-colheita de flores de corte, durante um período de 28 dias.

Os critérios de avaliação pós-colheita dos escapos florais foram mensurados através da atribuição de notas, de acordo à caracterização visual de sintomas de senescência. O agrupamento foi realizado em base aos princípios de fácil identificação visual e da aplicabilidade no meio científico.

4.2.4 Avaliação do comportamento pós-colheita

Escapos florais de *V. incurvata* foram submetidos à avaliação do comportamento pós-colheita, a partir da identificação de critérios quantitativos e qualitativos.

Para validar a escala de avaliação proposta foram coletados o mesmo número de escapos florais (n=30). As avaliações foram realizadas semanalmente por seis novas pessoas previamente capacitadas no controle de qualidade pós-colheita de flores de corte, durante um período de 28 dias.

Adicionalmente, durante esse mesmo período foi monitorada a vida de vaso, massa fresca relativa, absorção e perda de água e colorimetria dos escapos florais.

A vida de vaso média dos escapos florais foi determinada pelo número de dias decorridos desde o envase até a manifestação de sintomas agudos de senescência, tais como presença de escurecimento, abscisão das inflorescências, murcha das inflorescências e tombamento dos escapos. A vida de vaso foi registrada diariamente mediante a observação visual dos escapos florais.

A massa fresca relativa dos escapos florais foi calculada usando a fórmula $RFW (\%) = (FW_t / FW_{t=1}) \times 100$; sendo que FW_t é a massa fresca do escapo (g) de t: 7, 14, 21 e 28 dias e $FW_{t=1}$ é a massa fresca deste escapo (g) de t: 1 dia (HE *et al.*, 2006). Semanalmente, os escapos florais foram retirados dos vasos e pesados para avaliar a massa fresca.

A absorção (WU) e perda (WL) de água dos escapos florais foram calculadas usando as fórmulas: a) $WU (g \text{ escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}) = (S_{t-1} - S_t)$; sendo que S_t é o peso da água destilada (g) de t: 7, 14, 21 e 28 dias e S_{t-1} é o peso da água destilada (g) do dia anterior (HE *et al.*, 2006). b) $WL (g \text{ escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}) = (C_{t-1} - C_t)$; sendo que C_t é a somatória dos pesos do escapo e do vaso (g) de t: 7, 14, 21 e 28 dias e C_{t-1} é a somatória dos pesos do escapo e do vaso (g) do dia anterior (HE *et al.*, 2006). A absorção e perda de água dos escapos florais foram registradas semanalmente.

A colorimetria foi mensurada em intensidade (C^*), tonalidade (H°) e luminosidade (L^*) da cor das brácteas e registradas mediante o uso do colorímetro (Konica Minolta, CR-400®). As leituras foram realizadas nos escapos florais, encostando o sensor do colorímetro à superfície da base do ponteiro (brácteas fechadas da inflorescência). Semanalmente, foram registrados valores de L^* (100=branco; 0=negro), a^* (positivos = vermelho^{0°}; negativos = verde^{180°}) e b^* (positivos = amarelo^{90°}; negativos = azul^{270°}). Posteriormente foram aplicadas as fórmulas de cromaticidade, $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ e ângulo Hue, $H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$.

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A vida de vaso é um parâmetro de avaliação utilizado para determinar a longevidade pós-colheita das flores de corte. De acordo com Yamada *et al.* (2003), o aumento da vida de vaso é o principal objetivo pesquisado em flores de corte. Os resultados destes estudos evidenciaram que escapos florais de *V. incurvata* mantidos em sala pós-colheita com temperatura de 20 ± 2 °C e umidade relativa de

80 ± 3% registraram longevidades de 14,9 ± 1,5 dias, corresponde ao estágio IV da escala de senescência (Figura 4.1; Figura 4.2). A longevidade pós-colheita dessa bromélia é uma característica vantajosa para o mercado de flores de corte. Em espécies de grande volume de comercialização mundial, a vida de vaso é apenas de 6,5 dias para Rosa cv. Carola (WU *et al.*, 2016), 8,9 dias para Cravo cv. White Natila (BEGRI *et al.*, 2014), e 9,0 dias para Alstroemeria (BABARABIE *et al.*, 2014). A longevidade pós-colheita é considerada um pré-requisito fundamental para a comercialização de flores de corte (RAFDI *et al.*, 2014). O amplo período de longevidade dos escapos florais torna a *V. incurvata* como alternativa viável na inserção de novos produtos de flores de corte tanto localmente como no mercado internacional.

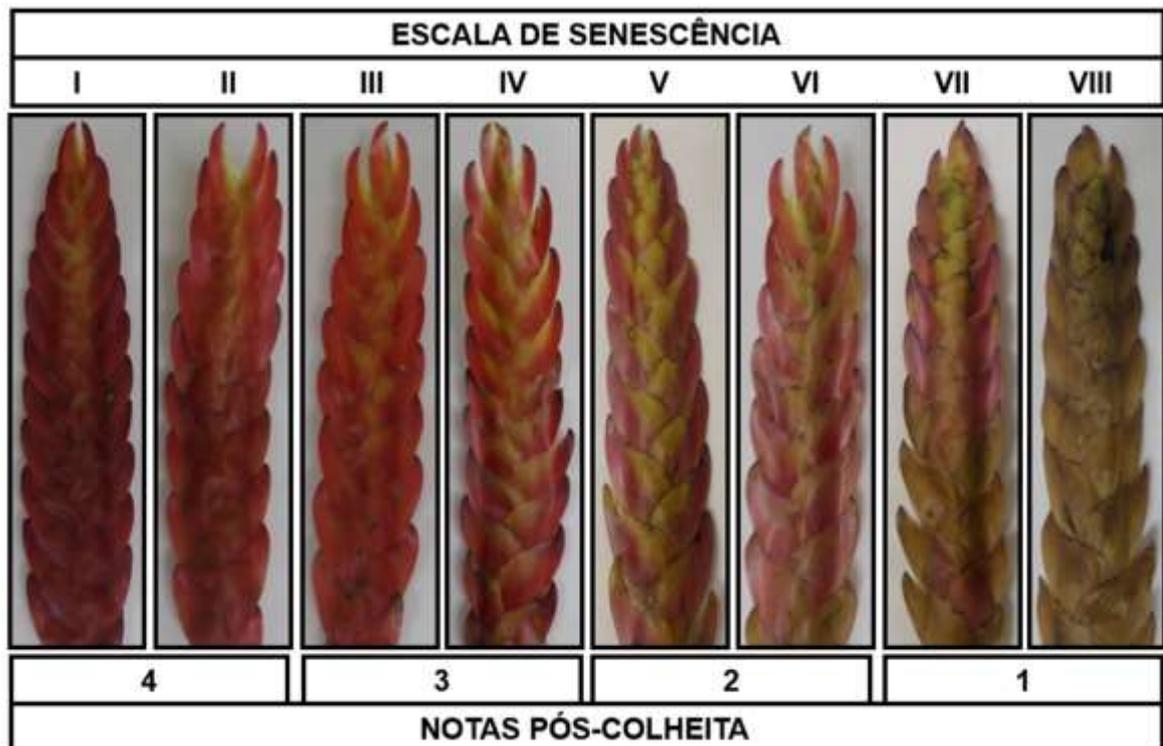


Figura 4.1 - Escala de senescência e notas atribuídas a escapos florais de *Vriesea incurvata* na pós-colheita de flores de corte.

Entretanto, a longevidade não é o único requisito para se considerar uma planta passível de uso ornamental como flor de corte. Características estéticas e fisiológicas são também consideradas de grande importância no estabelecimento e lançamento de novos produtos para a floricultura (VABRIT, 2002; REID; JIANG, 2012).

Os critérios de avaliação são uma ferramenta para a padronização e controle da qualidade pós-colheita de plantas ornamentais. Os critérios de avaliação pós-colheita selecionados para os escapos florais de *V. incurvata* foram cor, brilho, turgescência, presença de injúrias, rigidez e percepção comercial (Tabela 4.1; Figura 4.2). Cada critério foi pontuado através da atribuição de notas (1:mínima – 4:máxima) em relação a sua especificação técnica, conforme a Tabela 4.1.

Tabela 4.1 - Critérios, notas e especificações técnicas para a avaliação pós-colheita de escapos florais de *Vriesea incurvata*.

Critério	Nota 4	Nota 3	Nota 2	Nota 1
Cor	Inflorescência colorida/viva	Inflorescência medianamente colorida	Inflorescência desbotada	Inflorescência muito desbotada
Brilho	Inflorescência com brilho e sem ressecamento nas extremidades das brácteas	Inflorescência com brilho e ressecamento leve nas extremidades das brácteas	Inflorescência com brilho leve e ressecamento nas extremidades das brácteas	Inflorescência sem brilho e ressecamento nas extremidades das brácteas
Turgescência	Túrgida	Medianamente túrgida	Levemente murcha	Murcha
Presença de injúrias	< 5% com injúria	< 10% com injúria	< 30% com injúria	> 30% com injúria
Rigidez	Rígido	Medianamente rígido	Levemente flexível	Flexível
Percepção Comercial	Excelente	Boa	Regular	Ruim

*Cada critério foi pontuado através da atribuição de notas (1:mínima – 4:máxima).

A escala desenvolvida neste estudo favoreceu a mensuração dos diferentes critérios de avaliação pós-colheita (Figura 4.2). De acordo com Cuquel e Polack (2012) escalas decrescentes são as mais adequadas na avaliação de perdas de qualidade, uma vez que é instintivo para os seres humanos supor que os melhores produtos são equivalentes a pontuações superiores.

Após a colheita, os escapos florais de *V. incurvata* receberam a Nota 4 em todos os critérios de avaliação pós-colheita (Figura 4.2). Como esperado, a partir dos primeiros dias até o final do período pós-colheita os escapos florais foram perdendo as características ideais de comercialização, registrando notas decrescentes até atingir a Nota 1 (Figura 4.1; Figura 4.2). Cor, brilho, turgescência e percepção comercial dos escapos florais foram mantidos com Nota 3 até os 14 dias

de vida de vaso (Figura 4.1; Figura 4.2). Já em espécies como *Oncidium baueri* (Orchidaceae) e *Chrysanthemum morifolium* cv. Dragon, mesmo com o uso de soluções conservantes a manutenção da qualidade pós-colheita das hastes florais foi entre 3 a 8 dias de vida de vaso (SPRICIGO *et al.*, 2010; FAVETTA *et al.*, 2016). A presença de injúrias nos escapos florais registrou Nota 3 até os primeiros sete dias de vida de vaso. A rigidez dos escapos florais foi registrada com Nota 4 (rígido) durante todo o período pós-colheita (Figura 4.1; Figura 4.2). Este comportamento também foi observado no decorrer da vida de vaso das hastes florais de *Heliconia* spp. (BEZERRA *et al.*, 2008).

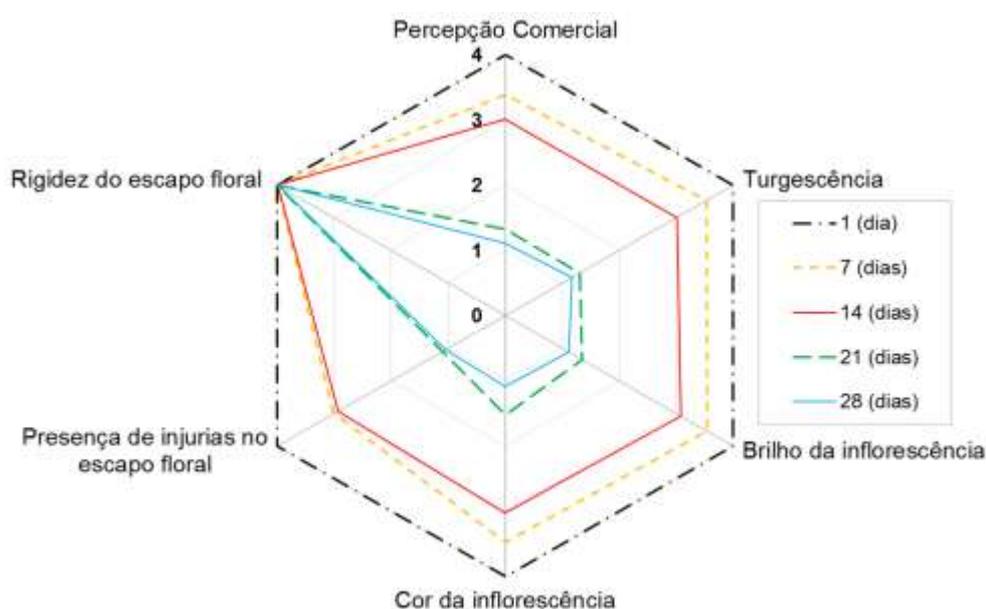


Figura 4.2 - Critérios de avaliação pós-colheita e notas atribuídas aos escapos florais de *Vriesea incurvata*. Os valores são médias de trinta repetições, cada uma conformada de um escapo floral. Cada escapo floral foi avaliado através de escala de notas por seis avaliadores.

Durante o período pós-colheita também foram observadas mudanças fisiológicas nos escapos florais de *V. incurvata*.

A massa fresca relativa (RFW) decresceu durante a vida de vaso dos escapos florais de *V. incurvata* (Figura 4.3A). A maior perda de massa fresca relativa (22,58%) dos escapos florais foi observada nos primeiros sete dias de vida de vaso. Os escapos florais registraram perdas de 34,61% de massa fresca relativa durante a vida de vaso ($14,9 \pm 1,5$ dias) (Figura 4.3A). Para Morales (2011), o decréscimo da

massa fresca em flores de corte, é uma resposta normal, devido ao aumento da produção do etileno após a colheita, e consequentemente, à ativação do processo da senescência.

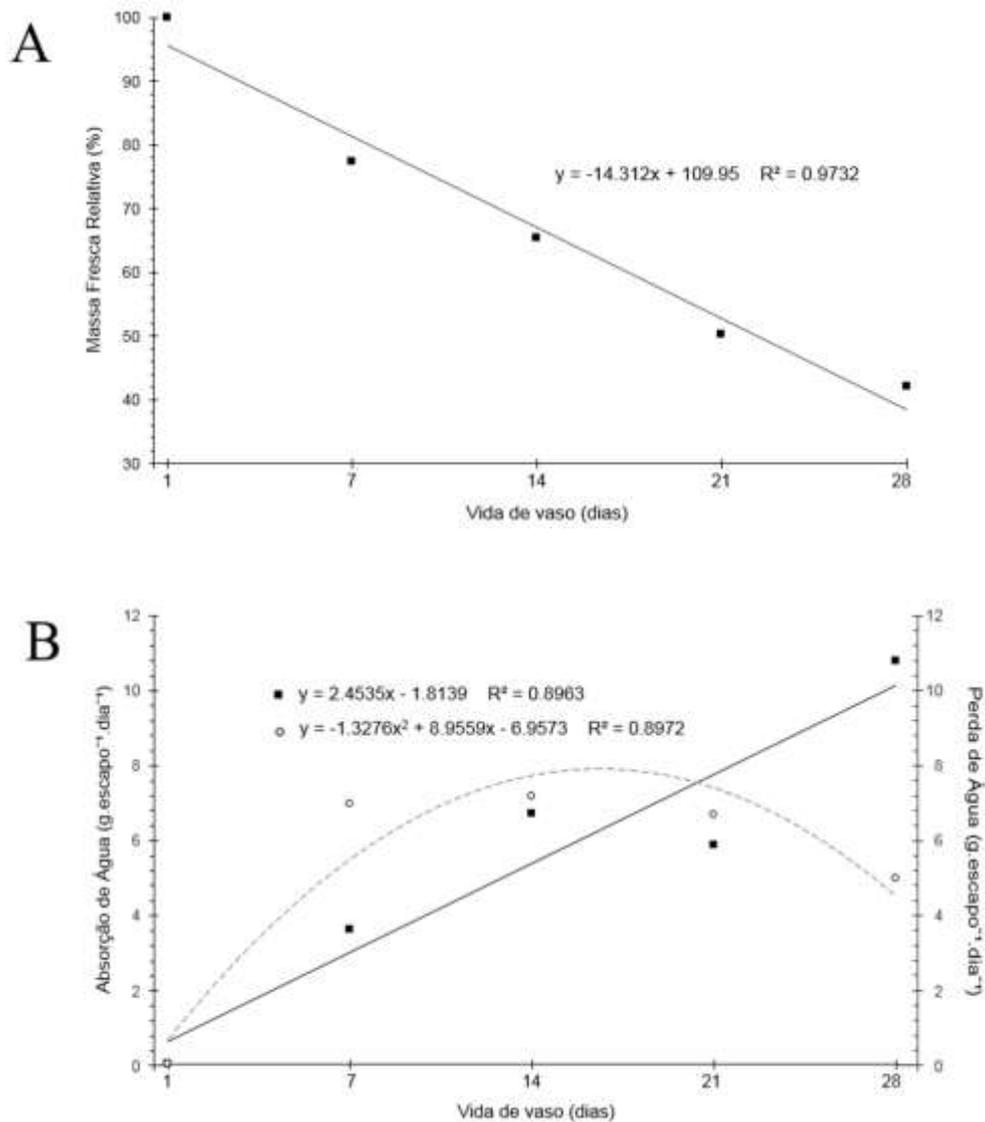


Figura 4.3 - Massa fresca relativa – RFW (A), absorção de água – WU (■) e perda de água – WL (○) (B) de escapos florais de *Vriesea incurvata*. Os valores são médias de trinta repetições, cada uma conformada de um escapo floral.

A perda de qualidade pós-colheita em produtos frescos, especificamente em flores de corte está relacionado com o processo da desidratação produzida pela transpiração (SILVA, 2003). O balanço hídrico é fator determinante na vida de vaso de flores de corte (GONZAGA *et al.*, 2001). Neste estudo, a absorção de água (WU) foi incrementada durante a vida de vaso dos escapos florais de *V. incurvata* (Figura

4.3B). A maior absorção de água de $3,70 \text{ g escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ dos escapos florais foi observada nos primeiros sete dias de vida de vaso. A absorção de água total dos escapos florais durante a vida de vaso ($14,9 \pm 1,5$ dias) foi de $6,91 \text{ g escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Figura 4.3B). Entretanto, a maior perda de água ($7,18 \text{ g escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) dos escapos florais de *V. incurvata* foi observada nos primeiros sete dias de vida de vaso (Figura 4.3B). A perda de água total dos escapos florais durante a vida de vaso ($14,9 \pm 1,5$ dias) foi de $7,38 \text{ g escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$ (Figura 4.3B).

A cor das brácteas de *V. incurvata* medida em intensidade (C^* = cromaticidade), tonalidade (H° = ângulo Hue) e luminosidade (L^*) registrou variações durante o período pós-colheita dos escapos florais (Figura 4.4).

A intensidade de cor das brácteas diminuiu durante todo o período pós-colheita dos escapos florais de *V. incurvata*, o que corresponde a menor vivacidade de cor (Figura 4.4A; Figura 4.1). Brácteas de cores vivas alaranjadas com valores de cromaticidade de 21,91 a 30,13 foram observadas nos escapos florais durante a vida de vaso ($14,9 \pm 1,5$ dias) (Figura 4.4A).

A tonalidade de cor das brácteas teve um comportamento ascendente durante todo o período pós-colheita dos escapos florais, o que corresponde a maior degradação de cor, passando de tonalidades vermelho-alaranjadas a tonalidades amarelo-alaranjadas (Figura 4.4B; Figura 4.1). Brácteas de tonalidades de cor vermelho-alaranjadas com valores de ângulo Hue entre 40,73 e 45,69 foram observadas durante a vida de vaso ($14,9 \pm 1,5$ dias) dos escapos florais (Figura 4.4A).

A luminosidade de cor das brácteas teve um comportamento constante durante o período pós-colheita dos escapos florais de *V. incurvata* (Figura 4.4C). Valores de luminosidade de 37,75 a 38,38 foram observadas durante a vida de vaso ($14,9 \pm 1,5$ dias) dos escapos florais (Figura 4.4C). Os resultados da intensidade, tonalidade e luminosidade da cor das brácteas evidenciaram que *V. incurvata* apresenta um comportamento muito semelhante na pós-colheita em relação a outras flores de corte, provavelmente associado ao conteúdo de antocianinas e clorofila presentes nas flores (SKUTNIK *et al.*, 2004; MACNISH *et al.*, 2010).

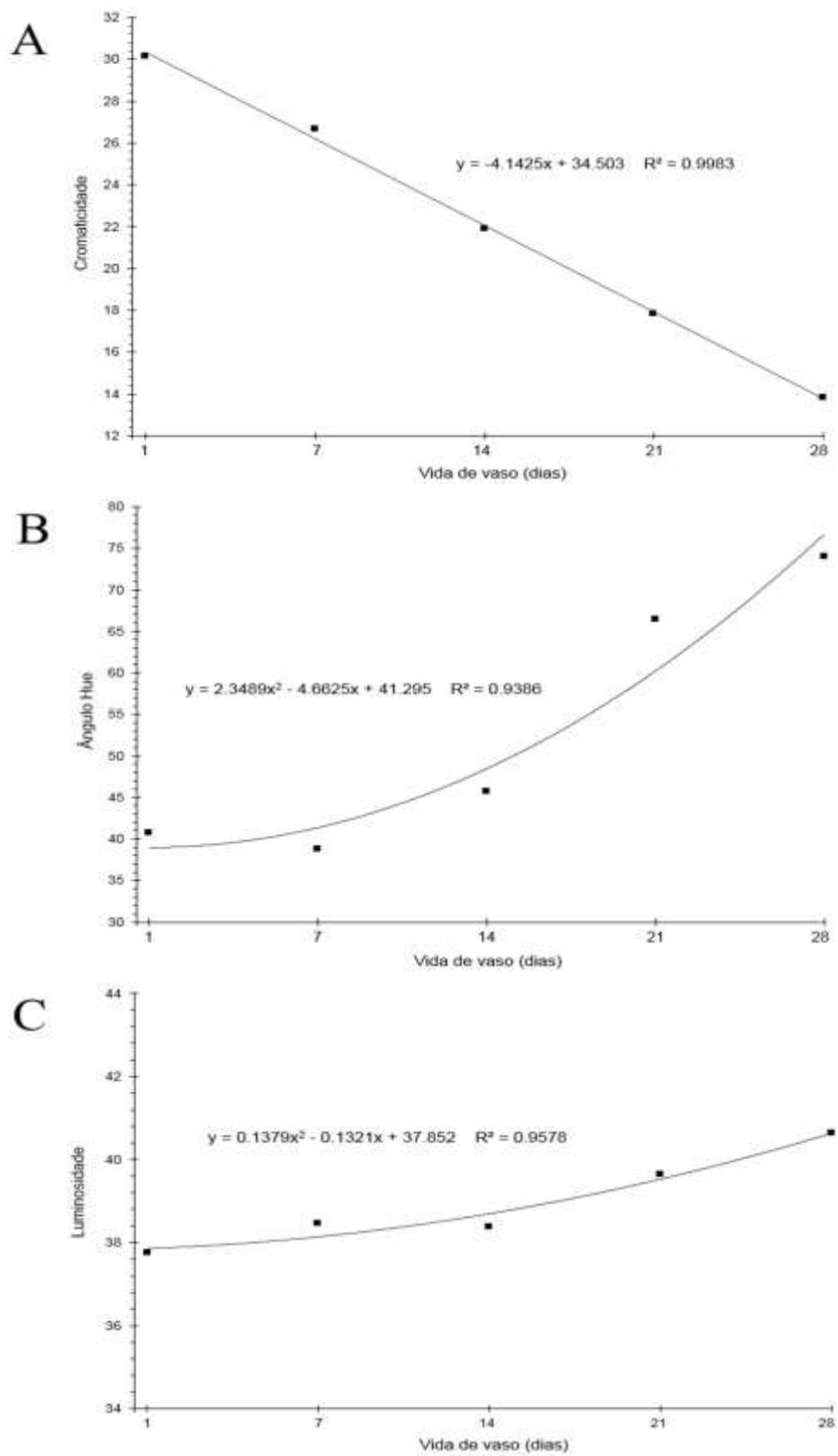


Figura 4.4 - Cromaticidade (A), ângulo Hue (B) e luminosidade (C) de escapos florais de *Vriesea incurvata*. Os valores são médias de trinta repetições, cada uma conformada de um escapo floral.

Os escapos florais registraram sintomas de senescência acelerada, após os $14,9 \pm 1,5$ dias de vida de vaso (Figura 4.1; Figura 4.3; Figura 4.4). Este período final de senescência dos escapos florais foi caracterizado por registrar porcentagens decrescentes de massa fresca relativa (RFW) e maior absorção de água (WU) (Figura 4.3). Adicionalmente, as brácteas iniciaram um processo acelerado de ressecamento, escurecimento e descoloração, correspondente aos estádios V a VIII da escala de senescência (Figura 4.4; Figura 4.1). De acordo com Van Doorn (1997), os sintomas de senescência acelerada em flores de corte estão relacionados ao déficit hídrico, que por sua vez provoca a redução da turgescência e a descoloração das flores e/ou outros órgãos.

4.4 CONCLUSÕES

Escapos florais de *V. incurvata* são passíveis de uso ornamental como flor de corte, alcançando uma vida de vaso média de $14,9 \pm 1,5$ dias.

Características quantitativas e qualitativas como cor (L^* , C^* , H°), brilho, turgescência, rigidez, presença de injúrias, massa fresca relativa, absorção e perda de água, podem ser indicados como critérios de avaliação na pós-colheita de escapos florais de *V. incurvata*.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A concessão da bolsa de doutorado do primeiro autor é financiada pela Organização dos Estados Americanos (OEA) através do Programa OEA-GCUB (Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras).

REFERÊNCIAS

ALAEY, M.; BABALAR, M.; NADERI, R.; KAFI, M. Effect of pre- and postharvest salicylic acid treatment on physio-chemical attributes in relation to vase-life of rose cut flowers. **Postharvest Biology and Technology**, v. 61, p. 91-94, 2011.

BABARABIE, M.; ZAREIE, H.; VARASTEH, F. The effect of cola on postharvest physiological characteristics of cut Alstroemeria. **Journal of Ornamental Plants**, v. 4, n. 3, p.169-174, 2014.

BEGRI, F.; HADAVI, E.; NABIGOL, A. Positive interaction of ethanol with malic acid in postharvest physiology of cut spray carnation 'white natila'. **Journal of Horticultural Research**, v. 22, n. 2, p. 19-30, 2014.

BEZERRA, G.; VERONA, A.; MOTTA, R.; LOGES, V.; COSTA, A. Chilling symptoms in *Heliconia* spp. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, n. 2, p. 193-196, 2008.

BOUMAZA, R.; DEMOTES-MAINARD, S.; HUCHE-THELIER, L.; GUERIN, V. Visual characterization of the esthetic quality of the rosebush. **Journal of Sensory Studies**, v. 24, p. 774-796, 2009.

CUQUEL, F.; POLACK, S. Shelf-Life of Anthurium Cut Flowers: Evaluation Criteria. **Acta Horticulturae**, v. 934, p. 435-439, 2012.

FAVETTA, V.; COLOMBO, R.; FARIA, R. Floral stems longevity of *Oncidium baueri* kept in preservative solutions. **Comunicata Scientiae**, v. 7, n. 2, p. 209-213, 2016.

GONZAGA, A.; MOREIRA, L.; LONARDONI, F.; FARIA, R. Sunflower postharvest longevity affected by silver nitrate and sucrose treatments. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 7, n. 1, p. 73-77, 2001.

HE, S.; JOYCE, D. C.; IRVING, D. E. Competition for water between inflorescences and leaves in cut flowering stems of *Grevillea* 'Crimson Yul-lo'. **Journal of Horticultural Science and Biotechnology**, v. 81, p. 891–897, 2006.

HEIDEN, G.; BARBIERI, R. L.; STUMPF, E. R. T. Considerações sobre o uso de plantas ornamentais nativas. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 12, n. 1, p. 2-7, 2006.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. Socioeconomic overview of floriculture in Brazil. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, n. 2, p. 101-108, 2011.

MACNISH, A.; JIANG, C.; NEGRE-ZAKHAROV, F.; REID, M. S. Physiological and molecular changes during opening and senescence of *Nicotiana mutabilis* flowers. **Plant Science**, v. 179, n. 3, p. 267–272, 2010.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, 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.

MORALES, F. Cut flowers postharvest and environment. **Idesia**, v. 29, n. 3, p. 125-130, 2011.

NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. Bromeliads wild harvesting in State of Paraná. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 981-986, 2012.

RAFDI, H. H. M.; JOYCE, D. C.; LISLEB, A.; LIB, X.; IRVINGD, D. E.; GUPTA, M. A retrospective study of vase-life determinants for cut *Acacia holosericea* foliage. **Scientia Horticulturae**, v. 180, p. 254-261, 2014.

RANI, P.; SINGH, N. Senescence and postharvest studies of cut flowers: a critical review. **Tropical Agriculture Science**, v. 37, n. 2, p. 159-201, 2014.

REID, M.; JIANG, C. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. In: JANEK, J (Ed.). **Horticultural reviews**, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012. v. 40, p. 1-54.

REITZ, R. **Bromeliáceas e a malária** – Bromélia endêmica. Itajaí: Flora Ilustrada Catarinense, 1983. 608p.

RUBEL, F.; KOTTEK, M. Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 19, n. 2, p. 135-141, 2010.

SILVA, J. The cut flower: postharvest considerations. **Journal of Biological Sciences**, v. 3, n. 4, p. 406-442, 2003.

SKUTNIK, E.; RABIZA-ŚWIDER, J.; WACHOWICZ, M.; ŁUKASZEWSKA, A. Senescence of cut leaves of *Zantedeschia aethiopica* and *Z. elliotiana*. Part I. Chlorophyll degradation. **Acta Scientiarum Polonorum. Hortorum Cultus**, v. 3, n. 2, p. 57-65, 2004.

SMITH, L. B.; TILL, W. Bromeliaceae. In: KUBITZKI, K. (Ed.). **The families and genera of vascular plants**, Berlin: Springer, 1998. v. 4, p. 74–99.

SPRICIGO, P.; MATTIUZ, B.; PIETRO, J.; MATTIUZ, C.; OLIVEIRA, M. *Chrysanthemum morifolium* cv. Dragon postharvest maintenance solutions. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 34, n. 5, p. 1238-1244, 2010.

VABRIT, S. Morphological aspects for selecting new bedding plants. **Acta Horticulturae**, v. 572, p. 67-74, 2002.

VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. **Horticultural Reviews**, v. 18, p. 1-85, 1997.

WU, L. Y.; XIAO, H.; ZHAO, W. J.; SUN, P.; LIN, J. K. Effect of green tea extract powder on the vase-life of fresh-cut rose (*Rosa hybrida* L.) 'Carola' stems. **The**

Journal of Horticultural Science and Biotechnology, v. 91, n. 3, p. 279–284, 2016.

YAMADA, K.; TAKATSU, Y.; MANABE, T.; KASUMI, M.; MARUBASHI, W. Suppressive effect of trehalose on apoptotic cell death leading to petal senescence in ethylene-insensitive flowers of gladiolus. **Scientia Horticulturae**, v. 164, n. 2, p. 213-221, 2003.

5 SOLUÇÕES CONSERVANTES NA PÓS-COLHEITA DE ESCAPOS FLORAIS DE *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae)

RESUMO

Vriesea incurvata é uma bromélia nativa da Floresta Atlântica Brasileira muito comercializada como planta ornamental envasada, cujas características morfológicas de seu escapo floral podem também indicá-la como um novo produto para uso como flor de corte. Entretanto, não era conhecido seu comportamento pós-colheita. Este estudo foi conduzido para determinar sua vida de vaso mediante a aplicação de água destilada (controle) e soluções conservantes contendo sacarose (50 g L^{-1}), ácido salicílico ($50 \text{ }\mu\text{M}$) e ácido cítrico (50 g L^{-1}) por períodos de 8 e 24 h. Escapos florais mantidos nas soluções conservantes apresentaram vida de vaso superior a 16 dias, quando comparadas ao controle (água destilada). Entretanto, as soluções conservantes com sacarose evidenciaram os melhores comportamentos relacionados à manutenção das características fisiológicas e estéticas durante a vida de vaso dos escapos florais. Conclui-se que as soluções conservantes com sacarose, ácido salicílico e ácido cítrico por períodos de 8 e 24 h prolongam a vida de vaso dos escapos florais de *V. incurvata*. A solução de conservação com sacarose aplicada por 8 h promove a manutenção da cor, brilho e turgescência; melhora o balanço hídrico; e reduz as perdas de massa fresca relativa dos escapos florais ao longo da vida de vaso por até 24 dias.

Palavras-chave: bromélias, características estéticas, flores de corte, sacarose, vida de vaso.

PRESERVATIVE SOLUTIONS IN POSTHARVEST OF *Vriesea incurvata* Gaudich.
(Bromeliaceae) FLORAL SCAPES

ABSTRACT

Vriesea incurvata is a native bromeliad from Brazilian Atlantic Rainforest and commercialized as an ornamental pot plant. The morphological characteristics of its floral scape may also indicate it as a new product to use as a cut flower. However, its postharvest behavior was not known. This study was conducted to determine its vase-life by applying distilled water (control) and preservative solutions containing sucrose (50 g L^{-1}), salicylic acid ($50 \text{ }\mu\text{M}$) and citric acid (50 g L^{-1}) for periods of 8 and 24 h. Floral scapes maintained in preservative solutions showed vase-life greater than 16 days, when compared to the control (distilled water). However, preservative solutions with sucrose evidenced the best behaviors related to the maintenance of the physiological and aesthetic features during the vase-life of the floral scapes. It is concluded that preservative solutions with sucrose, salicylic acid and citric acid applied for 8 and 24 h extended the vase-life the *V. incurvata* floral scapes. Preservative solution with sucrose applied for 8 h promotes the maintenance of color, brightness and turgidity; improves water balance; and reduces the relative fresh weight losses of floral scapes throughout the vase-life for up to 24 days.

Keywords: bromeliads, aesthetic characteristics, cut flowers, sucrose, vase-life.

5.1 INTRODUÇÃO

O mercado da floricultura é caracterizado pelo frequente lançamento de novos produtos ornamentais, exigindo destes atributos adicionais que possam concorrer com produtos já estabelecidos como rosa, cravo e Alstroemeria. Entre os pré-requisitos para uma planta ser considerada apta para comercialização com flor de corte, destacam-se a longevidade pós-colheita e as características estéticas (VABRIT, 2002; RAFDI *et al.*, 2014).

Vriesea incurvata Gaudich (Bromeliaceae) é uma planta herbácea epífita (\pm 50 cm de altura), sem espinhos, nativa da Floresta Atlântica brasileira. Apresenta inflorescência vermelha densa e subespigada (\pm 30 cm de altura), com padrão de floração anual. Geralmente inicia a emissão dos escapos florais em fevereiro, com ápice da antese de março a maio, prolongando-se em flor até outubro (NEGRELLE; MURARO, 2006). O seu porte compacto assim como suas características florais lhe confere forte apelo ornamental e paisagístico, figurando entre as dez bromeliáceas mais extraídas e comercializadas no litoral do Estado do Paraná (NEGRELLE; ANACLETO, 2012).

Assim como outras bromélias (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008; WANG *et al.*, 2012), a comercialização de *V. incurvata* tem sido basicamente como planta envasada. Entretanto, neste mercado tão competitivo e demandante de novos produtos como é o setor de floricultura (JORGENSEN, 2004; GARIBALDI; GULLINO, 2007), *V. incurvata* também tem potencial de ser utilizada como flor de corte, dadas as características estéticas de sua inflorescência alcançando uma vida de vaso média de $14,9 \pm 1,5$ dias em água destilada (PULIDO *et al.*, 2017).

A longevidade pós-colheita é considerada um pré-requisito fundamental para a comercialização de flores de corte (RAFDI *et al.*, 2014). Em espécies de grande volume de comercialização mundial, a vida de vaso é variada e.g. 6,5 dias para Rosa cv. Carola (WU *et al.*, 2016); 8,9 dias para Cravo cv. White Natila (BEGRI *et al.*, 2014) e 9,0 dias para Alstroemeria (BABARABIE *et al.*, 2014). Comparativamente, o maior período de longevidade evidenciado para os escapos de *V. incurvata* a colocam como alternativa viável na inserção de novos produtos de flores de corte tanto localmente como no mercado internacional.

Nesta perspectiva, surge uma questão a ser respondida: a vida de vaso de escapos de *V. incurvata* poderia ser ampliada com uso de soluções conservantes, incrementando seu potencial comercial?

A senescência floral é influenciada por vários fatores como estresse hídrico, depleção de carboidratos, micro-organismos e efeitos do etileno (VAN DOORN, 2002; SEREK *et al.*, 2006; EZHILMATHI *et al.*, 2007). No sentido de retardar a senescência floral, soluções conservantes são utilizadas na pós-colheita para aumentar a vida de vaso de flores de corte através do melhoramento da distribuição de assimilados, regulação hídrica, proteção do escapo floral frente a agentes microbianos e redução do efeito do etileno (REDMAN *et al.*, 2002; AHMAD *et al.*, 2014).

Frente a este contexto, visando contribuir para a ampliação do uso de bromélias como recurso ornamental, apresenta-se resultado da avaliação da vida de vaso de escapos florais de *V. incurvata* mediante a aplicação soluções conservantes com sacarose, ácido salicílico e ácido cítrico por períodos de 8 e 24 h.

5.2 MATERIAL E MÉTODOS

5.2.1 Local e coleta do material vegetal

Escapos florais de *V. incurvata* foram coletados em remanescente de Floresta Ombrófila Densa Atlântica (25° 48' S e 48° 55' W, altitude 393 m, Mun. Guaratuba, Paraná, Brasil). O clima da região é tropical superúmido, sem estação seca e isento de geadas, com temperatura média no mês mais frio de 18 °C, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger (RUBEL; KOTTEK, 2010).

Conforme Pulido *et al.* (2017), o ponto ideal de colheita foi baseado nas evidências de escapos florais iguais ou maiores a 40 cm de comprimento, flores com brácteas fechadas e túrgidas, brilhantes, firmes e de coloração alaranjada e margens vermelho-alaranjadas. Após a colheita dos escapos florais da base da planta-mãe, estes foram mantidos em caixas plásticas com tampa, envoltos em papel seco e transportados até o laboratório.

5.2.2 Preparação do material vegetal

No laboratório, os escapos florais com defeitos ou injúrias decorrentes do transporte foram descartados. Os escapos florais foram submetidos ao procedimento de limpeza, com remoção manual de folhas basais. Posteriormente, os escapos florais foram cortados na parte basal em bisel e padronizados em 40 cm de comprimento. Em seguida, os escapos foram pesados e etiquetados. Cada escapo floral foi colocado em um vaso (capacidade de 1 L; 21 cm X 8 cm) com 200 mL de água destilada. A parte superior do vaso foi embalada com filme plástico deixando uma perfuração central para a saída do escapo floral. Os vasos foram mantidos em ambiente fechado (sala pós-colheita) com temperatura de 20 ± 2 °C, umidade relativa de $80 \pm 3\%$ e luminosidade de 400 - 450 lux.

5.2.3 Condução dos experimentos

Os escapos florais foram tratados por 8 e 24 h com soluções conservantes de ácido salicílico ($50 \mu\text{M}$), ácido cítrico (50 g L^{-1}) e sacarose (50 g L^{-1}), preparadas em água destilada. Como controle foi usada água destilada.

Este experimento foi conduzido em delineamento experimental inteiramente casualizado, em esquema fatorial composto por seis tratamentos pós-colheita mais o controle e cinco datas de avaliação (1, 7, 14, 21 e 28 dias). Para cada combinação de fatores foram utilizadas seis repetições, cada uma conformada de um escapo floral por cada vaso.

5.2.4 Critérios de avaliação pós-colheita

A longevidade de cada escapo floral foi determinada pelo número de dias decorridos desde o envase até a manifestação de sintomas agudos de senescência, incluindo presença de escurecimento, abscisão das inflorescências, murcha das inflorescências e tombamento dos escapos. A vida de vaso foi registrada diariamente mediante a observação visual dos escapos florais.

Os escapos florais foram removidos das soluções de vaso e pesados nos dias 1, 7, 14 e 28 para avaliar a massa fresca. A massa fresca relativa dos escapos florais foi calculada usando a fórmula $\text{RFW} (\%) = (\text{FW}_t / \text{FW}_{t=1}) \times 100$; sendo que FW_t

é a massa fresca do escapo (g) de t: 7, 14, 21 e 28 dias e $FW_{t=1}$: é a massa fresca deste escapo (g) de t: 1 dia (HE *et al.*, 2006).

Absorção de água foi calculada a partir da fórmula WU ($\text{g escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) = $(S_{t-1} - S_t)$; sendo que S_t é o peso da solução conservante (g) de t: 7, 14, 21 e 28 dias e S_{t-1} é o peso da solução conservante (g) do dia anterior (HE *et al.*, 2006). Perda de água foi calculada pela fórmula WL ($\text{g escapo}^{-1} \text{ dia}^{-1}$) = $(C_{t-1} - C_t)$; sendo que C_t é a somatória dos pesos do escapo e do vaso (g) de t: 7, 14, 21 e 28 dias e C_{t-1} é a somatória dos pesos do escapo e do vaso (g) do dia anterior (HE *et al.*, 2006).

Intensidade (C^*), tonalidade (H°) e luminosidade (L^*) da cor das brácteas foram determinadas com auxílio do colorímetro (Konica Minolta, CR-400®). As leituras foram realizadas nos escapos florais, encostando o sensor do colorímetro à superfície da base do ponteiro (brácteas fechadas da inflorescência). Semanalmente, foram registrados valores de L^* (100=branco; 0=negro), a^* (positivos = vermelho $^{0^\circ}$; negativos = verde $^{180^\circ}$) e b^* (positivos = amarelo $^{90^\circ}$; negativos = azul $^{270^\circ}$). Posteriormente foram aplicadas as fórmulas de cromaticidade, $C^* = [(a^*)^2 + (b^*)^2]^{1/2}$ e ângulo Hue, $H^\circ = \tan^{-1} (b^*/a^*)$.

Escapos florais de *V. incurvata* foram submetidos à avaliação semanal das características quantitativas e qualitativas por seis pessoas previamente capacitadas. Estudos preliminares foram realizados para determinar os critérios de avaliação pós-colheita dos escapos florais. Cada critério foi pontuado através da atribuição de notas (1:mínima – 4:máxima). Os critérios avaliados foram: a) turgescência = 4, túrgida; 3, medianamente túrgida; 2, levemente túrgida; 1, murcha; b) cor da inflorescência = 4, colorida/viva; 3, medianamente colorida; 2, desbotada; 1, muito desbotada; c) brilho da inflorescência = 4, com brilho e sem ressecamento nas extremidades das brácteas; 3, com brilho e ressecamento leve nas extremidades das brácteas; 2, com brilho leve e ressecamento nas extremidades das brácteas; 1, sem brilho e ressecamento nas extremidades das brácteas; d) presença de injúrias no escapo floral = 4, < 5% com injúria; 3, < 10% com injúria; 2, < 30% com injúria; 1, > 30% com injúria; e) rigidez do escapo floral = 4, rígido; 3, medianamente rígido; 2, levemente flexível; 1, flexível; f) percepção comercial = 4, excelente; 3, boa; 2, regular; 1, ruim.

5.2.5 Análise estatística

Os dados foram analisados com R versão 3.3.0, usando análise de variância (ANOVA). Médias significativamente diferentes foram comparadas pelo teste de Scott-Knott a ($P \leq 0,05$).

5.3 RESULTADOS

Todos os escapos florais de *V. incurvata* mantidos em soluções conservantes apresentaram a vida de vaso superior aos escapos florais mantidos em água destilada (16 dias). Registrou-se maior longevidade dos escapos florais *V. incurvata* nas soluções conservantes de sacarose 24 h (25,7 dias) e sacarose 8 h (24,2 dias). A vida de vaso dos escapos florais foi estendida em pelo menos 8,2 dias com a utilização das soluções conservantes com sacarose aplicadas por 24 e 8 h, quando comparado ao controle (água destilada) (Figura 5.1).

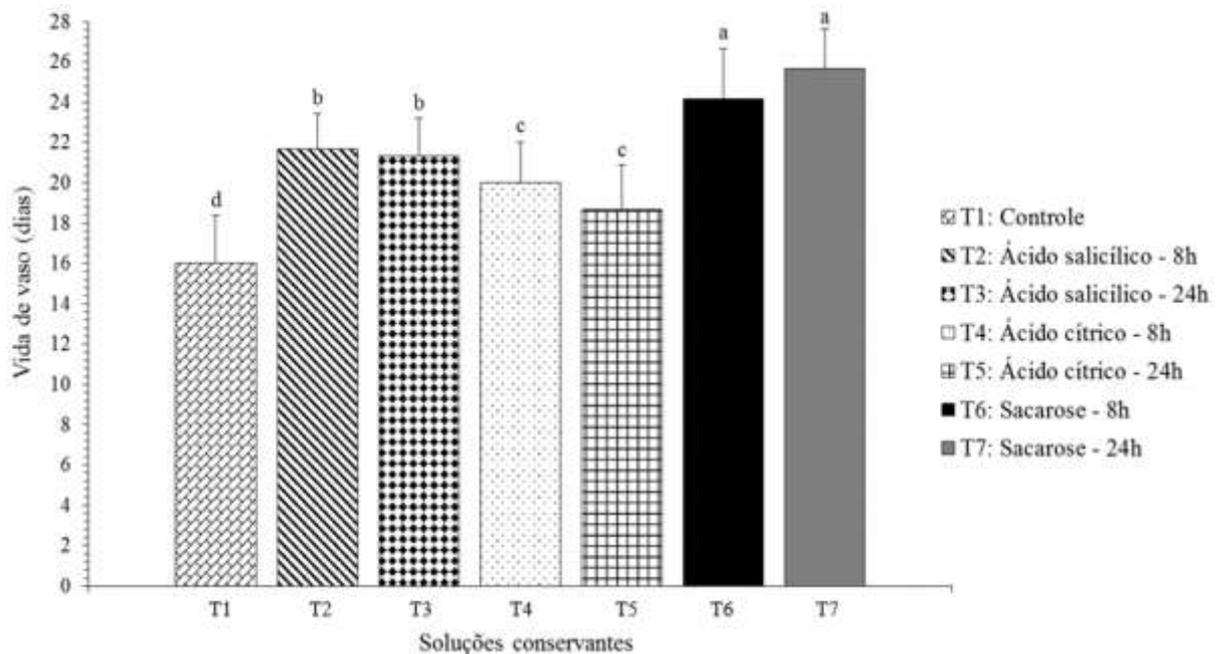


Figura 5.1 - Efeito das soluções conservantes sobre a vida de vaso de escapos florais de *Vriesea incurvata*. Médias seguidas pela mesma letra, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Os valores são médias de seis repetições, cada uma conformada de um escapo floral \pm D.P.

Evidenciou-se decréscimo da massa fresca relativa (RFW) no decorrer da vida de vaso dos escapos florais de *V. incurvata*. No entanto, esta perda foi menor com o uso de sacarose e ácido salicílico (Figura 5.2A).

A absorção de água (WU) foi incrementada no decorrer da vida de vaso dos escapos florais de *V. incurvata* até os 14 dias, seguida de uma leve diminuição aos 21 dias e um aumento pronunciado no período final de pós-colheita (Figura 5.2B). As soluções conservantes permitiram que houvesse maior absorção de água pelos escapos, com melhores resultados com o uso de sacarose e ácido salicílico (Figura 5.2B).

A perda de água (WL) dos escapos florais de *V. incurvata* durante os primeiros 14 dias de vida de vaso foi semelhante, diminuindo até o período de final de pós-colheita, com melhores resultados com o uso de sacarose, seguido de ácido salicílico e de ácido cítrico (Figura 5.2C).

Logo após a colheita dos escapos florais foram observadas nas brácteas cores vivas alaranjadas, com valores de cromaticidade de 31,9 a 32,3 e ângulo Hue de 41,6 a 42,7 (Figura 5.3). A intensidade de cor destas brácteas foi decrescendo durante todo o período de vida de vaso. A partir do sétimo dia de vida de vaso foram observadas nas brácteas tonalidades de cor vermelhas, com valores de ângulo Hue de 35,7 a 39,7. Seguidamente e durante todo o período pós-colheita houve uma degradação de cor das brácteas, passando de tonalidades vermelho-alaranjadas a tonalidades amarelo-alaranjadas, conforme descrito no comportamento deste ângulo por Konica Minolta (2007) (Figura 5.3B).

Entretanto, nos escapos florais mantidos em soluções conservantes com sacarose evidenciou-se maior manutenção da intensidade de cor das brácteas ao longo da vida de vaso (Figura 5.3).

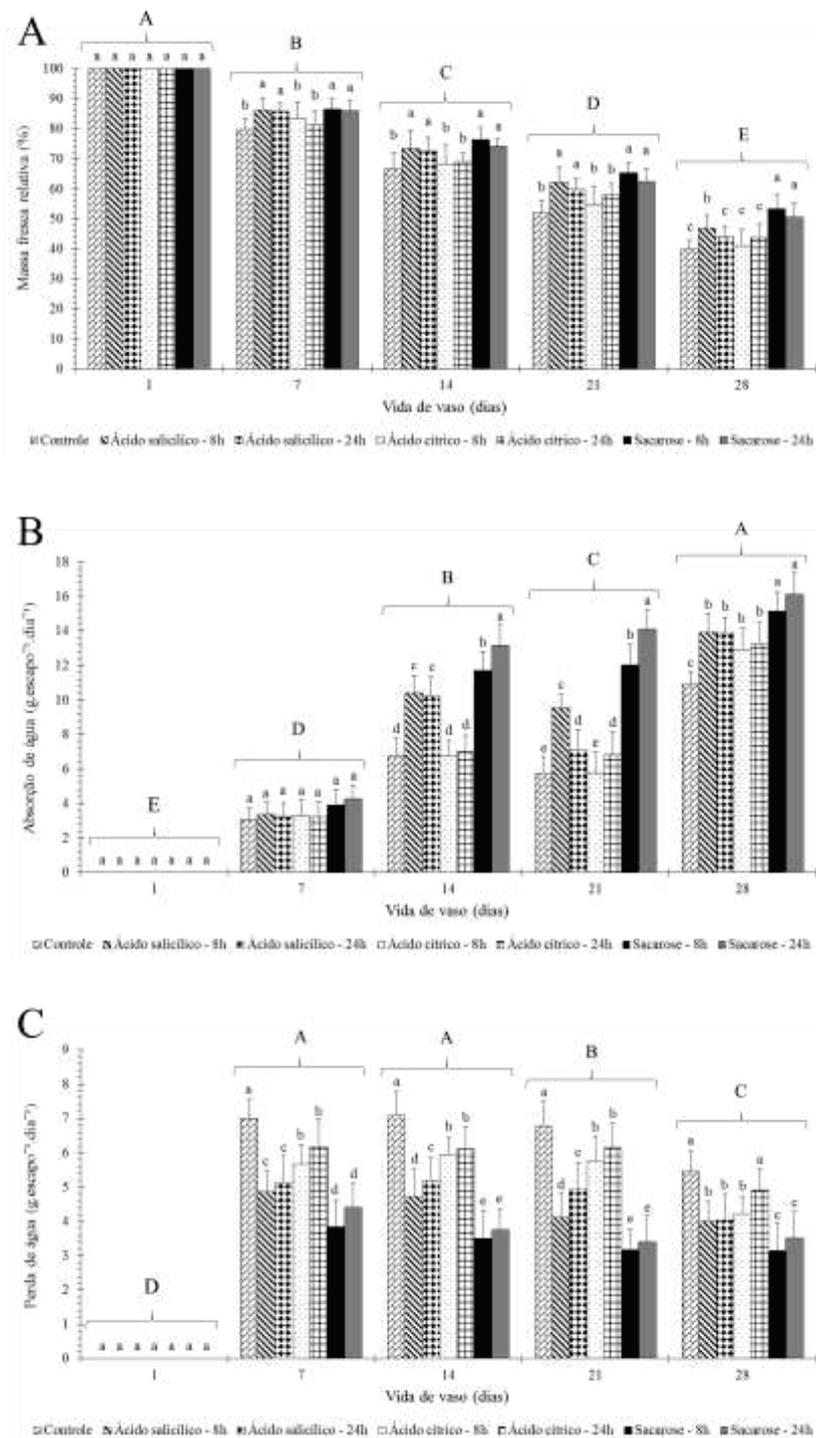


Figura 5.2 - Efeito das soluções conservantes sobre a massa fresca relativa – RFW (A), absorção de água - WU (B) e perda de água – WL (C) de escapos florais de *Vriesea incurvata*. Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na parte inferior e maiúsculas na parte superior, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Os valores são médias de seis repetições, cada uma conformada de um escapo floral \pm D.P.

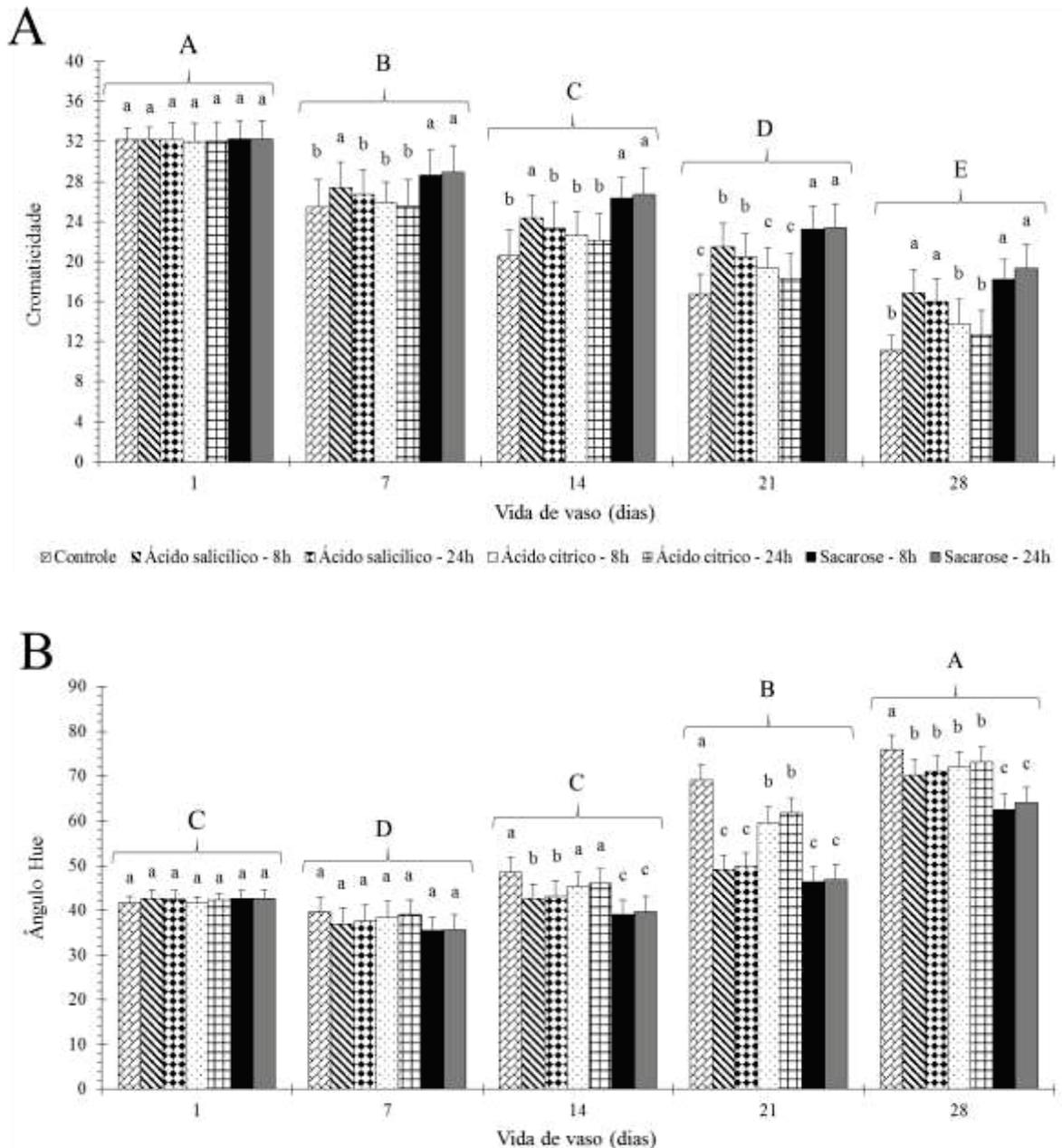


Figura 5.3 - Efeito das soluções conservantes sobre a cromaticidade (A) e ângulo Hue (B) de escapos florais de *Vriesea incurvata*. Médias seguidas pela mesma letra, minúsculas na parte inferior e maiúsculas na parte superior, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Os valores são médias de seis repetições, cada uma conformada de um escapo floral \pm D.P.

A luminosidade (L^*) da cor das brácteas de *V. incurvata* não foi afetada ao longo da vida de vaso e tampouco pelas soluções conservantes.

Os escapos florais de *V. incurvata* mantidos nas soluções conservantes com sacarose receberam as maiores notas referentes ao comportamento das

características de turgescência, cor e brilho da inflorescência, presença de injúrias e percepção comercial (Tabela 5.1). Adicionalmente, as soluções conservantes com ácido salicílico também receberam as maiores notas referentes ao comportamento das características de turgescência e brilho da inflorescência (Tabela 5.1). Para a característica de rigidez do escapo floral foi registrada a nota 4 (Rígida) durante todo o período pós-colheita.

No período final da senescência dos escapos florais de *V. incurvata* foram observadas porcentagens decrescentes de massa fresca relativa (RFW), aumento pronunciado da absorção de água (WU) e diminuição da perda de água (WL) (Figura 5.2). Entretanto, na cromaticidade e no ângulo Hue foram observadas menor intensidade e aumento gradativo da tonalidade de cor das brácteas, refletidas no escurecimento e coloração amarelo-alaranjada das brácteas (Figura 5.3).

Tabela 5.1 - Notas atribuídas à turgescência, cor de inflorescência, brilho de inflorescência, presença de injúrias e percepção comercial de escapos florais de *Vriesea incurvata* submetidos a diferentes soluções conservantes e períodos de imersão.

Tratamentos		Vida de vaso (dias)				
Soluções conservantes	Imersão (horas)	1	7	14	21	28
Turgescência						
Controle	0	4,00 aA	3,33 bB	3,00 bB	1,33 cC	1,00 bC
Ácido salicílico	8	4,00 aA	4,00 aA	3,66 aB	3,50 aB	1,66 aC
Ácido salicílico	24	4,00 aA	3,83 aA	3,66 aA	3,33 aB	1,50 bC
Ácido cítrico	8	4,00 aA	3,66 bA	3,33 bB	3,00 bB	1,33 bC
Ácido cítrico	24	4,00 aA	3,66 bA	3,16 bB	2,83 bB	1,16 bC
Sacarose	8	4,00 aA	4,00 aA	3,83 aA	3,66 aA	2,00 aB
Sacarose	24	4,00 aA	4,00 aA	3,83 aA	3,66 aA	2,00 aB
Cor de inflorescência						
Controle	0	4,00 aA	3,33 bB	3,00 bB	1,33 cC	1,00 bC
Ácido salicílico	8	4,00 aA	3,83 aA	3,66 aA	3,16 aB	1,50 aC
Ácido salicílico	24	4,00 aA	3,66 aA	3,50 aA	3,00 bB	1,50 aC
Ácido cítrico	8	4,00 aA	3,50 bB	3,33 bB	2,83 bC	1,33 bD
Ácido cítrico	24	4,00 aA	3,33 bB	3,16 bB	2,66 bC	1,16 bD
Sacarose	8	4,00 aA	4,00 aA	3,83 aA	3,50 aA	1,83 aB
Sacarose	24	4,00 aA	4,00 aA	3,83 aA	3,50 aA	1,83 aB
Brilho de inflorescência						
Controle	0	4,00 aA	3,33 bB	3,00 bB	1,33 cC	1,00 bC
Ácido salicílico	8	4,00 aA	4,00 aA	3,66 aB	3,50 aB	1,50 bC
Ácido salicílico	24	4,00 aA	3,83 aA	3,50 aB	3,33 aB	1,33 bC
Ácido cítrico	8	4,00 aA	3,66 bA	3,17 bB	2,83 bB	1,33 bC
Ácido cítrico	24	4,00 aA	3,66 bA	3,00 bB	2,66 bB	1,17 bC
Sacarose	8	4,00 aA	4,00 aA	3,83 aA	3,67 aA	2,00 aB
Sacarose	24	4,00 aA	4,00 aA	3,83 aA	3,83 aA	2,33 aB
Presença de injúrias						
Controle	0	4,00 aA	3,00 bB	3,00 bB	1,00 cC	1,00 bC
Ácido salicílico	8	4,00 aA	3,17 bB	3,00 bB	3,00 aB	1,17 bC
Ácido salicílico	24	4,00 aA	3,00 bB	3,00 bB	3,00 aB	1,33 bC
Ácido cítrico	8	4,00 aA	3,00 bB	3,17 bB	2,66 bC	1,17 bD
Ácido cítrico	24	4,00 aA	3,00 bB	3,00 bB	2,50 bC	1,17 bD
Sacarose	8	4,00 aA	3,50 aB	3,00 bC	3,00 aC	1,50 aD
Sacarose	24	4,00 aA	3,67 aB	3,50 aB	3,00 aC	1,67 aD
Percepção comercial						
Controle	0	4,00 aA	3,00 bB	3,00 cB	1,67 cC	1,00 bD
Ácido salicílico	8	4,00 aA	3,83 aA	3,33 bB	3,00 bB	1,33 bC
Ácido salicílico	24	4,00 aA	3,67 aA	3,33 bB	3,00 bB	1,33 bC
Ácido cítrico	8	4,00 aA	3,33 bB	3,00 cC	2,83 bC	1,00 bD
Ácido cítrico	24	4,00 aA	3,33 bB	3,00 cC	2,67 bC	1,00 bD
Sacarose	8	4,00 aA	4,00 aA	3,50 bB	3,33 aB	1,83 aC
Sacarose	24	4,00 aA	4,00 aA	3,83 aA	3,50 aB	2,00 aC

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na linha e minúsculas nas colunas, não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Cada escapo floral foi avaliado através de escala de notas por seis avaliadores.

5.4 DISCUSSÃO

Os escapos florais de *Vriesea incurvata* mesmo sendo mantidos em vasos contendo apenas água destilada apresentaram uma longevidade de 16 dias (Figura 5.1), o que pode ser considerada uma vida de vaso razoável na ausência de qualquer tratamento pós-colheita e maior que a média de muitas espécies temperadas (BEGRI *et al.*, 2014; BABARABIE *et al.*, 2014; WU *et al.*, 2016). Embora as soluções conservantes possam ser um grande aliado na manutenção das flores é sabido que nem todos os espaços de comercialização do Hemisfério Sul as aplicam. Da mesma forma, cabe ressaltar que esta durabilidade ocorreu na ausência de condições refrigeradas, o que é frequente nas condições de baixa tecnologia em que esta bromélia é comercializada nas regiões marginais à Floresta Atlântica Brasileira. Caso este novo uso de *V. incurvata* se estabeleça localmente e no mercado internacional, ávido por novos produtos (JUNQUEIRA; PEETZ, 2008), certamente será necessário avaliar as condições ideais de armazenamento refrigerado para aumentar a durabilidade sem causar danos por chilling frequentes em flores de corte (REID; JIANG, 2012).

Os melhores resultados relativos à prolongação da vida útil de vaso dos escapos florais de *V. incurvata*, especificamente no que concerne a massa fresca, absorção e perda de água foram obtidos com as soluções de sacarose 24 e 8 h. Isto concorda com resultados preliminares que demonstraram o efeito positivo da aplicação de soluções contendo sacarose na vida de vaso em outras plantas ornamentais (GHOLAMI *et al.*, 2011; PATTARAVAYO *et al.*, 2013). A solução conservante com sacarose pode haver propiciado o fechamento estomático das brácteas de *V. incurvata*, reduzindo a perda de água. Para Halevy *et al.* (1978) e SVEN e JOSE (2004), o uso de sacarose como solução conservante atua diretamente na manutenção do balanço hídrico com menor perda de turgescência, permitindo assim, maior absorção de água e aumento da concentração osmótica.

A manutenção da cor e do brilho das hastes florais próximos aqueles da ocasião da colheita são características muito valorizadas pelos consumidores de flores. Os resultados reportaram que os escapos florais de *V. incurvata* apresentam comportamento decrescente da intensidade (cromaticidade) e aumento gradativo da tonalidade (ângulo Hue) da cor das brácteas, semelhante ao que ocorre em outras flores de corte (PIETRO *et al.*, 2012; TOGNON *et al.*, 2015). Logo após a colheita,

os escapos florais apresentaram brácteas de cores vivas alaranjadas que se tornaram ao longo da vida de vaso vermelho-alaranjadas, amarelo-alaranjadas, onde finalmente houve escurecimento das mesmas, semelhante ao que ocorre durante o processo de senescência da maioria das flores (HALEVY; MAYAK, 1981; MACNISH *et al.*, 2010). A manutenção da intensidade e tonalidade da cor das brácteas durante toda a vida de vaso dos escapos florais (cromaticidade, ângulo Hue e escala de notas) também foram reportadas com o uso das soluções conservantes com sacarose, confirmando os efeitos positivos dela sobre o fechamento estomático e turgescência, citados aqui anteriormente, bem como concordando com outros autores que observaram a mesma resposta (NOWAK; RUDNICKI, 1990; ELHINDI, 2011; PERIK *et al.*, 2014).

Considerando que nas soluções conservantes com sacarose foram observadas respostas semelhantes nos dois períodos de aplicação (8 ou 24 h), recomenda-se que esta solução seja utilizada por 8 h. Isto favorecerá o manejo operacional pós-colheita do produto e a logística de distribuição (JUNQUEIRA; PEETZ, 2011; RIA *et al.*, 2011). Adicionalmente, a aplicação da solução conservante com sacarose nos escapos florais de *V. incurvata* pode ser realizada diretamente no local de preferência do consumidor final.

Por outro lado, as soluções conservantes com ácido cítrico apresentaram a pior resposta no que concerne à manutenção da massa fresca relativa, absorção e perda de água, cor, brilho e turgescência dos escapos florais, quando comparadas às soluções conservantes com sacarose e ácido salicílico. Estes resultados sugerem que possivelmente a concentração de ácido cítrico nos experimentos não foi a mais adequada para a manutenção dos escapos florais de *V. incurvata*. O ácido cítrico e água destilada propiciaram déficit hídrico nos escapos florais, refletido nos resultados de massa fresca relativa, absorção, perda de água e turgescência dos escapos florais. Segundo Van Doorn (1997), o déficit hídrico pode provocar redução da turgidez, descoloração das flores e/ou outros órgãos e aceleração dos sintomas de senescência.

5.5 CONCLUSÕES

As soluções conservantes com sacarose, ácido salicílico e ácido cítrico por períodos de 8 e 24 h prolongam a vida de vaso dos escapos florais de *V. incurvata*. Entretanto, as soluções conservantes com sacarose são mais eficientes por promover a manutenção da cor, brilho e turgescência; melhorar o balanço hídrico; e reduzir as perdas de massa fresca relativa dos escapos florais. Para prolongar a vida de vaso por até 24 dias e favorecer o manejo operacional dos escapos florais na pós-colheita e a manutenção destes no local de preferência do consumidor final, recomenda-se o uso da solução conservante com sacarose aplicada por 8 h.

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-graduação em Agronomia/Produção Vegetal da Universidade Federal do Paraná (UFPR). A concessão da bolsa de doutorado do primeiro autor é financiada pela Organização dos Estados Americanos (OEA) através do Programa OEA-GCUB (Grupo Coimbra de Universidades Brasileiras).

REFERÊNCIAS

AHMAD, I.; DOLE, J. M.; CLARK, E. M. R.; BLAZICH, F. A. Floral foam and/or conventional or organic preservatives affect the vase-life and quality of cut rose (*Rosa x hybrida* L.) stems. **J. Horticultural Science and Biotechnology**, v. 89, p. 41-46, 2014.

BABARABIE, M.; ZAREIE, H.; VARASTEH, F. The effect of cola on postharvest physiological characteristics of cut Alstroemeria. **J. of Ornamental Plants**, v. 4, p. 169-174, 2014.

BEGRI, F.; HADAVI, E.; NABIGOL, A. Positive interaction of ethanol with malic acid in postharvest physiology of cut spray carnation 'white natila'. **J. Horticultural Research**, v. 22, p. 19-30, 2014.

ELHINDI, K.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SAIRAM, R. K. Evaluation of several holding solutions for prolonging vase-life and keeping quality of cut sweet pea flowers (*Lathyrus odoratus* L.). **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 19, p. 195-202, 2011.

EZHILMATHI, K.; SINGH, V. P.; ARORA, A.; SAIRAM, R. K. Effect of 5-sulfosalicylic acid on antioxidant activity in relation to vase-life of *Gladiolus* cut flowers. **Plant Growth Regulation**, v. 51, p. 99-108, 2007.

GARIBALDI, A.; GULLINO, M. L. Critical aspects in management of fungal diseases of ornamental plants and directions in research. **Phytopathologia Mediterranea**, v. 46, p. 135-149, 2007.

GHOLAMI, M.; RAHEMI, M.; RASTEGAR, S. Effect of pulse treatment with sucrose, exogenous benzyl adenine and gibberellic acid on vase-life of cut rose 'Red One'. **Horticulture, Environment, and Biotechnology**, v. 52, p. 482-487, 2011.

HALEVY, A. H.; BYRNE, T. G.; KOFRANEK, A. M.; FARNHAM, D. S.; THOMPSON, J. F.; HARDENBURG, R. E. Evaluation of postharvest handling methods for

transcontinental truck shipments of cut carnations, chrysanthemums and roses. **J. American Society for Horticultural Science**, v. 103, p.151-155, 1978.

HALEVY, A. H.; MAYAK, S. Senescence and postharvest physiology of cut flowers - part 2. **Horticultural Reviews**, v. 3, p. 59-143, 1981.

HE, S.; JOYCE, D. C.; IRVING, D. E. Competition for water between inflorescences and leaves in cut flowering stems of *Grevillea* 'Crimson Yul-lo'. **J. Horticultural Science and Biotechnology**, v. 81, p. 891–897, 2006.

JORGENSEN, B. Sustainable trade in ornamental horticulture. **Acta Horticulturae**, v. 630, p. 119-123, 2004.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. Inner market for the products of the Brazilian floriculture: characteristics, trends and recent social-economic importance. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 14, p. 37-52, 2008.

JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. Socioeconomic overview of floriculture in Brazil. **Rev. Brasileira de Horticultura Ornamental**, v. 17, p. 101-108, 2011.

KONICA MINOLTA. **Precise color communication: color control from perception to instrumentation**. Japan: AJFIPK. Konica Minolta Sensing, INC, 2007. 62 p.

MACNISH, A.; JIANG, C.; NEGRE-ZAKHAROV, F.; REID, M.S. Physiological and molecular changes during opening and senescence of *Nicotiana mutabilis* flowers. **Plant Science**, v. 179, p. 267–272, 2010.

NEGRELLE, R.; ANACLETO, A. Bromeliads wild harvesting in State of Paraná. **Ciência Rural**, v. 42, n. 6, p. 981-986, 2012.

NEGRELLE, R.; MURARO, D. Phenological and reproductive aspects of *Vriesea incurvata* Gaudich (Bromeliaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, p. 95-102, 2006.

NOWAK, J.; RUDNICKI, R. M. **Postharvest handling and storage of cut flowers, florist greens, and potted plants**. Portland, OR, USA: Timber Press, 1990. 210 p.

PATTARAVAYO, R.; KETSA, S.; VAN DOORN, W. G. Sucrose feeding of Cut *Dendrobium* inflorescences promotes bud opening, inhibits abscission of open flowers, and delays tepal senescence. **Postharvest Biology and Technology**, v. 77, p. 7-10, 2013.

PERIK, R.; RAZÉ, D.; FERRANTE, A.; VAN DOORN, W. G. Stem bending in cut *Gerbera jamesonii* flowers: Effects of a pulse treatment with sucrose and calcium ions. **Postharvest Biology and Technology**, v. 98, p. 7-13, 2014.

PIETRO, J.; MATTIUZ, B. H.; MATTIUZ, C. F.; RODRIGUES, T.J. Keeping quality of cut roses cv. Vega in holding solutions. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 64-70, 2012.

PULIDO, E.; CUQUEL, F. L.; NEGRELLE, R. R. B. Behavior and postharvest evaluation criteria of *Vriesea incurvata* Gaudich. (Bromeliaceae) floral scapes. **Ornamental Horticulture**, v. 23, n. 3, p. 263-269, 2017.

RAFDI, H. H. M.; JOYCE, D. C.; LISLEB, A.; LIB, X.; IRVINGD, D. E.; GUPTA, M. A retrospective study of vase-life determinants for cut *Acacia holosericea* foliage. **Scientia Horticulturae**, v. 180, p. 254-261, 2014.

REDMAN, P. B.; DOLE, J. D.; MANESS, N. O.; ANDERSON, J. A. Postharvest handling of nine specialty cut flower species. **Scientia Horticulturae**, v. 92, p. 293-303, 2002.

REID, M.; JIANG, C. Postharvest biology and technology of cut flowers and potted plants. In: JANEK, J (Ed.). **Horticultural reviews**, Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2012. v. 40, p. 1-54.

RIA, L.; AMY, A.; TERRIL, N. Postharvest performance of selected Colombian cut flowers after three transport systems to the United States. **HortTechnology**, v. 21, p. 435-442, 2011.

RUBEL, F.; KOTTEK, M. Observed and projected climate shifts 1901-2100 depicted by world maps of the Köppen-Geiger climate classification. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 19, p. 135-141, 2010.

SEREK, M.; WOLTERING, E. J.; SISLER, E. C.; FRELLO, S.; SRISKANDARAJAH, S. Controlling ethylene responses in flowers at the receptor level. **Biotechnology Advances**, v. 24, p. 368-381, 2006.

SVEN, V.; JOSE, J. V. G. Sucrose loading decreases ethylene responsiveness in carnation (*Dianthus caryophyllus* cv. White Sim) petals. **Postharvest Biology and Technology**, v. 31, p. 305-312, 2004.

TOGNON, G. B.; AMARAL, W.; BOLZAN, R. P.; CUQUEL, F. L. Aesthetic characterization and postharvest performance of *Chromolaena laevigata*. **Acta Horticulturae**, v. 1060, p. 141-146, 2015.

VABRIT, S. Morphological aspects for selecting new bedding plants. **Acta Horticulturae**, v. 572, p. 67-74, 2002.

VAN DOORN, W. G. Effect of ethylene on flower abscission: a Survey. **Annals of Botany**, v. 89, p. 689-693, 2002.

VAN DOORN, W. G. Water relations of cut flowers. **Horticultural Reviews**, v. 18, p. 1-85, 1997.

WANG, W.; ZHANG, F.; YU, X.; SHEN, X.; GE, Y.; ZHANG, Z. Genetic analysis and associated SRAP markers for horticultural traits of *Aechmea* bromeliads. **Scientia Horticulturae**, v. 147, p. 29-33, 2012.

WU, L. Y.; XIAO, H.; ZHAO, W. J.; SUN, P.; LIN, J. K. Effect of green tea extract powder on the vase-life of fresh-cut rose (*Rosa hybrida* L.) 'Carola' stems. **J. Horticultural Science and Biotechnology**, v. 91, p. 279-284, 2016.

6 CONCLUSÕES GERAIS

Com base nos estudos realizados em *Vriesea incurvata* pode-se inferir que:

A propagação desta espécie a partir da germinação *in vitro* é adequada para promover altas taxas de germinação (> 82,8%).

Os meios de cultura MS e MS $\frac{1}{2}$ favorecem a obtenção de maior número de plântulas normais, maiores taxas de produção de biomassa fresca total, maior número de folhas e melhor desempenho de crescimento caulinar. É assim que em termos de custo/benefício, o meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ representa a melhor alternativa para o cultivo *in vitro*, dada sua menor concentração de nutrientes em relação ao meio de cultura padrão (MS).

Os meios de cultura enriquecidos com carvão ativado são desfavoráveis na promoção do crescimento das plântulas.

A suplementação com AIB no meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ favorece o crescimento *in vitro* e a aclimatização das plântulas.

A concentração de 4 mg L⁻¹ de AIB promove as melhores taxas de crescimento *in vitro* das plântulas.

No período de aclimatização, as plântulas cultivadas *in vitro* em meio de cultura MS $\frac{1}{2}$ suplementado com AIB (2 e 4 mg L⁻¹) proporcionam as melhores porcentagens de sobrevivência.

Na pós-colheita dos escapos florais são indicados como critérios de avaliação as características quantitativas e qualitativas de: cor (L*, C*, H°), brilho, turgescência, rigidez, presença de injúrias, massa fresca relativa, absorção e perda de água.

Os escapos florais são passíveis de uso ornamental como flor de corte, alcançando uma vida de vaso média de 14,9 ± 1,5 dias.

A melhor manutenção dos atributos fisiológicos e estéticos ao longo da vida de vaso dos escapos florais (até 24 dias) é promovida pela solução conservante com sacarose aplicada por 8 h.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A bioprospecção de espécies nativas, incluindo aquelas já conhecidas e utilizadas por populações locais e regionais em pequena escala, porém com pouca inserção no mercado nacional e/ou internacional, representa uma grande oportunidade a ser explorada. Atualmente, a redução no uso de espécies exóticas ou sua substituição por espécies nativas é tendência na comercialização de flores e plantas ornamentais.

O território Brasileiro abriga grande variedade de espécies vegetais nativas muitas com potencial ornamental ainda não explorado, como é o caso das bromélias.

O segmento da floricultura é caracterizado pelo frequente lançamento de novos produtos. Em resposta a esta premissa foram realizados estudos orientados a atender aspectos relacionados à produção e conservação de *Vriesea incurvata* (Bromeliaceae).

A relevância dos estudos realizados consiste no desenvolvimento da técnica de germinação *in vitro* para *V. incurvata* e seu grau de eficiência, evidenciando altas porcentagens de germinação. Esta espécie em condições naturais apresenta baixa capacidade de germinação. Frente a está limitante, os agricultores optam pela propagação vegetativa, que não sendo a melhor alternativa, dado que também apresenta baixa formação de brotos clonais, é a única técnica de propagação conhecida.

Os meios de cultura e reguladores vegetais podem influenciar positivamente ou não, o crescimento *in vitro* de *V. incurvata*. As melhores taxas de crescimento foram observadas nos meios de cultura MS suplementados com AIB. É importante destacar que o meio de cultura MS é amplamente usado na propagação *in vitro* de plantas. O fácil acesso e manejo deste meio de cultura pode ser considerado vantajoso em programas de propagação *in vitro* de *V. incurvata*.

V. incurvata é comercializada no segmento da floricultura como planta envasada, porém, dada a beleza e colorido da sua inflorescência pode ser alvo de uso como flor de corte. Os estudos associados a determinar o comportamento pós-colheita, demonstraram a potencialidade de uso desta espécie como flor de corte. A vida de vaso média dos escapos florais foi de $14,9 \pm 1,5$ dias, o que pode ser um

diferencial na comercialização, devido a que muitas espécies consideradas como o carro-chefe da floricultura apenas alcançam entre 6 a 10 dias de vida de vaso.

Durante o desenvolvimento dos estudos citados anteriormente foram encontradas algumas limitantes que em futuras pesquisas devem ser levadas em consideração:

- A taxa de crescimento de *V. incurvata* é lenta, tornando este comportamento como desvantagem para a execução de trabalhos de pesquisa de curto prazo.
- A escolha das sementes deve ser muito criteriosa, evitando assim, a dispersão de agentes contaminantes como *Fusarium* spp. nos meios de cultura e/ou substratos.
- O estabelecimento de bancos de conservação *ex situ* de *V. incurvata*, pois muitas vezes são requeridos percursos a longas distâncias para seu acesso e uso de equipamentos para trabalho em alturas para sua coleta.

Estudos com bromélias nativas são necessários e prioritários, devido à riqueza e abundância de espécies no território Brasileiro, especificamente, nas regiões sul e sudeste, nichos de produção e comercialização de plantas ornamentais. Conhecer os recursos fitogenéticos do país, assim como, suas formas de uso são uma estratégia de preservação e conservação da biodiversidade, além de obter-se valor agregado tanto econômico, ecológico e em etnoconhecimento, sendo que muitas destas espécies encontram-se localizadas em populações locais e na agricultura familiar, porém, sem uma tecnificação adequada a sistemas agrícolas de produção.

REFERÊNCIAS

CORREDOR-PRADO, J. P.; SCHMIDT, E. C.; GUERRA, P. M.; BOUZON, Z. L.; DAL VESCO, L. L.; PESCADOR, R. Histodifferentiation and ultrastructure of nodular cultures from seeds of *Vriesea friburgensis* Mez var. *paludosa* (L.B. Smith) L.B. Smith and leaf explants of *Vriesea reitzii* Leme & A. Costa (Bromeliaceae). **J. Microscopy and Ultrastructure**, v. 3, p. 200-209, 2015.

DROSTE, A.; SILVA, A. M.; MATOS, A. V.; ALMEIDA, J. W. *In vitro* culture of *Vriesea gigantea* and *Vriesea philippocoburgii*: two vulnerable bromeliads native to Southern Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 48, n. 5, p. 717-722, 2005.

FREITAS, C.; CARVALHO, V.; NIEVOLA, C. C. Effect of sucrose concentrations on *in vitro* growth and subsequent acclimatization of the native bromeliad *Vriesea inflata* (Wawra) Wawra. **Revista Biotemas**, v. 28, n. 3, p. 37-42, 2015.

KOWALSKI, V.; TARDIVO, R. C. O grupo *Vriesea platynema* Gaudich. (Bromeliaceae: Tillandsioideae) no estado do Paraná, Brasil. **Rodriguésia**, v. 66, n. 2, p. 465-475, 2015.

MARTINELLI, G.; VIEIRA, C. M.; GONZALEZ, 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.

MURARO, D.; NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. Germinação e sobrevivência de *Vriesea incurvata* Gaudich. sob dossel florestal em diferentes substratos. **Scientia Agraria Paranaensis**, v. 13, n. 3, p. 251-258, 2014.

NEGRELLE, R. R. B.; ANACLETO, A. Extrativismo de bromélias no Paraná. **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 Scientiarum. Biological Sciences**, v. 34, n. 1, p. 91-100, 2012.

NEGRELLE, R. R. B.; SAMPAIO, L. K.; MOROKAWA, R.; LEWISKI, I. Bromeliaceae Juss. do Pico Piraí, município de Guaratuba (Paraná, Brasil) de bromélias no Paraná. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, v. 32, n. 2, p. 155-176, 2011.

NEGRELLE, R. R. B. MURARO, D. Aspectos fenológicos e reprodutivos de *Vriesea incurvata* Gaudich (Bromeliaceae). **Acta Scientiarum. Biological Sciences**, v. 28, n. 2, p. 95-102, 2006.

LUTHER, H. E. **An alphabetical list of bromeliad binomials**. Sarasota-FL: Marie Selby Botanical Gardens & Bromeliad Society International, 2014. 45 p.

REITZ, R. **Bromeliáceas e a malária – Bromélia endêmica**. Itajaí: Flora Ilustrada Catarinense, 1983. 608 p.

RESENDE, C.; RIBEIRO, C.; MENDES, G.; SOARES, C. Q.; BRAGA, V. F.; CRUZ, B.; FORZZA, R.; PEIXOTO, P. *In vitro* culture of *Vriesea cacuminis* L.B. Sm. (Bromeliaceae): an endemic species of Ibitipoca State Park, MG, Brazil. **Iheringia**, v. 71, n. 1, p. 55–61, 2016.

SASAMORI, M.; JÚNIOR, D. E.; DROSTE, A. Baixas concentrações de macronutrientes beneficiam a propagação *in vitro* de *Vriesea incurvata* (Bromeliaceae), uma espécie endêmica da Floresta Atlântica, Brasil. **Rodriguésia**, v. 67, n. 4, p. 1071-1081, 2016.

SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE DO ESTADO DO RIO GRANDE DO SUL (SEMA). **Espécies da Flora ameaçadas de extinção do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre-RS, 2002 em <http://www.biodiversitas.org.br/florabr/rs-especies-ameacadas.pdf>. Acesso em: 09 Dez. 2017.

SILVA, A. L.; FRANCO, E. T.; DORNELLES, E. B.; BORTOLI, L. R.; QUOIRIN, M. *In vitro* multiplication of *Vriesea scalaris* E. Morren (Bromeliaceae). **Iheringia**, v. 64, n. 2, p. 151-156, 2009.

VERSIEUX, L. M.; BARBARÁ, T.; WANDERLEY, M. D.; CALVENTE, A.; FAY, M. F.; LEXER, C. Molecular phylogenetics of the Brazilian giant bromeliads (*Alcantarea*, Bromeliaceae): Implications for morphological evolution and biogeography. **Mol. Phylogenet. Evol.**, v. 64, p. 177-189, 2012.