

BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL E  
SUBSTRATOS EM BROMELIACEAE E CACTACEAE

**NATHÁLIA ECCARD MANHÃES**

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO NORTE FLUMINENSE  
DARCY RIBEIRO

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ  
JUNHO DE 2014

**BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL E  
SUBSTRATOS EM BROMELIACEAE E CACTACEAE**

**NATHÁLIA ECCARD MANHÃES**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

Orientadora: Prof<sup>a</sup> Janie Mendes Jasmim

Coorientador: Prof. Fabio Olivares

CAMPOS DOS GOYTACAZES – RJ

JUNHO DE 2014

## FICHA CATALOGRÁFICA

Preparada pela Biblioteca do **CCTA / UENF** 083/2014

Manhães, Nathália Eccard

Bactérias promotoras do crescimento vegetal e substratos em Bromeliaceae e Cactaceae / Nathália Eccard Manhães. – 2014.

164 f. : il.

Orientador: Janie Mendes Jasmin.

Dissertação (Mestrado - Produção Vegetal) – Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias. Campos

BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL E  
SUBSTRATOS EM BROMELIACEAE E CACTACEAE

**NATHÁLIA ECCARD MANHÃES**

Dissertação apresentada ao Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal

Aprovada em 05 de junho de 2014

Comissão Examinadora

---

Prof. Fabio Lopes Olivares (D.Sc., Agronomia) – UENF

---

Alena Torres Netto (D.Sc., Produção Vegetal) – UENF

---

Prof. José Antônio Saraiva Grossi (D.Sc., Horticultura) – UFV

---

Prof<sup>ª</sup> Janie Mendes Jasmim (D. Sc., Produção Vegetal) – UENF  
(Orientadora)

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, que me tem sustentado e guardado, me dado tudo que necessito e muito mais além, que me concedeu uma família maravilhosa e uma vida repleta de realizações.

Agradeço à minha mãe e ao meu pai, Marcilene e Cláudio, que me deram oportunidades, apoio, suporte e valorizaram sempre a educação como forma de me proporcionar uma vida melhor. Também sou grata a toda minha família, pelas orações e por estarem sempre presentes em momentos importantes da minha vida, sobretudo, ao exemplo que o meu avô Waldemiro Eccard deixou, de honestidade e seriedade, com quem aprendi o significado de liderar pelo exemplo.

Agradeço aos alunos de IC, Nayla, Luiz Alberto, Vítor e Bruna, que muito me ajudaram nos experimentos. Também aos amigos da UENF que me ajudaram nas tarefas e análises, Jefferson e Bruna Pintor. Agradeço ao CNPq pela concessão da bolsa

Agradeço também à professora Janie Jasmim, que me apoiou nas minhas decisões profissionais e pacientemente me orientou durante esses anos de atividades.

Sou grata também ao meu gestor, Samuel Gazolla, que foi um grande amigo no tempo em que trabalhamos juntos, me apoiando e incentivando a concluir este trabalho da melhor maneira possível, apesar das limitações.

A todos amigos que torceram por mim, agradeço de coração!

## SUMÁRIO

RESUMO.....	vi
ABSTRACT .....	viii
1. INTRODUÇÃO .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	5
2.1. Família Bromeliaceae.....	5
2.1.1. A espécie <i>Alcantarea vinicolor</i> .....	6
2.1.2. A espécie <i>Neoglaziovia variegata</i> .....	7
2.2. Família Cactaceae.....	1
2.2.1. A subespécie <i>Pilosocereus pachycladus pachycladus</i> .....	1
2.3. Bactérias promotoras do crescimento vegetal .....	12
2.3.1.1. <i>Herbaspirillum seropedicae</i> .....	16
2.3.1.2. <i>Burkholderia</i> sp. ....	17
2.3.1.3. <i>Serratia</i> sp. ....	17
2.4. Substratos para plantas ornamentais.....	17
2.4.1. Bucha vegetal.....	18
2.4.2. Esfagno.....	19
2.4.3. Fibra de coco.....	20

2.5.	Adubação nitrogenada em cactos e bromélias .....	21
2.6.	Produção de mudas de cactos por estaquia .....	24
3.	TRABALHOS.....	26
3.1.	CRESCIMENTO DE <i>Neoglaziovia variegata</i> (BROMELIACEAE) INOCULADA COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL EM DIFERENTES SUBSTRATOS .....	26
	RESUMO.....	26
	ABSTRACT .....	28
	INTRODUÇÃO .....	29
	MATERIAL E MÉTODOS .....	31
	Experimento 1 .....	31
	Experimento 2 .....	39
	Experimento 3.....	44
	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
	Experimento 1 .....	49
	Experimento 2 .....	57
	Experimento 3.....	65
	CONCLUSÕES .....	69
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	69
3.2.	CRESCIMENTO DE <i>Alcantarea vinicolor</i> INOCULADA COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL (BPCV) COM DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO .....	75
	RESUMO.....	75
	GROWTH OF <i>Alcantarea vinicolor</i> INOCULATED WITH PLANT GROWTH- PROMOTING BACTERIA (BPCV) with DIFFERENT SUBSTRATES AND FERTILIZATION.....	76
	ABSTRACT .....	76
	INTRODUÇÃO .....	78
	MATERIAL E MÉTODOS.....	79

Experimento 1 .....	79
Experimento 2 .....	86
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	86
Experimento 1 .....	86
Experimento 2.....	93
CONCLUSÕES .....	100
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	101
3.3. CULTIVO DE <i>Pilosocereus pachycladus pachycladys</i> INOCULADO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL (BPCV) SOB DOSES DE TORTA DE MAMONA.....	106
RESUMO.....	106
GROWTH OF <i>Pilosocereus pachycladus pachycladys</i> INOCULATED WITH PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA (BPCV) UNDER DOSE OF CASTOR BEAN CAKE.....	108
ABSTRACT .....	108
INTRODUÇÃO .....	109
MATERIAL E MÉTODOS .....	111
RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	122
CONCLUSÕES .....	137
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	137
4. RESUMO E CONCLUSÕES .....	142
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	146
APÊNDICE .....	165

## RESUMO

MANHÃES, Nathália Eccard. Eng. Agrônoma, M. Sc., Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Junho de 2014. Bactérias promotoras do crescimento vegetal e substratos em Bromeliaceae e Cactaceae. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Janie Mendes Jasmim. Coorientador: Prof. Fábio Lopes Olivares.

Bromélias e cactos são valorizados na horticultura ornamental, promovendo interesse em tecnologias que contribuam para melhor manejo do seu crescimento e aumento da produtividade. A escolha de substratos adequados e a inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) vêm sendo pesquisados, visando melhor absorção de água e uso eficiente de nutrientes e, conseqüentemente, maior crescimento das plantas. O objetivo da pesquisa foi avaliar a inoculação com BPCV (*Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54) e substratos no cultivo de *Neoglaziovia variegata*, e dos mesmos fatores aliados à adubação em *Alcantarea vinicolor* e, inoculação, adubação e aplicação de massa plástica em *Pilosocereus pachycladus pachycladus*. Três trabalhos foram realizados. O primeiro incluiu três experimentos: o Experimento 1 com *Neoglaziovia*, em delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 4x2 [substratos - substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> (SC) + areia, SC + bucha vegetal, esfagno, e fibra de coco + bucha; e inoculação com BPCV (com e sem)], com três repetições e 70 sementes por parcela. O maior índice de velocidade de emergência (IVE) foi observado no esfagno. A fibra de coco + bucha vegetal pode ser utilizada para emergência de *Neoglaziovia*. A inoculação aumentou o diâmetro da roseta e a

massa fresca das plântulas nos substratos com SC. O Experimento 2 com *Neoglaziovia* foi em DBC, em esquema fatorial 3x2 [três substratos (SC + areia; esfagno; e, fibra de coco); e inoculação (com e sem)], com três repetições. A menor altura (H) foi observada na fibra de coco, o maior número de folhas (NF) em SC + areia e no esfagno. O Experimento 3 com *Neoglaziovia*, foi realizado no campo em DBC, com dois tratamentos (com e sem inoculação) e três repetições,. Não houve efeito significativo dos tratamentos sobre as variáveis estudadas. No segundo trabalho, dois experimentos foram realizados com *Alcantarea*, em DBC, em esquema fatorial 2x2x2, combinando dois substratos (bucha vegetal e fibra de coco), dois níveis de inoculação (com e sem), e duas adubações (50 e 75%), com três repetições. A diferença entre os experimentos foi a época de inoculação: Experimento 1 – no plantio; Experimento 2 – aos 30 dias após o plantio. Foram avaliados H, comprimento da maior folha (CF), diâmetro da roseta (DR), diâmetro do colo (DC) e NF. No Experimento 1, a fibra de coco aumentou os valores de todas as características. A inoculação aumentou o CF e o DR. Não houve efeito da adubação. No Experimento 2, a inoculação aumentou H, CF, DC e DR. A adubação não teve efeito. A fibra de coco aumentou valores de todas variáveis. O trabalho 3 foi com *Pilosocereus*, em DBC, com três repetições, em esquema de parcelas subdivididas: dois níveis de adubação na parcela (50% e 75% de torta de mamona); dois níveis de aplicação de massa plástica à base do cladódio na subparcela (com e sem); e inoculação na subsubparcela (com e sem). Os melhores resultados, de modo geral, foram obtidos com 50% da torta e sem inoculação, com aplicação de massa plástica.

Palavras-chave: *Burkholderia silvatlantica*; *Serratia marcescens*; *Herbaspirillum seropedicae*; fibra de coco; bucha vegetal.

## ABSTRACT

MANHÃES, Nathália Eccard. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Junho de 2014. Plant growth promoting bacteria (BPCV) and substrates in Bromeliaceae and Cactaceae. Advisor: Prof<sup>a</sup> Janie Mendes Jasmim. Co-advisor: Prof. Fábio Lopes Olivares.

Bromeliads and cactus are highly appraised in ornamental horticulture generating interest in technologies that contribute to the best management of growth and increased productivity. The choice of suitable substrates and the inoculation with plant growth-promoting bacteria (BPCV) have been studied aiming to improve the absorption of water and nutrients and, therefore, plant growth. The objective of this research was to evaluate the inoculation with BPCV (*Burkholderia silvatlantica* strain 103, *Serratia marcescens* strain 22 and *Herbaspirillum seropedicae* strain HRC 54) and substrates on the growth of *Neoglaziovia variegata*, and of the same factors along with fertilization on the growth of *Alcantarea vinicolor* and inoculation, fertilization and applying putty in *Pilosocereus pachycladus pachycladus*. Three researches were carried out. The first one included three experiments. Experiment 1 with *Neoglaziovia* in a randomized block design (DBC) in factorial scheme 2x4 [substrates - Plantmax® commercial substrate (SC) + sand, SC + loofah fiber, sphagnum moss and coconut fiber + loofah fiber; and inoculation with BPCV (with and without)] with three replications and 70 seeds per plot. The highest emergence speed index (IVE) was observed in sphagnum moss. Coconut fiber + loofah fiber can be used for the emergence of *Neoglaziovia*. Inoculation increased the rosette diameter, and fresh weight of the seedlings in substrates with SC. Experiment 2 with

*Neoglaziovia* was in DBC, in a 3x2 factorial scheme [three substrates (SC + sand, sphagnum moss and coconut fiber); and inoculation (with and without)], with three replications. The lowest height (H) was observed in coconut fiber, the highest number of leaves (NF) in SC + sand and in sphagnum moss. Experiment 3 with *Neoglaziovia* was carried out in DBC, with two treatments (with and without inoculation) and three replications. There was no significant effect of treatments on the studied variables. In the second research, two experiments were conducted with *Alcantarea* in DBC in a 2x2x2 factorial scheme, combining two substrates (loofah fiber and coconut fiber), two inoculations (with and without), and two fertilizations (50 and 75%) with three replications. The difference between the experiments was the time of inoculation: Experiment 1 – at planting; Experiment 2 – at 30 days after planting. Plant height (H), length of the longest leaf (CF), rosette diameter (DR), stem diameter (DC) and NF were evaluated. In Experiment 1, the coconut fiber increased the values of all the variables. Inoculation increased the CF and DR. There was no effect of fertilization. In Experiment 2, inoculation increased H, CF, DC and DR. There was no effect of fertilization. Coconut fiber increased values of all variables. The third research was with *Pilosocereus*, in DBC, with three replications a split-split plot arrangement: two fertilization levels in the plot (50% and 75% of the castor bean cake, used by the producer); two treatments applying plastic mass on the cladodes in the split plot (with and without); and inoculation in split-split (with and without). The best results overall were observed with 50% of castor bean cake and with the application of plastic mass and without inoculation.

Keywords: *Burkholderia silvatlantica*; *Serratia marcescens*; *Herbaspirillum seropedicae*; coconut fiber; loofah fiber.

## 1. INTRODUÇÃO

O território brasileiro, pela sua grande extensão e por abrigar vários climas diferentes, permite que muitas plantas ornamentais exóticas se adaptem, sejam elas de clima tropical ou temperado (Uzzo, 2008). Os produtos em destaque provenientes da cadeia produtiva da floricultura no Brasil são: flores de corte, flores envasadas, sementes ou mudas, plantas usadas em interiores de edificações, plantas usadas em paisagismo e, folhagens (Batalha e Buainain, 2007).

A produção de plantas ornamentais no Brasil está distribuída em 304 municípios em uma área cultivada de 5,2 mil ha. O setor é responsável por aproximadamente 120 mil empregos, diretos e indiretos, sendo 58 mil na produção, 4 mil na logística e distribuição, 51 mil na área comercial e ainda, 7 mil em outras atividades relacionadas (Vencato et al., 2006). Apesar do crescimento substancial nos últimos anos, as exportações são pequenas em comparação com outros países (Junqueira e Peetz, 2008).

O estado com maior destaque neste setor é São Paulo, que detém 74,5% da produção nacional, tendo como principais regiões produtoras: Atibaia, Grande São Paulo, Dutra, Vale do Ribeira, Paranapanema e Campinas; além de ser o principal consumidor e exportador de ornamentais (Batalha e Buainain, 2007).

A época atual é marcada pela busca do ser humano por sua essência. Como as flores e plantas ornamentais têm, entre outros, importante papel em sensibilizar as pessoas, elas então passam a ter uma presença cada vez mais marcante na construção deste momento (SEBRAE, 2012).

Em 2007, a movimentação anual de capital da floricultura no Brasil chegou a U\$ 1,3 bilhão e as exportações representaram uma fatia de apenas 2,7% deste valor (Junqueira e Peetz, 2008).

Apesar de ser uma atividade rentável, procuram-se sempre novas alternativas para diminuir os custos de produção e aumentar a produtividade, principalmente para que as propriedades rurais pequenas se tornem mais competitivas. Incentivos governamentais têm viabilizado melhorias neste sistema de produção, gerando boa rentabilidade e número considerável de empregos (Brainer e Oliveira, 2007).

Segundo Reid et al. (1991) cada espécie de planta possui exigências específicas para seu desenvolvimento. Luz, água, temperatura e condições relacionadas ao solo ou substratos são alguns dos elementos que mais interferem no desenvolvimento das plantas.

Para garantir mudas de plantas ornamentais com desenvolvimento adequado é preciso usar substratos de qualidade, sendo essencial a caracterização das propriedades físicas, químicas e biológicas de tais (Abreu et al., 2002). As características físicas mais importantes a se considerar na escolha do substrato são a densidade, a porosidade, a disponibilidade de água e de ar, os teores de nutrientes, os valores de pH e de condutividade elétrica são de extrema importância (Kämpf, 2000).

De acordo com Blank et al. (2003), a produção de mudas de muitas das espécies de produção ornamental ainda não está totalmente estabelecida, muitas informações sobre as melhores práticas e condições de cultivos ainda não foram consolidadas. Portanto, são necessárias pesquisas quanto ao tipo de substrato, às exigências de sombreamento, ao tamanho de recipientes, adubações, dentre outros.

A adubação é um fator importante e limitante da produtividade dos cultivos de plantas ornamentais. O manejo da adubação nitrogenada, por exemplo, tem muitas peculiaridades, pois, além de aspectos técnicos e econômicos, sua aplicação também envolve aspectos ambientais, uma vez que

grande parte da quantidade aplicada é perdida por volatilização ou lixiviação (Amado et al., 2002). As tomadas de decisão sobre as adubações comumente são feitas com doses empíricas, ou baseando-se em literaturas pouco específicas para a região, tipo de solo ou espécie de planta (Costa, 2012). Portanto, um correto manejo da utilização de adubos nitrogenados leva uma economia para os produtores e também para o ambiente.

A gestão integrada da nutrição é necessária para manter a produtividade agrícola e proteger o meio ambiente. Os resultados de Adesemoye e Kloepper (2009) sugerem que uso de inoculantes a base de BPCV podem ser potenciais componentes dos sistemas de gestão integrada da nutrição, devendo ser investigados como componente de um sistema de manejo nutricional integrado aumentando a produtividade agrícola, devido ao estímulo à produção de hormônios vegetais, fixação biológica de nitrogênio, entre outros, que em conjunto, além de promover o crescimento, atuam no sentido de minimizar os efeitos negativos de estresses (Bashan e Hognin, 1997; Zaied et al., 2003; Potters et al., 2007). Adesemoye e Kloepper (2009) afirmam que além da utilização dos inoculantes microbianos para controle biológico ou promoção do crescimento das plantas, o impacto de inoculantes na absorção de nutrientes ainda é um tema pouco explorado. Amorim e Melo (2002) destacaram que as BPCV podem auxiliar em todo o ciclo das plantas, sendo possibilitados aumentos na taxa de germinação, desenvolvimento de órgãos, formação de flores e aumento de produtividade.

Com base nos efeitos benéficos das BPCV, os estudos utilizando misturas de inoculantes são muito promissores (Berg 2009). Benefícios promovidos pela interação planta x BPCV incluem aumentos na taxa de germinação de sementes, crescimento foliar, produtividade, área foliar, teor de clorofila, a absorção de nutrientes, teor de proteína, tolerância a estresses, massa de parte aérea e raízes, controle biológico e atraso na senescência (Mahaffee e Kloepper, 1994; Raaijmakers et al., 1997; Bashan et al., 2004; Mantelin e Touraine, 2004; Bakker et al., 2007; Yang et al., 2009).

Segundo Dey et al. (2004) as interações entre as bactérias diazotróficas e as raízes das plantas promovem mobilização e absorção de nutrientes presentes na solução do solo pelas raízes das plantas, acarretando em aumento de produtividade da cultura.

Neste sentido, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV), de diferentes substratos e doses de adubação no cultivo de plantas ornamentais.

Os objetivos específicos deste trabalho foram: avaliar o efeito da inoculação de BPCV, substratos e adubação sobre a emergência e o crescimento de *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae), em campo e em casa-de-vegetação; avaliar o efeito da inoculação com BPCV, diferentes substratos e doses de adubação sobre o crescimento e desenvolvimento de mudas da bromélia *Alcantarea vinicolor* em casa-de-vegetação; e, avaliar o efeito da inoculação de BPCV, diferentes doses de adubação e aplicação de massa plástica à base das mudas sobre o crescimento e desenvolvimento de *Pilosocereus pachycladus pachycladus* (Cactaceae), cultivadas no campo.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Família Bromeliaceae

A família Bromeliaceae é a única integrante da ordem Bromeliales, com 56 gêneros e 3086 espécies, classificadas em três subfamílias, sendo estas: Ptilairnioideae, Tillandsioideae e Bromelioideae. As bromélias constituem um grupo diversificado de plantas com hábitos rupestres, terrestres ou epifíticos (Smith e Downs, 1979).

A maioria da família Bromeliaceae tem distribuição neotropical, que se estende desde os estados da Virgínia, Texas e Califórnia, nos EUA, até a Argentina (Reitz, 1983). No Brasil, elas são encontradas em todos os ecossistemas, com cerca de 40 gêneros e 1200 espécies, ocorrendo principalmente na Mata Atlântica (Souza e Lorenzi, 2005; Collins, 1960; Paula e Silva, 2004).

Na década de 70 o comércio de bromélias começou a se aquecer, principalmente com o consumo de *Aechmea fasciata*, espécie nativa do estado do Rio de Janeiro, o que acabou promovendo um interesse por parte dos consumidores por outras espécies de menor expressividade. Portanto, não havia a produção agrícola de bromélias, e sim, o extrativismo, que acabou provocando problemas ambientais, dentre estes, a redução da diversidade específica (Oikos, 2007).

As bromélias têm sido muito utilizadas no paisagismo, devido à sua vistosidade e diversidade em cores (Matteo, 2002). Além disso, são plantas que não requerem cuidados, em geral, bastante resistentes à estresses (Rocha, 2002).

### 2.1.1. A espécie *Alcantarea vinicolor*

O gênero *Alcantarea* é composto por plantas rupícolas, com folhas em roseta, formando tanque e, seus frutos são em cápsula. Este gênero é endêmico no Brasil, estendendo-se do litoral da Bahia até São Paulo, e, compreendendo 22 espécies (Versieux e Wanderley, 2007), dessas, 15 são endêmicas da Mata Atlântica.

*Alcantarea vinicolor* pertence à subfamília Tillandsioideae e é uma espécie ainda pouco conhecida (Figura 1). Em 1974, foi descrita como *Vriesea vinicolor*, mas em 1995, passou a ser chamada de *A. vinicolor* (CNCFLORA, 2012).



Figura 1. *Alcantarea vinicolor*, em casa de vegetação, aos 120 dias de período experimental (05/03/14), Campos dos Goytacazes - RJ.

A espécie *A. vinicolor* é originária do estado do Espírito Santo, notadamente nos municípios de Domingos Martins, Vargem Alta e Santa Maria de Jetibá, e encontra-se na lista de espécies ameaçadas de extinção como vulnerável (IPEMA, 2007; Martinelli et al., 2008). É de hábito rupícola e atinge altura máxima de 2,6 m, com diâmetro de até um metro, apresenta propagação por brotações axilares e floresce de junho a agosto (Versieux, 2009).

#### 2.1.2. A espécie *Neoglaziovia variegata*

A *Neoglaziovia variegata* é uma planta terrestre ou rupícola, conhecida vulgarmente por caroá, pertencente à subfamília Bromelioideae e é encontrada nas microrregiões do Cariri Paraibano (Figura 2). Apresenta folhas listradas e compostas por fibras de alta resistência, o que potencializa sua importância comercial (Pereira, 2003).



Figura 2. *Neoglaziovia variegata*, cultivada no campo, aos 30 dias de período experimental (22/02/2013), Quissamã – RJ.

A região do Cariri Paraibano tem precipitação média anual de até 600 mm, com temperatura média anual de 26 °C e umidade relativa do ar média de até 75%. Os solos são rasos e pedregosos e a vegetação é considerada baixa e pobre em espécies (Barbosa et al., 2007). O município de Quissamã – RJ está situado na baixada campista, em ambiente costeiro e é fortemente marcado pelos processos geológicos e geomorfológicos, bem como pelas marcas da monocultura canavieira fortemente explorada no passado. Os solos de restinga representam dois terços do território do município, são de baixa fertilidade e falta de água (Rua et al., 1996). Essas condições de restrição às atividades agrícolas em ambas as áreas assemelham-se entre si.

Suas inflorescências têm até 25 cm de comprimento e podem ser encontradas até 60 flores por planta, que são protegidas por brácteas de cores vivas, e os seus frutos são bagas suculentas (Smith e Downs, 1979; Pereira, 2003; Forzza et al., 2014).

A propagação desta espécie pode ocorrer através de sementes ou por gemas e rizomas laterais, porém, sua taxa de multiplicação é baixa, o que limita um cultivo comercial, pela limitação da produção de mudas (Silveira et al., 2009).

Suas sementes são difíceis de ser encontradas, pois pássaros e outros animais alimentam-se das bagas, tanto verdes, quanto maduras, o que dificulta a coleta na época de maior vigor das sementes (Xavier, 1982). A floração acontece no final da estação seca seguida da frutificação. Suas flores abrem da base para o ápice (Pereira e Quirino, 2008).

As fibras, retiradas das folhas, são responsáveis por geração de trabalho e renda para diversas famílias, principalmente no nordeste brasileiro, pois com elas podem-se fabricar vários produtos artesanais: cordas, chapéus, bolsas, tapetes, redes, redes de pesca e tecidos. Porém, a planta do caroá tem sido explorada de maneira extrativista, de forma que já se extinguiu em algumas regiões do estado da Bahia (Silveira et al., 2011).

O Caroá teve seu ápice de extrativismo e comercialização durante as décadas de 40 e 60, pois suas fibras foram amplamente utilizadas na fabricação de barbantes, linhas de pesca, tecidos e cordas (Nóbrega, 2007).

D'Almeida et al. (2006) analisaram quimicamente as fibras de caroá, e observaram que os teores de celulose, hemicelulose e lignina são, respectivamente: 35,5; 17,9 e 30,1%.

O caroá, além de suas folhas serem utilizadas para fibras e de poder ser usado como planta ornamental, também tem propriedades medicinais, como atividade antimicrobiana (Peixoto, 2009; Sá et al., 2011).

## 2.2. Família Cactaceae

A família Cactaceae compreende 1306 espécies, distribuídas em 113 gêneros, e, há somente uma espécie que ocorre fora da América: *Rhipsalis baccifera* (Hunt, 1999). Do ponto de vista taxonômico esta família encontra-se, atualmente, dividida em quatro subfamílias: Maihuenioideae, Pereskioideae, Opuntioideae e Cactoideae (Wallace, 1995).

No Brasil, há dois grupos de cactáceas, um na região Nordeste e outro no Sul e Sudeste, sendo a Bahia o centro de dispersão. No Nordeste, as espécies têm mais afinidade com as da América do Norte, enquanto as do Sul e Sudeste se assemelham mais às sul-americanas (Barroso et al., 2002).

As cactáceas contam com importantes modificações fisiológicas: o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), sistemas radiculares extensos e superficiais, rápida formação de pelos absorventes nas épocas de chuva e absorção imediata da água atmosférica através dos espinhos, permitindo um melhor aproveitamento do uso da água (Martins, 2007).

As plantas de cactos podem assumir várias formas, porém elas têm em comum a suculência. Essa suculência é proveniente do armazenamento de água, que é responsável por protegê-las das condições climáticas adversas. Segundo Gibson e Nobel (1986), o mesmo órgão que é responsável por armazenar água, o cladódio, também é responsável pelo processo fotossintético. Geralmente o cladódio é formado por costelas, que aumentam a superfície de contato com o ambiente para absorção de maior quantidade de água. Na axila de cada folha desenvolve-se uma gema axilar, que origina espinhos ao invés de folhas, sendo conhecida por aréola.

Segundo Calvente et al. (2005), no o estado do Rio de Janeiro são encontradas 45 espécies de cactos, distribuídas em 13 gêneros, sendo que o

gênero *Rhipsalis* é o mais representativo, com 23 espécies. *Pilosocereus* aparece com três espécies: *Pilosocereus brasiliensis*, *P. arrabidae* e *P. ulei* (7% do total).

De acordo com Andrade et al. (2006), as cactáceas possuem múltiplos usos: farmacêutico, alimentação humana e animal, ornamental, confecção de portas, janelas, ripas e caibros, enchimentos de selas e almofadas, dentre outros.

#### 2.2.1. A subespécie *Pilosocereus pachycladus pachycladus*

O gênero *Pilosocereus* é pertencente à subfamília Cactoideae e se diferencia de outros gêneros pelas características dos frutos, que são globoso-achatados, deiscentes por fissuras irregulares e com polpa carnosa. Suas flores são polinizadas por morcegos e se abrem à noite (Godofredo, 2009).

Plantas de *Pilosocereus pachycladus* podem atingir 10 metros de altura, ou mais (Figura 3). Seu caule é ereto, com coloração de cinza-esverdeado a azul-esverdeado, e, têm muitos espinhos, contendo 5 a 19 costelas. Os frutos que têm aproximadamente 30 mm e mais de 3000 sementes (Abud et al., 2010). É uma cactácea nativa da caatinga brasileira, ocorrendo nos estados do Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (Anderson, 2001; Lima, 1996).



Figura 3. *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, cultivados a campo, aos 30 dias de período experimental (22/02/13), Quissamã – RJ.

A região da caatinga apresenta baixas e irregulares precipitações, e, altas temperaturas (Santos et al., 1992) e os solos no semi-árido nordestino são, geralmente, rasos. Há uma semelhança entre essa região e a região de Quissamã, onde os solos são de baixa produtividade e há escassez de água (Rua et al., 1996).

Esta espécie é conhecida comumente como facheiro, facheiro azul ou mandacaru de facho, sendo muito utilizada por agricultores das regiões onde são nativas, através da exploração extrativista, como alternativa para alimentação de animais no período de seca (Cavalcanti, 2004).

Duas subespécies são conhecidas de *Pilosocereus pachycladus*: subespécie *pachycladus* e subespécie *pernambucoensis*. A subespécie *pachycladus* tem caule alto, com até 12 metros de altura, as costelas mais largas, por isso tem menor número de costelas, longos espinhos centrais que são facilmente distinguidos dos radiais, as flores nas aréolas são hirsutas, sendo encontrado na Bahia e no sul de Minas Gerais. Enquanto que a subespécie

*pernambucoensis* ocorre em todo o Nordeste, tem caule mais baixo (até 9 m) e os espinhos centrais são do mesmo tamanho dos radiais (Anderson, 2001).

As suas sementes se comportam como fotoblásticas positivas, que é quando as sementes germinam somente na presença de luz, e as temperaturas constantes de 25 e 30 °C proporcionam as maiores porcentagens e velocidades de germinação (Abud et al., 2010).

### 2.3. Bactérias promotoras do crescimento vegetal

Algumas espécies de bactérias e fungos podem contribuir para um melhor desempenho das plantas, mesmo sob estresse, estes microrganismos são as bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) e os fungos micorrízicos arbusculares (Yang et al., 2009; Alguacil et al., 2009).

As bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) podem colonizar as plantas tanto epifiticamente, quanto endofiticamente, e, não causam danos à planta hospedeira (Mariano et al., 2004), pelo contrário, através da sua associação podem beneficiar o crescimento e desenvolvimento das plantas.

A simbiose é definida por uma melhoria recíproca entre os organismos associados, sendo qualquer efeito protetor, que aumente a capacidade de reprodução ou sobrevivência de ambos (Selosse et al., 2004).

Bactérias epifíticas se referem àquelas que habitam a superfície vegetal (Jacques e Morris, 1995) e não são patogênicos (Andrews e Harris, 2000).

Estudos têm revelado que as bactérias epifíticas podem ser benéficas às plantas através do mecanismo de controle biológico (Singh et al., 2004; Byrne et al., 2005). Borges (2006) discute que a definição de bactérias epifíticas também está evoluindo para ser atribuída à sua função, mais do que a sua localização na planta, ou seja, bactérias que habitam a superfície da planta sem causar sintomas visíveis de doenças.

As bactérias promotoras do crescimento vegetal contribuem beneficentemente para as plantas das seguintes maneiras: fixação biológica de nitrogênio e solubilização de fosfato inorgânico (Kuklinsky-Sobral et al., 2004), produção de fitormônios (Brandl e Lindow, 1998) e agentes de controle biológico (May et al., 1997).

A associação endofítica refere-se à localização do microorganismo no interior da planta, e, as bactérias endofíticas vivem, pelo menos, parte do seu ciclo de vida no interior da planta, sem causar sintomas de doenças (Baldani et al., 2002). No entanto, Quispel (1992) considera apenas as bactérias que estabelecem uma endossimbiose com a planta como endofíticas. Borges (2006) conclui que o conceito de bactérias endofíticas está mais associado à função dessas no ecossistema do que a localização na planta.

As bactérias endofíticas são encontradas geralmente em maior número nas raízes, e em menor número nos caules e folhas, respectivamente (Olivares et al., 1996; Roesch et al., 2006). Isso demonstra que a raiz é a principal porta de entrada para essas bactérias.

Os sítios de infecção comuns para essas bactérias endofíticas são: as partes da planta naturalmente danificadas durante o crescimento, as interseções das raízes laterais com as primárias, os pelos radiculares, e os estômatos ou tricomas danificados (James et al., 2002). Nos pelos radiculares e nas células epidérmicas as bactérias elas produzem e utilizam enzimas (pectinases e celulases) para degradar a parede celular da planta hospedeira (Sala et al., 2007). Porém, nem todas as bactérias que penetram a parede celular da planta hospedeira são capazes de produzir enzimas degradadoras, dependendo, portanto, de aberturas naturais para penetração (Olivares et al., 1997).

O espaço intercelular e o lúmen do xilema são considerados os principais locais para o estabelecimento das bactérias endofíticas, local onde há abundância de nutrientes, porém, poucos são os estudos relacionados com o local de estabelecimento das bactérias (James e Olivares, 1998; Sattelmacher, 2001).

Bactérias endofíticas isoladas de uma determinada espécie vegetal tendem a penetrar e se estabelecer mais facilmente em raízes dessa mesma espécie, sendo denominadas estirpes homólogas (Baldani e Baldani, 2005). Baldani et al. (1986) concluíram, por exemplo, que em trigo estirpes homólogas foram mais eficientes do que as isoladas de plantas de outras espécies. O genótipo da planta é um fator chave para obter os benefícios que podem ser causados pelas bactérias endofíticas (Reis et al., 2000). Estudos com *Azospirillum* sp. em milho mostraram que diferentes genótipos de milho poderiam fornecer resultados completamente distantes, alguns genótipos mostraram

resposta favorável à inoculação e a aplicação de 100 Kg ha<sup>-1</sup> de N e, outros genótipos não geraram efeitos significativos à essas variáveis (García de Salamone et al., 1996).

A infecção e a colonização de plantas por bactérias envolvem reconhecimentos de sinais moleculares, o movimento das bactérias em direção às raízes, através da quimiotaxia, a adesão na superfície vegetal e posterior penetração e multiplicação dentro da planta (Reis et al., 2000). Normalmente, a densidade de bactérias endofíticas é menor que a de bactérias da rizosfera. Ainda não foi esclarecido se as plantas se beneficiam mais da presença de um endófito ou de uma bactéria da rizosfera, também não está elucidada qual comunidade de microorganismos (endofíticos ou epifíticos) promovem maior crescimento vegetal (Rosenblueth e Martinez-Romero, 2006).

As bactérias que se associam às plantas podem ser encontradas isoladas, em agregados, microcolônias, simplamatas e biofilmes (Morris e Monier, 2003).

O biofilme é formado por uma população microbiana coberta por uma matriz extracelular, com bactérias aderidas entre si e a uma superfície ou interface (Costerton et al., 1995). A formação do biofilme pode ser influenciada por vários fatores, dentre eles: disponibilidade de nutrientes, temperatura, osmolaridade, pH, oxigênio (O'Toole et al., 2000).

As bactérias formam o biofilme para se protegerem de condições de estresse, para colonizarem uma área rica em nutrientes, ou, é somente um modo de crescimento (Jefferson, 2004).

As bactérias que crescem isoladamente se desenvolvem diferentemente das que crescem em biofilmes, pois nos biofilmes ocorre o aumento da síntese de exopolissacarídeos, resistência a antibióticos, aumento da resistência a radiações ultravioleta, alteração das capacidades biodegradativas e aumento da produção de metabólitos secundários (O'Toole et al., 2000). Esses fatores levam a formação de um ambiente seguro, protegendo as bactérias das condições de estresse da planta.

Tanto as bactérias epifíticas, quanto as endofíticas promovem o crescimento das plantas a partir de uma série de mecanismos, que incluem ações diretas, dentre elas a considerada mais importante é a fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Baldani et al., 2002).

O uso de bactérias que promovem o crescimento de plantas através da FBN é importante frente à necessidade de se reduzir a dependência de fertilizantes nitrogenados, tanto por aspectos ambientais, quanto por custo do insumo (Cantarella e Duarte, 2004; Conceição et al., 2009). Adesemoye e Kloepper (2009) sugerem que inoculantes microbianos podem ser potencialmente explorados em sistemas integrados de nutrição de plantas para o aumento da eficiência do uso de fertilizantes. Esse sistema integrado de gestão, segundo os autores, é necessário para manter a produtividade agrícola e preservar o meio ambiente. Além da FBN, as BPCV também podem contribuir com a solubilização de fosfato inorgânico (Rodriguez e Fraga, 1999; Kuklinsky Sobral et al., 2004), no sequestro de Fe pela produção de sideróforos (Raaijmakers et al., 1997) e produção de hormônios vegetais (Gutierrez-Manero et al., 2001). Esses benefícios contribuem para uma maior disponibilização de nutrientes podendo acarretar maior absorção pela planta e, conseqüentemente, melhor manejo da sua nutrição.

Mudanças na arquitetura do sistema radicular é um mecanismo comum de adaptação, como deficiência nutricional ou toxicidade por metais pesados, deficiência ou excesso de água, um processo no qual os hormônios vegetais têm um importante papel (Potters et al., 2007). É amplamente relatado que a presença de BPCV também pode induzir modificações no crescimento radicular (Belimov et al., 2007).

As bactérias associadas à raiz que beneficiam o crescimento de plantas são capazes de produzir auxina (AIA), o que gera um aumento no crescimento radicular e pode também contribuir para a formação de raízes laterais e pelos radiculares. Com o crescimento das raízes, estas se tornam mais eficientes em absorver água e nutrientes (Dimpka et al., 2009).

Diferentes estudos têm sido feitos no sentido de descobrir os benefícios das BPCV às plantas, dentre eles, a mistura de estirpes de bactérias para potencializar estes benefícios, acredita-se que algumas combinações possam trabalhar sinergicamente. Por exemplo, Oliveira et al. (2006) avaliaram o efeito da inoculação de uma mistura com BPCV em variedades de cana-de-açúcar e obtiveram resultados positivos para FBN, com contribuição de quase 30% de N acumulado. Vários autores, estudando o gênero *Pseudomonas*, encontraram resultados benéficos quanto à produção de fitormônios (Hussain e Vancurd,

1970), solubilização de fosfato (Rodriguez e Fraga, 1999) e como agente de controle biológico (Misko e Germida, 2002). Patten e Glick (2002) observaram que a espécie *Pseudomonas putida* aumentou em até 50% o tamanho de raízes de canola (*Brassica campestris*) por produção de AIA.

Bashan et al. (2014), em estudo sobre os avanços da inoculação com BPCV afirmam que os principais aspectos para o sucesso da inoculação são a eficácia do isolado bacteriano e a utilização da tecnologia de inoculação adequada. A eficácia do inoculante tem, entre outros aspectos, relação com a competição com a microbiota nativa. O primeiro objetivo para alcançar resultados satisfatórios é encontrar a melhor estirpe da bactéria ou um consórcio microbiano. Após, deve-se encontrar a formulação ideal para o inoculante. E, por último, mas não menos importante, deve-se utilizar um método de aplicação prático, que pode ser, dentre outros: revestimento de sementes, aplicação no solo, em substratos e ao redor das raízes.

#### 2.3.1.1. *Herbaspirillum seropedicae*

As bactérias do gênero *Herbaspirillum* sp. são comumente encontradas em raízes de espécies de gramíneas, como arroz, sorgo, milho e cana-de-açúcar (Canellas et al., 2013). As células são gram negativas e vibróides, e, são fixadoras de N atmosférico. O crescimento ideal ocorre em uma faixa de pH de 5,3 a 8,0. A espécie *Herbaspirillum seropedicae* recebeu este nome por ter sido isolada pela primeira vez na cidade de Seropédica – RJ, Brasil.

Este gênero tem sido muito utilizado em experimentos de promoção do crescimento vegetal. Vários trabalhos têm apontado interações positivas entre essas bactérias e as plantas, como, por exemplo, Weber et al. (2000) que inocularam este gênero em bananeira “Prata-anã” e obtiveram um maior acúmulo de matéria fresca. Radwan et al. (2004) observaram a indução do crescimento radicular de milho e trigo também pelas bactérias deste gênero. Intorne et al. (2013) encontrou promoção do crescimento vegetal por cepas de *H. seropedicae* em sorgo sacarino, em que a cepa HIII215 levou a um aumento de quatro vezes na biomassa foliar e duas vezes na produção de raízes, em relação ao controle. Canellas et al. (2013) constataram que a inoculação de plantas de milho com *H. seropedicae*, com ácido húmico, induziu o surgimento

de raízes laterais nas fases iniciais de crescimento da planta e estimulou as atividades das bombas de H<sup>+</sup> ATPase. Ainda neste trabalho *H. seropedicae* contribuiu para maior eficiência fotossintética em condições de baixa disponibilidade de N.

#### 2.3.1.2. *Burkholderia* sp.

O gênero *Burkholderia* sp. é composto por bactérias gram negativas, que apresentam grande diversidade fisiológica e genética. Atualmente são encontradas mais de 30 espécies, principalmente no solo e na rizosfera. Estas vêm sendo, nos últimos tempos, objeto de estudos e aplicadas em soluções biotecnológicas, na estimulação do crescimento vegetal, no biocontrole, na biorremediação e, até mesmo, na medicina e na indústria (Coenye e Vandamme, 2003; Santos, 2010). Baldotto et al. (2010) aplicaram *Burkholderia* spp. em abacaxizeiro 'Vitória' e obtiveram incrementos significativos em relação às plantas controle nos parâmetros de crescimento de parte aérea e sistema radicular.

#### 2.3.1.3. *Serratia* sp.

O gênero *Serratia* é composto por bactérias gram negativas, pertencente à família Enterobacteriaceae. As espécies de *Serratia* podem ser encontradas em diversos *habitats*, como água doce ou salgada, poluída ou não, no solo e nas plantas (Grimont e Grimont, 1992).

Barreti et al. (2009) com o objetivo de selecionar bactérias endofíticas em tomateiro e testar a potencialidade dos isolados como agentes de biocontrole de doenças e de promoção de crescimento, observaram que somente a *Serratia marcescens*, dentre todos os isolados selecionados foi capaz de promover o crescimento vegetal, causando aumento na altura das plantas (Holt et al., 1994).

## 2.4. Substratos para plantas ornamentais

Ao se falar em substrato entende-se que este está relacionado ao meio de cultivo de plantas em recipientes, sendo definido pelo meio físico onde se

desenvolvem as raízes das plantas cultivadas (Kämpf, 2000). Um substrato para plantas pode ser considerado como qualquer material que exerça função de suporte.

Segundo Faria et al. (2001), as principais características de um substrato para cultivo de plantas ornamentais são: disponibilidade, preço baixo e facilidade de manuseio. Para garantir substratos com a qualidade adequada ao desenvolvimento das plantas é essencial a caracterização das propriedades físicas, químicas e biológicas desses materiais (Abreu et al., 2002).

Algumas vantagens do cultivo em substratos são: ambiente restrito às plantas, com melhor gerenciamento da irrigação e da adubação e o substrato pode ser manuseado, melhorado e reutilizado (Minami, 2000).

O cultivo em recipientes necessita de adubações e irrigações constantes, e para um melhor gerenciamento devem-se conhecer as propriedades químicas e físicas dos substratos, pois elas determinam o manejo e a qualidade dos cultivos (Schmitz et al., 2002). A fim de prover essas características, Bellé e Kämpf (1993) relatam que os substratos hortícolas para recipientes devem apresentar elevada aeração, elevada capacidade de retenção de água, alta CTC e baixo teor de sais solúveis, entre as principais características.

#### 2.4.1. Bucha vegetal

A bucha (*Luffa cylindrica*) é uma espécie anual, herbácea, com caule longo, pertencente à família Cucurbitaceae, com origem na Ásia e África tropicais e pode ser encontrada por todo o território brasileiro. Também possui propriedades medicinais, sendo utilizada como purgante, desobstruente e vermífugo (Braga, 1979; Matos, 1997).

A cultura da bucha vegetal é amplamente difundida no Brasil, porém nunca teve expressividade comercial, mas é fonte de renda complementar para muitas famílias (Germek, 1996; D'Almeida et al., 2005).

O fruto da bucha após seco apresenta um sistema vascular que forma uma manta dotada de um conjunto de fibras hidrofílicas (60% celulose, 30% hemicelulose e 10% lignina), que são finas, resistentes e flexíveis, sendo

utilizada comercialmente como esponja para banho (Naglis e D'Almeida, 1994; D'Almeida et al., 2005; Mazali e Alves, 2005).

De acordo com Ogbonna et al. (1994), a bucha apresenta baixa densidade, alta porosidade, alto volume específico de poros, estabilidade em uma ampla faixa de pH e resistência à: autoclavagem, mudanças de formas, de estrutura e de textura.

Segundo Annunziato (2005), o teor de água absorvido pela bucha vegetal é de 50-51%, enquanto que o da fibra de coco é de 42-45%. Por essas características, a bucha vegetal pode apresentar potencial para substrato de espécies ornamentais, as quais têm preferência por substratos que apresentam características como alto percentual de espaço de aeração, boa estabilidade e estrutura, textura relativamente grossa e drenagem livre, permitindo às raízes livre acesso ao ar e até à luz.

#### 2.4.2. Esfagno

O gênero *Sphagnum* sp. pertence à família Sphagnaceae, e é uma planta briófito, um musgo, que são vegetais terrestres morfologicamente mais simples, habitando ambientes úmidos, chamados turfeiras. Neste gênero são encontradas de 250 a 450 espécies (Séneca, 1999; Shaw, 2000).

A planta de esfagno consiste essencialmente de polissacarídeos constituídos por uma glicose e unidades de ácido galacturônico, que dá ao esfagno a sua alta capacidade de troca de cátions e é amplamente responsável pelo seu caráter ácido. Os tecidos do esfagno apresentam caráter lenhoso, porém sem lhe conferir a estrutura tipicamente forte deste tipo de tecido (Breemen, 1995).

As plantas deste gênero têm uma elevada capacidade de armazenar água (até 20 vezes a sua massa seca) devido à estrutura da sua folha (Rieley e Page, 1990). Em uma folha de esfagno há dois tipos de células: células clorofilinas pequenas (fotossintéticas) e células hialinas (largas e cristalinas) com poros nas paredes, através dos quais a água se move (Wells e Hirvonen, 1988).

O esfagno vem sendo cada vez mais utilizado como substrato (Kämpf, 2004), porém, assim como o xaxim, também é um produto de extrativismo e sua exploração desenfreada pode causar impactos ambientais.

### 2.4.3. Fibra de coco

O coqueiro (*Cocos nucifera*) pertence à família Arecaceae. O gênero *Cocos* apresenta apenas a espécie *Cocos nucifera*, que é constituída por dois grupos principais: o Nana (coqueiro anão) e o Typica (coqueiro gigante) (Batugal et al., 2009).

O Brasil é o principal produtor de coco verde do mundo, com uma área cultivada de aproximadamente 273.459 ha. O aumento do consumo da água de coco vem gerando certa preocupação ambiental quanto à quantidade descartada de casca por ano, chegando a 6,7 milhões de toneladas (Machado et al., 2009). Diminuir a geração deste resíduo implicaria na redução da atividade produtiva de coco verde, portanto, reaproveitar as cascas torna-se uma necessidade (Corradini et al., 2009).

A casca do coco verde é constituída por fibras e pó. A fibra de coco (Figura 6) é um material composto de lignina e celulose e conhecido por sua dureza e durabilidade, quando comparadas com outras fibras naturais (Silva et al., 2006).

Pesquisas sobre o uso da fibra de coco, pura ou em mistura, como substrato para plantas ornamentais, têm apresentado resultados satisfatórios em relação a outros substratos comumente utilizados. Jasmim et al. (2006), estudando adubação foliar e o uso da fibra de coco como substrato em *Cryptantus sinuosus* (Bromeliaceae), observaram que a fibra de coco pode ser utilizada em substituição ao xaxim para esta espécie, promovendo arquitetura da planta e coloração das folhas mais atrativas.

Lone et al. (2008) encontraram resultados superiores do substrato fibra de coco em relação à esfagno e casca de arroz carbonizada, sendo capazes de substituir o xaxim como substrato para a espécie *Cattleya intermedia* (Orchidaceae). Da mesma forma, Demattê (2001) avaliando substratos em *Tillandsia gardneri* (Bromeliaceae), encontrou valores superiores em plantas cultivadas em fibra de coco para número de folhas, inflorescências e brotos, quando comparados ao xaxim, casca de pinus e húmus.

Rocha (2012) encontrou melhores resultados para substratos que continham fibra de coco, quando comparada a substratos com 100% de resíduos

orgânicos sólidos em cultivo de *Neoregelia tigrina* (Bromeliaceae) nas variáveis: número de folhas, comprimento da parte aérea e massa fresca da parte aérea. Este autor também enfatiza que o uso de fibra de coco como substrato para plantas é interessante pelo seu baixo custo financeiro e alta disponibilidade.

Para sementes grandes de *Dyckia pectinata* (Bromeliaceae), a fibra de coco teve efeito semelhante ao do esfagno, areia de rio lavada e casca de arroz carbonizada, quando se avaliou a porcentagem de germinação (Estevan et al., 2010).

## 2.5. Adubação nitrogenada em cactos e bromélias

O estado nutricional das plantas tem importante papel no seu crescimento, desenvolvimento e tolerância a estresses. Quando em boas condições nutricionais, as plantas apresentam incrementos em produtividade e melhor qualidade (Malézieux e Bartholomew, 2003).

O nitrogênio é um macronutriente essencial para todas as plantas, pois ele participa da composição de aminoácidos e proteínas, além de outros compostos no metabolismo das plantas. Sua ausência pode ser observada, principalmente, pela interrupção do crescimento das plantas e sintomas de deficiência podem ser identificados como clorose (Mengel e Kirkby, 1987).

O manejo da adubação nitrogenada tem particularidades, pois a tomada de decisão envolve, além de aspectos técnicos, aspectos ambientais e econômicos, uma vez que grande parte da quantidade aplicada é perdida por volatilização ou lixiviação (Amado et al., 2002).

As bromélias possuem algumas características que lhes conferem maior adaptabilidade a baixos teores de nutrientes, como por exemplo: em seu *habitat* toleram baixas quantidades de elementos essenciais em tecidos vivos sem perder o vigor e a reprodutibilidade e são capazes de encontrar fontes de minerais geralmente inacessíveis para plantas superiores (Benzing e Renfrow, 1974).

Plantas epífitas vivem em um ambiente altamente dinâmico, sujeito a variações de luminosidade, disponibilidade de água e de nutrientes (Benzing, 2000), o que sujeita esse *habitat* a condições adversas. A família Bromeliaceae é a segunda em ordem de grandeza de indivíduos epifíticos (Benzing, 1987), por

isso, há anos vêm sendo estudadas as características que auxiliam as bromélias a se adaptarem a essas condições, como a presença de tanque e a natureza xeromófica.

O tanque é uma estrutura formada a partir da sobreposição das bainhas foliares e pelo formato em funil das folhas. O tanque é uma estrutura importante na absorção de nutrientes e água, pois a disposição das folhas permite que água e nutrientes possam ser acumulados em seu interior até a absorção pelos tricomas (Benzing, 1970; 1990). Logo a presença do tanque também propicia incremento na quantidade de nutrientes à qual as plantas têm acesso (Benzing, 1973).

A natureza xeromófica pode ser entendida pela resistência de algumas espécies às condições de escassez de água, pela existência de mecanismo que previne contra a perda excessiva de água. As características que conferem essa natureza são: folhas pequenas, com células reduzidas em tamanho; lâminas espessas; estômatos confinados em criptas; cutículas espessas, pilosas; células epidérmicas lignificadas; pouco espaço intercelular e parênquima paliádico bem desenvolvido (Seddon, 1974; Fahn, 1990). No entanto, essas características estruturais não são obrigatórias para todas as plantas que se desenvolvem em ambientes áridos (Barbour et al., 1987).

Tanto em espécies xeromórficas quanto naquelas que possuem tanque, podem ser encontrados tricomas que variam em morfologia e quantidade. De acordo com Benzing (1970; 2000), os tricomas foliares são os principais responsáveis pela adaptabilidade das bromélias. Estas estruturas, presentes em maior ou menor número dependendo da espécie ou região foliar, permitem absorção rápida da água e de nutrientes.

Vento, neblina e chuva transportam os nutrientes até as bromélias; além disso, certos íons e aminoácidos presentes em troncos e folhas da planta hospedeira que escorrem até as bromélias e são acumulados nos tanques (Leme e Marigo, 1993 e Benzing, 1973), sendo absorvidos pela planta.

Tavares et al. (2008) estudando *Aechmea blanchetiana* (Bromeliaceae) e doses de adubação (com 3 mL de solução de  $KNO_3$  nas concentrações de 0,0; 2,5; 5,0; 7,5 e 10,0 g L<sup>-1</sup>, aplicadas mensalmente, durante a aclimatização), observaram que o uso das concentrações menores utilizadas de nitrogênio 2,5

e 5,0 g L<sup>-1</sup> na aclimatização de *Aechmea blanchetiana*, foi suficiente para que se desenvolvessem satisfatoriamente durante 60 dias.

Nievola e Mercier (1996) observaram que, em *Vriesea fosteriana*, bromélia rupícola assim como *Alcantarea vinicolor* e *Neoglaziovia variegata*, as raízes têm importância secundária na absorção dos nutrientes, sendo as folhas as maiores responsáveis pela assimilação do nitrato. Estes autores indicam que uma adubação foliar combinada com radicular estimularia o crescimento dessa bromélia.

Os solos do semiárido nordestino, de onde é originário o *Pilosocereus pachycladus pachycladus* apresentam, de maneira geral, baixos teores de matéria orgânica e baixa disponibilidade de nitrogênio para as plantas. O nitrogênio é um elemento indispensável às plantas, pois participa de diversos processos fotossintéticos (Cunha et al., 2012).

Em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*, Cactaceae), Santos et al. (1996) estudaram o uso de adubação orgânica e mineral e constataram que a adubação com 10 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino promoveu incrementos na produtividade de matéria seca (MS) 5,8 para 10,5 t ha<sup>-1</sup>, durante dois anos de produção. A adubação mineral (50-11-21 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K) elevou a produtividade de 5,8 para 7,5 t de MS ha<sup>-1</sup>, no mesmo período de cultivo. A adubação orgânica associada à adubação mineral foi responsável por elevar a produtividade no maior nível, de 5,8 para 12,3 t de MS ha<sup>-1</sup> 2 anos<sup>-1</sup>, o que indicou que a adubação mineral aliada à orgânica é uma alternativa a ganhos de produtividade desta cultura.

Reforçando o resultado encontrado acima, Moreira et al. (2011) ao avaliarem adubação (esterco de curral, cama de frango e granulado bioclástico) também em *Hylocereus undatus*, não observaram diferença significativa no número de cladódios e no comprimento destes, porém, observaram diferença significativa no número de cladódios laterais e no número de cladódios acima do suporte, em que a mistura de esterco de curral, cama de frango e granulado bioclástico favoreceram a produção desta espécie no campo.

Cavalcante et al. (2011), em experimento para avaliar o efeito de diferentes intensidades luminosas e de doses de adubação orgânica (0, 5, 10, 20 e 30 L de esterco bovino por cova) no crescimento da Pitaya (*Hylocereus undatus*, Cactaceae), constataram que as diferentes doses de adubação não

tiveram efeito sobre o diâmetro das plantas, porém, a altura de plantas no controle foi inferior àquelas dos demais e a maior dose (30 L cova<sup>-1</sup>) promoveu os maiores incrementos em comprimento do ramo secundário, em relação ao controle.

Neste contexto, fontes externas de nitrogênio são importantes para o aumento da produtividade de plantas de cactos, no entanto, ainda são escassos os trabalhos que levam em conta a adubação na espécie *Pilosocereus pachycladus*, o que leva aos produtores a utilizarem recomendações empíricas, que podem vir a gerar respostas insatisfatórias.

## 2.6. Produção de mudas de cactos por estaquia

A estaquia de mudas é um método de reprodução assexuada, que garante a otimização da produção de algumas espécies que tem seu tempo de cultivo limitado quando utilizada a reprodução sexuada através de sementes (Kämpf, 2000). Como a estaca é retirada de alguma parte vegetativa da planta, ela não contém raízes; então a estaquia é dependente da facilidade ao enraizamento da espécie (Costa e Costa, 2003). Outros fatores também são importantes para o enraizamento destas estacas, como: concentração de auxinas, disponibilidade de água, temperatura, luz, teor de carboidratos disponíveis, relação C/N, e período de coleta (Ono e Rodrigues, 1996).

Como as estacas estão expostas ao ambiente e não possuem raízes, pode ocorrer a desidratação das mudas e o estresse hídrico pode vir a alterar vários processos bioquímico-fisiológicos, desde a fotossíntese até a síntese de proteínas (Hu e Schimidahalter, 1998) e levar essa estaca à morte. Por outro lado, se a estaca for plantada em local com alta disponibilidade de água pode causar podridão na mesma (Cunha e Reinhardt, 2004).

A produção de mudas de *Pilosocereus pachycladus pachycladus* por estaquia é feita rotineiramente por produtor, retirando-se estacas de aproximadamente 20 cm de comprimento, de brotações laterais de plantas saudáveis. Após uma semana é feita a “cura” do material, através da aplicação de massa plástica à base do cladódio, visando prevenir o dessecamento da muda e reduzir o risco de penetração de patógenos por esta porta de entrada.

Ortiz et al. (1994) relataram que, para estacas de pitaya (*Hylocereus* sp.) provenientes de cladódios desidratados, o enraizamento deve ser iniciado dois dias após a coleta, enquanto, para cladódios túrgidos, recomenda-se realizar a cura das estacas com aplicação de calda bordalesa na base, para evitar podridões, e deixá-las por quinze dias à sombra para cicatrização.

Porém, Andrade et al. (2007) encontraram que melhores respostas de desenvolvimento e enraizamento das estacas de cladódios de pitaya vermelha (*Hylocereus undatus*) foram obtidas quando não realizou-se a cura do material vegetativo com fungicida cúprico à base.

Há escassez de estudos levando em consideração os benefícios da aplicação de materiais protetores à base de estacas de cladódios relacionados à produtividade dos cultivos de cactos. Neste contexto, o uso de materiais aplicados à base do cladódio deve ser testado para avaliar se estes promovem benefícios ao pegamento das estacas e/ou ao crescimento das mudas.

### 3. TRABALHOS

#### 3.1. CRESCIMENTO DE *Neoglaziovia variegata* (BROMELIACEAE) INOCULADA COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL EM DIFERENTES SUBSTRATOS

##### RESUMO

*Neoglaziovia variegata* é nativa do nordeste brasileiro e vem sendo utilizada como planta ornamental e fonte de fibras. É necessário utilizar substratos adequados para aperfeiçoar as condições de cultivo em recipientes e aumentar a produtividade. A utilização de bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) pode estimular o crescimento de plantas, a produção de raízes, proteger contra estresses abióticos e fornecer N biologicamente fixado. O objetivo do trabalho foi avaliar a resposta de *Neoglaziovia* à inoculação com BPCV (*Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* HRC 54) em diferentes substratos em casa de vegetação (CV) e campo. O Experimento 1 foi em CV, em delineamento de blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial 4x2 [substrato comercial Plantmax® (SC) + areia, SC + bucha vegetal, esfagno, fibra de coco (FC) + bucha; aplicação de consórcio microbiano inoculante misto contendo BPCV (com e sem)], com três repetições e 70 sementes por parcela. Calcularam-se o índice

de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (PE%). Foram avaliados a altura (H), o comprimento da maior folha (CF), diâmetro da roseta (DR), número de folhas (NF) e a massa fresca das plantas (MF). O Experimento 2 foi em CV, em DBC, em esquema fatorial 3x2 (substratos - SC + areia; esfagno; e, FC; inoculação - com e sem), com três repetições e 20 plântulas por parcela. Foram avaliadas: H, NF, CF, DR, massa seca da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST), volume da parte aérea (VPA) e raiz (VR). O Experimento 3 foi no campo, em DBC, com e sem inoculação, com três repetições e 21 plantas por parcela. Foram avaliados: H, NF, CF, DR, DC, MSPA, MSR e MST. No Experimento 1, os valores de PE não diferiram entre si. Maior IVE foi encontrado no esfagno do que no SC + areia e SC + bucha. A FC + bucha vegetal e o esfagno promoveram maiores H em relação ao SC + areia. A inoculação promoveu maiores DR em SC + areia e SC + bucha, mas as plantas inoculadas tiveram menores DR na FC + bucha. Plantas inoculadas tiveram maior MF em SC + areia e SC + bucha; porém menor MF em FC + bucha vegetal. No Experimento 2, a menor H foi observada nas plantas em FC. Os NF das plantas em SC + areia e no esfagno foram superiores aos dos demais substratos. A inoculação aumentou a MSR. Maiores CF ocorreram nas plantas inoculadas cultivadas em FC, que não diferiram daquelas em SC + areia sem inoculação. Maiores VPA e VR foram observados em plantas em FC e sem inoculação. No experimento 3 não houve efeito da inoculação. A FC + bucha ou o esfagno podem ser utilizados na emergência de *Neoglaziovia*, com ou sem a inoculação utilizada. Para o crescimento de plântulas de *Neoglaziovia* pode-se usar esfagno ou SC + areia como substratos, sem a inoculação usada neste trabalho.

Palavras-chave: caroá, fibra de coco, esfagno, bucha vegetal, BPCV.

GROWTH OF *Neoglaziovia Variegata* (BROMELIACEAE) INOCULATED  
WITH PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA IN DIFFERENT  
SUBSTRATES

ABSTRACT

*Neoglaziovia variegata* is from northeastern Brazil and has been used as ornamental plant and fiber source. It is necessary to use suitable substrates to improve growth conditions in recipients and to increase productivity. The use of plant growth-promoting bacteria (BPCV) can stimulate plant growth, root growth, protect against abiotic stress and improve N<sub>2</sub> fixation. The aim of this study was to evaluate the inoculation response (*Burkholderia silvatlantica* strain 103, *Serratia marcescens* strain 22 and *Herbaspirillum seropedicae* strain HRC 54) of *Neoglaziovia variegata* on different substrates, in a greenhouse (CV) and field. Experiment 1 was in CV, in a randomized block design (DBC) in a 4x2 factorial scheme [substrates - Plantmax® commercial substrate (SC)+sand, SC+loofah fiber, sphagnum moss, coconut fiber (FC)+loofah fiber; of (with and without)] with three replicates and 70 seeds per plot. Emergence speed index (IVE) and emergence percentage (PE%) were calculated. Plant height (H), length of the longest leaf (CF), rosette diameter (DR), number of leaves (NF) and fresh weight of the plants (MF) were evaluated. Experiment 2 was CV in DBC, in a 3x2 factorial scheme (substrates - SC+sand, sphagnum moss, and FC; and inoculation - with and without), with three replications and 20 seedlings per plot. H, NF, CF, DR, shoot dry mass (MSPA), root dry mass (MSR) and total dry mass (MST), shoot volume (VPA) and root volume (VR) were evaluated. Experiment 3 was carried out on the field in DBC, with and without inoculation, with three replications and 21 plants per plot. Were evaluated: H, NF, CF, DR, DC, MSPA, MSR and MST. In Experiment 1, the mean values of PE did not differ statistically. There was an effect of substrate on the IVE: IVE in sphagnum moss was higher than in SC+loofah fiber and SC+sand. The FC+loofah fiber and sphagnum moss enhanced greater H as compared to SC+sand. The inoculation led to highest DR

in both SC+sand and SC+loofah fiber, but the inoculated plants had the lowest DR in FC+loofah fiber. Inoculated plants had the highest MF in SC+sand and SC+loofah fiber; but the smallest MF in FC+loofah fiber. In Experiment 2, the lowest H was observed in plants in FC. The NF of plants in SC+sand and in sphagnum moss did not differ, but were higher than those of plants in the other substrates. Inoculation increased the MSR. CF were higher in inoculated plants grown in FC did not differ from those of plants in SC + sand without inoculation. Highest VPA and VR were observed in plants in FC and without inoculation. In experiment 3 there was no effect of inoculation. FC+loofah fiber or sphagnum can be used for emergence of *Neoglaziovia*, with or without inoculation. For growth of seedlings of *Neoglaziovia*, sphagnum moss or SC+sand can be used, without inoculation.

Keywords: caroá, coconut fiber, sphagnum moss, loofah fiber, BPCV.

## INTRODUÇÃO

A espécie *Neoglaziovia variegata* pertence à família Bromeliaceae, que é uma família predominantemente tropical, contando com mais de 3000 espécies e cerca de 60 gêneros (Luther, 2004). Esta espécie é conhecida popularmente como caroá e é nativa do nordeste brasileiro, sendo amplamente encontrada no Cariri Paraibano. Diversos usos podem ser atribuídos para esta planta, desde a utilização de suas fibras foliares de alta resistência na fabricação de peças artesanais e industriais, como a sua utilização como planta ornamental (Pereira, 2003).

A espécie *Neoglaziovia variegata* tem potencial ornamental e de produção de fibras. O estudo de sua adaptação à Região Norte Fluminense justifica-se pelas semelhanças entre alguns aspectos dessa região e a região de origem da planta. As duas regiões registram altas temperaturas durante a maior parte do ano e altos níveis de insolação. Além disso, os solos do Cariri Paraibano

são de baixa fertilidade e há escassez de água, indicando que a espécie vegetal em questão está adaptada a condições restritivas de disponibilidade de água e nutrientes. Assim, a planta poderia adaptar-se ao cultivo no Norte Fluminense em áreas de baixa fertilidade como ocorre em alguns solos na região de Quissamã, RJ (Rua et al., 1996), introduzindo um novo cultivo com possibilidade de uso como planta ornamental e como fonte de fibras, gerando maior fonte de renda aos produtores.

Ainda há poucos estudos sobre os melhores métodos de propagação dessa bromélia, para que constituam o marco para o estabelecimento de um sistema de cultivo e de produção, buscando-se eliminar o extrativismo predatório (Silveira et al., 2009). Segundo Perez et al. (2001) estudos que forneçam informação sobre emergência de sementes são importantes para se desenvolver uma utilização e exploração racional de espécies nativas. Logo estudos sobre propagação e cultivo dessa espécie são importantes nesse sentido.

No desenvolvimento de mudas de plantas ornamentais é necessário usar substratos de qualidade, pois estes têm papel importante na disponibilidade de água e nutrientes, permitem uma melhor arquitetura de raízes e contribuem para o maior desenvolvimento da cultura (Latimer, 1991). As características mais desejáveis de substratos para plantas ornamentais são: boa consistência para suporte, boa aeração, boa permeabilidade, poder de tamponamento, capacidade de retenção de água e rehidratação após a secagem e a capacidade de troca de cátions (Kämpf, 2000; Souza, 2003).

De acordo com o *habitat*, as bromélias podem absorver nutrientes de maneiras diferentes. As bromélias terrestres absorvem os nutrientes através das raízes em contato com o solo, já as epífitas, ou rupícolas, através da água da chuva e de partículas atmosféricas pelos tricomas (Leme e Marigo, 1993).

A adubação nitrogenada é um fator limitante no crescimento da cultura, uma vez que o N faz parte de moléculas de aminoácidos e proteínas participando, ainda, de processos como, fotossíntese, absorção iônica, respiração, multiplicação e diferenciação celular (Raven et al., 2007). Porém, como a literatura sobre a adubação de *Neoglaziovia variegata* é escassa, os produtores utilizam recomendações baseadas em dados empíricos.

Aliada à escolha adequada do substrato, a adubação como fonte de nutrientes, bem como a inoculação com bactérias promotoras do crescimento

vegetal (BPCV) surgem para garantir uma boa produção de mudas. O uso de BPCV vem sendo estudado como alternativa econômica e ambiental, porém a literatura específica ainda é muito escassa. O uso das BPCV é justificado pelos vários benefícios atrelados à sua utilização no crescimento das plantas, como: fixação de nitrogênio atmosférico, solubilização de fosfato inorgânico, mineralização de nutrientes, produção de ácido cianídrico, hormônios vegetais, enzimas, entre outros (Conn et al., 1997; Lazarovits e Nowak, 1997). Porém, a literatura ainda é escassa quando se trata do uso de BPCV em plantas ornamentais, necessitando de maiores estudos e aprofundamento neste tema.

Portanto, o objetivo geral deste trabalho foi avaliar o efeito da inoculação com BPCV sobre o cultivo de *Neoglaziovia variegata* em diferentes substratos e no campo.

Os objetivos específicos foram: avaliar a inoculação com BPCV e diferentes substratos sobre a emergência de plântulas de *N. variegata*; avaliar a inoculação com BPCV e diferentes substratos sobre o crescimento inicial de plântulas de *N. variegata*; e avaliar a inoculação com BPCV sobre mudas de *N. variegata*, em condições de campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

Três experimentos foram realizados com *N. variegata*, dois em casa-de-vegetação em Campos dos Goytacazes – RJ e, um sob condições de campo, em Quissamã – RJ.

### Experimento 1

O Experimento 1 foi realizado em casa-de-vegetação, na Unidade de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão (UAP) – no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. A instalação consistiu de casa-de-vegetação coberta

com polietileno leitoso de baixa densidade (PEBD) e tela de sombreamento (30%).

Sementes de *N. variegata*, obtidas do Laboratório de Sementes da Universidade Federal do Vale do São Francisco (UNIVASF), em Petrolina, PE, coletadas em 06 de abril de 2012, na Fazenda Experimental do *Campus* de Ciências Agrárias da UNIVASF, Petrolina, PE, foram utilizadas em um experimento em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, sendo os fatores: substratos (substrato comercial Plantmax® (SC) + areia; SC + bucha; esfagno; e, fibra de coco + bucha vegetal) e inoculação com BPCV (com e sem inoculação). Foram usadas três repetições com 70 sementes por parcela, totalizando 1680 sementes.

Os substratos utilizados (fibra de coco, bucha vegetal e Plantmax®) foram comparados a partir dos teores de nutrientes, pH, CE e a capacidade de propiciar o estabelecimento das bactérias que foi determinada pela contagem de bactérias diazotróficas presentes nas plantas cultivadas nos referidos substratos ao final do experimento.

A bucha vegetal foi proveniente de produtor rural, do município de Ponte Nova, MG. O preparo da bucha para utilização como substrato consistiu em triturá-la numa picadeira de capim (Nogueira DPM-Júnior; Figura 1a), com lâminas de cinco milímetros, passando-a por pelo menos três vezes, ou até atingir o tamanho ideal (cerca de 2x2 cm). A fibra de coco foi proveniente da coleta de cocos verdes no comércio do centro de Campos dos Goytacazes – RJ. A fibra foi obtida pela trituração das cascas de coco verde em ensiladeira forrageira (MENTA MIT® S 15T; Figura 1b), depois seca ao sol.

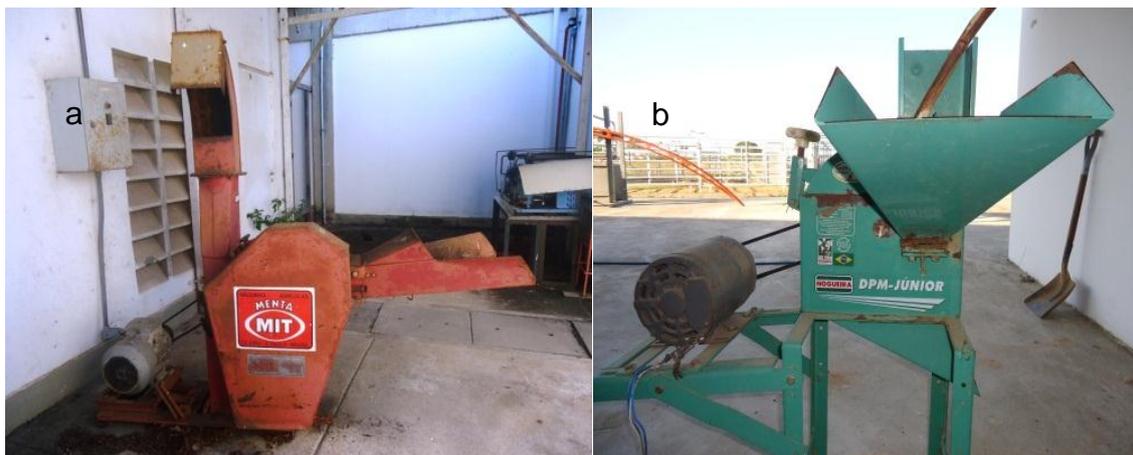


Figura 1. Máquinas utilizadas para trituração da bucha vegetal e da fibra de coco: a) Picadeira Nogueira DPM-Júnior; b) Ensiladeira forrageira MENTA MIT® S 15T.

As sementes foram submetidas a um tratamento pré-germinativo para a quebra de dormência, que constou de lavagem em álcool 70% por aproximadamente 5 minutos e posterior lavagem em água destilada por mais 15 minutos, conforme indicação do Professor Marcus Vinicius Meiado, na época responsável pelo Laboratório de Sementes da UNIVASF.

Os isolados bacterianos foram provenientes da coleção de bactérias diazotróficas do Laboratório de Biologia Celular e Tecidual (LBCT), da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Foram utilizadas as bactérias: *Serratia marcescens* estirpe 22, *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54, escolhidas devido ao fato de todas serem endofíticas e promotoras do crescimento vegetal.

A bactéria *Serratia marcescens* estirpe 22 foi isolada de vermicomposto (Aguiar, 2012), apresentando capacidade de fixar N atmosférico e solubilizar P. A *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103 foi isolada de plantas de abacaxi e atua no aumento da absorção de nutrientes e fixação de nitrogênio (Baldotto et al., 2010). Enquanto que, a bactéria *Herbaspirillum seropedicae* HRC 54 foi isolada de cana-de-açúcar, tendo a capacidade de produzir fitohormônios, como o AIA (ácido indolacético) e fixar nitrogênio atmosférico (Radwan et al., 2004).

As bactérias cresceram separadamente em meio líquido DYGS (Döbereiner et al., 1995) por 24 h, em agitador a 120 rpm e 30 °C, para preparo

do pré-inóculo, e, posteriormente, por mais 24h para preparo do inóculo final. Quando os inóculos das três estirpes estavam prontos, foram misturados de maneira a obter o inóculo a ser usado para embebição das sementes. A inoculação com a mistura de BPCV foi feita no momento do plantio, no período da tarde, através da imersão das sementes em solução contendo a suspensão de bactérias ( $10^8$  células de bactéria  $\text{mL}^{-1}$ ) por aproximadamente 15 minutos. Após a inoculação, as sementes foram semeadas nos respectivos substratos, em bandejas de poliestireno de 200 células (Figura 2).



Figura 2. Semeio em bandejas de 200 células, de *N. variegata*, cultivada em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes - RJ.

O período experimental da semeadura até que cessasse a emergência das plântulas foi de 110 dias (de 22/01/2013 a 11/05/2013). As plantas foram irrigadas diariamente, ou de acordo com a necessidade hídrica (pela averiguação manual da umidade do substrato), através de mangueira com bico em crivo, com vazão de  $1 \text{ L min}^{-1}$ , até que houvesse escoamento pelo excesso de água de irrigação pelos furos da bandeja, em média, 5 mL de água.

Os dados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados por Estação Meteorológica e data logger (Hobbo®), instalados na casa-de-vegetação. A temperatura mínima durante o período experimental foi de 21,84 °C, a média máxima foi de 36,21 °C e a média foi de 26,96 °C. A UR mínima média foi de 51,02%, a máxima média foi de 91,69% e a média de 77,00% (Figuras 3 e 4).

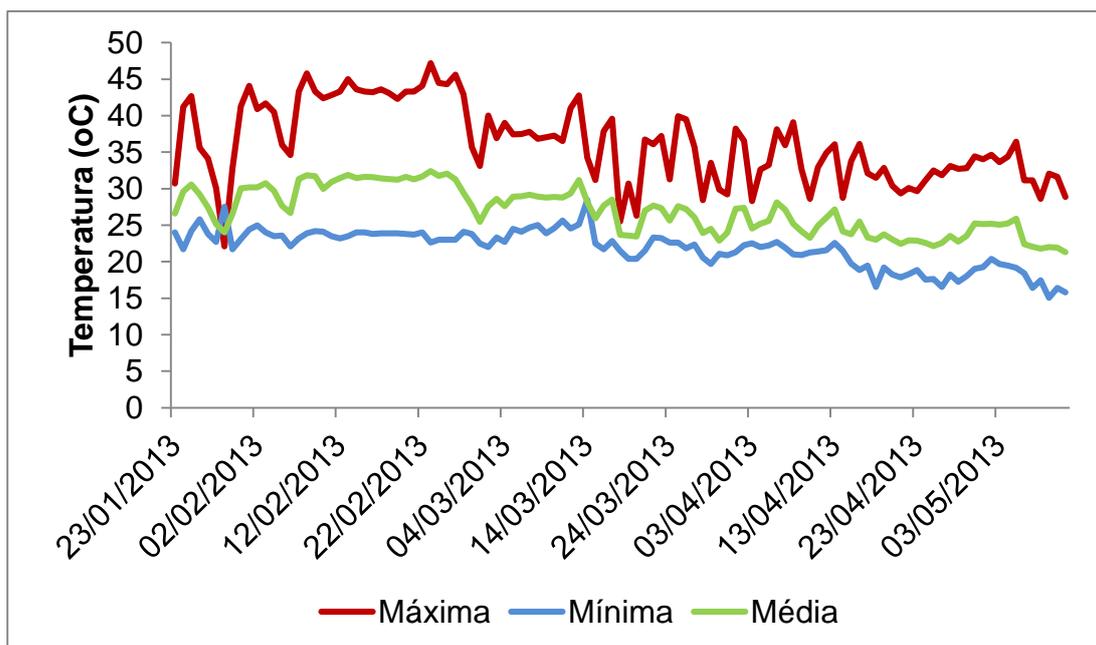


Figura 3. Temperatura do Ar (°C), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 110 dias (23/01/2013 a 11/05/2013) para emergência de plântulas de *Neoglaziovia variegata*, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes - RJ.

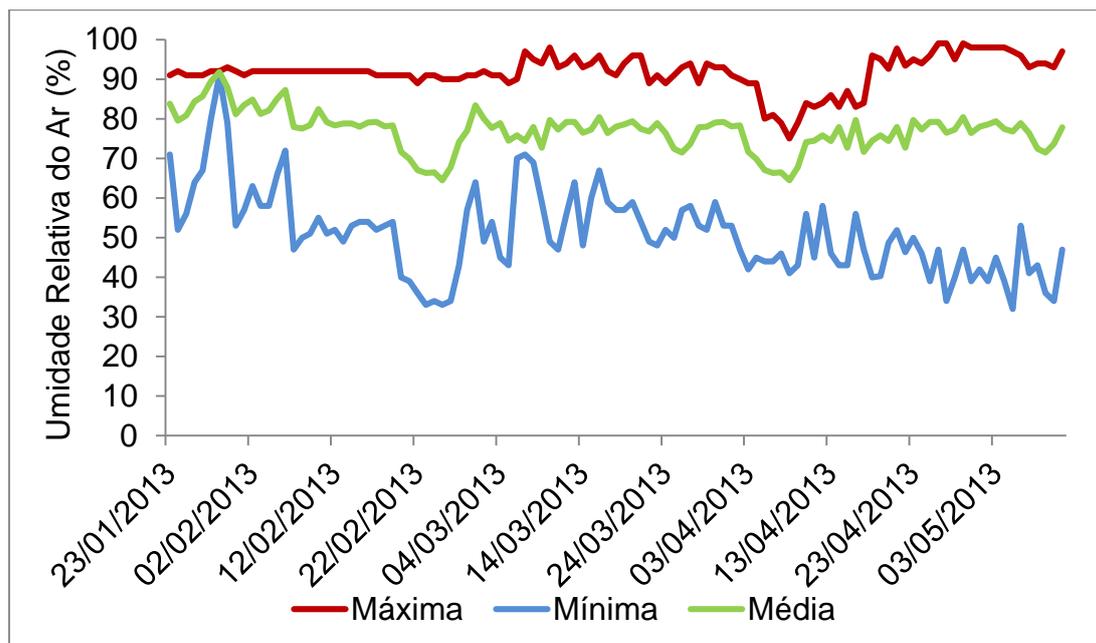


Figura 4. Umidade Relativa do Ar (%), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 110 dias (23/01/2013 a 11/05/2013) para emergência de plântulas de *Neoglaziovia variegata*, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes - RJ.

Semanalmente foi anotado o número de plântulas que emergiram em cada tratamento, para proceder-se, ao final, os cálculos de índice de velocidade de emergência (IVE) (Maguire, 1962) e porcentagem de emergência (PE, %) com as seguintes equações:

$$IVE = \sum Ni / Di \quad (1)$$

em que,

IVE = Índice de Velocidade de Emergência;

Ni = número de plântulas emergidas em Di;

Di = dias após o plantio.

$$PE = (N \times 100) / N_s \quad (2)$$

em que,

PE= Porcentagem de Emergência, %;

N = número de plântulas emergidas;

N<sub>s</sub> = número de sementes semeadas.

Os dados de PE foram transformados em arco-seno  $(x/100)^{1/2}$  para realização da análise estatística.

Para caracterização dos substratos foram feitas análises químicas antes do período experimental, em que amostras dos substratos foram utilizadas para determinação dos teores de macro e micronutrientes, realizadas no Setor de Nutrição Mineral de Plantas, LFI/CCTA/UENF. Após a secagem em estufa de ventilação forçada a 70 °C, durante 72 horas, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 mesh. Em seguida o material triturado foi submetido à oxidação por meio da digestão sulfúrica (H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> e H<sub>2</sub>O<sub>2</sub>), obtendo-se um extrato onde foram determinados os teores de nitrogênio (N), pelo método de Nessler (Jackson, 1965). Para determinação dos teores de fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), boro (B) e zinco (Zn) foi feita digestão em nitroperidrol e a determinação feita, no extrato diluído, por espectrometria de absorção atômica por plasma acoplado (ICP). O pH e a condutividade elétrica (CE) em água foram medidos com auxílio de pHmetro e condutivímetro, respectivamente.

O extrato utilizado para a determinação do pH e da CE foi obtido pela adição de água (200mL) em uma amostra de 50 g de substrato. A suspensão foi agitada por 20 minutos a 220 rpm e filtrada em papel de filtro (Sonneveld et al., 1990). Posteriormente, foram feitas as leituras de pH e CE através do extrato obtido após a filtração.

Os teores de nutrientes, pH e CE encontrados nos substratos foram determinados antes do início dos experimentos e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de nutrientes nas misturas de substrato comercial Plantmax® (SC) + areia (1:1), esfagno, fibra de coco + bucha vegetal (1:1) e SC + bucha vegetal (1:1), utilizados como substratos para o cultivo de *Neoglaziovia variegata*, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Macronutrientes							
Substrato	N	P	K	Ca	Mg	S	
	(g kg <sup>-1</sup> )						
SC + areia	29,79	0,72	1,76	3,04	8,35	0,98	
Esfagno	88,20	0,57	5,06	2,72	1,73	0,89	
Fibra de coco + bucha vegetal	39,29	0,39	3,21	1,21	0,60	0,35	
SC + bucha vegetal	83,91	1,56	1,60	6,80	13,42	2,46	
Micronutrientes							
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH	CE
	(mg kg <sup>-1</sup> )						(μS cm <sup>-1</sup> )
SC + areia	48,38	2,98	*	125,71	21,46	6,00	2,05
Esfagno	10,95	2,76	678,41	275,24	30,63	5,50	1,74
Fibra de coco + bucha vegetal	14,85	3,64	376,82	65,43	8,77	5,00	0,40
SC + bucha vegetal	78,41	8,8	*	202,53	28,95	5,00	1,80

A CE fornece uma informação indireta sobre a concentração de nutrientes no substrato, o somatório de íons dissolvidos e pode indicar o grau de salinidade do substrato (Ribeiro et al., 1999), porém esse valor de CE varia com o substrato. O substrato que continha areia teve valor mais elevado de CE, esse fato pode estar relacionado a uma maior concentração de sais. Segundo classificação de Ballester-Olmos (1992)  $0,75 \text{ mS dm}^{-1}$  é considerado muito baixo;  $0,75$  a  $2,0 \text{ mS dm}^{-1}$  é ideal para sementeiras e mudas em bandejas;  $2,0$  a  $3,5 \text{ mS dm}^{-1}$  ideal para a maioria das plantas; e, acima de  $3,5 \text{ mS dm}^{-1}$  é considerado muito alto. Fischer (1996) compara os principais componentes orgânicos de substratos e identifica que para fibra de coco o teor ideal de sais solúveis é  $0,6 \text{ L}^{-1}$ .

Ao final do período experimental (110 dias após a semeadura) procederam-se avaliações das plântulas, a saber: altura (H, cm), comprimento da maior folha (CF, cm), diâmetro da roseta (DR, cm), com auxílio de régua milimetrada; número de folhas (NF, contagem direta) e massa fresca da planta (MF, g).

Para determinação da MF as bandejas com as plântulas foram levadas para o laboratório e, então, escolhidas aleatoriamente cinco plântulas por tratamento, retiradas dos substratos e efetuou-se a limpeza das raízes em água corrente, para então serem pesadas em balança analítica, e, posteriormente, replantadas nos devidos substratos nas bandejas.

Os resultados foram submetidos ao teste F, e médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, usando o programa Assisat 7.7 (Silva, 2013).

## Experimento 2

O Experimento 2 também foi realizado em casa-de-vegetação, na Unidade de Apoio à Pesquisa, Ensino e Extensão (UAP) – no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. A instalação consistiu de casa-de-vegetação coberta com polietileno leitoso de baixa densidade (PEBD) e tela de sombreamento (30%).

Neste experimento foram utilizadas as plântulas provenientes do Experimento 1. Procurou-se transplantar as plântulas para substratos semelhantes aos que foram provenientes, portanto, plântulas provenientes de SC + areia e esfagno foram transplantadas para estes mesmos substratos, porém as plântulas provenientes da fibra de coco + bucha vegetal foram transplantadas para a fibra de coco somente.

A bucha vegetal e a fibra de coco foram adquiridas gratuitamente, por se tratarem de resíduos, com o custo somente do transporte. A bucha vegetal foi proveniente de produtor rural, do município de Ponte Nova, MG. O preparo da bucha para utilização como substrato consistiu em triturá-la numa picadeira de capim (Nogueira DPM-Júnior), com lâminas de cinco milímetros, passando-a por pelo menos três vezes, ou até atingir o tamanho ideal (cerca de 2x2 cm). A fibra de coco foi proveniente da coleta de cocos verdes no comércio do centro de Campos dos Goytacazes – RJ. A fibra foi obtida pela trituração das cascas de coco verde em ensiladeira forrageira (MENTA MIT® S 15T), depois seca ao sol.

Foi utilizado o delineamento em blocos casualizados, com três repetições e 20 plântulas por parcela e dois fatores. Os fatores foram: substratos [substrato comercial Plantmax® (SC) + areia; esfagno; e, fibra de coco] e inoculação com BPCV (com e sem inoculação). No total, 360 plântulas foram transplantadas para copinhos plásticos transparentes de 100 mL, para se avaliar o crescimento das mudas, durante o período experimental de 120 dias (07/08/2013 a 08/12/2013).

Foram utilizadas as bactérias: *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54, provenientes do LBCT (Laboratório de Biologia Celular e Tecidual), da UENF. As bactérias cresceram separadamente em meio líquido DYGS (Döbereiner et al., 1995) por 24 h, em agitador a 120 rpm e 30 °C, para preparo do pré-inóculo, e, posteriormente, por mais 24h para preparo do inóculo final. Quando os inóculos das três estirpes estavam prontos, foram misturados para preparo da mistura de bactérias que foi usada como inóculo da planta.

A inoculação com BPCV foi feita logo após o transplântio, no período da tarde, para evitar desidratação das mudas, aplicando-se 1 mL do inóculo bacteriano (contendo  $10^8$  células de bactéria mL<sup>-1</sup>), com auxílio de pipeta automática de 1 mL, à base da planta.

O período experimental foi de 120 dias (07/08/2013 a 08/12/2013). As plantas foram irrigadas diariamente, ou de acordo com a necessidade hídrica (pela averiguação manual da umidade do substrato), através de mangueira com bico em crivo, com vazão de  $1 \text{ L min}^{-1}$ , até que houvesse a lixiviação da água irrigada.

Dados de temperatura e umidade relativa do ar no interior da casa-de-vegetação foram registrados através de data logger (Hobbo®). A temperatura máxima média durante o período experimental foi de  $30,08 \text{ }^\circ\text{C}$ , a mínima média  $19,39 \text{ }^\circ\text{C}$  e a média de  $23,39 \text{ }^\circ\text{C}$ . A UR máxima média foi de  $97,69\%$ , a mínima média foi de  $60,44\%$  e a média de  $83,91\%$ .

A caracterização dos substratos foi feita no Setor de Nutrição Mineral de Plantas, LFIT/CCTA/UENF após as amostras estarem secas e moídas. Os teores de macro e micronutrientes, pH e CE dos substratos são mostrados na Tabela 2.

Tabela 2. Teores de nutrientes em substrato comercial Plantmax® (SC) + areia (1:1), esfagno e fibra de coco, utilizados como substratos para o cultivo de *Neoglaziovia variegata*, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Macronutrientes							
Substrato	N	P	K	Ca	Mg	S	
(g kg <sup>-1</sup> )							
SC + areia	29,79	0,72	1,76	3,04	8,35	0,98	
Esfagno	88,20	0,57	5,06	2,72	1,73	0,89	
Fibra de coco	76,00	1,17	10,69	1,16	1,16	0,64	
Micronutrientes							
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH	CE
(mg Kg <sup>-1</sup> )							
SC + areia	48,38	2,98 *		125,71	21,46	6,00	2,05
Esfagno	10,95	2,76	678,41	275,24	30,63	5,50	1,74
Fibra de coco	24,60	6,93	848,25	11,65	11,65	6,50	0,70

Aos 120 dias após o plantio foram avaliados: altura (H, cm), comprimento da maior folha (CF, cm) e diâmetro da roseta (DR, cm), com auxílio de régua milimetrada e número de folhas (NF), por contagem direta.

Cinco plântulas de cada tratamento foram escolhidas aleatoriamente para as avaliações de massa seca da parte aérea (MSPA, g), raízes (MSR, g) e total (MST, g); volume da parte aérea (VPA, cm<sup>3</sup>) e de raiz (VR, cm<sup>3</sup>) e contagem de bactérias diazotróficas nas raízes das plantas (nº de células/ g de raízes).

O VPA e o VR foram avaliados utilizando o método de deslocamento da coluna d'água (Basso, 1999).

Ao final do período experimental, cinco plantas de cada tratamento foram acondicionadas, individualmente, em sacos de papel devidamente identificados, e levadas para o laboratório onde foram secas em estufa com ventilação forçada, durante 72 horas, com temperatura de 70 °C. A seguir, as amostras foram pesadas em balança analítica para determinação da MSPA. O mesmo procedimento foi realizado com as raízes das plantas após lavagem em água corrente para retirada de resíduos do substrato (MSR).

Adotou-se metodologia descrita por Döbereiner et al. (1995) para contagem das bactérias diazotróficas nas raízes das plantas, em que amostras de raízes (0,1 g) de uma planta escolhida aleatoriamente de cada parcela útil, foram lavadas em água corrente e desinfestadas superficialmente, maceradas, diluídas serialmente e inoculadas em meio semi-sólido sem adição de N, específicos para as bactérias utilizadas.

Ao se lavar as raízes da planta em água corrente e aplicar álcool se eliminam as bactérias aderidas externamente às raízes. Ao macerar as raízes, expõem-se as bactérias endofíticas à solução, que foi diluída, posteriormente.

A quantificação dos níveis populacionais se deu pela expressão do número mais provável pela consulta a tabela de Mc Crady (1915).

Os dados foram submetidos ao teste F, e médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, usando o programa Assistat 7.7 (Silva, 2013).

### Experimento 3

Este experimento foi realizado a campo no município de Quissamã - RJ, que se situa a 21° 38'25" latitude sul e altitude de cinco metros do nível do mar (FDC, 2006).

A área experimental situa-se no bioma restinga, com terreno predominantemente arenoso, e solo classificado como espodosolo, de origem sedimentar marinha, pouco desenvolvido com uma expressiva camada superficial de areia branca e, abaixo, grande quantidade de matéria orgânica. A vegetação local é muito rica em bromélias e cactos, além de outras espécies características deste bioma.

Análises química e física do solo da área foram realizadas no Laboratório de Solos da UFRRJ, *Campus* Dr. Leonel Miranda, em Campos dos Goytacazes - RJ (Tabela 3). O solo da área é composto por 95 g kg<sup>-1</sup> de areia, 37 g kg<sup>-1</sup> de silte e 13 g kg<sup>-1</sup> de argila, com níveis médios de CTC efetiva ( $t=3,4 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ), e teor médio de matéria orgânica (31,5 g dm<sup>-3</sup>) (Tabela 3). Observou-se acidez elevada (pH=4,6) e saturação por Al alta (7,8 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>). Em geral, os teores de macronutrientes se encontravam em níveis baixos no solo, com exceção do Ca, com teor considerado médio (2,0 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>).

Tabela 3. Análise química do espodossolo com teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), sódio (Na), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), carbono (C) e matéria orgânica (M.O.); pH<sub>água</sub>, saturação por bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH=7,0 (T), capacidade de troca de cátions efetiva (t), saturação de Alumínio (m) e saturação de bases (V), da área experimental em Quissamã – RJ.

Análise química do solo*										
	P	K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn		
	-----( $\text{mg dm}^{-3}$ )-----		----( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )----		-----( $\text{mg dm}^{-3}$ )-----					
	4,00	14,00	2,00	0,40	10,00	0,10	1,60	7,10		
Al	H+Al	Na	pH	C	MO	T	t	M	V	
	-----( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )-----			(%)	( $\text{g dm}^{-3}$ )	----( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )----		-----(% )-----		
	0,90	7,80	0,03	4,60	1,83	31,50	10,30	3,40	27,00	24,00

\*Análises realizadas no Centro de Análises da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, *Campus* Dr. Leonel Miranda, em Campos dos Goytacazes, RJ

O teor de P disponível ( $4 \text{ mg dm}^{-3}$ ) se encontra abaixo do nível ideal, que é  $8,1 - 12,0 \text{ mg dm}^{-3}$ . O teor de Zn ( $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ) está dentro da faixa considerada boa, o teor de Mn se encontra numa faixa média ( $7,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Porém, os demais micronutrientes encontram-se em faixas consideradas baixas ( $\text{Fe}=10 \text{ mg dm}^{-3}$ ) ou muito baixas, como é o caso do Cu ( $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Ribeiro et al., 1999).

Mudas de *N. variegata*, em média com 25 cm de altura e seis folhas, provenientes de propagação vegetativa, originárias de Minas Gerais, obtidas com produtor rural, e, anteriormente cultivadas em substrato, em Maricá – RJ, foram cultivadas no campo, em experimento em blocos casualizados, com dois tratamentos: com e sem inoculação com BPCV; com três repetições e 21 plantas por parcela, sendo cinco plantas por parcela útil, totalizando 126 plantas com as bordaduras (Figura 5). O período experimental foi de 314 dias (23/01/2013 a 08/12/2013).

O espaçamento entre as plantas foi de  $0,4 \times 0,6 \text{ m}$ . A irrigação deste experimento foi realizada por meio do sistema de gotejamento, com vazão de  $1,2 \text{ L h}^{-1}$ , com mangueiras perfuradas a cada 40 centímetros, procedendo-se a irrigação diariamente, durante 40 minutos, exceto na ocorrência de chuva. Adubações orgânicas foram feitas aos 30, 120 e 210 dias, a partir de uma mistura de torta de mamona, farinha de ossos e cinzas ( $0,75:1:1$ ), insumos fornecidos pelo próprio produtor, aplicando-se 160 g da mistura ao redor de cada planta. Como base para a definição desta dose de adubação utilizou-se a mistura aplicada pelo produtor rural nesta mesma área, para outras bromélias cultivadas, que aplica 160 g da mistura de torta de mamona, farinha de ossos e cinzas ( $1:1:1$ ).

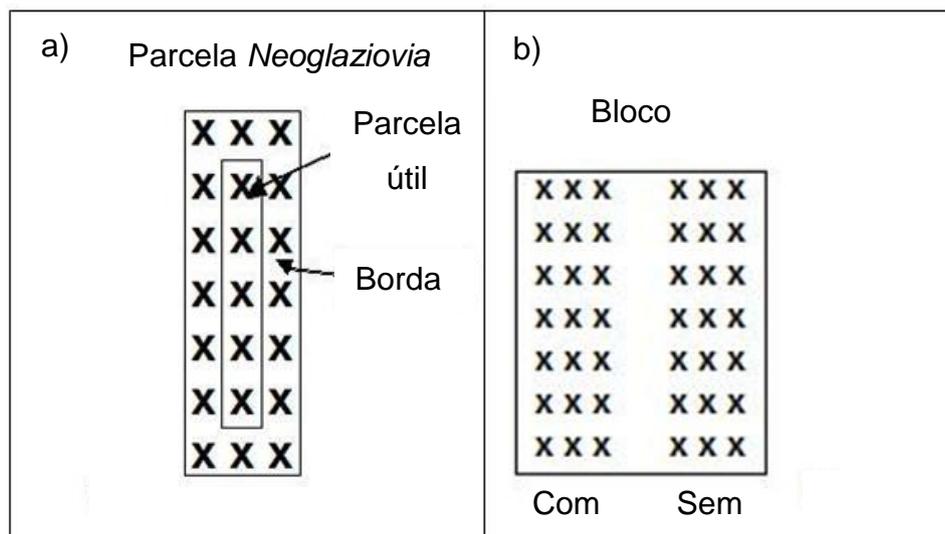


Figura 5. a) Croqui da parcela; b) croqui do bloco com plantas de *Neoglaziovia variegata*, cultivada a campo com espaçamento de 0,4 m x 0,6 m, em Quissamã – RJ

Os dados de temperatura (°C), umidade relativa do ar (%) e precipitação pluviométrica (mm) foram registrados através termo-higrômetro digital e pluviômetro no campo (Figuras 8, 9 e 10). A temperatura máxima média do ar foi de 34,57 °C, a mínima média foi de 20,26 °C e a média foi de 26,35 °C. Enquanto a umidade relativa máxima média foi de 74,90%, a mínima média foi de 62,42% e a média de 68,64. A pluviosidade total encontrada foi 543,5 mm em 50 dias de chuva registrados durante o período experimental.

Foram utilizadas as bactérias: *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54, provenientes do LBCT (Laboratório de Biologia Celular e Tecidual), da UENF. As bactérias cresceram separadamente em meio líquido DYGS (Döbereiner et al., 1995) por 24 h, em agitador a 120 rpm e 30 °C, para preparo do pré-inóculo, e, posteriormente, por mais 24h para preparo do inóculo final. Quando os inóculos das três estirpes estavam prontos, foram misturados para preparo para serem aplicados na planta.

A inoculação foi feita 30 dias após o plantio, para proporcionar tempo para as mudas se estabelecerem às novas condições, pulverizando-se a parte aérea, com pulverizador de pressão acumulada da marca Strong®, com

capacidade para 5 L. Aplicou-se 20 mL do inóculo, contendo  $10^7$  células bacterianas  $\text{mL}^{-1}$ , aproximadamente, por planta, o molhamento das plantas foi uniforme, sobre toda a superfície da parte aérea. As inoculações foram realizadas durante o final da tarde, para evitar altas temperaturas, que poderiam provocar desidratação das mudas.

Foram feitas as seguintes avaliações: altura de planta (H, cm), comprimento da maior folha (CF, cm), diâmetro da roseta (DR, cm), com auxílio de régua milimetrada; número de folhas (NF) e número de brotações (contagem direta); diâmetro do colo (DC), com auxílio de paquímetro digital; massa seca de parte aérea (MSPA, g), massa seca de raízes (MSR, g), massa seca total (MST, g); e, número de bactérias nas raízes das plantas ( $n^\circ$  de células/ g de raízes).

Ao final do período experimental (314 dias), amostras da parte aérea das plantas de cada parcela útil foram acondicionadas, individualmente, em sacos de papel devidamente identificados, e levadas ao laboratório, onde foram secas em estufa com ventilação forçada, durante 72 horas, com temperatura de  $70^\circ\text{C}$ . A seguir, as amostras foram pesadas em balança analítica para determinação da massa seca das plantas. O mesmo procedimento foi realizado com as raízes das plantas após lavagem em água corrente para retirada do solo.

Adotou-se metodologia descrita por Döbereiner et al. (1995) para contagem das bactérias, em que amostras de raízes (1 g) de uma planta escolhida aleatoriamente de cada parcela útil, foram lavadas em água corrente e desinfestadas superficialmente, maceradas, diluídas serialmente e inoculadas em meio semi-sólido sem adição de N, específicos para as bactérias utilizadas. A quantificação dos níveis populacionais se deu pela expressão do número mais provável pela consulta a tabela de Mc Crady (1915).

Ao se lavar as raízes da planta em água corrente e aplicar álcool se eliminam as bactérias aderidas externamente às raízes. Ao macerar as raízes, expõem-se as bactérias endofíticas à solução, que foi diluída, posteriormente.

Os resultados deste experimento foram submetidos ao teste F, e médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, usando o programa Assistat 7.7 (Silva, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1

O início da emergência de *Neoglaziovia variegata* ocorreu no 24º dia após o semeio e o pico foi registrado no 73º dia (06/04/2013) após a semeadura.

Não houve efeito da inoculação com BPCV sobre PE e IVE (Tabela 4). As médias de PE observadas nos tratamentos com e sem inoculação foram 49,88% e 55,95%, respectivamente. Os valores médios de PE obtidos com SC + areia (40,71%), fibra de coco + bucha vegetal de coco (61,67%), SC + bucha (45,71%) e esfagno (63,57%) não diferiram estatisticamente (Tabela 4).

As plantas foram inoculadas através da imersão de sementes, antes da semeadura. Em relação ao tempo de emergência das plântulas e a irrigação diária das sementes nos substratos, pode ter havido lixiviação do inóculo antes das sementes germinarem dificultando, dessa maneira, a penetração das bactérias na radícula, conseqüentemente, dificultando a colonização.

Porém, houve efeito do substrato sobre o IVE, que foi maior no esfagno (9,81) do que nas misturas SC + areia (4,61) e SC + bucha (4,67), mas o efeito da mistura de fibra de coco + bucha vegetal não diferiu estatisticamente do efeito de nenhum dos demais substratos. O fato de IVE ser menor na mistura SC + areia e SC + bucha não é vantajoso em uma produção comercial, pois retarda a comercialização e aumenta o custo de produção, além do inconveniente de permanecer maior tempo no estágio inicial de crescimento, que é também o mais crítico (Martins et al., 1999).

O uso de misturas de substratos pode ser considerado vantajoso por alguns autores. Campanharo et al. (2006) avaliaram a emergência de plântulas de tomateiro (*Lycopersicon esculentum*) nos substratos pó de coco, substrato comercial Tropstrato®, composto orgânico e misturas entre eles. A capacidade de aeração, a porosidade total efetiva e a densidade do substrato foram medidas, juntamente com o IVE das plântulas. O substrato com maior capacidade de aeração foi o pó de coco, a mistura de pó de coco e o composto orgânico teve a

menor porosidade total efetiva e maior densidade. Já o IVE foi maior na mistura dos substratos pó de coco e composto orgânico.

Tabela 4. Índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (PE) em plântulas de *Neoglaziovia variegata*, provenientes de sementes inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV) em diferentes substratos (substrato comercial Plantmax® (SC) + areia, fibra de coco + bucha vegetal de coco, SC + bucha e esfagno), aos 110 dias de cultivo em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes - RJ

Variáveis	Substrato	Bactéria		Média
		Com BPCV	Sem BPCV	
IVE	SC + areia	3,67	5,55	4,61 b
	Fibra + bucha	7,02	9,38	8,20 ab
	SC + bucha	4,68	4,65	4,67 b
	Esfagno	9,38	10,23	9,81 a
	Média	6,19	7,45	6,82
	C.V. (%)		32,32	
PE	SC + areia	33,81	47,62	40,71
	Fibra + bucha	55,24	68,09	61,67
	SC + bucha	49,05	42,38	45,71
	Esfagno	61,43	65,71	63,57
	Média	49,88	55,95	52,92
	C.V. (%)		21,55	

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade.

Silveira et al. (2011) estudando a resposta germinativa de sementes de caroá a diferentes temperaturas e estresse hídrico, verificaram que as maiores porcentagens de germinação foram encontradas em temperaturas constantes de 30 a 37 °C. A germinação de sementes está relacionada ao clima e ao local onde as sementes foram coletadas.

Assim, como *N. variegata* é uma espécie da Caatinga, suas sementes geralmente necessitam de altas temperaturas para germinarem. Nas condições de casa-de-vegetação na cidade de Campos dos Goytacazes - RJ, onde o trabalho foi realizado, as temperaturas máximas, na maioria dos dias, estavam acima dos 30 °C (Figura 8), fato que deveria ter contribuído para a melhor PE (%) das plântulas. Por outro lado, acredita-se que o motivo para a baixa PE (51,92%) seja a redução da viabilidade dessas sementes, que foram colhidas em 06 de abril de 2012 e semeadas dia 22 de janeiro de 2013, totalizando 291 dias, apesar de terem sido semeadas imediatamente após o recebimento.

Sanchez et al. (2007) afirmam que é necessário alto teor de umidade e temperatura para melhor emergência de *Neoregelia johannis* e início de desenvolvimento da planta, porém, quando há falta ou excesso de umidade no substrato, a emergência e o desenvolvimento das plântulas ficam comprometidos. Outro fator que poderia ter afetado ter afetado negativamente a PE seria a deficiência ou excesso de umidade no substrato, uma vez que todos recebiam a mesma quantidade de água diariamente (5 mL), independente de sua maior ou menor capacidade de retenção de umidade, porém esse parece não ter sido o caso uma vez que não foi observado efeito de significativo substrato sobre a PE.

Na primeira semana de avaliação da emergência (16/02/2013) somente oito plântulas (5,71%) emergiram no SC + bucha vegetal de um total de 140 sementes semeadas nesse substrato, enquanto que 77 (55%) emergiram no esfagno. O que indica que as variações na velocidade de emergência, bem como a PE podem estar relacionadas com as características físicas e a capacidade de retenção de umidade dos substratos estudados.

Estevan et al (2010) estudando substratos em bromélias, observaram que o índice de velocidade de germinação nos substratos esfagno, fibra de coco, areia de rio lavada e casca de arroz carbonizada foram superiores à serragem para a espécie *Dyckia pectinata*. Dados que corroboram os do presente trabalho, em que o esfagno acarretou IVE mais elevado, porém não diferindo estatisticamente daquele observado na fibra de coco + bucha vegetal

De maneira semelhante, Anacleto et al. (2008) observaram que para *Aechmea nudicaulis*, a porcentagem de germinação, usando a fibra de coco como substrato, foi superior àquela obtida em areia, substrato comercial

Plantmax® e húmus de minhoca, porém foi inferior comparada à obtida com xaxim e serapilheira. Esses autores indicam a utilização de fibra de coco como substrato, porém utilizada em mistura com outro substrato, no caso, com a serapilheira, por se tratarem de produtos de alta disponibilidade, baixo custo e fácil reciclagem.

Tendo como base os resultados obtidos para IVE há possibilidade de se utilizar a mistura fibra de coco + bucha vegetal como substrato para a emergência de *Neoglaziovia*, pois uma maior velocidade de emergência é desejada no cultivo, diminuindo o tempo de produção da muda. Provavelmente, a alta capacidade de retenção de água da fibra de coco, aliada à boa drenagem da bucha vegetal nessa mistura tenham favorecido à obtenção de resultados semelhantes aos observados com esfagno.

Não houve efeito significativo de inoculação com BPCV e substratos sobre NF nem sobre CF (Tabela 5).

Houve efeito significativo do fator substrato sobre H, sendo que os substratos fibra de coco + bucha vegetal, e, esfagno promoveram as maiores H, 2,80 cm e 2,92 cm, respectivamente, em relação ao SC + areia (2,07 cm), porém esses resultados não diferiram estatisticamente daqueles observados nas plantas cultivadas em SC + bucha (2,42 cm). Porém, não foi observado efeito significativo da inoculação com BPCV sobre H (Tabela 5).

Houve interação significativa entre os efeitos de substrato e inoculação com BPCV sobre DR: as plantas cultivadas em SC + areia ou SC + bucha vegetal, com inoculação com BPCV tiveram DR significativamente maiores do que sem inoculação com BPCV. As plantas inoculadas com BPCV cultivadas no substrato fibra de coco + bucha vegetal de coco tiveram menor DR (Tabela 5).

Também houve interação significativa entre os efeitos da inoculação e do substrato sobre a MF das plântulas, sendo que aquelas provenientes de sementes que receberam inoculação e foram semeadas no SC + areia e no SC + bucha tiveram maior MF do que as sementes não inoculadas. Nestes substratos, as plântulas provenientes de sementes não inoculadas com BPCV apresentaram maior MF, em relação aos substratos fibra de coco + bucha vegetal e esfagno (Tabela 5).

Os menores valores de DR e de MF das plântulas foram observados nas plântulas oriundas de sementes não inoculadas com BPCV e semeadas nos

substratos que continham SC. Essas duas características são altamente desejáveis no cultivo comercial desta planta, bem como a altura (H), especialmente porque estão diretamente relacionadas às folhas, que quanto maiores, têm, potencialmente, mais fibras, principal característica comercial desta espécie, além do maior valor ornamental. Estes resultados corroboram os de Barbosa (2007) que verificou que os substratos mais adequados para substituir o xaxim para o cultivo de *Tillandsia cyanea* foram aqueles em cuja composição não havia Plantmax<sup>®</sup>, quando avaliou diversos substratos (xaxim, fibra de coco, casca de pinus, casca de eucalipto, casca de arroz carbonizada, areia, e, os substratos comerciais Plantmax<sup>®</sup> e Minasfértil<sup>®</sup>)

No entanto, Ferreira et al. (2007) avaliando adubação e substratos (solo + areia, solo + areia + casca de arroz carbonizada, e, Plantmax<sup>®</sup>) em cultivo de *Neoregelia cruenta*, observaram que o substrato que proporcionou os maiores valores de altura de plantas, número de folhas, pesos fresco e seco da parte aérea, e, pesos fresco e seco da raiz, foi o substrato comercial Plantmax<sup>®</sup>.

Tabela 5. Altura da planta (H, cm), número de folhas (NF), diâmetro da roseta (DR, cm), comprimento da maior folha (CF, cm) e massa fresca (MF, g) em plântulas de *Neoglaziovia variegata*, provenientes de sementes inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV) em diferentes substratos (substrato comercial Plantmax® (SC) + areia, fibra de coco + bucha vegetal de coco, SC + bucha e esfagno), aos 110 dias de cultivo em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes - RJ

Variáveis	Substrato	Bactéria		Média
		Com BPCV	Sem BPCV	
H	SC + areia	2,06	2,07	2,07 b
	Fibra + bucha	2,52	3,07	2,80 a
	SC + bucha	2,31	2,53	2,42 ab
	Esfagno	2,81	3,03	2,92 a
Média		2,43	2,68	2,55
C.V.(%)		15,35		
NF	SC + areia	4,11	6,44	5,28
	Fibra + bucha	4,88	5,44	5,16
	SC + bucha	4,44	3,44	3,94
	Esfagno	4,55	5,88	5,22
Média		4,50	5,30	4,90
C.V.(%)		40,95		

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5, Cont.

Variáveis	Substrato	Bactéria		Média
		Com BPCV	Sem BPCV	
DR	SC + areia	3,07 a A	2,30 bA	2,69
	Fibra + bucha	3,42 a B	5,28 a A	4,35
	SC + bucha	3,84 a A	2,81 bA	3,33
	Esfagno	3,80 a A	4,74 a A	4,27
Média		3,53	3,78	3,66
C.V.(%)			16,39	
CF	SC + areia	2,93	2,56	2,75
	Fibra + bucha	2,44	3,71	3,08
	SC + bucha	3,67	3,17	3,42
	Esfagno	3,51	3,02	3,27
Média		3,14	3,12	3,13
C.V.(%)			34,11	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com bactérias, letras maiúsculas comparam substratos.

Tabela 5, Cont.

Variáveis	Substrato	Bactéria		Média
		Com BPCV	Sem BPCV	
MF	SC + areia	0,69 a A	0,29 bA	0,49
	Fibra + bucha	0,54 a B	1,13 a A	0,84
	SC + bucha	0,69 a A	0,35 bA	0,52
	Esfagno	0,61 a B	1,23 a A	0,92
Média		0,63	0,75	0,69
C.V.(%)			34,05	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

A inoculação com BPCV promoveu aumento da MF de plantas cultivadas em SC + areia e SC + bucha, porém, não levou a efeitos significativos positivos nas plantas cultivadas nos demais substratos. No substrato SC + bucha foram encontrados os maiores valores de N, P, Mg, B e Cu, o que pode ter auxiliado no estabelecimento do biofilme, e, conseqüente desempenho das bactérias em plantas cultivadas nessa mistura de substratos (O'Toole et al., 2000).

Portanto, a mistura fibra de coco + bucha vegetal e o esfagno são substratos que podem ser utilizados para a emergência de *Neoglaziovia variegata*, combinados à inoculação com as estirpes de BPCV e a forma de inoculação aplicada, nas condições experimentais avaliadas, pois promoveram incrementos em importantes características de qualidade comercial, que são: IVE, H, DR e MF. O IVE é importante, pois quanto mais rápido as plântulas emergirem, reduz o tempo de produção. H, DR e MF se relacionam ao tamanho da planta, que nesse caso, quanto maior e com folhas maiores, mais valorizada comercialmente deverá ser a planta, revertendo em maior valor ornamental e em quantidade de fibras por planta.

## Experimento 2

O número de bactérias diazotróficas presentes nas raízes das plantas pode ser observado na Tabela 6. As plantas dos tratamentos controle também apresentaram bactérias diazotróficas em suas raízes.

Tabela 6. Número de bactérias diazotróficas (nº de células viáveis g<sup>-1</sup> de matéria fresca de raízes - Nº de células/ g de raiz) associadas às raízes de *Neoglaziovia variegata*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV) em diferentes substratos (substrato comercial Plantmax<sup>®</sup> (SC) + areia, esfagno e fibra de coco), aos 120 dias de cultivo, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Substrato	Bactéria	Nº de células/g de raiz
	Sem BPCV	N.D.
SC + areia	Com BPCV	12,5 x 10 <sup>5</sup>
	Sem BPCV	N.D.
Esfagno	Com BPCV	55,5 x 10 <sup>6</sup>
	Sem BPCV	7,5 x 10 <sup>6</sup>
Fibra de coco	Com BPCV	67,5 x 10 <sup>6</sup>
	Sem BPCV	

\*N.D. – Não detectado através do método de diluição seriada pela tabela de McCrady.

A fibra de coco foi o único substrato no qual tanto as raízes das plântulas do tratamento sem inoculação quanto aquelas das plantas do tratamento com inoculação com BPCV apresentaram bactérias diazotróficas, portanto, a fibra de coco pode ter favorecido a colonização de bactérias diazotróficas, em função do potencial deste material induzir a formação de biofilme. Porém, para testar esse potencial, outros experimentos devem ser realizados com este fim.

Vários fatores estão relacionados à formação do biofilme, entre eles o tipo de material sobre o qual as bactérias se aderem através de proteínas extramembranares, as adesinas (Poulsen, 1999). Na superfície desse material, as características mais importantes para a adesão são: rugosidade, teores nutricionais e pH (Hayes, 1993; An et al., 1997; Costerton et al., 1999). Logo, um substrato com essas características pode proporcionar melhor condição ao

estabelecimento do biofilme bacteriano. Weber et al. (2003) destacam a importância do substrato utilizado, principalmente com relação à capacidade de formação de agregados ao redor das raízes, o que pode facilitar o processo de estabelecimento bacteriano nas mesmas. Outros fatores que podem influenciar a formação do biofilme bacteriano são: temperatura e tempo de exposição da população bacteriana à superfície (An et al., 1997; Katsikogianni et al., 2004).

Estes resultados de controles positivos são considerados normais (Rosenblueth e Martínez-Romero, 2004), pois não há como evitar a associação da comunidade natural com as plantas. Este resultado pode ser explicado pelo fato de que as bactérias diazotróficas podem ter se associado às raízes das plantas, ou ainda, a fibra de coco poderia já conter bactérias diazotróficas naturalmente associadas.

Houve efeito significativo do substrato sobre as seguintes características avaliadas: H, DR, NF, MSPA e MST (Tabela 7 e Figura 6), porém não houve diferença significativa da inoculação com BPCV sobre essas variáveis. Os menores valores observados para todas essas características foram em plantas cultivadas no substrato fibra de coco. Maior número de folhas é altamente desejável para esta espécie, pois as fibras de suas folhas são altamente valorizadas comercialmente.

No presente trabalho, a inoculação com BPCV levou a um aumento da MSR, independentemente do substrato (Tabela 7). Esses resultados corroboram o relato de Silva (2013) que também observou aumento da massa seca da raiz, porém também encontrou aumento na massa seca da parte aérea das plantas, quando estudou efeito da inoculação com BPCV (*Burkholderia* sp. UENF 114111, *Burkholderia silvatlantica* UENF 117111 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54) em abacaxizeiro “Vitória”.

Houve interação significativa entre os efeitos do substrato e da inoculação com BPCV sobre o CF (Tabela 7): os maiores CF foram observados nas plantas cultivadas no substrato fibra de coco e inoculadas com BPCV (10,43 cm), bem como no SC + areia, e esfagno sem inoculação com BPCV (10,04 cm). O contrário ocorreu quando não se inoculou as plantas cultivadas em fibra de coco e inoculou-se plantas no SC + areia, nas quais se observaram os menores valores de CF. Para a produção de mudas seria importante o comprimento das folhas, uma vez que as plantas de *Neoglaziovia* são valorizadas comercialmente

pelas fibras das suas folhas, que são utilizadas para diversos fins e, também, pelo seu aspecto ornamental. Assim, parte-se da premissa que maiores folhas redundariam em maior valor ornamental, bem como se espera que haja também mais fibras. Dessa forma, essa característica pode ser considerada importante para a definição do substrato ideal visando melhorar a produtividade, e, pode-se afirmar, com base nesses resultados, que para maiores CF, é possível utilizar o SC + areia sem inoculação ou a fibra de coco inoculando-se as plantas com a mistura das estirpes de BPCV utilizadas da maneira como foram inoculadas e nas condições experimentais descritas.

Também houve interação significativa entre o efeito do substrato e da inoculação com BPCV sobre o VPA e VR (Tabela 7), sendo que as plantas no substrato fibra de coco sem inoculação com BPCV tiveram menores volumes, tanto de parte aérea, como de raiz. Indicando assim, que ao se utilizar a inoculação com BPCV é interessante usar a fibra de coco como substrato, pois as bactérias se estabeleceram melhor nela.

Pode-se observar que quando a fibra de coco é combinada à inoculação com BPCV, os resultados são significativamente superiores (CF, VPA e VR), porém, quando não se inoculou BPCV, opostamente, encontram-se os menores resultados. Essa melhor resposta das plantas à inoculação com as bactérias diazotróficas observado na fibra de coco pode estar atrelado às características desse substrato, como rugosidade, composição química ou pH, que contribuem para a formação e o estabelecimento do biofilme bacteriano (Hayes, 1993; An et al., 1997; Katsikogianni et al., 2004).

Porém, pela contagem do número de bactérias diazotróficas associadas às raízes também havia bactérias presentes nas raízes das plantas no substrato fibra de coco sem inoculação com BPCV ( $7,5 \times 10^6$  n° de células/ g de raízes), embora em menor quantidade quando comparado ao tratamento com inoculação ( $67,5 \times 10^6$  n° de células/ g de raízes – Tabela 6). A princípio, as bactérias que não foram inoculadas parecem não ter estimulado efeitos positivos em CF, VPA e VR, pois estes resultados foram menores em relação às plantas não inoculadas.

Tabela 7. Altura da planta (H, cm), comprimento da maior folha (CF, cm), diâmetro da roseta (DR, cm), número de folhas (NF), massa seca da parte aérea (MSPA, g), massa seca de raízes (MSR, g), massa seca total (MST, g), volume da parte aérea (VPA) e volume de raízes (VR) em plantas de *Neoglaziovia variegata*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV) em diferentes substratos (substrato comercial Plantmax® (SC) + areia, esfagno e fibra de coco), aos 120 dias de cultivo em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Variáveis	Substrato	Inoculação com BPCV		Média
		Com	Sem	
H	SC + areia	2,61	2,76	2,69 a
	Esfagno	3,11	2,88	2,99 a
	Fibra de coco	1,29	1,38	1,34 b
Média		2,34	2,34	2,34
C.V. (%)		14,13		
CF	SC + areia	3,57 b B	10,04 a A	6,80
	Esfagno	3,91 bA	4,99 bA	4,45
	Fibra de coco	10,43 a A	5,65 b B	8,04
Média		5,97	6,89	6,43
C.V. (%)		16,41		

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

Tabela 7, Cont.

Variáveis	Substrato	Inoculação com BPCV		Média
		Com	Sem	
DR	SC + areia	6,14	5,98	6,06 a
	Esfagno	6,94	6,73	6,84 a
	Fibra de coco	1,86	2,71	2,29 b
	Média	4,98	5,14	5,06
	C.V. (%)		35,53	
NF	SC + areia	4,92	4,86	4,89 a
	Esfagno	5,32	5,46	5,39 a
	Fibra de coco	2,01	2,96	2,49 b
	Média	4,08	4,43	4,26
	C.V. (%)		25,75	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

Tabela 7, Cont.

Variáveis	Substrato	Inoculação com BPCV		Média
		Com	Sem	
MSPA	SC + areia	0,13	0,15	0,14 a
	Esfagno	0,22	0,19	0,21 a
	Fibra de coco	0,04	0,02	0,03 b
Média		0,13	0,12	0,13
C.V. (%)			32,71	
MSR	SC + areia	0,018	0,015	0,017
	Esfagno	0,017	0,005	0,011
	Fibra de coco	0,017	0,002	0,009
Média		0,017 A	0,007 B	0,012
C.V. (%)			38,89	
MST	SC + areia	0,15	0,15	0,15 a
	Esfagno	0,23	0,22	0,23 a
	Fibra de coco	0,06	0,02	0,04 b
Média		0,15	0,13	0,14
C.V. (%)			37,9	

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

Tabela 7, Cont.

Variáveis	Substrato	Inoculação com BPCV		Média
		Com	Sem	
VPA	SC + areia	0,84 a A	0,75 a A	0,79
	Esfagno	0,77 a A	0,65 a A	0,71
	Fibra de coco	0,97 a A	0,33 b B	0,65
Média		0,86	0,57	0,72
C.V. (%)		17,81		
VR	SC + areia	0,072 a A	0,070 a A	0,071
	Esfagno	0,070 a A	0,064 a A	0,067
	Fibra de coco	0,085 a A	0,034 b B	0,059
Média		0,075	0,056	0,066
C.V. (%)		21,30		

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.



Figura 6. Plantas de *Neoglaziovia variegata*, aos 120 dias de cultivo em diferentes substratos, com ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV), em casa-de-vegetação: T1 – substrato comercial Plantmax® (SC) + areia, com inoculação com BPCV; T2 - SC + areia, sem inoculação com BPCV; T3 - fibra de coco + bucha vegetal de coco, com inoculação com BPCV; T4 - fibra de coco + bucha vegetal de coco, sem inoculação com BPCV; T5 - SC + bucha, com inoculação com BPCV; T6 - SC + bucha, sem inoculação com BPCV.

Concluindo, para o crescimento inicial de plântulas de *Neoglaziovia variegata*, nas condições de cultivo descritas, recomenda-se a utilização de esfagno e a mistura de SC + areia como substratos.

### Experimento 3

Bactérias diazotróficas foram encontradas associadas às raízes de *N. variegata*, ao final do período experimental, tanto nas plantas inoculadas como nas não inoculadas (Tabela 8).

Tabela 8. Número de bactérias diazotróficas (nº de células viáveis g<sup>-1</sup> de matéria fresca de raízes - Nº de células/ g de raiz) associadas às raízes de *Neoglaziovia variegata* ao final do período experimental de 314 dias de cultivo a campo, em Quissamã – RJ

Bactéria	Nº de células /g de raiz
Sem BPCV	9,5 x 10 <sup>5</sup>
Com BPCV	12,7 x 10 <sup>5</sup>

A presença de BPCV no controle pode ser explicada pelo fato de que, sob condições de inoculação a campo, resultados de controles positivos são considerados normais e ainda mais frequentes do que em casa-de-vegetação (Rosenblueth e Martínez-Romero, 2004), pois não há como evitar a associação da comunidade natural com as plantas. Bactérias diazotróficas podem ter se associado às raízes das plantas, ou ainda essas plantas poderiam já ter bactérias diazotróficas naturalmente associadas às suas raízes.

Não houve efeito significativo da inoculação com BPCV sobre nenhuma das variáveis analisadas, a saber: H, CF, NF, DC, DR, MSPA, MSR e MST (Tabela 9). Brotações começaram a surgir somente no último mês de avaliação, sendo observadas 27 brotações, 12 brotações em oito plantas no tratamento com inoculação com BPCV e, 15 brotações em seis plantas no tratamento sem a inoculação com BPCV.

Tabela 9. Altura da planta (H, cm), comprimento da maior folha (CF, cm), diâmetro da roseta (DR, cm), número de folhas (NF), diâmetro do colo (DC, mm), massa seca da parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g) e massa seca total (MST, g) em plantas de *Neoglaziovia variegata*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV), aos 314 dias de cultivo a campo, em Quissamã – RJ

Inoculação com BPCV	H	CF	DR	NF	DC	MSPA	MSR	MST
	(cm)	(cm)	(cm)		(mm)	(g)	(g)	(g)
Com	46,15	54,75	21,18	9,42	23,21	17,93	4,88	22,81
Sem	39,60	47,20	19,57	7,54	25,78	17,05	5,33	22,53
Média Geral	42,88	50,98	20,38	8,48	24,50	17,49	5,11	22,67
C.V. (%)	8,74	12,56	5,08	9,63	23,44	11,59	6,89	9,79

Giro (2011) quando inoculou a bactéria *Burkholderia silvatlantica* em plantas de abacaxizeiro “Vitória” também não observou efeito sobre o crescimento das plantas inoculadas em relação ao controle. Segundo o autor, isso pode ter sido causado, entre outros fatores, pela presença de outros microrganismos competindo com as bactérias inoculadas no substrato que continha vermicomposto.

Porém, Silva (2013) observou que houve aumento da massa seca da parte aérea e das raízes quando usou uma mistura das bactérias promotoras do crescimento vegetal (*Burkholderia* sp. UENF 114111, *Burkholderia* sp. UENF 117111 e *Herbaspirillum seropedicae* HRC 54) na aclimatização de mudas do abacaxizeiro “Vitória”, apesar de também não ter observado efeito significativo da inoculação sobre a altura da planta, sobre o número de folhas nem sobre a área foliar. Da mesma forma Bashan e Gonzalez (1999), estudando o efeito da sobrevivência de BPCV ao longo dos anos e a sua posterior inoculação em plantas de trigo, tomate e algodão, observaram que as plantas inoculadas tiveram maior massa seca das raízes e da parte aérea.

Com base nos resultados da Tabela 9, a inoculação com essas estirpes de BPCV, através do veículo de inoculação utilizado e da forma de aplicação, para mudas de *Neoglaziovia variegata*, nas condições de cultivo a campo descritas, não promoveu efeitos significativos sobre nenhuma das variáveis analisadas.

Segundo Bashan et al. (2004), os principais aspectos para o sucesso da inoculação são a eficácia do isolado bacteriano e a utilização da tecnologia de inoculação adequada. Para tanto, alguns objetivos precisam ser alcançados: encontrar a melhor estirpe da bactéria ou consórcio microbiano, encontrar a formulação ideal para o inoculante e utilizar um método de aplicação prático.

Ao comparar este experimento com os Experimentos 1 e 2, observa-se que não houve efeito significativo da inoculação com BPCV, diferentemente do ocorrido nos anteriores, indicando que mais estudos devem ser feitos no intuito de aprofundar o conhecimento no potencial de uso das BPCV para essa espécie, testando outras estirpes, veículos de inoculação e formas de aplicação.

## CONCLUSÕES

Os substratos mais indicados para emergência de *Neoglaziovia variegata* em casa-de-vegetação nas condições experimentais descritas, inoculadas com a mistura de BPCV (*Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54), são a mistura fibra de coco + bucha vegetal ou o esfagno.

O esfagno ou a mistura do substrato comercial Plantmax® + areia podem ser indicados como substratos para o crescimento inicial de plântulas de *N. variegata* em casa-de-vegetação, nas condições experimentais descritas.

Não foi observado efeito da inoculação da mistura de BPCV sobre o crescimento de mudas de *N. variegata* no campo, nas condições experimentais descritas.

Recomenda-se a realização de mais pesquisas sobre o uso das BPCV no cultivo dessa espécie vegetal, testando outras estirpes de bactéria, veículos de inoculação e formas de aplicação que viabilizem o aproveitamento do potencial evidenciado.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Aguiar, K.P. (2012) *Prospecção de bactérias promotoras do crescimento vegetal associadas à vermicompostos*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 100p.

Amaral, T.L., Jasmim, J.M., Carneiro, L.A., Mansur, E. (2003) *Quesnelia quesneliana* cultivada em mesocarpo de coco sob diferentes níveis de nitrogênio e benzilaminopurina (BAP). *Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulture*, 47: 35-37.

- An, Y.H., Friedman, R.J. (1997) Laboratory methods for studies of bacterial adhesion. *Journal of Microbiological Methods*, 30: 141-152.
- Anacleto, A., Negrelle, R.R.B., Koehler, H.S. (2008) Germinação de *Aechmea nudicaulis* (L.) Griseb. (Bromeliaceae) em diferentes substratos alternativos ao pó de xaxim. *Acta Scientiarum Agronomy*, (30) 1: 73-79.
- Baldotto, L.E.B, Baldotto, M.A., Canellas, L.P., Bressan-Smith, R., Olivares, F.L. (2010) Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acids and *Burkholderia* spp. during acclimatization. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 34: 1593-1600.
- Barbosa, G.C.V. (2007) *Substrato e indutores de florescimento em bromélias ornamentais*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Viçosa – MG, Universidade Federal de Viçosa – UFV, 77 p.
- Bashan, Y., Gonzalez, L.E. (1999) Long-term survival of the plant-growth-promoting bactéria *Azospirillum brasiliense* and *Pseudomonas fluorescens* in dry alginate inoculant. *Applied Microbiology and Biothechnoogy*, 51: 262-266.
- Bashan, Y., Bashan, L.E., Prabhu, S.R., Hernandez, J.P. (2014) Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and pratical perspectives (1998-2013). *Plant-Soil*, 378:1-33.
- Basso, S.M.S. (1999) *Caracterização morfológica e fixação biológica de nitrogênio de espécies de Adesmia DC. e Lotus L.* Tese (Doutorado em Zootecnia) – Porto Alegre – RS, Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS, 268 p.
- Campanharo, M., Rodrigues, J.J.V., Lira Junior, M.A., Espindula, M.C., Costa, J.V.T. (2006) Características físicas de diferentes substratos para a produção de mudas de tomateiro. *Revista Caatinga*, 19 (2): 140-145.
- Conn, K.L., Nowak, J., Lazarovits, G.A (1997) Gnotobiotic bioassay for studying interactions between potatoes and plant growth-promoting rhizobacteria. *Canadian Journal of Microbiology*, 43: 801-808.

- Costerton, J.W., Stewart, P.S., Greenberg, E.P. (1999) Bacterial biofilms: A Common Cause of Persistent Infections. *Science Magazine*, 284 (5418): 1318-1322.
- Döbereiner, J., Baldani, V.L.D., Baldani, J.I. (1995) *Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas*. Brasília: Embrapa - SPI, 60 p.
- Estevan, D.A., Faria, R.T., Vieira, A.O.S., Mota, T.D., Takahashi, L.S.A. (2010) Germinação de sementes de duas bromélias em diferentes substratos. *Científica* (38) 1: 7-13.
- FDC - Fundação Dom Cintra – Plano diretor de desenvolvimento sustentável de Quissamã - RJ: <http://www.quissama.rj.gov.br/antigo/wp-content/uploads/cap1.pdf> em 05/07/2012.
- Ferreira, C.A., Paiva, P.D.O., Rodrigues, T.M., Ramos, D.P., Carvalho, J.G., Paiva, R. (2007) Desenvolvimento de mudas de bromélias (*Neoregelia cruenta* (R. Graham) L. B. Smith) cultivadas em diferentes substratos e adubação foliar. *Ciência e Agrotecnologia*, (31) 3: 666-671.
- Fischer, P. (1996) Kultursubstrate. In: Horn, W. (ed.) *Zierpflanzenbau*. Blackwell Wissenschafts, Berlin. P. 140-149.
- Giro, V.B (2011) *Crescimento do abacaxizeiro 'vitória' em resposta à aplicação de vermicomposto, ácidos húmicos e bactérias promotoras de crescimento*. Tese (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 96p.
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Hayes, P.R. (1993) *Microbiología e higiene de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, 369 p.
- Kämpf, A.N. (2000) *Produção comercial de plantas ornamentais*. Guaíba: Agropecuária, 254 p.

- Katsikogianni, ALM., Missielis, Y.F. (2004) Concise review of mechanisms of bacterial adhesion to biomaterials and of techniques used in estimating bacteria-material interactions. *European Cells and Materials*, 8:37-57.
- Latimer, J.G. (1991) Container size and shape influence growth and landscape performance of marigold seedling. *HortScience*, 26 (2): 124-126.
- Lazarovitz, G., Nowak, J. (1997) Rhizobacterium for improvement of plant growth and establishment. *Hortscience*, 32: 188-192.
- Leme, E.M.C., Marigo, L.C. (1993) *Bromeliads in Brazilian wilderness*. Rio de Janeiro: Marigo Comunicação Visual Ltda, 183p.
- Luther, H.E. (2004). *An alphabetical list of Bromeliad binomials*. 9. ed. Sarasota: The Bromeliad Society International, 109p.
- Maguire, J.D. (1962) Speed of germination: aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigour. *Crop Science*, 2 (2): 176-177.
- Martins, S.R., Fernandes, H.R., Assis, F.N., Mendes, M.E.G. (1999) Caracterização climática e manejo de ambientes protegidos: a experiência Brasileira. *Informe Agropecuário*, 20: 15-23.
- McCrary, M.H. (1915) The numerical interpretation of fermentation-tubes results. *Journal of Infection Disease*, 17: 183-212.
- O'Toole, G., Kaplan, H. B., Kolter, R. (2000) Biofilm formation as microbial development. *Annual Review of Microbiology*, 54: 49-79.
- Pereira, D.D. (2003) *O Caroá Neoglaziovia variegata Mez no Cariri Paraibano: ocorrência, antropização e possibilidades de manejo no assentamento Estrela D'Alva*. Dissertação (Mestrado) – João Pessoa – PB, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, 282 p.
- Perez, S.C.J.G.A., Fanti, S.C., Casali, C.A. (2001) Influência da luz na germinação de sementes de canafístula submetidas ao estresse hídrico. *Bragantia*, 60: 155-156.

- Poulsen, L. V. (1999) Microbial biofilm in food processing. *Lebensm. Wiss. U. Technology*, 32: 321-326.
- Radwan, T.E.L.S., Mohamed, Z.K., Reis, V.M. (2004) Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 987-994.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2007) *Biologia Vegetal*. 7 ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 728 p.
- Ribeiro, A.C., Guimarães, P.T.G., Alvarez, V.H. (1999) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação*. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 359p.
- Rosenblueth, M., Martinez Romero, E. (2004) *Rhizobium etli* maize populations and their competitiveness for root colonization. *Archives of Microbiology*, 181: 337-344.
- Rua, J., Aragão, L.X., Lima, L.C.M., Neusa, A.O., Ramuz, P.F. (1996) Diagnóstico preliminar das condições sócio/ambientais do município de Quissamã. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 21: 162-167.
- Sanchez, L.V.C., Ferreira, M.J.C.L., Bosque, G. (2007) Teste de emergência e avaliação de desenvolvimento da bromélia *Neoregelia johannis* em diversos tipos de substratos. *Revista Científica Eletrônica de Agronomia*, 12: 1-8.
- Silva, A.A. (2013) *Bactérias diazotróficas e adubação nitrogenada na aclimatização de mudas micropropagadas de abacaxizeiro*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 88 p.
- Silva, F.A.S. (2013) *Assistat versão 7.7 beta*. Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, PB.
- Silveira, D.G., Pelacani, C.R., Antunes, C.G.C., Rosa, S.S., Souza, F.V.D., Santana, J.R.F. (2011) Resposta germinativa de sementes de Caroá

[*Neoglaziovia variegata* (ARRUDA) MEZ]. *Ciência e Agrotecnologia*, 35 (5): 948-955.

Silveira, D.G., Souza, F.V.D., Pelacani, C.R., Souza, A.S., Ledo, C.A.S., Santana, J.R.F. (2009) Micropropagation and *in vitro* conservation of *Neoglaziovia variegata* (Arr. Cam.) Mez, a fiber produced bromeliad from Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52 (4): 923-932.

Sonneveld, C., Ende, J., Bes, S.S. (1990) Estimating the chemical compositions of soil solutions by obtaining saturation extracts or specific 1:2 by volume extracts. *Plant and soil*, 126: 169-175.

Souza, M. (2003) Muito além do xaxim. *Natureza*, 2: 32-37.

Weber, O. B., Correia, D., Silveira, M.R.S., Crisóstomo, L.A., Oliveira, E.M., Sá, E.G. (2003) Efeito da bactéria diazotrófica em mudas micropropagadas de abacaxizeiros Cayenne Champac em diferentes substratos. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 38 (6): 689-696.

### 3.2. CRESCIMENTO DE *Alcantarea vinicolor* INOCULADA COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL (BPCV) COM DIFERENTES SUBSTRATOS E ADUBAÇÃO

#### RESUMO

A espécie *Alcantarea vinicolor* é uma bromélia nativa do Brasil comumente usada como planta ornamental. Para assegurar um adequado desenvolvimento das plantas ornamentais, devem ser utilizados substratos adequados e um correto manejo da adubação. O uso de bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) pode levar a acréscimos na produtividade das plantas cultivadas, e conseqüentemente, à redução do tempo de cultivo e melhoria da qualidade do produto. O objetivo deste trabalho foi avaliar a inoculação com BPCV, diferentes substratos e doses de adubação mineral em mudas de *A. vinicolor*. Para isso, foram realizados dois experimentos, em delineamento de blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial 2x2x2, combinando dois substratos (bucha vegetal e fibra de coco), dois tratamentos de inoculação com BPCV (com e sem), e duas doses de adubação (50 e 75%); com três repetições e cinco plantas por parcela. A diferença entre os dois experimentos foi a época de da inoculação com BPCV, realizada no momento do plantio no Experimento 1, e, no Experimento 2, aos 30 dias após o plantio; em ambos usando como inóculo uma mistura de BPCV (*Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54), contendo  $10^8$  células de bactérias mL<sup>-1</sup>, aproximadamente. Aos 270 dias de cultivo foram avaliados a altura da

planta (H), o comprimento da maior folha (CF), diâmetro da roseta (DR), diâmetro do colo (DC) e número de folhas (NF) das plantas. No Experimento 1 foi observado efeito significativo do substrato sobre todas as variáveis analisadas e a fibra de coco foi o substrato que acarretou aumento dos valores das características estudadas. A inoculação com BPCV promoveu incrementos no CF. Não houve diferença significativa das doses de adubação sobre nenhuma das características avaliadas. No Experimento 2 a inoculação com BPCV causou aumento na H, no CF, no DC e no DR. A adubação não teve efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas. Já o substrato fibra de coco causou incremento em todas as variáveis analisadas. O substrato fibra de coco foi melhor em relação à bucha vegetal, e a inoculação com BPCV foi importante para o crescimento das plantas causando incrementos em H, CF, DC e DR, nas condições avaliadas.

Palavras-chave: bucha vegetal, fibra de coco, adubação nitrogenada, época de inoculação, BPCV.

GROWTH OF *Alcantarea vinicolor* INOCULATED WITH PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA (BPCV) with DIFFERENT SUBSTRATES AND FERTILIZATION

ABSTRACT

*Alcantarea vinicolor* is a bromeliad native to Brazil commonly used as an ornamental plant. To ensure the proper development of ornamental plants suitable substrates and accurate fertilization should be used. The use of plant growth-promoting bacteria (BPCV) can enhance increases in the productivity of crop plants, leading to reduced cultivation time and improved product quality. The aim of this study was to evaluate the inoculation with BPCV, different substrates

and levels of mineral fertilizer on seedlings of *Alcantarea vinicolor*. Hence, two experiments were conducted in a randomized block design (DBC) in a 2x2x2 factorial scheme, combining two substrates (loofah fiber and coconut fiber), two inoculations (with and without), and two levels of fertilization (50 e 75%); with three replications and five plants per plot. The difference between the two experiments was the time of inoculation with BPCV, which was performed at the time of planting the Experiment 1, and, in Experiment 2, at 30 days after planting; both using a mixed inoculum (*Burkholderia silvatlantica* strain 103, *Serratia marcescens* strain 22 and *Herbaspirillum seropedicae* strain HRC 54), containing  $10^8$  bacterial cells  $\text{ml}^{-1}$ , approximately. After 270 days of growth plant height (H), the length of the longest leaf (CF), rosette diameter (DR), stem diameter (DC) and leaf number (NF) of the plants were evaluated. In Experiment 1, substrate effect on all variables was observed, and coconut fiber was the substrate which led to increase in the values of the studied characteristics. Inoculation with BPCV promoted increases in CF and DR. There was no significant difference of fertilization doses on any of the variables. In Experiment 2, inoculation with BPCV caused an increase in the H, CF, DC and DR. There was no significant effect of fertilization on any of the variables analysed. The coconut fiber caused an increase in all variables. The coconut fiber was better as compared to to the loofah fiber, and the innoculation was important for plant growth causing increases in H, CF, DC and DR, in the evaluated conditions.

Keywords: Loofah fiber, coconut fiber, nitrogen fertilization, inoculation time, PGPB.

## INTRODUÇÃO

Espécies da família Bromeliaceae têm grande relevância no mercado de plantas ornamentais, devido à imensa variedade de espécies, riqueza de cores e formas, e também, por apresentarem rusticidade, exigindo menos cuidados específicos no seu cultivo (Matteo, 2002; Rocha, 2002).

A espécie *Alcantarea vinicolor* é nativa do Brasil, mais especificamente do estado do Espírito Santo; pode ser uma espécie rupícola ou epífita em seu *habitat*, e, figura na lista de espécies ameaçadas de extinção (IPEMA, 2007). A região do Espírito Santo se encontra no bioma Mata Atlântica, assim como a região Norte Fluminense, o que facilita a adaptabilidade dessa espécie à região de Campos dos Goytacazes - RJ. Esta espécie é utilizada como planta ornamental devido ao seu porte e à coloração avermelhada das suas folhas (Xavier et al., 2010).

Uma boa condição nutricional leva as plantas a apresentarem incrementos em produtividade e tolerarem os estresses bióticos ou abióticos (Malézieux e Bartholomew, 2003). O N é um elemento essencial às plantas, pois faz parte de aminoácidos, proteínas e diversos processos metabólicos, sendo a adubação nitrogenada um fator limitante no seu crescimento (Raven et al., 2007).

A adubação é a forma mais utilizada de fornecer N às plantas. Nievola e Mercier (1996) observaram que, em *Vriesea fosteriana*, espécie rupícola, assim como pode ser *Alcantarea vinicolor*, as raízes têm importância secundária na absorção dos nutrientes, sendo as folhas as maiores responsáveis pela assimilação do nitrato. Estes autores indicam que uma adubação foliar combinada com radicular estimularia o crescimento dessa bromélia, desde que estejam sobre rochas ou sobre outras plantas.

Um correto manejo do uso de adubos nitrogenados traz benefícios aos produtores e ao meio ambiente, permitindo maior produtividade dos cultivos e economia de fertilizantes minerais, reduzindo as perdas por lixiviação e volatilização e os custos de produção (Amado et al., 2002).

Assim, outro tipo de estratégia como, por exemplo, o uso de bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV), pode surgir como uma alternativa

viável, pois auxiliam as plantas, estimulando o seu desenvolvimento, aumentando a produtividade dos cultivos, devido ao estímulo à produção de hormônios vegetais, fixação biológica de nitrogênio, entre outros fatores, que em conjunto, além de promover o crescimento, atuam no sentido de minimizar os efeitos negativos de estresses (Bashan e Hoguein, 1997; Zaied et al., 2003; Potters et al., 2007).

A produção de mudas de plantas ornamentais também depende do uso de substratos de qualidade e, uma correta caracterização química destes auxilia em um melhor manejo da produção. Para o cultivo de bromélias epífitas é necessária utilização de substratos de baixa densidade, alta permeabilidade e aeração, além de alta capacidade de campo, ser ácido, com boa drenagem e aeração (Kämpf, 1992; Dimmitt, 1992).

Desta maneira, o objetivo do presente trabalho foi avaliar diferentes substratos, o efeito da inoculação com BPCV em diferentes épocas de aplicação do inóculo e, doses de adubação, em função de contribuir com as condições para o crescimento das BPCV, no cultivo de mudas de *Alcantarea vinicolor*.

## MATERIAL E MÉTODOS

### Experimento 1

Este experimento foi conduzido em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ, na Unidade de Apoio à Pesquisa (UAP) – no Centro de Ciências e Tecnologias Agropecuárias (CCTA), Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF. A instalação consistiu de casa-de-vegetação coberta com polietileno leitoso de baixa densidade (PEBD) e tela de sombreamento (30%).

Mudas de *Alcantarea vinicolor* com aproximadamente 6 cm de altura e 7 folhas, provenientes de cultivo *in vitro*, e, anteriormente, cultivadas em casa-de-vegetação na UAP, foram cultivadas em delineamento de blocos casualizados,

em esquema fatorial 2x2x2, combinando dois substratos (bucha vegetal e fibra de coco), dois níveis de inoculação com BPCV (com e sem inoculação), duas doses de adubação (50 e 75%); com três repetições e cinco plantas por parcela, em um total de 120 plantas. Foram determinadas duas doses de adubação para avaliar se havia relação entre a inoculação das bactérias e a adubação. O período experimental teve duração de 270 dias (05/11/2012 a 16/08/2013).

Por se tratarem de resíduos, a bucha vegetal e a fibra de coco foram adquiridas somente com o custo do transporte. A bucha vegetal foi proveniente de produtor rural, do município de Ponte Nova, MG. O preparo da bucha para utilização como substrato consistiu em triturá-la em uma picadeira de capim (Nogueira DPM-Júnior; Figura 1a), com lâminas de cinco milímetros, passando-a por pelo menos três vezes, ou até atingir o tamanho ideal (cerca de 2x2 cm). A fibra de coco foi proveniente da coleta de cocos verdes no comércio do centro de Campos dos Goytacazes – RJ. A fibra foi obtida pela trituração das cascas de coco verde em ensiladeira forrageira (MENTA MIT® S 15T; Figura 1b), e, depois, seca ao sol.



Figura 1. Máquinas utilizadas para trituração da bucha vegetal e da fibra de coco: a) Picadeira Nogueira DPM-Júnior; b) Ensiladeira forrageira MENTA MIT® S 15T.

Os isolados bacterianos foram provenientes da coleção de bactérias diazotróficas do Laboratório de Biologia Celular e Tecidual (LBCT), da Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro. Foram utilizadas as bactérias: *Serratia marcescens* estirpe 22, *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54, escolhidas devido ao fato de todas serem endofíticas e promotoras do crescimento vegetal.

A bactéria *Serratia marcescens* estirpe 22 foi isolada de vermicomposto (Aguiar, 2012), apresentando capacidade de fixar N atmosférico e solubilizar P. A *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103 foi isolada de plantas de abacaxi e atua no aumento da absorção de nutrientes e fixação de nitrogênio (Baldotto et al., 2010). Enquanto que, a bactéria *Herbaspirillum seropedicae* HRC 54 foi isolada de cana-de-açúcar, tendo a capacidade de produzir fitohormônios, como o AIA (ácido indolacético) e fixar nitrogênio atmosférico (Radwan et al., 2004).

As bactérias cresceram separadamente em meio líquido DYGS (Döbereiner et al., 1995) por 24 h, em agitador a 120 rpm e 30 °C, para preparo do pré-inóculo, e, posteriormente, por mais 24h para preparo do inóculo final. Quando os inóculos das três estirpes estavam prontos, foram misturados para serem aplicados na planta.

A inoculação das bactérias promotoras do crescimento vegetal foi feita com auxílio de pipeta de 5 mL, aplicando 4 mL por planta, contendo  $10^8$  células de bactérias mL<sup>-1</sup>, aproximadamente, no momento do plantio das mudas (Figura 2). As mudas foram cultivadas em potes plásticos translúcidos com capacidade para 400 mL, contendo bucha vegetal ou fibra de coco, de acordo com o tratamento.



Figura 2. Inoculação de mistura de bactérias (*Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54) com aproximadamente  $10^8$  células bacterianas  $\text{mL}^{-1}$ , ao redor da base da planta de *Alcantarea vinicolor*, cultivada em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ.

Aos 90 dias após o plantio foram iniciadas as adubações minerais, feitas semanalmente até o fim do período experimental, aplicando-se 20 mL da solução com o fertilizante ao redor das raízes. O adubo utilizado foi a formulação de Petters® de N-P-K (20-20-20), usando as doses  $0,56 \text{ g L}^{-1}$  na dose de 75% e  $0,38 \text{ g/L}$  na dose de 50%. As doses foram baseadas em Xavier et al. (2010), quando estudaram adubação em *A. vinicolor*, que concluíram que a melhor dose para o crescimento inicial desta espécie foi  $1,0 \text{ g L}^{-1}$  da formulação Peters® de N-P-K (15-15-15). As plantas foram irrigadas com 100 mL de água diariamente, utilizando mangueira com bico de crivo fino, com vazão de  $1 \text{ L min}^{-1}$ ; ou, de acordo com a necessidade hídrica, verificando-se se o substrato estava seco e aplicando água de irrigação até a lixiviação.

Dados de temperatura e umidade relativa do ar foram registrados através de data logger (Hobbo®), dentro da casa-de-vegetação. A temperatura máxima média durante o período experimental foi de  $32,67 \text{ }^\circ\text{C}$ , a mínima média foi de

21,35 °C e a média foi de 25,62 °C. A UR máxima média foi de 91,77%, a mínima média foi de 53,82% e a média foi de 77,49%.

Aos 270 dias de cultivo foram realizadas as avaliações de altura de planta (H, cm), comprimento da maior folha (CF, cm) e diâmetro da roseta (DR, cm), com auxílio de régua milimetrada; diâmetro do colo (DC, mm) com paquímetro digital; e, número de folhas (NF), através de contagem direta; também foi realizada a contagem de bactérias nas raízes das plantas (nº de células/ g de raízes).

Adotou-se metodologia descrita por Döbereiner et al. (1995) para contagem das bactérias diazotróficas nas raízes das plantas, em que amostras de raízes (0,1 g) de uma planta escolhida aleatoriamente de cada parcela útil, foram lavadas em água corrente e desinfestadas superficialmente, maceradas, diluídas serialmente e inoculadas em meio semi-sólido sem adição de N, específicos para as bactérias utilizadas.

Ao se lavar as raízes da planta em água corrente e aplicar álcool se eliminam as bactérias aderidas externamente às raízes. Ao macerar as raízes, expõem-se as bactérias endofíticas à solução, que foi diluída, posteriormente.

A quantificação dos níveis populacionais se deu pela expressão do número mais provável pela consulta a tabela de Mc Crady (1915).

Para caracterização dos substratos foram feitas análises químicas antes do período experimental, em que amostras dos substratos foram utilizadas para determinação dos teores de macro e micronutrientes, realizadas no Setor de Nutrição Mineral de Plantas, LFIT/CCTA/UENF. Após a secagem em estufa de ventilação forçada a 70 °C, durante 72 horas, as amostras foram moídas em moinho tipo Wiley, com peneira de 20 mesh. Em seguida o material triturado foi submetido à oxidação por meio da digestão sulfúrica ( $H_2SO_4$  e  $H_2O_2$ ), obtendo-se um extrato onde foram determinados os teores de nitrogênio (N), pelo método de Nessler (Jackson, 1965). Para determinação dos teores de fósforo (P), potássio (K), magnésio (Mg), cálcio (Ca), enxofre (S), manganês (Mn), ferro (Fe), cobre (Cu), boro (B) e zinco (Zn) foi feita digestão em nitroperidrol e a determinação feita, no extrato diluído, por espectrometria de absorção atômica por plasma acoplado (ICP). O pH e a condutividade elétrica (CE) em água foram medidos com auxílio de pHmetro e condutivímetro, respectivamente.

O extrato utilizado para a determinação do pH e da CE foi obtido pela adição de água (200mL) em uma amostra de 50 g de substrato. A suspensão foi agitada por 20 minutos a 220 rpm e filtrada em papel de filtro (Sonneveld et al., 1990). Posteriormente, foram feitas as leituras de pH e CE através do extrato obtido após a filtração.

Os teores de nutrientes, pH e CE encontrados nos substratos foram determinados antes do início dos experimentos e são apresentados na Tabela 1.

Tabela 1. Teores de nutrientes dos substratos bucha vegetal e fibra de coco, utilizados como substratos para o cultivo de *A. vinicolor*, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Macronutrientes							
Substrato	N	P	K	Ca	Mg	S	
(g kg <sup>-1</sup> )							
Bucha vegetal	31,88	0,07	0,10	1,01	0,25	0,16	
Fibra de coco	76,00	1,17	10,09	1,16	1,16	0,64	
Micronutrientes							
	B	Cu	Fe	Mn	Zn	pH	CE
(mg Kg <sup>-1</sup> )							
(μS cm <sup>-1</sup> )							
Bucha vegetal	10,40	1,99	173,93	91,49	7,46	4,10	0,30
Fibra de coco	26,60	6,93	848,25	11,65	11,65	6,50	0,70

Os dados foram submetidos ao teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, usando o programa Assistat 7.7 (Silva, 2013).

## Experimento 2

Este experimento também foi realizado em casa-de-vegetação no *Campus* da UENF, em Campos dos Goytacazes – RJ.

Mudas de *Alcantarea vinicolor* com aproximadamente 6 cm de altura e 7 folhas, provenientes de cultivo *in vitro*, e, anteriormente, cultivadas em casa-de-vegetação na UAP, foram cultivadas em delineamento de blocos casualizados, em esquema fatorial 2x2x2, combinando dois substratos (bucha vegetal e fibra de coco), dois níveis de inoculação com BPCV (com e sem inoculação), e dois níveis de adubação (50 e 75%); com três repetições e cinco plantas por parcela, num total de 120 plantas. O período experimental teve duração de 270 dias (05/11/2012 a 16/08/2013).

A condução experimental e as avaliações foram as mesmas utilizadas no Experimento 1, exceto a época de inoculação com BPCV, que neste experimento foi feita 30 dias após o plantio.

Os dados foram submetidos ao teste F, e médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, usando-se o programa Assistat 7.7 (Silva, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1

Bactérias diazotróficas foram encontradas associadas às raízes de *Alcantarea vinicolor*, ao final do período experimental, tanto nas plantas inoculadas como nas não inoculadas (Tabela 2).

Tabela 2. Número de bactérias diazotróficas (nº de células viáveis g<sup>-1</sup> de matéria fresca de raízes - Nº de células/ g de raiz) associadas às raízes de *Alcantarea vinicolor* ao final do período experimental de 270 dias de cultivo em casa-devegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Substrato	Inoculação com BPCV	Adubação	Nº de células/ g de raiz
Bucha Vegetal	Sem	50%	N.D.
		75%	N.D.
	Com	50%	7,70 x 10 <sup>6</sup>
Fibra de Coco	Sem	75%	12,70 x 10 <sup>5</sup>
		50%	55,00 x 10 <sup>6</sup>
	Com	75%	67,50 x 10 <sup>6</sup>
		50%	57,00 x 10 <sup>6</sup>
		75%	70,20 x 10 <sup>6</sup>

\*N.D. – Não detectado através do método de diluição seriada pela tabela de McCrady.

Pode-se observar que os controles, ou seja, os tratamentos que não foram inoculados com BPCV também apresentaram população de bactérias diazotróficas associadas às raízes (Tabela 2). Estes resultados de controles positivos são considerados normais (Rosenblueth e Martínez-Romero, 2004). Este resultado pode ser explicado pelo fato de que as plantas inoculadas foram mantidas em casa-de-vegetação, em contato com outras plantas por mais de um ano e de os substratos não terem sido esterilizados antes da utilização no experimento. Então, bactérias diazotróficas podem ter se associado às raízes das plantas, ou ainda essas plantas poderiam já ter bactérias diazotróficas naturalmente associadas às suas raízes.

Segundo Rosenblueth e Martínez-Romero (2004), estipes associadas naturalmente às plantas podem ser competitivas para colonizar a rizosfera e os tecidos internos do sistema radicular. Para se comprovar se já havia bactérias

naturalmente associadas às raízes das mudas, uma contagem de bactérias diazotróficas deveria ter sido realizada antes de se iniciar o experimento.

No substrato fibra de coco encontraram-se as maiores populações de bactérias (Tabela 2), supõe-se que as bactérias foram mais eficientes em formar o biofilme bacteriano neste substrato do que na bucha vegetal, em função das características da fibra, como por exemplo, rugosidade, composição química adequada e pH, descrita por Hayes (1993) e An et al. (1997) como características importantes para formação e estabelecimento do biofilme bacteriano. Weber et al. (2003) destacam a importância do substrato utilizado, principalmente com relação à capacidade de formação de agregados ao redor das raízes, o que pode facilitar o processo de estabelecimento bacteriano nas mesmas.

Foi observado efeito significativo do substrato sobre todas as variáveis analisadas: H, NF, CF, DC e DR (Tabela 3). Plantas cultivadas no substrato fibra de coco apresentaram maior H (4,37 cm), sendo 50% maiores do que as plantas cultivadas na bucha vegetal (2,18 cm). Porém, não houve efeito significativo da inoculação com BPCV nem da adubação sobre H, NF e DR.

Houve efeito significativo isolado de inoculação com BPCV sobre CF e DC (Tabela 3). Plantas inoculadas com BPCV tiveram maiores CF, enquanto que a inoculação causou menores DC. Para o cultivo comercial, características como CF e DC são importantes, pois o apelo comercial das plantas dessa espécie é a aparência de suas folhas, portanto, plantas maiores em diâmetro e com folhas maiores e mais vistosas são desejáveis.

Tabela 3. Altura da planta (H, cm), número de folhas (NF), comprimento da maior folha (CF, cm), diâmetro do colo (DC, mm) e diâmetro da roseta (DR, cm) em *Alcantarea vinicolor*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV) em diferentes substratos e doses de adubação, aos 270 dias de cultivo em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Variáveis	Inoculação com BPCV	Substrato						Médias
		Bucha Vegetal		Média	Fibra de Coco		Média	
		50%	75%		50%	75%		
H	Com	2,44	2,26	2,35	4,89	4,57	4,73	3,54
	Sem	2,16	1,85	2,01	3,86	4,15	4,01	3,01
Média		2,30	2,06	2,18 B	4,38	4,36	4,37 A	3,27
C.V. (%)		23,63						
NF	Com	6,66	5,53	6,10	9,41	9,40	9,40	7,75
	Sem	7,06	6,40	6,73	9,41	9,48	9,44	8,08
Média		6,86	5,97	6,42 B	9,41	9,44	9,43 A	7,91
C.V. (%)		20,06						
CF	Com	5,17	4,29	4,73	11,43	10,11	10,77	7,75 a
	Sem	0,39	3,17	1,78	8,49	8,59	8,54	5,16 b
Média		2,78	3,73	3,26 B	9,96	9,35	9,66 A	6,46
C.V. (%)		26,34						

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

Tabela 3, Cont.

Variáveis	Inoculação com BPCV	Substrato						Médias
		Bucha Vegetal		Média	Fibra de coco		Média	
		50%	75%		50%	75%		
DC	Com	7,93	6,80	7,37	10,61	11,40	11,01	9,19 b
	Sem	9,76	9,06	9,41	13,15	11,93	12,54	10,98 a
Média		8,85	7,93	8,39 B	11,88	11,67	11,77 A	10,08
C.V. (%)		19,24						
DR	Com	7,91	6,01	6,96	16,21	14,98	15,60	11,28
	Sem	6,19	5,14	5,67	14,74	13,53	14,14	9,90
Média		7,05	5,58	6,31 B	15,48	14,26	14,87 A	10,59
C.V. (%)		35,28						

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

A fibra de coco teve efeitos significativos positivos sobre todas as variáveis de crescimento analisadas. Efeito já verificado por outros autores para outras espécies de plantas. Por exemplo, Lone et al. (2008) analisaram o comprimento da parte aérea em um experimento comparando substratos alternativos ao xaxim para *Cattleya* sp. (Orchidaceae) e demonstraram que a fibra de coco e o xaxim foram superiores à casca de arroz carbonizada, porém não diferiram estatisticamente do esfagno, da casca de pinus e nem da casca de pinus + fibra de coco. No Experimento 2 do Trabalho 1 também foi identificado que a fibra de coco pode ser usada como substrato, quando utilizada com inoculação com BPCV, para *Neoglaziovia variegata*, nas condições avaliadas, pois promoveram o efeito significativo de comprimento de folha, volume da parte aérea e volume de raízes.

De maneira semelhante, Demattê (2001) em experimento com *Tillandsia gardneri* (Bromeliaceae), avaliando substratos (fibra de coco, xaxim, casca de pinus e húmus), chegou à conclusão de que as plantas cultivadas nos substratos que continham fibra de coco em sua composição apresentaram maior número de folhas, e maior emissão de inflorescências e de brotos. Ao estudarem diversos substratos à base de coco na orquídea *Dendrobium nobile* (Orchidaceae), Assis et al. (2005) verificaram que para altura de planta o substrato que se destacou foi pó de coco (19,27 cm), e os maiores pesos secos de raízes encontrados foram nos substratos pó de coco (0,85 g), fibra de coco (0,86 g), e, coco em cubos + fibra de coco (0,95 g), que não diferiram estatisticamente entre si.

É importante para o produtor conhecer o potencial dos substratos alternativos, tanto economicamente, quanto ambientalmente, pois um substrato com alta disponibilidade e baixo custo permite uma diminuição dos custos de produção do cultivo em questão.

Segundo Meerow (1997) e Carrijo et al. (2002), o potencial da fibra de coco como substrato advém de sua boa capacidade de retenção de água e boa drenagem, porém algumas características indesejáveis também podem ser observadas, como: acidez, alta salinidade e variação nos teores de nutrientes. No caso de bromélias epífitas (ou rupícolas), podendo ser *A. vinicolor* considerada como rupícola, a acidez é uma característica desejável. Para o cultivo de bromélias epífitas os substratos mais adequados são os com baixa

densidade, alta permeabilidade e aeração, além de alta capacidade de campo, acidez e boa drenagem (Kämpf, 1992; Dimmitt, 1992).

Diferentemente dos resultados deste experimento e dos autores já mencionados, Oshiro e Demattê (2001) quando avaliaram diferentes substratos para *Aechmea fasciata* (Bromeliaceae), verificaram que substratos à base de coco não foram tão eficientes em proporcionar maior altura de plantas quanto o xaxim, a casca de pinus e o húmus.

A bucha vegetal como substrato foi inferior provocando menores valores para todas as características vegetais analisadas (Tabela 3). Vichiato et al. (2008) também observaram que para cultivo da orquídea *Dendrobium nobile*, a bucha vegetal acarretou resultados inferiores aos obtidos com o xaxim para comprimento da parte aérea, diâmetro do pseudobulbo e número de folhas das plantas.

O menor crescimento ao se utilizar a bucha vegetal quando comparada à fibra de coco pode ser consequência da sua alta porosidade, pois, apesar de ser um substrato com alta capacidade de retenção de água, mais até do que a fibra de coco, também perde água rapidamente sob a força exercida pela gravidade (D'Almeida et al., 2005). Logo pode não ter disponibilizado água suficiente quando comparado à fibra de coco para o crescimento das plantas.

O efeito isolado da inoculação com BPCV promoveu maiores valores de DC e de CF de *A. vinicolor* (Tabela 3).

Embora nos resultados da Tabela 3 não haja diferença significativa entre o efeito das doses de adubação sobre nenhuma das características avaliadas, Xavier et al. (2010) estudando diferentes doses de adubação em *Alcantarea vinicolor* (T1 – 187,5 mg de N, 25 mg de P e 234,4 mg de K por vaso; T2 – 1 g L<sup>-1</sup> da formulação Peters® 15-15-15; T3 – T1 e T2 aplicados juntos; T4 – T1 + 0,49 g L<sup>-1</sup> de sulfato de amônio, 0,33 g L<sup>-1</sup> de nitrato de potássio, 0,2 g L<sup>-1</sup> de sulfato de magnésio e 0,083 g L<sup>-1</sup> de MAP) cultivadas em fibra de coco encontraram efeito das doses de adubação nitrogenada, em que os menores valores foram observados no tratamento 1, para as variáveis número de folhas, diâmetro da roseta, matéria seca de folhas, índice SPAD e teor de N. Segundo estudo de Amaral et al. (2009), em *Neoregelia* 'Sheba', o aumento da dose de adubação nitrogenada resultou em aumento no número de folhas.

Pelo fato da adubação com 50% da dose não ter sido diferente estatisticamente de 75%, para o produtor é mais vantajoso utilizar a menor dose de adubação, pois gera economia, reduzindo o custo da produção.

A fibra de coco promoveu efeito significativo de todas as características avaliadas. A inoculação com BPCV foi responsável pelo incremento de CF, característica importante para o cultivo comercial desta espécie, pois está diretamente ligada ao tamanho das plantas, e neste caso, quanto maiores essas plantas, mais robustas e mais apreciadas no mercado ornamental.

Mais estudos devem ser feitos para testar o potencial de promoção de crescimento das BPCV nesta espécie, através de novas formas de inoculação, outros veículos e outras estirpes, aplicadas isoladamente ou em mistura.

Concluindo, pode-se utilizar a fibra de coco e a inoculação com as estirpes de BPCV testadas nas condições experimentais descritas, para crescimento de *Alcantarea vinicolor*, em casa-de-vegetação.

## Experimento 2

Bactérias diazotróficas foram encontradas tanto em plantas inoculadas, como em plantas não inoculadas (Tabela 4). A maior quantidade de bactérias diazotróficas estava presente nas raízes das plantas inoculadas cultivadas em fibra de coco.

Tabela 4. Número de bactérias diazotróficas (nº de células viáveis g<sup>-1</sup> de matéria fresca de raízes - Nº de células/ g de raiz) associadas às raízes de *Alcantarea vinicolor* ao final do período experimental de 270 dias de cultivo em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Substrato	Bactéria	Adubação	Nº de células/ g de raiz
Bucha Vegetal	Sem BPCV	50%	N.D.
		75%	12,50 x 10 <sup>5</sup>
	Com BPCV	50%	55,00 x 10 <sup>6</sup>
		75%	2,45 x 10 <sup>5</sup>
Fibra de Coco	Sem BPCV	50%	71,25 x 10 <sup>6</sup>
		75%	22,50 x 10 <sup>6</sup>
	Com BPCV	50%	70,80 x 10 <sup>6</sup>
		75%	59,75 x 10 <sup>6</sup>

\*N.D. – Não detectado através do método de diluição seriada pela tabela de McCrady.

A presença de bactérias diazotróficas nos tratamentos não inoculados foi identificada, mesmo que em menor quantidade do que nos demais (Tabela 4). Porém, o número de bactérias nos tratamentos sem inoculação e com 75% da adubação foi cinco vezes maior que com inoculação, para a bucha vegetal. Estes resultados também foram observados por Weber et al. (1999). Alguns fatores podem ser sugeridos como responsáveis por este resultado: a associação natural de bactérias diazotróficas às raízes das plantas; ou, contaminação, tanto por contato com as plantas inoculadas, como no momento da inoculação, ou ainda por respingos da água de irrigação, visto que as bactérias diazotróficas têm facilidade enorme em colonizar raízes, e resultados provenientes de contaminação não são raros (Leifert e Cassells, 2001; Weber et al., 2003). No entanto, acredita-se que não houve contaminação, pois, para evitar esse tipo de problema, as plantas dos tratamentos com e sem inoculação ficaram

distantes umas das outras cerca de 1,20 m e no momento da inoculação se teve o cuidado de sempre trocar as ponteiras da pipeta automática.

O substrato fibra de coco se destacou, pois as raízes das plantas nele cultivadas apresentaram maiores níveis populacionais de bactérias diazotróficas. Este fato pode estar relacionado às características da fibra de coco por possuir características químicas, rugosidade e pH adequados, favorecendo assim, a formação do biofilme bacteriano (Hayes, 1993; An et al. 1997).

Houve efeito significativo positivo isolado da inoculação com BPCV sobre H, CF, DC, DR (Tabela 5). O substrato teve efeito significativo sobre todas as variáveis analisadas (H, NF, CF, DC e DR), sendo que a fibra de coco se destacou pelos melhores resultados (Tabela 5).

As características H, CF e DR são importantes para o cultivo comercial, pois esta espécie é valorizada pela beleza de suas folhas, então, quanto maiores, mais apreciadas as plantas.

Não foi observado efeito simples da adubação sobre nenhuma variável analisada (Tabela 5). Pelo fato da adubação com 50% da dose não ter sido diferente estatisticamente de 75%, para o produtor é mais vantajoso utilizar a menor dose de adubação, pois gera economia, reduzindo o custo da produção.

Tabela 5. Altura da planta (H, cm), número de folhas (NF, cm), comprimento da maior folha (CF, cm), diâmetro do colo (DC, mm) e diâmetro da roseta (DR, cm) em plantas de *Alcantarea vinicolor*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV) em diferentes substratos e doses de adubação, aos 270 dias de cultivo em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ

Variáveis	Inoculação com BPCV	Substrato						Médias
		Bucha Vegetal		Média	Fibra de Coco		Média	
		50%	75%		50%	75%		
H	Com	2,39	2,74	2,57	5,29	5,88	5,59	4,08 a
	Sem	2,01	2,24	2,13	4,25	4,20	4,23	3,18 b
Média		2,20	2,49	2,35 B	4,77	5,04	4,91 A	3,63
C.V. (%)		17,23						
NF	Com	6,03	6,60	6,32	10,83	11,86	11,35	8,83
	Sem	8,00	8,20	8,10	10,63	11,98	11,31	9,70
Média		7,02	7,40	7,21 B	10,73	11,92	11,33 A	9,27
C.V. (%)		13,83						

\*Inoculação aos 30 dias após o plantio

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

Tabela 5, Cont.

Variáveis	Inoculação com BPCV	Substrato						Médias
		Bucha Vegetal		Média	Fibra de Coco		Média	
		50%	75%		50%	75%		
CF	Com	4,98	5,65	5,32	11,65	13,78	12,72	5,32 a
	Sem	3,57	3,90	3,74	10,43	10,04	10,24	3,74 b
Média		4,28	4,78	4,53 B	11,04	11,91	11,48 A	4,53
C.V. (%)					18,01			
DC	Com	5,43	6,26	5,85	9,90	11,11	10,51	8,18 a
	Sem	5,04	5,08	5,06	9,45	9,38	9,42	7,24 b
Média		5,24	5,67	5,45 B	9,68	10,25	9,96 A	7,71
C.V. (%)					10,95			

\*Inoculação aos 30 dias após o plantio

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

Tabela 5, Cont.

Variáveis	Inoculação com BPCV	Substrato						Médias
		Bucha Vegetal		Média	Fibra de Coco		Média	
		50%	75%		50%	75%		
DR	Com	7,99	10,00	9,00	21,10	25,53	23,32	16,16 a
	Sem	6,67	6,82	6,75	19,63	18,59	19,11	12,93 b
Média		7,33	8,41	7,87 B	20,37	22,06	21,21 A	14,54
C.V. (%)		19,09						

\*Inoculação aos 30 dias após o plantio

\*\* Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey, letras minúsculas comparam inoculação com BPCV, letras maiúsculas comparam substratos.

O substrato fibra de coco por ser mais rico em nutrientes (Tabela 1) pode ter contribuído para um melhor desempenho das plantas. As plantas de *A. vinicolor* podem ser rupícolas ou terrestres, portanto, não dependem exclusivamente de substratos ricos em nutrientes, segundo Ballester-Olmos (1992) que afirma que o maior crescimento de bromélias epífitas ocorre em substratos com baixos teores de nutrientes. De maneira que o desempenho da fibra de coco em relação à bucha vegetal também pode ser atribuído às melhores características físicas deste substrato (Evans et al., 1996).

Rocha (2012) estudou substratos alternativos ao xaxim para cultivar *Neoregelia tigrina* (Bromeliaceae) e chegou à conclusão de que a casca de pinus e a fibra de coco foram superiores a resíduos industriais, destacando a importância de serem de baixo custo para os produtores e de fácil acessibilidade. Esse mesmo autor encontrou resultados superiores de peso da massa seca do sistema radicular das plantas no substrato composto por 100% de fibra de coco e também naquele com 25% de fibra de coco + 75% de resíduo orgânico industrial, que foram os substratos que mantiveram uma umidade superior aos demais, favorecendo o desenvolvimento das raízes e a absorção de nutrientes, portanto favorecendo o crescimento das plantas.

As bactérias diazotróficas, além de promoverem o crescimento a partir da fixação biológica de nitrogênio, também produzem fitormônios, que podem auxiliar na promoção do crescimento vegetal, portanto podendo ter contribuído para o aumento H, CF, DC e DR (Tabela 5) pela produção desses reguladores de crescimento. Bastián et al. (1998) em cultivo de células de *H. seropedicae* detectaram a produção de ácido indol-acético (AIA) e giberelina (GA1 e GA3).

Apesar de no presente experimento não ter sido observado efeito simples significativo das doses de adubação sobre nenhuma das características analisadas, Kurita (2011) estudando diferentes doses de adubação nitrogenada no cultivo *in vitro* de *Alcantarea imperialis*, em frascos contendo 40 mL de meio MS modificado com diferentes concentrações de nitrogênio (0; 3,75; 7,5; 15; 30; 60; 90; 120; e, 175 mM de N) aplicadas em intervalos de três meses, observou que tanto a menor quanto a maior dose de N analisadas foram prejudiciais ao crescimento das plantas avaliando as seguintes variáveis: número de folhas,

comprimento da parte aérea, massa fresca da parte aérea e massa seca da parte aérea.

Não obstante a ausência de resposta das plantas à adubação nos resultados expostos acima, os meios de inoculação testados foram capazes de exercer efeito positivo no crescimento das plantas, da mesma forma que o substrato promoveu aumento em todas essas características e também no NF.

A inoculação 30 dias após o plantio promoveu incrementos sobre a H, CF, DC e DR – sobre três características a mais (H, DC e DR) do que a inoculação no momento do plantio. Essas são características importantes para a produção comercial, pois estão diretamente relacionadas com o tamanho das folhas, que é o principal atrativo desta espécie para venda.

Concluindo, a fibra de coco e a inoculação com BPCV, aos 30 dias após o plantio, podem ser utilizadas no cultivo de *A. vinicolor* promovendo crescimento nas condições experimentais utilizadas. No entanto, mais estudos devem ser feitos a fim de testar o potencial da associação de BPCV com essa espécie, usando outras formas de aplicação, veículos e estirpes aplicadas isoladamente ou em misturas.

## CONCLUSÕES

A fibra de coco e a inoculação com as estirpes de BPCV, independentemente da época de inoculação, podem ser utilizadas no cultivo de *Alcantarea vinicolor*, aplicando-se 50% da dose de adubação nas condições experimentais descritas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, K.P. (2012) *Prospecção de bactérias promotoras do crescimento vegetal associadas à vermicompostos*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 100p.
- Amado, T.J.C., Mielniczuk, J., Aita, C. (2002) Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de cultura de cobertura do solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 2 (1): 241-248.
- Amaral, T.L., Jasmim, J.M., Thiébaud, J.T.L., Nahoum, P.L.V. (2009) Adubação nitrogenada e potássica de Bromeliáceas cultivadas em fibra de coco e esterco bovino. *Horticultura brasileira*, 27 (3): 286-289.
- An, Y.H., Friedman, R.J. (1997) Laboratory methods for studies of bacterial adhesion. *Journal of Microbiological Methods*, 30: 141-152.
- Assis, A.M., Faria, R.T., Colombo, L.A., Carvalho, J.F.R.P. (2005) Utilização de substratos à base de coco no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. (Orchidaceae). *Acta Scientiarum Agronomy*, 27: 255- 260.
- Baldotto, L.E.B, Baldotto, M.A., Canellas, L.P., Bressan-Smith, R., Olivares, F.L. (2010) Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acids and *Burkholderia* spp. during acclimatization. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 34: 1593-1600.
- Ballester-Olmos, J.L. (1992) Substratos para el cultivo de plantas ornamentales. *Hojas Divulgadoras*, 11: 1-44.
- Bashan, Y., Holguin, G. (1997) Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). *Canadian Journal of Microbiology*, 43: 103-121.

- Bastián, F., Cohen, A., Piccoli, P., Luna, V., Baraldi, R., Bottini, R. (1998) Production of indole-3-acetic acid and gibberellins A1 and A3 by *Acetobacter diazotrophicus* and *Herbaspirillum seropedicae* in chemically-defined culture media. *Plant Growth Regulation*, 24: 7-11.
- Carrijo, O.A., Liz, R.S., Makishima, N. (2002) Fibra da casca do coco verde como substrato agrícola. *Horticultura Brasileira*, 20 (4): 533-535.
- D'Almeida, A.L.S., Caldo, V., Barreto, D.W. (2005) Acetilação da fibra de bucha (*Luffa cylindrica*). *Polímeros: Ciências e Tecnologia*, 15 (1): 59-62.
- Demattê, M.E.S.P. (2001) Cultivo de *Tillandsia gardneri* Lindl. em diferentes substratos. *Anais do Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais*, 13, São Paulo: SBFPO, p. 118.
- Dimmit, M.A. (1992) *Bromeliads: a cultural manual*. Oregon: The Bromeliad Society, 42p.
- Döbereiner, J., Baldani, V.L.D., Baldani, J.I. (1995) *Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas*. Brasília: Embrapa - SPI, 60 p.
- Evans, M.R., Konduro, S. (1996) Source variation in physical and chemical properties of coconut coir dust. *HortScience*, 31 (6): 965-967.
- Hayes, P.R. (1993) *Microbiología e higiene de los alimentos*. Zaragoza: Acribia, 369 p.
- IPEMA – Lista da flora ameaçada de extinção do Espírito Santo: <http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/ES-especies-ameacadas.pdf> em 10/09/2012.
- Jackson, M.L. (1965) *Soil chemical analysis*. New Jersey: Prentice Hall, 498p.
- Kämpf, A.N. (1992) Bromélias. In: Castro, C.E.F., Angelis, B.L.D., Moura, L.P.P., Silveira, R.B.A., Angelis Neto, G., Sato, N.T. (coord.). *Manual de floricultura*. Maringá: UEM, p.201-211.

- Kurita, F. M. K. (2011) *Crescimento in vitro da bromélia Alcantarea imperialis (Carrière) Harms com diferentes concentrações de nitrogênio, fósforo, potássio e cálcio*. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade Vegetal e Meio Ambiente) – São Paulo – SP, Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente, 64 p.
- Leifert, C., Cassells, A.C. (2001) Microbial hazards in plant tissue and cell cultures. *In Vitro Cellular Development Biology-Plant*, 37: 133-138.
- Lone, A.B., Barbosa, C.M., Takahashi, L.S.A., Faria, R.T. (2008) Aclimatização de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. *Acta Scientiarum Agronomy*, 30 (4): 465-469.
- Matteo, B.C. (2002) *Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias*. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ, 80 p.
- Malézieux, E., Bartholomew, D.P. (2003) Plant Nutrition. *In*: Bartholomew, D.P., Paul, R.E., Rohrbach, K.G. (eds.) *The pineapple – botany, production and uses*. Honolulu: CABI Publishing, p. 143-165
- McCrary, M.H. (1915) The numerical interpretation of fermentation-tubes results. *Journal of Infection Disease*, 17: 183-212.
- Meerow, A.W. (1997) Coir dust, a viable alternative to peat moss. *Greenhouse Product News*, (1) 1: 17-21.
- Nievola, C.C., Mercier, H. (1996) A importância dos sistemas foliar e radicular na assimilação do nitrato em *Vriesea fosteriana*. *Bromélia*, 3: 14-18.
- Oshiro, L., Demattê, M.E.S.P. (2001) Substratos e fertilizantes no crescimento e na floração de *Aechmea fasciata* Bak (Bromeliaceae). *Anais do Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais*, 13, São Paulo: SBFPO, p. 107.

- Potters, G., Pasternak, T.P., Guisez, Y., Palme, K.J., Jansen, M.A.K. (2007) Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble?. *Trends in Plant Science*, 12: 98-105.
- Radwan, T.E.L.S., Mohamed, Z.K., Reis, V.M. (2004) Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 987-994.
- Raven, P.H., Evert, R.F., Eichhorn, S.E. (2007) *Biologia Vegetal*. 7. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 830 p.
- Rocha, A.B.F. (2012) *Desenvolvimento de mudas de bromélias em resíduos orgânicos e industriais*. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) – Alfenas – MG, Universidade José do Rosário Vellano – UNIFENAS, 48 p.
- Rocha, P.K. (2002) *Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ, 111 p.
- Rosenblueth, M., Martinez Romero, E. (2004) Rhizobium etli maize populations and their competitiveness for root colonization. *Archieve of Microbiology*, 181:337-344.
- Silva, F.A.S. (2013) *Assistat versão 7.7 beta*. Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, PB.
- Sonneveld, C., Ende, J., Bes, S.S. (1990) Estimating the chemical compositions of soil solutions by obtaining saturation extracts or specific 1:2 by volume extracts. *Plant and soil*, 126: 169-175.
- Vichiato, M.R.M., Vichiato, M., Castro, D.M., Dutra, L.F., Pasqual, M., Araújo, T.S. (2008) Bucha vegetal e fertilização organo-mineral no cultivo de *Dendrobium nobile* Lindl. *Uruguaiana*, (15) 1: 34-42.

- Weber, O. B., Correia, D., Silveira, M.R.S., Crisóstomo, L.A., Oliveira, E.M., Sá, E.G. (2003) Efeito da bactéria diazotrófica em mudas micropropagadas de abacaxizeiros Cayenne Champac em diferentes substratos. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 38 (6): 689-696.
- Weber, O.B., Teixeira, K.R.S., Kirchof, G., Baldani, J.I., Döberreiner, J. (1999) Isolation and characterization of diazotrophic bacteria from banana and pineapple plants. *Plant Soil*, 210: 103-113.
- Xavier, P.B., Jasmim, J.M., Machado Neto, A.S., Petri, D.J.C. (2010) Crescimento inicial de *Alcantarea vinicolor* em função de fontes e doses de nutrientes. *Revista Brasileira de Horticulura Ornamental*, 152: 169-173.
- Zaied, K.A., El-Hady, A.H., Afify, A.H., Nassef, M.A. (2003) Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Journal of Biology Science*, 4: 344-358.

### 3.3.CULTIVO DE *Pilosocereus pachycladus pachycladys* INOCULADO COM BACTÉRIAS PROMOTORAS DO CRESCIMENTO VEGETAL (BPCV) SOB DOSES DE TORTA DE MAMONA

#### RESUMO

*Pilosocereus pachycladus pachycladys* (Cactaceae) tem dupla finalidade: ornamental e forrageira. A inoculação com bactérias promotoras de crescimento vegetal (BPCV) pode promover aumentos no desenvolvimento e rendimento das culturas em casa-de-vegetação e no campo. Assim, o presente trabalho objetivou avaliar a eficiência da inoculação com BPCV no crescimento dessa cactácea, visando obter informações que possam auxiliar seu cultivo sustentável, além de avaliar sua resposta a diferentes doses de torta de mamona e à aplicação de massa plástica à base do cladódio. O experimento foi em blocos casualizados, com três repetições e 16 mudas por parcela, em esquema de parcelas subdivididas. Dois níveis de adubação compuseram a parcela (50% e 75% da quantidade de torta de mamona usada pelo produtor); a subparcela foi composta por dois tratamentos de aplicação de massa plástica à base (com e sem); e na subdividida dois tratamentos de inoculação com BPCV (com e sem). A inoculação (*Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22, *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54) foi feita 30 dias após o plantio. Aos 314 dias foram avaliados: a altura (H), o diâmetro do colo (DC), a

largura das costelas (LC), o perímetro do cladódio (P), o número de costelas (NC) e a profundidade média entre costelas (PF), massa seca da parte aérea (MSPA), raízes (MSR) e total (MST) e a superfície do polígono envolvente (SPE), volume do polígono (VP), superfície do cilindro envolvente (SCE) e volume do cilindro (VC) foram calculados. Não houve efeito significativo isolado da adubação, da massa plástica nem da bactéria sobre: H, P, LC, PF, MSPA, MSR, MST, SPE, SCE, VP nem VC. As menores LC foram observadas em plantas adubadas com 50% da torta de mamona, com massa plástica e inoculadas, bem como naquelas adubadas com 75% da torta, sem massa plástica e não inoculadas. Houve interação significativa da adubação e da inoculação sobre o NC: as plantas inoculadas e que receberam adubação com 50% da torta tiveram menor NC do que as plantas que não foram inoculadas. Também houve interação significativa dos efeitos da aplicação da massa e da inoculação sobre o NC, que foi maior em plantas inoculadas que tinham recebido massa plástica à base do cladódio. Além disso, houve interação significativa entre o efeito da adubação e da massa plástica sobre MSR, que foi menor nas plantas sob a dose de 50% da torta e sem massa plástica. Também ocorreu interação significativa dos efeitos da adubação, massa e inoculação sobre DC, sendo menor nas plantas inoculadas e adubadas com 75% da torta sem aplicação de massa plástica. A adubação com 50% da torta de mamona pode ser usada aliada à aplicação da massa plástica, sem inoculação com BPCV, no cultivo a campo de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, nas condições experimentais utilizadas.

Palavras-chave: cactos, massa plástica, BPCV, torta de mamona.

GROWTH OF *Pilosocereus pachycladus pachycladys* INOCULATED WITH PLANT GROWTH-PROMOTING BACTERIA (BPCV) UNDER DOSE OF CASTOR BEAN CAKE

ABSTRACT

Plants of *Pilosocereus pachycladus pachycladys* (Cactaceae) have double purpose: ornamental and fodder. The plant growth promoting bacteria (PGPB) inoculation can promote increased development and crop yield both in the greenhouse and on the field. Thus, the present study aimed to study the efficiency of PGPB inoculation on cactus growth on the field, to obtain data that might help it on its sustainable growth, as well as to evaluate the plant response to different doses of castor bean cake and to the application of plastic mass to the base of the cladode. The experiment was in a randomized blocks design with three replications in a split-split plot arrangement. Two fertilization levels were in the plot (50% and 75% of the castor bean cake used by the producer); the split plot consisted of two treatments of application plastic mass on the cladode base (with and without); and two inoculations with PGPB on split-split plot (with and without). Inoculation (*Burkholderia* sp. strain 103, *Serratia marcescens* strain 22, *Herbaspirillum seropedicae* strain HRC 54) was made 30 days after planting. At 314 days after planting, the plant height (H), stem diameter (D), cladode rib width (LC), cladode' perimeter (P), the number of ribs (NC) and the average depth between ribs (PC), dry mass of shoots (MSPA), roots (MSR) and total (MST) were measured and the surrounding surface of the polygon (SPE), the polygon volume (VP), the enclosing cylinder surface (SCE) and the cylinder volume (VC) were calculated. There was no significant effect of fertilization, plastic mass or inoculation with PGPB on: H, P, LC, PC, MSPA, MSR, MST, SPE, SCE, VP or VC. The smallest widths were observed in plants fertilized with 50% of castor bean cake, with plastic mass applied and inoculated with PGPB, as well as in plants fertilized with 75% of the castor bean cake, without plastic mass applied and not inoculated. There was a significant interaction of fertilization and

inoculation on the NC: inoculated plants that were fertilized with 50% of castor bean cake had lower NC than plants that were not inoculated. There was also a significant interaction of the effects of plastic mass application and the inoculation on the NC, which was higher in inoculated plants that had received plastic mass applied to the cladode base at planting. Besides, there was also a significant interaction between the effects of fertilization and plastic mass on MSR, which was lowest in plant fertilized with the 50% castor bean cake, and without plastic mass. There was also a significant interaction of the effects of fertilization, plastic mass and inoculation with PGPB on DC, which was lower in inoculated plants fertilized with 75% of castor bean cake and without plastic mass. Fertilization with 50% of the castor bean can be used, along with the application of plastic mass, without inoculation, for growing *Pilosocereus pachycladus pachycladus* under the experimental field conditions.

Keywords: cactus, plastic mass, PGPB, castor bean cake.

## INTRODUÇÃO

O Brasil é considerado um grande centro de diversidade da família Cactaceae, com aproximadamente 200 espécies, sendo a maioria delas endêmicas da Caatinga, no nordeste (Souza e Lorenzi, 2005; Taylor e Zappi, 2004). A espécie *Pilosocereus pachycladus* figura nesta lista de espécies endêmicas da Caatinga brasileira, encontrada principalmente na região do semiárido nordestino (Anderson, 2001).

A espécie *Pilosocereus pachycladus* é dividida em duas subespécies: *Pilosocereus pachycladus pernambucoensis* e *Pilosocereus pachycladus pachycladus*. Ambas são utilizadas pelos produtores rurais da região nordestina como alimento para os animais (Cavalcanti, 2004) e também são utilizadas como plantas ornamentais.

A subespécie *pachycladus* tem caule alto, costelas largas, longos espinhos centrais que são facilmente distinguidos dos radiais, as flores nas aréolas são hirsutas, sendo encontrado na Bahia e no sul de Minas Gerais. Enquanto que a subespécie *pernambucoensis* ocorre no Nordeste, tem caule mais baixo e os espinhos centrais são do mesmo tamanho dos radiais (Anderson, 2001).

O estado nutricional das plantas tem importante papel no seu crescimento, no desenvolvimento e na tolerância a estresses. Quando em boas condições nutricionais, as plantas apresentam incrementos em produtividade e melhor qualidade (Malézieux e Bartholomew, 2003). O N é um elemento imprescindível ao crescimento das plantas, pois ele entra na composição de aminoácidos, proteínas e muitos outros compostos do metabolismo vegetal (Mengel e Kirkby, 1987).

O manejo da adubação nitrogenada tem peculiaridades, a tomada de decisão envolve aspectos técnicos, ambientais e econômicos, pois grande parte da quantidade aplicada é perdida por volatilização ou lixiviação (Amado et al., 2002). No cultivo de cactáceas, as adubações comumente são feitas com doses empíricas, ou baseando-se em literaturas pouco específicas para a região, tipo de solo ou espécie de planta (Costa, 2012).

Em palma forrageira (*Opuntia ficus-indica*), Santos et al. (1996) estudaram o uso de adubação orgânica e mineral e constataram que a adubação com 10 t ha<sup>-1</sup> de esterco bovino promoveu incrementos na produtividade de matéria seca (MS) 5,8 para 10,5 t ha<sup>-1</sup>, durante dois anos de produção; a adubação mineral (50-11-21 kg ha<sup>-1</sup> de N-P-K) elevou a produtividade de 5,8 para 7,5 t de MS ha<sup>-1</sup>, no mesmo período de cultivo. A adubação orgânica associada à adubação mineral foi responsável por elevar a produtividade no maior nível, de 5,8 para 12,3 t de MS ha<sup>-1</sup> dois anos<sup>-1</sup>, o que indicou que a adubação mineral aliada à orgânica são uma alternativa à ganhos de produtividade desta cultura.

Outro fator importante que deve ser levado em consideração no cultivo de plantas ornamentais é o método de propagação. Ao se utilizar a estaquia, estas estão expostas ao ambiente e não possuem raízes, o que pode acarretar a desidratação das mudas e o estresse hídrico pode vir a alterar vários processos

bioquímico-fisiológicos, desde a fotossíntese até a síntese de proteínas (Hu e Schmidhalter, 1998) e levar essa estaca à morte. Por outro lado, se a muda for plantada em local com alta disponibilidade de água pode causar podridão na mesma (Cunha e Reinhardt, 2004).

A produção de mudas de *Pilosocereus pachycladus pachycladus* através da estaquia é feita através da retirada da estaca de brotação lateral de plantas saudáveis. Após uma semana é feita a “cura” do material, através da aplicação de massa plástica à base do cladódio, que será responsável por prevenir o dessecamento da muda e reduzir o risco de penetração de patógenos por esta porta de entrada.

Neste sentido, as bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV) são capazes de promover o crescimento das plantas através de diversos mecanismos, que podem ser, entre outros: mineralização de nutrientes, fixação de nitrogênio e redução de estresse hídrico (Saraf et al., 2011; Podile e Kishore, 2007; Potters et al., 2007).

No Brasil há poucos trabalhos considerando adubação, seja ela orgânica ou mineral, e/ou inoculação com BPCV em espécies de cactos, que possam subsidiar os potenciais e atuais produtores de cactos. Portanto, o objetivo deste trabalho é avaliar o efeito da inoculação com BPCV, as diferentes doses de adubação e a aplicação de massa plástica à base da estaca do cladódio, sobre o crescimento de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, cultivado a campo.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no município de Quissamã – RJ, que se situa a 21° 38'25" latitude sul e altitude de cinco metros do nível do mar (FDC, 2006).

Análises química e física do solo da área foram realizadas na UFRRJ, Campos Leonel Miranda (Tabela 1). O solo da área é composto por 95 g kg<sup>-1</sup> de areia, 37 g kg<sup>-1</sup> de silte e 13 g kg<sup>-1</sup> de argila, com níveis médios de CTC efetiva

( $t=3,4 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ), e teor médio de matéria orgânica ( $31,5 \text{ g dm}^{-3}$ ). Observou-se acidez elevada ( $\text{pH}=4,6$ ) e saturação por Al alta ( $7,8 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ ). Em geral, os teores de macronutrientes se encontravam em níveis baixos no solo, com exceção do Ca, com teor considerado médio ( $2,0 \text{ cmol}_c\text{dm}^{-3}$ ).

Tabela 1. Análise química do espodossolo com teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg), alumínio (Al), acidez potencial (H+Al), sódio (Na), ferro (Fe), cobre (Cu), zinco (Zn), manganês (Mn), carbono (C) e matéria orgânica (M.O.); pH<sub>água</sub>, saturação por bases (SB), capacidade de troca de cátions a pH=7,0 (T), capacidade de troca de cátions efetiva (t), saturação de Alumínio (m) e saturação de bases (V), da área experimental em Quissamã – RJ.

Análise química do solo*									
P		K	Ca	Mg	Fe	Cu	Zn	Mn	
-----( $\text{mg dm}^{-3}$ )-----			----( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )----			-----( $\text{mg dm}^{-3}$ )-----			
4,0		14	2,0	0,4	10,0	0,1	1,6	7,1	
Al	H+Al	Na	pH	C	MO	T	t	m	V
-----( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )-----				(%)	( $\text{g dm}^{-3}$ )	----( $\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ )----		-----(% )-----	
0,9	7,8	0,03	4,6	1,83	31,5	10,3	3,4	27	24

\*Análises realizadas no Centro de Análises da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, *Campus* Campos dos Goytacazes

O teor de P disponível ( $4 \text{ mg dm}^{-3}$ ) se encontra abaixo do nível ideal, que é  $8,1 - 12,0 \text{ mg dm}^{-3}$ . O teor de Zn ( $1,6 \text{ mg dm}^{-3}$ ) está dentro da faixa considerada boa, o teor de Mn se encontra em uma faixa média ( $7,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Porém, os demais micronutrientes encontram-se em faixas consideradas baixas ( $\text{Fe}=10 \text{ mg dm}^{-3}$ ) ou muito baixas, como é o caso do Cu ( $0,1 \text{ mg dm}^{-3}$ ) (Ribeiro et al., 1999).

Estacas de cladódios de *Pilosocereus pachycladus pachycladus* com 19,65 cm de altura e 51,17 mm de diâmetro, em média, cultivadas anteriormente em casa-de-vegetação em Maricá – RJ, foram usadas em um experimento em blocos casualizados, com três repetições, em esquema de parcelas subsubdivididas. Dois níveis de adubação compuseram a parcela (50% e 75% da torta de mamona, usada pelo produtor); a subparcela foi composta por dois níveis de aplicação de massa plástica à base do cladódio (com e sem aplicação); e na subsubparcela foram usados dois níveis de inoculação com BPCV (com e sem inoculação). Foram utilizados quatro cladódios por parcela útil, 16 cladódios por parcela, totalizando 96 plantas nas parcelas úteis e um total de 384 cladódios (com as bordaduras) (Figura 1).

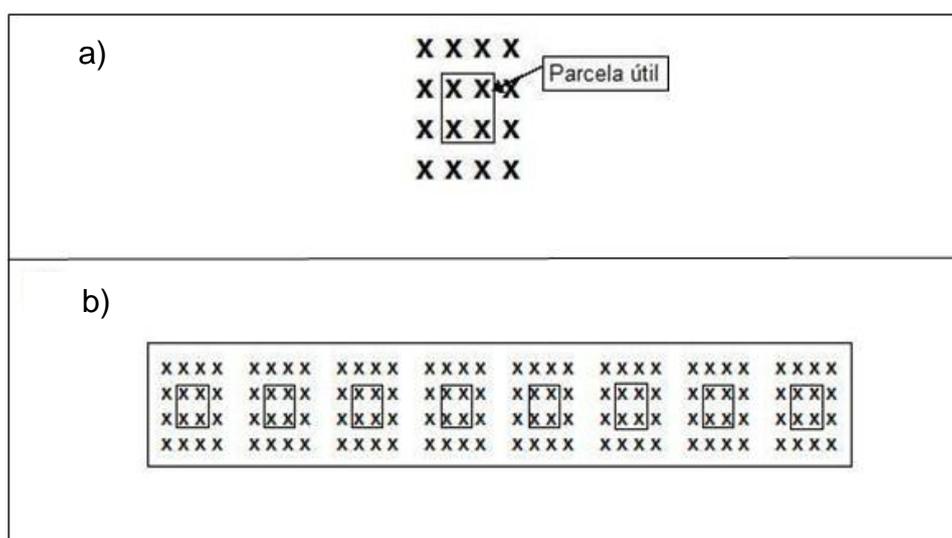


Figura 1. (a) Croqui da parcela e (b) croqui do bloco de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, com espaçamento de  $0,4 \times 0,6$ , cultivado a campo, em Quissamã – RJ.

O espaçamento adotado foi de 0,4 x 0,6 m, o sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento, com mangueira perfurada a cada 40 cm, com vazão de 1,6 L de água por hora, irrigando-se diariamente, pela manhã, exceto em dias chuvosos. Foi feita adubação orgânica (aos 30, 120 e 210 dias após o plantio) em que torta de mamona, farinha de ossos e cinzas foram utilizados na proporção de 0,5:1:1, nos tratamentos com 50% da torta de mamona e, 0,75:1:1 nos tratamentos com 75% da torta de mamona, aplicando-se 160 g da mistura ao redor de cada planta. Esta dose de adubação foi obtida através do produtor rural, que aplica 160 g de uma mistura de torta de mamona, farinha de ossos e cinzas (1:1:1).

Foram utilizadas as bactérias: *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103, *Serratia marcescens* estirpe 22 e *Herbaspirillum seropedicae* estirpe HRC 54, provenientes do LBCT (Laboratório de Biologia Celular e Tecidual), da UENF. A bactéria *Serratia marcescens* estirpe 22 foi isolada de vermicomposto (Aguiar, 2012), apresentando capacidade de fixar N atmosférico. A *Burkholderia silvatlantica* estirpe 103 foi isolada de plantas de abacaxi e atua no aumento da absorção de nutrientes e fixação de nitrogênio (Baldotto et al., 2010). Enquanto que, a bactéria *Herbaspirillum seropedicae* HRC 54 foi isolada de cana-de-açúcar, tendo a capacidade de produzir fitohormônios, como o AIA (ácido indolacético) e fixar nitrogênio atmosférico (Radwan et al., 2004).

As bactérias cresceram separadamente em meio líquido DYGS (Döbereiner et al., 1995) por 24 h, em agitador a 120 rpm e 30 °C, para preparo do pré-inóculo, e, posteriormente, por mais 24h para preparo do inóculo final. Quando os inóculos das três estirpes estavam prontos, foram misturados para serem aplicados na planta.

A inoculação foi feita 30 dias após o plantio, para proporcionar tempo para as mudas se estabelecerem às novas condições, pulverizando-se a parte aérea, com pulverizador de pressão acumulada da marca Strong®, com capacidade para 5 L. Aplicou-se 20 mL do inóculo, contendo  $10^7$  células bacterianas mL<sup>-1</sup>, aproximadamente, por planta, o molhamento das plantas foi uniforme, sobre toda a superfície da parte aérea. As inoculações foram realizadas durante o final da tarde, para evitar altas temperaturas, que poderiam provocar desidratação das mudas.

As estacas foram retiradas de plantas adultas, após um dia, na metade das estacas foi feita a aplicação de massa plástica Iberê® nas bases, com auxílio de espátula, para evitar desidratação excessiva. Foi feito o transporte das mudas para a área de produção de Quissamã, onde todas foram armazenadas à sombra, e, após uma semana procedeu-se o plantio, diretamente no campo. Um mês após o plantio das mudas foi feita a inoculação do coquetel bacteriano por pulverização da parte aérea com pulverizador de pressão acumulada Strong de 5 L, aplicando-se 20 mL do inóculo ( $10^7$  células bacterianas  $\text{mL}^{-1}$ , aproximadamente) por planta (Figura 2).



Figura 2. Pulverização da parte aérea de mudas de *Pilosocereus pachycladus* *pachycladus*, feita 30 dias após o plantio, em Quissamã – RJ.

Os dados de temperatura, umidade relativa do ar e precipitação pluviométrica foram registrados através termo-higrômetro digital no campo. A temperatura máxima média durante o período experimental foi de 34,57 °C, a

mínima média foi de 20,26 °C e a média foi de 26,35 °C. Enquanto a UR máxima média foi de 74,90%, a mínima média foi de 62,42% e a média foi de 68,64%. A pluviosidade total foi de 543,5 mm de chuva registrados em 50 dias, durante o período experimental.

O período experimental foi de 314 dias (23/01/2013 a 07/12/2013). Ao final do período experimental procederam-se as seguintes avaliações: altura da planta (H, cm), com auxílio de régua milimetrada (Figura 3a) e diâmetro do colo (D, mm), com auxílio de paquímetro (Figura 3b). Para cálculos de superfície do polígono envolvente (SPE, cm<sup>2</sup>), volume do polígono (VP, cm<sup>3</sup>), superfície do cilindro envolvente (SCE, cm<sup>2</sup>) e volume do cilindro (VC, cm<sup>3</sup>), segundo metodologia desenvolvida por Gomes (2012). Foram também medidos: largura das costelas (LC, cm) em três posições, com auxílio de fita métrica (Figura 4); perímetro (P, cm) em duas posições, com auxílio de linha e régua milimetrada (Figura 5a); número de costelas (NC), através de contagem direta, e, profundidade média entre costelas (PF, mm), com auxílio de régua e paquímetro (Figura 5b).

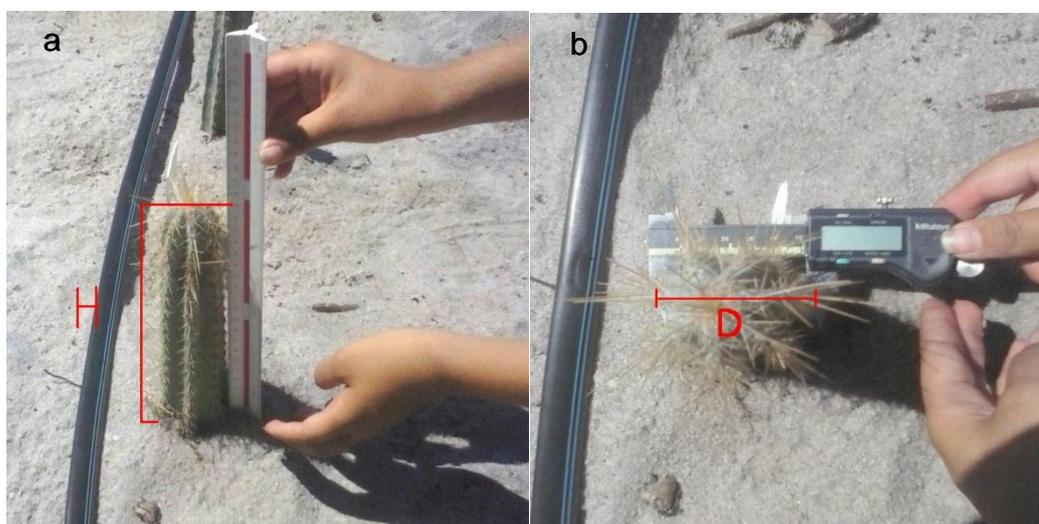


Figura 3. Medidas de: a) altura (H) b) diâmetro do colo (DC) de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, cultivado em Quissamã – RJ.

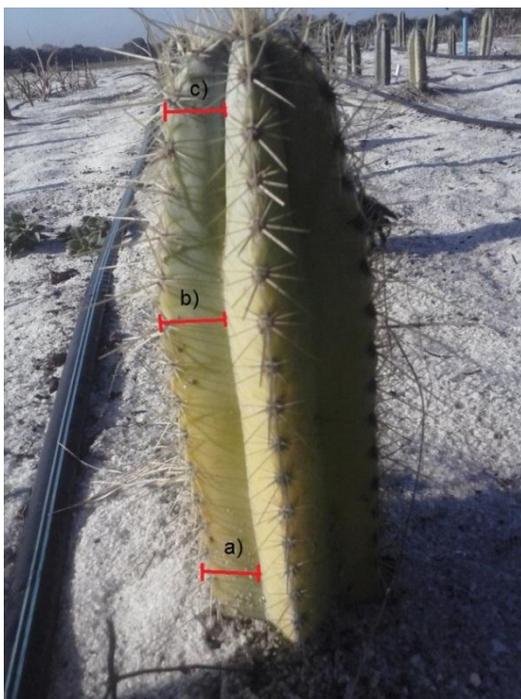


Figura 4. Largura das costelas (LC): a) medição do terço inferior; b) medição do terço médio; c) medição do terço superior, em *Pilosocereus pachycladus*, cultivado em Quissamã – RJ.

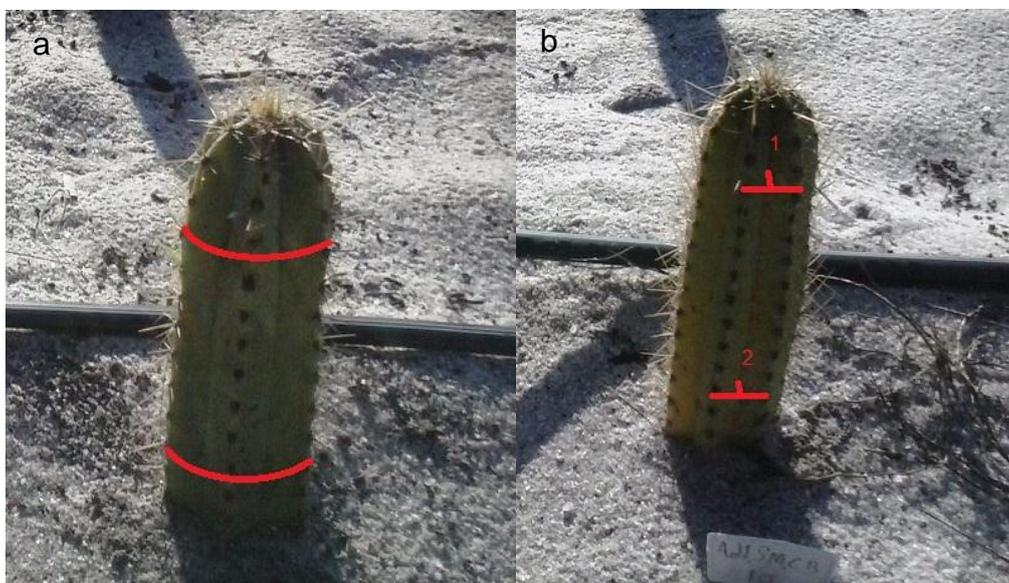


Figura 5. a) Perímetro (P) nos terços inferior e superior; b) Profundidade média entre as costelas (PF): 1) parte inferior e 2) parte superior da planta da planta de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, cultivado em Quissamã – RJ.

O SPE pode ser considerado como uma grande folha que cobre o caule do cacto, o cladódio (Gomes, 2012). O SPE é uma importante ferramenta para estimativa do desenvolvimento da planta e, conseqüentemente, da produtividade e produção total da cultura (Pinto et al., 2006). Este parâmetro pôde ser calculado por meio da seguinte Equação:

$$SPE = H \cdot NC \cdot \overline{LC} \quad (1)$$

em que,

SPE: Superfície do Polígono Envolvente, cm<sup>2</sup>;

H: altura da planta, cm;

NC: número de costelas;

$\overline{LC}$ : largura média das costelas, cm.

Para cálculo do VP foi considerada a média das Áreas das Seções Transversais do Polígono, nas diferentes alturas de medição na planta, conforme a Equação 2:

$$ASTP = \left( \frac{R \cdot \sin\left(\frac{360}{NC}\right)}{2} \right) \cdot \left( R \cdot \cos\left(\frac{360}{NC}\right) - \frac{PF}{10} \right) \cdot NC \quad (2)$$

em que,

ASTP: Área da Seção Transversal do Polígono, cm<sup>2</sup>;

NC: número de costelas;

PF: profundidade média entre costelas, mm;

R: raio do polígono, cm, dado pela Equação:

$$R = \frac{P}{2\pi} \quad (3)$$

em que,

P: perímetro da planta, cm.

Considerou-se como VP todo o interior da planta, envolvido pelo SPE, conforme Equação 4:

$$VP = \overline{ASTP}.H \quad (4)$$

em que,

VP: Volume do Polígono, cm<sup>3</sup>;

$\overline{ASTP}$ : média das Áreas das Seções Transversais do Polígono, cm<sup>2</sup>;

H: altura, cm.

O SCE foi determinado conforme a Equação 5:

$$SCE = P.H \quad (5)$$

em que,

SCE: Superfície do Cilindro Envolvente, cm<sup>2</sup>;

P: perímetro médio, cm;

H: altura, cm.

Por último, também se calculou o VC, por meio da seguinte Equação:

$$VC = \left(\frac{P}{2\pi}\right)^2 \cdot \pi \cdot H \quad (6)$$

em que,

VC: Volume do Cilindro, cm<sup>3</sup>;

P: perímetro médio, cm;

H: altura, cm.

Ao final do experimento foram também avaliadas: a massa seca da parte aérea (MSPA, g), de raízes (MSR, g) e total (MST, g) e foi realizada a contagem de bactérias diazotróficas presentes nas raízes das plantas (nº de células/ g de raízes), segundo Döbereiner et al. (1995).

Amostras da parte aérea das plantas de cada parcela útil foram acondicionadas, individualmente, em sacos de papel devidamente identificados, e levadas para o laboratório onde secaram em estufa com ventilação forçada, durante 72 horas, com temperatura de 70 °C. A seguir, as amostras foram pesadas em balança analítica para determinação da massa seca das plantas. O mesmo procedimento foi realizado com as raízes das plantas após lavagem em água corrente para retirada do solo.

Para contagem das bactérias pelo número mais provável (NMP), amostras de raízes (1 g) de uma planta escolhida aleatoriamente de cada parcela útil, foram lavadas em água corrente e desinfestadas superficialmente (bactérias diazotróficas endofíticas), maceradas, diluídas serialmente e inoculadas em meio semisólido sem adição de N, específico para as bactérias utilizadas. A quantificação dos níveis populacionais se deu pela expressão do número mais provável pela consulta a tabela de Mc Crady (1915).

Os dados foram submetidos ao teste F, e as médias comparadas pelo teste de Tukey, em nível de 5% de probabilidade, usando o programa Assistat 7.7 (Silva, 2013).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 encontram-se os valores aproximados da contagem de bactérias diazotróficas em raízes de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, aos 314 dias de período experimental.

Tabela 2. Número de bactérias diazotróficas (nº de células viáveis g<sup>-1</sup> de matéria fresca de raízes - Nº de células/ g de raiz) associadas às raízes de *Pilosocereus pachycladus pachycladus* ao final do período experimental de 314 dias de cultivo à campo, em Quissamã – RJ

Adubação	Massa plástica	Inoculação com BPCV	Nº de células/ g de raiz
50% da torta	Sem	Sem	77,5 x 10 <sup>6</sup>
		Com	72,0 x 10 <sup>6</sup>
	Com	Sem	37,5 x 10 <sup>6</sup>
		Com	22,5 x 10 <sup>6</sup>
	Sem	Sem	22,6 x 10 <sup>6</sup>

75% da torta	Com	125 x 10 <sup>6</sup>
	Sem	4,2 x 10 <sup>6</sup>
	Com	82,5 x 10 <sup>6</sup>

Observou-se a presença de bactérias diazotróficas tanto nas plantas inoculadas, como nas não inoculadas. Quando mudas são inoculadas no campo torna-se difícil identificar as mesmas bactérias inoculadas ao final do período experimental, a não ser que seja utilizado um marcador. Em condições de casa de vegetação, as plantas estão em um ambiente mais controlado, com as raízes restritas aos recipientes, por isso, é mais difícil de ocorrer a contaminação, ou a associação de bactérias diazotróficas externas às raízes, porém, também são encontrados trabalhos reconhecendo que essa contaminação não é rara (Weber et al. 2003).

Já em condições de campo, as bactérias diazotróficas não encontram barreiras no solo, e, tanto as bactérias que foram inoculadas nas plantas, quanto bactérias naturais do ambiente, podem se associar às raízes das plantas de todos os tratamentos, inclusive do controle. Estes resultados de controles positivos são considerados normais (Rosenblueth e Martínez-Romero, 2004), pois não há como evitar a associação da comunidade natural com as plantas.

A contagem de bactérias diazotróficas foi feita ao final do período experimental, ou seja, quase 10 meses após a inoculação com BPCV e, ainda assim, foram encontradas bactérias diazotróficas nas raízes das plantas, ao contrário do observado por Bacilio et al. (2006) que, estudando a inoculação de BPCV em sementes de *Pachycereus pringlei*, cultivado em uma mistura de solo e composto, não encontraram bactérias diazotróficas, quando fizeram análises após um ano da época da inoculação. O mesmo autor explica que o fato pode ser atribuído ao tipo de solo, pois solos com grande porcentagem de areia em sua composição podem ser deletérios à sobrevivência de BPCV (Bashan e Vazquez, 2000).

O número de bactérias diazotróficas nas plantas que receberam massa plástica foi menor do que nas plantas que não receberam. Apesar de a inoculação ter sido feita pela pulverização da parte aérea a massa plástica pode ter impedido a penetração das bactérias diazotróficas presentes no solo, e/ou prejudicado o desempenho das bactérias inoculadas ou não.

No entanto, no presente experimento, as plantas de *Plisocereus pachycladus pachycladus* foram cultivadas em espodossolo, que também é rico em areia (950 g/kg), no entanto bactérias diazotróficas foram encontradas nas raízes das plantas de os todos tratamentos, inclusive do tratamento controle.

Não houve efeito significativo isolado da adubação, da massa plástica nem da inoculação com BPCV sobre: H, P, PF, nem sobre MSPA (Tabela 3) das plantas de *Pilosocereus*. Esses resultados diferem daqueles observados por Puente e Bashan (1993) que estudando o efeito da inoculação com *Azospirillum* sp. em *Pachycereus pringlei* verificaram que as plantas inoculadas eram mais altas e tinham maior diâmetro.

Entretanto, Cavalcante et al. (2011), em experimento para avaliar o efeito de diferentes intensidades luminosas e de doses de adubação orgânica (0, 5, 10, 20 e 30 L de esterco bovino por cova) no crescimento da Pitaya (*Hylocereus undatus*, Cactaceae), também observaram que as diferentes doses de adubação não tiveram efeito sobre o diâmetro das plantas.

Houve efeito significativo da aplicação da massa plástica à base das mudas sobre MST (Tabela 3). Plantas que receberam a massa plástica à sua base tiveram maior MST. Porém não houve efeito significativo da adubação, nem da inoculação com BPCV sobre essa característica.

Tabela 3. Altura da planta (H, cm), número de costelas (NC), diâmetro do colo (D, mm), perímetro (P, cm), largura de costelas (LC, cm), profundidade entre costelas (PF, mm), massa seca da parte aérea (MSPA, g), massa seca de raiz (MSR, g) e massa seca total (MST, g) em plantas de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com e sem BPCV), com ou sem aplicação de massa plástica à base das mudas (com e sem massa) e submetidas a dois níveis de adubação com torta de mamona (50 e 75 %) , aos 314 dias de cultivo à campo, em Quissamã – RJ

Variáveis	Adubação	Massa Plástica						Média Geral
		Com Massa		Média	Sem Massa		Média	
		Com BCPV	Sem BCPV		Com BCPV	Sem BCPV		
H	50%	28,67	32,15	30,41	27,41	28,42	27,92	29,17
	75%	37,25	31,42	34,34	31,29	30,83	31,06	32,70
	Média	32,96	31,79	32,38	29,35	29,74	29,49	30,94
C.V. Adubação (%)		8,11						
C.V. Massa Plástica (%)		16,27						
C.V. BPCV (%)		15,35						
NC	50%	6,00	6,17	6,09	5,67	6,33	6,00	6,05
	75%	6,50	5,75	6,13	6,08	6,42	6,25	6,19
	Média	6,25	5,96	6,11	5,88	6,38	6,13	6,12
C.V. Adubação (%)		0,83						
C.V. Massa Plástica (%)		5,41						
C.V. BPCV (%)		2,64						

Tabela 3, Cont.

Variáveis	Adubação	Massa Plástica						Média Geral
		Com Massa		Média	Sem Massa		Média	
		Com BCPV	Sem BCPV		Com BCPV	Sem BCPV		
DC	50%	62,96 A	62,08 A	62,52	66,17 A	64,09 A	65,13	63,82
	75%	66,09 A	61,17 A	63,63	57,63 B	63,69 A	60,66	62,14
Média		64,53	61,62	63,07	61,90	63,89	62,89	62,98
C.V. Adubação (%)		4,40						
C.V. Massa Plástica (%)		4,36						
C.V. BPCV (%)		10,99						
P	50%	21,04	23,00	22,02	21,08	20,58	21,43	21,72
	75%	22,54	21,16	21,85	20,12	21,78	20,95	21,40
Média		21,79	22,08	21,93	20,60	21,18	21,19	21,56
C.V. Adubação (%)		10,28						
C.V. Massa Plástica (%)		11,17						
C.V. BPCV (%)		7,05						

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; letras maiúsculas comparam inoculação com BPCV nas colunas.

Tabela 3, Cont.

Variáveis	Adubação	Massa Plástica						Média Geral
		Com Massa		Média	Sem Massa		Média	
		Com BCPV	Sem BCPV		Com BCPV	Sem BCPV		
LC	50%	1,52 A	1,51 A	1,52	1,43 B	1,64 A	1,54	1,53
	75%	1,48 A	1,50 A	1,49	1,49 A	1,38 B	1,44	1,41
Média		1,50	1,51	1,51	1,46	1,51	1,49	1,48
C.V. Adubação (%)		7,72						
C.V. Massa Plástica (%)		6,88						
C.V. BPCV (%)		3,40						
PF	50%	1,01	0,76	0,89	0,83	0,96	0,90	0,90
	75%	0,86	0,69	0,78	0,75	0,78	0,77	0,78
Média		0,85	0,83	0,84	0,79	0,87	0,84	0,84
C.V. Adubação (%)		18,07						
C.V. Massa Plástica (%)		38,94						
C.V. BPCV (%)		27,00						

Médias seguidas pela mesma letra na não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; letras maiúsculas comparam inoculação com BPCV nas colunas.

Tabela 3, Cont.

Variáveis	Adubação	Massa Plástica						Média Geral
		Com Massa		Média	Sem Massa		Média	
		Com BCPV	Sem BCPV		Com BCPV	Sem BCPV		
MSPA	50%	41,78	39,17	40,48	37,99	43,76	40,88	40,68
	75%	47,35	45,50	46,43	35,29	38,15	36,72	36,01
Média		44,56	42,34	43,46	36,64	40,96	38,80	38,35
C.V. Adubação (%)					14,01			
C.V. Massa Plástica (%)					10,98			
C.V. BPCV (%)					17,66			
MSR	50%	10,66	7,91	9,29 aA	5,06	5,12	5,09 a B	7,19
	75%	6,67	8,35	7,51 aA	6,23	9,91	8,07 aA	7,79
Média		8,67	8,13	8,40	5,92	7,52	6,58	7,49
C.V. Adubação (%)					61,38			
C.V. Massa Plástica (%)					22,90			
C.V. BPCV (%)					34,79			

Médias seguidas pela mesma letra na não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; letras minúsculas comparam aplicação de massa plástica e letras maiúsculas comparam níveis de adubação.

Tabela 3, Cont.

Variáveis	Adubação	Massa Plástica						Média Geral
		Com Massa		Média	Sem Massa		Média	
		Com BCPV	Sem BCPV		Com BCPV	Sem BCPV		
MST	50%	52,43	47,08	49,76	42,76	48,86	45,81	47,79
	75%	54,02	53,86	53,94	41,53	48,06	44,80	49,37
	Média	53,23	50,47	51,85 A	42,15	48,46	45,31 B	48,58
	C.V. Adubação (%)					16,64		
	C.V. Massa Plástica (%)					6,31		
	C.V. BPCV (%)					17,32		

Médias seguidas pela mesma letra maiúscula comparam massa plástica, e, não diferem entre si, em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Não foram encontrados efeitos significativos da inoculação, aplicação da massa plástica, nem da adubação sobre a MSPA (Tabela 3). No entanto, Bacilio et al. (2006) observaram que *Pachycereus pringlei* (Cactaceae) inoculados com BPCV cultivados em mistura de solo estéril de deserto e composto, tiveram menores valores de massa seca de parte aérea e de raízes do que as plantas não inoculadas. Porém, quando *Pachycereus pringlei* foi cultivado apenas no solo estéril de deserto, as plantas inoculadas tiveram resultados superiores, demonstrando que a inoculação com BPCV pode beneficiar o crescimento das plantas em solos com condições restritivas.

Puente et al. (2004) isolaram bactérias promotoras do crescimento vegetal de três espécies de cactos que vivem sobre rochas, em regiões vulcânicas do México e observaram que os cactos inoculados com essas bactérias cresceram normalmente sem adubação nitrogenada e fosfatada durante pelo menos 12 meses. Já cactos não inoculados mal cresceram e muitos morreram.

Carrilo-García et al. (2000) testaram inoculação de *Azospirillum brasiliense* em sementes de *Pachycereus pringlei* (Cactaceae) em diferentes tipos de solo. A inoculação de *A. brasiliense* não afetou a sobrevivência no solo, mas resultou em melhores resultados de raízes e parte aérea e, este efeito aumentou linearmente à medida que diminuía os nutrientes do solo. No solo mais pobre a massa seca das plantas foi 60% maior e as raízes, 100% maior. Os autores concluíram que o uso de micro-organismos benéficos associados às raízes podem acelerar a recuperação de áreas degradadas.

Não houve efeito significativo de nenhum dos fatores sobre a PF (Tabela 3). Essa medida está relacionada diretamente à capacidade fotossintética e de armazenamento de água, visto que a adaptação morfológica dos cactos é o caule, chamado cladódio, que é responsável pela fotossíntese, trocas gasosas e armazenamento de água. O cladódio é composto por costelas, e estas são responsáveis por aumentar o volume durante a hidratação dos tecidos (Martins, 2007).

Houve interação significativa entre os efeitos de doses de torta de mamona, inoculação com BPCV e aplicação de massa plástica sobre LC (Tabela 3). Os menores valores foram encontrados quando não se aplicou massa plástica à base do cladódio, com dose de adubação 50% da torta em plantas

inoculadas, ou, sem aplicação de massa plástica, com adubação de 75% da torta em plantas não inoculadas. A LC está relacionada ao SPE, pois quanto mais largas as costelas, maior será a superfície de troca do cladódio com o ambiente, favorecendo à eficiência fotossintética e do uso da água.

Houve interação significativa entre os efeitos da adubação, massa e inoculação com BPCV sobre o DC das plantas (Tabela 3): as plantas com menores DC foram as inoculadas com BPCV, adubadas com 75% de torta de mamona e que não receberam massa plástica à base do cladódio usado como muda para o plantio.

Houve interação significativa entre os efeitos da adubação e da aplicação da massa plástica sobre a MSR das plantas, sendo que a ausência da massa plástica em plantas que foram adubadas com 50% da torta de mamona tiveram menor MSR (Tabela 3).

Houve interação significativa dos efeitos da adubação e inoculação sobre o NC (Tabela 4). As plantas inoculadas com BPCV adubadas com 50% da torta de mamona tiveram menos costelas do que as plantas que não foram inoculadas sob a mesma adubação. Porém não foi observada diferença significativa entre o NC de plantas inoculadas e não inoculadas com BPCV adubadas com 75% da torta de mamona. A inoculação contribuiu para o aumento de NC em plantas adubadas com 50% de torta, e, nas plantas adubadas com 75% de torta, a inoculação não causou aumento de NC.

Houve interação significativa dos efeitos da aplicação da massa plástica à base das mudas antes do plantio e da inoculação com BPCV sobre o NC (Tabela 4). As plantas inoculadas com BPCV com massa plástica à base da muda tiveram maior NC. Nas plantas em que não se aplicou a massa plástica, o contrário foi observado, ou seja, a inoculação com BPCV resultou em plantas com menor NC.

Tabela 4. Número de costelas (NC) de plantas de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com ou sem BPCV), com ou sem aplicação de massa plástica à base das mudas (com e sem massa) e submetidas a dois níveis de adubação com torta de mamona (50 e 75% da torta), aos 314 dias de cultivo em espodossolo, em Quissamã - RJ

NC			
Adubação	Inoculação BPCV		Média
	Com	Sem	
50%	5,83 bA	6,25 a A	6,04
75%	6,29 a A	6,08 a A	6,19
Média	6,06	6,17	6,12
C.V. Adubação (%)	0,83		
C.V. BPCV (%)	5,41		
Massa Plástica	Com	Sem	Média
Com	6,25 a A	5,96 bA	6,11
Sem	5,88 b B	6,37 a A	6,13
Média	6,07	6,17	6,12
C.V. Adubação (%)	2,64		
C.V. BPCV (%)	5,41		

Médias seguidas pelas mesmas letras não diferem estatisticamente entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey; letras minúsculas comparam inoculação, letras maiúsculas comparam níveis de adubação com torta de mamona ou aplicação de massa plástica.

Não houve efeito significativo de doses de adubação, aplicação de massa plástica, nem de inoculação com BPCV sobre SCE, SPE, VC nem sobre VP (Tabela 5).

Tabela 5. Superfície do cilindro envolvente (SCE, cm<sup>2</sup>), superfície do polígono envolvente (SPE, cm<sup>2</sup>), volume do cilindro (VC, cm<sup>3</sup>) e volume do polígono (VP, cm<sup>3</sup>) em plantas de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, inoculadas ou sem inoculação com bactérias promotoras do crescimento vegetal (com e sem BPCV), com ou sem aplicação de massa plástica à base das mudas (com e sem massa) e submetidas a dois níveis de adubação com torta de mamona (50 e 75 %), aos 314 dias de cultivo à campo, em Quissamã – RJ

Variáveis	Adubação	Massa Plástica						Média Geral
		Com Massa		Média	Sem Massa		Média	
		Com BCPV	Sem BCPV		Com BCPV	Sem BCPV		
SCE	50%	408,29	404,01	406,15	387,63	388,17	387,90	397,28
	75%	392,81	384,00	388,41	371,15	361,32	366,24	377,33
Média		400,55	394,01	397,28	379,39	374,75	377,07	387,30
C.V. Adubação (%)					12,27			
C.V. Massa Plástica (%)					9,27			
C.V. BPCV (%)					4,71			
SPE	50%	201,23	180,89	191,06	176,91	198,61	187,76	189,41
	75%	179,09	186,32	182,71	195,74	171,46	183,60	183,16
Média		190,16	183,61	186,88	186,33	185,04	185,68	186,29
C.V. Adubação (%)					10,34			
C.V. Massa Plástica (%)					10,39			
C.V. BPCV (%)					8,51			

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 5, Cont.

Variáveis	Adubação	Massa Plástica						Média Geral
		Com Massa		Média	Sem Massa		Média	
		Com BCPV	Sem BCPV		Com BCPV	Sem BCPV		
VC	50%	638,83	632,79	635,81	592,45	579,89	586,17	610,99
	75%	614,54	581,14	597,84	544,05	508,12	526,09	561,96
Média		626,69	606,97	616,83	568,25	544,01	556,13	586,48
C.V. Adubação (%)		24,85						
C.V. Massa Plástica (%)		17,29						
C.V. BPCV (%)		9,31						
VP	50%	262,89	222,77	242,83	231,81	205,88	218,85	230,84
	75%	228,80	227,90	228,35	233,55	193,03	213,29	220,82
Média		245,85	225,34	235,59	232,68	199,45	216,07	225,83
C.V. Adubação (%)		27,42						
C.V. Massa Plástica (%)		21,50						
C.V. BPCV (%)		13,17						

Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si em nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Quando se aplicou a massa para proteger a muda, esperava-se que esta auxiliaria o estabelecimento das bactérias diazotróficas nas plantas, pela proteção contra a perda de água, o ressecamento e por promover a manutenção da integridade dos tecidos. Contudo, a inoculação só resultou em aumento do NC, mas isso não levou a maior SPE. Um maior NC é desejável no estabelecimento da planta e no seu cultivo, por estar diretamente relacionado e poder aumentar a superfície de contato com o ambiente (SPE), pois quanto maior a superfície de contato, maior seria a capacidade da planta em fazer fotossíntese. Entretanto, isso não foi observado nos resultados (Tabela 5), logo não houve o benefício que poderia advir da inoculação por ter aumentado o NC.

No presente trabalho não foi observado efeito significativo de nenhuma das variáveis sobre SPE (Tabela 5). O SPE é a superfície de troca do cladódio com o meio ambiente. O cladódio é o órgão fotossinteticamente ativo das plantas de cactos, portanto quanto maior sua superfície, maior a capacidade fotossintética da planta (Pinto et al., 2006), pois há maior área para trocas gasosas, e, ao contrário do que se pode imaginar, a eficiência do uso da água não seria prejudicada por essa maior exposição da área de troca da planta com o ambiente. Por *Pilosocereus pachycladus pachycladus* ser uma planta MAC, possui muitas características adaptativas no seu metabolismo para evitar que ocorra a perda excessiva de água durante o dia, como, por exemplo, o fechamento de estômatos, a menor quantidade de estômatos, a presença de cera e a cutícula espessa (Dettke e Milaneze-Gutierrez, 2008).

Para comprovar esse fato, Gomes (2012) relacionou o uso consuntivo da água e o SPE em plantas de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, observando-se que não houve variação no uso consuntivo da água mesmo com o aumento do SPE, em plantas submetidas ao turno de rega de sete dias. Já em plantas submetidas a 15 dias de turno de rega houve um decréscimo no uso consuntivo da água, explicado pelo aumento da demanda hídrica por causa do aumento de SPE, sem suprimento de água suficiente no substrato. Mesmo com esse decréscimo, as plantas continuaram crescendo linearmente, comprovando que mesmo em condições de restrição hídrica a planta manteve seu metabolismo normal, indicando um possível aumento da eficiência no uso da água. Quando as plantas foram submetidas a turnos de rega de 30 dias, houve

um aumento na eficiência do uso da água, pois a planta permaneceu crescendo, mesmo após um longo período sem irrigação.

Pinto et al. (2006) concluíram que o monitoramento do SPE durante a vida da planta pode ser importante para estimar seu desenvolvimento e produtividade, pois é uma característica que possibilita observar o crescimento da planta, a sua eficiência fotossintética e a sua eficiência no uso da água, sendo importantes características para a produção comercial de cactos.

No presente trabalho, esperava-se que a SPE fosse superior à SCE, porém os valores de SPE foram menores (Tabela 5). Por causa da forma adaptativa, seria mais interessante SPE ser maior do que SCE, pois SPE permite maior superfície de contato com o ambiente, capaz de promover o aumento da capacidade fotossintética da planta.

Gomes (2012), ao relacionar SPE e SCE encontrou valores de SPE 3% superiores a SCE, e ao relacionar VP e VC, verificou que VP foi 26% menor que VC, ao fim do período experimental, independentemente do turno de rega, ou seja, houve maior superfície de contato com o ambiente, aliado à menor volume. No presente trabalho, os dados de VC foram maiores, aproximadamente 38%, do que VP, e, corroboram os observados por Gomes (2012).

Por ser o VP uma medição de uma característica adaptativa, se ele é menor, maior será a eficiência fotossintética e do uso da água, em virtude de seu formato estelar - apesar de ter menor quantidade de tecido interno - permitindo maior superfície de contato com o ambiente, o que não ocorreria em uma planta da mesma altura, mas com formato cilíndrico.

A inoculação com BPCV, nas condições descritas, promoveu, em geral, efeitos negativos ao crescimento de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, exceto quanto ao NC. Segundo Bashan et al. (2014), os principais aspectos que devem ser considerados para o sucesso da inoculação são: a eficácia do isolado bacteriano e a utilização da tecnologia de inoculação adequada. Uma vez que as condições estudadas não exploraram amplamente, nem esgotaram as possibilidades quanto aos aspectos que afetam o sucesso do uso da inoculação com BPCV, e mesmo assim ainda houve aumento do NC, há necessidade de se realizar estudos com o intuito de se testar outras estirpes de bactéria (usadas isoladamente ou em mistura), veículo e formulação ideal de inoculante, bem como método de aplicação, para essa espécie.

Quando combinada à dose de 50% da torta de mamona, a massa plástica à base da muda promoveu incrementos significativos de diâmetro e largura das costelas. Essas características são importantes para o cultivo comercial, porque cladódios com costelas mais largas têm maior superfície de contato, e conseqüentemente, maior capacidade fotossintética, além disso, cladódios com maior diâmetro são mais desejados comercialmente, pois as plantas ficam mais atrativas.

## CONCLUSÕES

O cultivo de mudas de *Pilosocereus pachycladus pachycladus* com adubação de 50% da torta de mamona e massa plástica aplicada à base da muda apresentou os melhores resultados nas condições experimentais avaliadas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aguiar, K.P. (2012) *Prospecção de bactérias promotoras do crescimento vegetal associadas à vermicompostos*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense – UENF, 100p.
- Amado, T.J.C., Mielniczuk, J., Aita, C. (2002) Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de cultura de cobertura do solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 2 (1): 241-248.
- Anderson, E.F. (2001) *The cactus family*. Portland, Oregon: Timber Press, 776p.

- Bacilio, M., Hernandez, J.P., Bashan, Y. (2006), Restoration of giant cardon cacti in barren desert soil amended with commom compost and inoculated with *Azospirillum brasiliense*. *Biol Fertil Soils*, 43: 112-119.
- Bashan, Y., Bashan, L.E., Prabhu, S.R., Hernandez, J.P. (2014) Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and pratical perspectives (1998-2013). *Plant-Soil*, 378:1-33.
- Bashan, Y., Vazquez, P. (2000) Effect of calcium carbonate, sand, and organic matter levels on mortality of five species of *Azospirillum* in natural and artificial bulk soils. *Biol Fertil Soils*, 30: 450-459.
- Carrilo-García, A.E., Bashan, Y., Rivera, E.D., Bethlenfalvay, G.J. (2000) Effects of Resource-Islands Soils, competition, and inoculation with *Azospirillum* on survival and growth of *Pachycereus pringlei*, the Giant Cactus of the Sonoran Desert. *Restoration Ecology*, 8: 65-73.
- Cavalcante, I.H.L., Martins, A.B.G., Junior, G.B.S., Rocha, L.F. Neto, R.F., Cavalcante, L.F. (2011) Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial da Pitaya em Bom Jesus – PI. *Revista Brasileira de Fruticultura*, Jaboticabal, 33 (3): 970-982.
- Cavalcanti, N.B. (2004) Índice de sobrevivência e crescimento do facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter.) na caatinga. CD-ROM dos *Anais da XXVII Reunião Nordestina de Botânica*, Petrolina: SBB – EMBRAPA Semi-Árido, UNEB.
- Costa, A.C. (2012) *Adubação orgânica e ensacamento de frutas na produção de pitaia vermelha*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 69 p.
- Cunha, G.A.P., Reinhardt, D.H.R.C. (2004) *Manejo de mudas de abacaxi*. Cruz das Almas: EMBRAPA, 105 p.
- Dettke, G. A., Milaneze-Gutierre, M. A. (2008) Anatomia caulinar de especies epífitas de Cactaceae, subfamilia Cactoideae. *Hoehnea*, 35(4): 583-595.

- Döbereiner, J., Baldani, V.L.D., Baldani, J. I. (1995) *Como isolar e identificar bactérias diazotróficas de plantas não-leguminosas*. Brasília: Embrapa - SPI, 60 p.
- FDC - Fundação Dom Cintra: <http://www.quissama.rj.gov.br/antigo/wp-content/uploads/cap1.pdf> em 05/07/2012.
- Gomes, Z.L. (2012) *Uso consuntivo da água e análises de crescimento em cactáceas*. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF, 57p.
- Hu, Y., Schimidahalter, U.I. (1998) Spatial distribution of inorganics ions and carbohydrates contributing to osmotic adjustment in the elongation wheat leaf under saline conditions. *Australian Journal Plant Physiology*, 25: 591-597.
- Malézieux, E., Bartholomew, D.P. (2003) Plant Nutrition. *In*: Bartholomew, D.P., Paul, R.E., Rohrbach, K.G. (eds.) *The pineapple – botany, production and uses*. Honolulu: CABI Publishing. p. 143-165.
- Martins, L.S.T. (2007) *Germinação de sementes de Pilosocereus arrabidae (Lem.) Byl. & Row (Cactaceae) de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Botânica) – Rio de Janeiro – RJ, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – Escola Nacional de Botânica Tropical, 66p.
- McCrary, M.H. (1915) The numerical interpretation of fermentation-tubes results. *Journal of Infection Disease*, 17: 183-212.
- Mengel, K., Kirkby, A. (1987) *Principles of plant nutrition*. Bern: International Potash institute, 687p.
- Pinto, M.S., Cavalcante, M.A.B., Andrade, M.V.M. (2006) Potencial forrageiro da caatinga, fenologia, métodos de avaliação da área foliar e o efeito do déficit hídrico sobre o crescimento de plantas. *Revista Eletrônica de Veterinária*, 7(4): 1-11.

- Podile, A.R., Kishore, A.K. (2007). Plant Growth-Promoting Rhizobacteria. In: Gnanamanickam, S.S. (Ed.) *Plant-Associated Bacteria*. Neatherlands: Springer-Verlag, p.195-230.
- Potters, G., Pasternak, T.P., Guisez, Y., Palme, K.J., Jansen, M.A.K. (2007) Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble?. *Trends in Plant Science*, 12: 98-105.
- Puente, M.E., Bashan, Y., Li, C.Y., Lebsky, V.K. (2004) Microbial populations and activities in the rhizoplane of rock-weathering desert plants: I. Root colonization and weathering of igneous rocks. *Plant Biology* 6: 629-642.
- Puente, M.E., Bashan, Y. (1993) Effect of inoculation of *Azospirillum brasiliense* strains on the germination and seedlings growth of the giant comlunar cardon cactus (*Pachycereys pringlei*). *Symbiosis*, 15: 49-60.
- Radwan, T.E.L.S., Mohamed, Z.K., Reis, V.M. (2004) Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 987-994.
- Ribeiro, A.C., Guimarães, P.T.G., Alvarez, V.H. (1999) *Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais - 5ª aproximação*. Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais. Viçosa, MG, 359p.
- Rosenblueth, M., Martinez Romero, E. (2004) *Rhizobium etli* maize populations and their competitiveness for root colonization. *Archives of Microbiology*, 181: 337-344.
- Santos, D.C., Farias, I., Lira, M.A., Fernandes, A.P.M., Freitas, E.V., Moreira, J.A. (1996) Produção e composição química da palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem, no Agreste semi-árido de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, 9 (edição especial): 69-78.

- Saraf, M., Rajkumar, S., Saha, T. (2011) Perspectives of PGPR in Agri-Ecosystems. In: Maeshwari, D. K. K. (Ed.). *Bacteria in Agrobiolgy: Crop Systems*. Heidelberg: Springer-Verlag, p. 361-385.
- Silva, F.A.S. (2013) *Assistat versão 7.7 beta*. Universidade Federal de Campina Grande – Campina Grande, PB.
- Souza, V.C., Lorenzi, H. (2005) *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa: Plantarum, p. 162-166.
- Taylor, N.P., Zappi, D.C. (2004) *Cacti of Eastern Brazil*. Richmond: Royal Botanic Gardens, Kew, 499 p.
- Weber, O.B., Correia, D., Silveira, M.R.S., Crisóstomo, L.A., Oliveira, E.M., Sá, E.G. (2003) Efeito da bactéria diazotrófica em mudas micropropagadas de abacaxizeiros Cayenne Champac em diferentes substratos. *Pesquisa agropecuária brasileira*, 38 (6): 689-696.

#### 4. RESUMO E CONCLUSÕES

Com o objetivo de avaliar a resposta à inoculação de bactérias promotoras do crescimento vegetal (BPCV), às adubações nitrogenadas e aos substratos em *Neoglaziovia variegata*, *Pilosocereus pachycladus pachycladus* e *Alcantarea vinicolor* foram realizados seis experimentos.

No trabalho 1 foram feitos três experimentos com *Neoglaziovia variegata*. O Experimento 1 foi em delineamento em blocos casualizados com três repetições e esquema fatorial 4x2, sendo os fatores: substratos (substrato comercial Plantmax® (SC) + areia; esfagno; SC + bucha vegetal; e, fibra de coco + bucha vegetal de coco) e inoculação com BPCV (com e sem). Foram utilizadas 70 sementes por parcela, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ. As avaliações feitas ao final do período experimental (110 dias) foram: altura (H, cm), comprimento da maior folha (CF, cm), diâmetro da roseta (DR, cm); número de folhas (NF, unidade) e massa fresca da planta (MF, g). Também foram calculados índice de velocidade de emergência (IVE) e porcentagem de emergência (PE %).

Os valores de PE não diferiram estatisticamente entre si. Houve efeito do substrato sobre o IVE: maior IVE no esfagno do que no SC + areia e SC + bucha. A fibra de coco + bucha vegetal e o esfagno promoveram maiores H em relação ao SC + areia. A inoculação promoveu maiores DR em SC + areia e SC + bucha, mas as plantas inoculadas tiveram menores DR na fibra de coco + bucha vegetal. Plantas inoculadas tiveram maior MF em SC + areia e SC +

bucha; porém menor MF em fibra de coco + bucha vegetal. Plantas com maior H, DR e MF são desejáveis comercialmente, pois quanto maior a planta, maiores as folhas e subentende-se que maiores quantidades de fibras estarão presentes, que é o apelo comercial principal desta espécie.

No Experimento 2 utilizaram-se plântulas provenientes do Experimento 1, com o delineamento experimental 3x2, três repetições e 20 plântulas por parcela, sendo os fatores: substrato (SC + areia; esfagno; e, fibra de coco) e inoculação com BPCV (com e sem), em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ.

Foram avaliados ao final do período experimental (120 dias): H (cm); CF (cm); DR (cm); NF (unidade); massa seca de raízes (MSR, g), parte aérea (MSPA, g) e total (MST, g); e, volume de raízes (VR, cm<sup>3</sup>) e de parte aérea (VPA, cm<sup>3</sup>).

A menor H foi observada nas plantas em fibra de coco. Os NF das plantas em SC + areia e no esfagno foram superiores aos dos demais substratos, característica altamente desejável por estar relacionada ao aumento da quantidade de fibras. A inoculação aumentou a MSR. Maiores CF ocorreram nas plantas inoculadas cultivadas na fibra de coco, que não diferiram daquelas em SC + areia sem inoculação. Os maiores VPA e VR foram observados em plantas em fibra de coco e sem inoculação.

No Experimento 3 foram utilizadas mudas cultivadas no campo, em Quissamã – RJ. O experimento foi realizado em delineamento em blocos casualizados, com dois tratamentos (com e sem inoculação com BPCV) e três repetições, com cinco plantas por parcela útil e 21 plantas por parcela.

Ao final do período experimental (314 dias) foram avaliados: H (cm), CF (cm), DR (cm), NF (unidade), diâmetro do colo (DC, mm), MSPA (g), MSR (g) e MST (g). Não houve efeito significativo da inoculação para nenhuma das características avaliadas.

No Trabalho 2 foram feitos dois experimentos com mudas de *Alcantarea vinicolor*, com delineamento 2x2x2, sendo os fatores: substratos (bucha vegetal ou fibra de coco), inoculação com BPCV (com ou sem), doses de adubação (50 ou 75% da dose), com três repetições e cinco plantas por parcela; em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ. A única diferença entre os dois experimentos é que no Experimento 1 a inoculação com BPCV foi feita no

momento do plantio e no Experimento 2, a inoculação foi feita 30 dias após o plantio.

Aos 270 dias foram avaliados: H (cm), CF (cm), DR (cm), DC (mm) e NF (unidade). No Experimento 1 foi observado efeito significativo do substrato sobre todas as variáveis analisadas e a fibra de coco foi o substrato que acarretou aumento dos valores das características. A inoculação com BPCV promoveu incrementos em CF, característica importante para esta espécie, pois seu maior apelo comercial são suas folhas, porém levou a menores valores de DC. Não houve diferença significativa das doses de adubação sobre nenhuma das características avaliadas.

No experimento 2 a inoculação com BPCV causou aumento na H, no CF, no DC e no DR, plantas maiores são mais valorizadas comercialmente. Já o substrato fibra de coco causou incremento em todas as variáveis analisadas. A adubação não teve efeito significativo sobre nenhuma das variáveis analisadas.

O Trabalho 3 foi realizado no campo, em Quissamã – RJ, com estacas de cladódios de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, em um delineamento experimental de parcelas subsubdivididas, com três repetições, quatro plantas por parcela útil e 16 plantas por parcela. A parcela foi composta de doses de adubação com torta de mamona (50 ou 75%), a subparcela foi composta por aplicação de massa plástica à base da muda (com ou sem), e, a subsubparcela foi composta por inoculação com BPCV (com ou sem).

Ao final do período experimental (314 dias) procederam-se as seguintes avaliações: H (cm); D (mm); largura das costelas (LC, cm) em três posições; perímetro (P, cm) em duas posições; número de costelas (NC, unidade); e, profundidade média entre costelas (PF, mm). Foram calculados: superfície do polígono envolvente (SPE, cm<sup>2</sup>), volume do polígono (VP, cm<sup>3</sup>), superfície do cilindro envolvente (SCE, cm<sup>2</sup>) e volume do cilindro (VC, cm<sup>3</sup>).

Não houve efeito significativo isolado da adubação, da massa plástica nem da bactéria sobre: H, P, LC, PF, MSPA, MSR, MST, SPE, SCE, VP e VC.

A inoculação com BPCV, em geral, prejudicou o crescimento de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, exceto quanto ao número de costelas, e, apesar de ter causado aumento no número de costelas, não promoveu aumento da superfície do polígono envolvente, característica importante no aumento da capacidade fotossintética e na eficiência do uso da água.

Em relação aos resultados obtidos pode-se utilizar a dose de 50% da torta de mamona na adubação de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, gerando economia ao produtor, pois não houve diferença significativa em relação a adubação com 75% da torta de mamona.

É possível utilizar a massa plástica à base da muda, pois além de evitar a desidratação, quando combinada com 50% da torta de mamona na adubação, promoveu incrementos significativos de diâmetro da planta e largura das costelas.

Com base nos resultados obtidos, conclui-se que:

- A utilização da mistura de substratos fibra de coco + bucha vegetal ou do esfagno, com inoculação das estirpes de BPCV avaliadas, pode ser recomendada para a emergência de *Neoglaziovia variegata*, nas condições de casa-de-vegetação descritas;
- A mistura de substrato comercial Plantmax® + areia e o esfagno podem ser indicados para o crescimento de plântulas de *Neoglaziovia variegata*, sob as mesmas condições de casa-de-vegetação;
- Não se recomenda a inoculação das estirpes utilizadas em mistura em mudas de *Neoglaziovia variegata*, em condições de cultivo a campo descritas;
- O substrato fibra de coco aliado à inoculação das estirpes de BPCV testadas, aplicadas no substrato, próximo às raízes, pode ser indicado para o cultivo de mudas de *Alcantarea vinicolor*, em casa-de-vegetação, com dose de 50% da adubação;
- Para o cultivo de *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, nas condições experimentais utilizadas, recomenda-se a utilização da aplicação da massa plástica à base do cladódio com adubação de 50% da torta de mamona.
- Mais trabalhos devem ser realizados para as mesmas espécies, nas condições experimentais utilizadas, porém testando outras estirpes de BPCV, formas e veículos de aplicação, para observar se o comportamento de crescimento das plantas será o mesmo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Abreu, M.F., Abreu, C.A., Bataglia, O.C. (2002) Uso da análise química na avaliação da qualidade de substratos e componentes. *Anais do Encontro Nacional de Substratos para Plantas*, Campinas: Instituto Agrônomo, p. 17-28.
- Abud, H.F., Gonçalves, N.R., Reis, R.G.E., Pinto, D.S., Bezerra, A.M.E. (2010) Germinação e expressão morfológica de frutos, sementes e plântulas de *Pilosocereus pachycladus* Ritter. *Revista Ciência Agronômica*, 41 (3): 468-474.
- Adesemoye, A.O., Kloepper, J.W. (2009) Plant-microbes interactions in enhanced fertilizer-use efficiency. *Applied Microbiology Biotechnology*, 85:1-12
- Alguacil, M., Kohler, J., Caravaca, F., Roldán, A. (2009) Differential Effects of *Pseudomonas mendocina* and *Glomus intraradices* on lettuce plants physiological response and aquaporin PIP2 gene expression under elevated atmospheric CO<sub>2</sub> and drought. *Microbial Ecology*, 58: 942–951.
- Amado, T.J.C., Mielniczuk, J., Aita, C. (2002) Recomendação de adubação nitrogenada para o milho no RS e SC adaptada ao uso de cultura de

- cobertura do solo, sob plantio direto. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 2 (1): 241 – 248.
- Amorim, E.P.R., Melo, I.S. (2002) Ação antagônica de rizobactérias contra *Phytophthora parasitica* e *P. citrophthora* e seu efeito no desenvolvimento de plântulas de citros. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 24: 565-568.
- Anderson, E.F. (2001) *The cactus family*. Portland, Oregon: Timber Press, 776p.
- Andrade, C.T.S., Marques, J.G.W., Zappi, D.C. (2006) Utilização de cactáceas por sertanejos baianos. Tipos conexivos para definir categorias utilitárias. *Sitientibus. Série Ciências Biológicas*, 6: 3-12.
- Andrade, R.A., Martins, A.B.G., Silva, M.T.H. (2007) Influência da fonte de material e do tempo de cura na propagação vegetativa de pitaya vermelha. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 29 (1): 183-186.
- Andrews, J. H., Harris, R. F. (2000) The ecology and biogeography of microorganisms on plant surfaces. *Annual Review of Phytopathology*, 38: 145-80.
- Annunciato, T.R. (2005) *Estudo da Chrorisis speciosa e outras fibras vegetais como sorventes para o setor de petróleo*. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência dos Materiais) – Curitiba – PR, Universidade Federal do Paraná – UFPR, 106p.
- Baldani, J.I., Baldani, V.L.D. (2005) History on the biological nitrogen fixation research in graminaceous plants: Special emphasis on the Brazilian experience. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, v. 77, p. 549-579.
- Baldani, J.I., Baldani, V.L.D., Seldin, L., Döbereiner, J. (1986) Characterization of *Herbaspirillum seropedicae* gen. nov., sp. nov., a root-associated nitrogen-fixing bacterium. *International journal of systematic bacteriology*, 36 (1): 86-93.
- Baldani, J.I., Salles, J.F., Olivares, F.L. (2002) Bactérias endofíticas como vetores de genes de resistência a insetos. *In: Nass, L.L., Valois, A.C.C., de*

- Melo, I.S., Valadares-Inglis, M.C. (org.) *Recursos Genéticos e Melhoramento - Microrganismos*. 1 ed., Jaguaruna: Hortograph Produções Gráficas, p. 589-602.
- Baldotto, L.E.B, Baldotto, M.A., Canellas, L.P., Bressan-Smith, R., Olivares, F.L. (2010) Growth promotion of pineapple 'Vitória' by humic acids and *Burkholderia spp.* during acclimatization. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, 34: 1593-1600.
- Bakker, P.A.H.M., Pieterse, C.M.J., van Loon, L.C. (2007) Induced systemic resistance by fluorescent *Pseudomonas spp.* *Phytopathology*, 97: 239-243.
- Barbosa, M.R.V., Lima, I.B., Lima, J.R., Cunha, J.P., Agra, M.F., Thomas, W.W. (2007) Vegetação e Flora no Cariri Paraibano. *Oecologia brasiliensis*, 11 (3): 313-322.
- Barbour, M.G., Burk, J.H., Pitts, W.D. (1987) *Terrestrial plant ecology*. 2ª ed. Menlo Park: The Benjamin/Cummings, 604 p.
- Barreti, P. B., Romeiro, R. S., Mizubuti, E. S. G., Souza, J. T (2009) Seleção de bactérias endofíticas de tomateiro como potenciais agentes de biocontrole e de promoção de crescimento. *Ciência e Agrotecnologia*, (33) (edição especial): 2038-2044.
- Barroso, G.M., Peixoto, A.L., Ichaso, C.L.F., Guimarães, E.F., Costa, C.G. (2002) *Sistemática de angiospermas do Brasil*. 2 ed. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 309p.
- Bashan, Y., Bashan, L.E., Prabhu, S.R., Hernandez, J.P. (2014) Advances in plant growth-promoting bacterial inoculant technology: formulations and practical perspectives (1998-2013). *Plant-Soil*, 378:1-33.
- Bashan, Y., Holguin, G. (1997) Azospirillum-plant relationships: environmental and physiological advances (1990-1996). *Canadian Journal of Microbiology*, 43: 103-121.

- Bashan, Y., Holguin, G., Bashan, L.E. (2004) Azospirillum-plant relationships: physiological, molecular, agricultural, and environmental advances (1997–2003). *Canadian Journal of Microbiology*, 50: 521-577.
- Batalha, M.O., Buainain, A.M. (2007) *Cadeias produtivas de flores e mel*. Brasília: IICA: MAPA/SPA, Agronegócios, v. 9, 140 p.
- Bellé, S., Kämpf, A.N. (1993) Produção de mudas de maracujá amarelo em substratos à base de turfas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 28 (3): 385-390.
- Benzing, D.H. (1973) Mineral Nutrition and related phenomena in Bromeliaceae and Orchidaceae. *Quantitative Review Biology*, 48: 277-290.
- Benzing, D. H., Renfrow, A. (1974) The mineral nutrition of bromeliaceae. *Botanical Gazette*, 135 (4): 281-288.
- Berg G. (2009) Plant–microbe interactions promoting plant growth and health: perspectives for controlled use of microorganisms in agriculture. *Applied Microbiology and Biothechnology*, 84: 11-18.
- Batugal, P.A., Bourdeix, R., Baudouin, L. (2009) Coconut breeding. In: Mohan, M.S., Priyadarsham, P.M. (eds) *Breeding plantation tree crops: tropical species*. New York: Springer, p. 327–375.
- Belimov, A.A., Dodd, I.C., Safronova, V.I., Hontzeas, N., Davies, W.J. (2007) *Pseudomonas brassicacearum* strain Am3 containing 1-aminocyclopropane-1-carboxylate deaminase can show both pathogenic and growth-promoting properties in its interaction with tomato. *Journal of Experimental Botany*, 58: 1485–1495.
- Benzing, D.H. (1970) Availability of exogenously supplied nitrogen to seedlings of the Bromeliaceae. *Bulletin of the Torrey Botanical Club*, 97: 154-159.
- Benzing, D.H. (1987). Vascular epiphytism: taxonomy participation and adaptative diversity. *Annals of the Missouri Botanical Garden*, 74:183-204.

- Benzing, D.H. (1990) *Vascular epiphytes*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 354p.
- Benzing, D.H. (2000) *Bromeliaceae: profile of an adaptive radiation*. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 690 p.
- Blank, M.F.A., Carvalho Filho, J.L.S., Santos Neto, A.L. (2003) Efeitos do substrato e luminosidade na emergência e desenvolvimento de mudas de jasmim-laranja (*Murraya exotica*). *Revista Ciência Agronômica*, 34: 5-12.
- Borges, L.E. (2006) *Caracterização estrutural da associação epifítica e endofítica entre microorganismos e plantas em um ambiente agrícola tropical*. . Dissertação (Mestrado em Biociências e Biotecnologia) – Campos dos Goytacazes – RJ, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro - UENF, 104 p.
- Braga, R. (1979) *Plantas do Nordeste, especialmente do Ceará*. 3.ed. Fortaleza: UFC, 795p.
- Brainer, M.S.C.P., Oliveira, A.A.P. (2007) *Floricultura: perfil da atividade no nordeste brasileiro*. Série Documentos do ETENE. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil. n. 17, 351 p.
- Brandl, M. T., Lindow, S. E. (1998) Contribution of indole-3-acetic acid production to the epiphytic fitness of *Erwinia herbicola*. *Applied and Environmental Microbiology*, 64 (9): 3256-3263.
- Breemen, N.V. (1995). How *Sphagnum* bogs down other plants. *Tree*, 10 (7): 270-275.
- Byrne, J. M., Dianese, A. C., Ji, P., Campbell, H. L., Cuppels, D. A., Louws, F. J., Miller, S. A., Jones, J. B., Wilson, M. (2005) Biological control of bacterial spot of tomato under field conditions at several locations in North America. *Biological Control*, 32: 408–418.
- Cavalcanti, N.B. (2004) Índice de sobrevivência e crescimento do facheiro (*Pilosocereus pachycladus* Ritter.) na caatinga. CD-ROM dos *Anais da XXVII*

*Reunião Nordestina de Botânica*, EMBRAPA Semi-Árido, UNEB, Petrolina, PE, Brasil.

- Calvente, A.M., Freitas, M.F., Andreato, R.H.P. (2005) Listagem, distribuição geográfica e conservação de espécies de Cactaceae no estado do Rio de Janeiro. *Rodriguésia*, 56 (87): 141-162.
- Canellas, L.P., Balmori, D.M., Médici, L.O., Aguiar, N.O., Cmpostrini, E., Rosa, R.C.C., Façanha, A.R., Olivares, F.L. (2012) A combination of humic substances and *Herbaspirillum seropedicae* inoculation enhances the growth of maize (*Zea mays* L.). *Plant-Soil*, 366: 119-132.
- Cantarella, H., Duarte, A.P. (2004) Manejo da fertilidade do solo para a cultura do milho. In: Galvão, J.C.C., Miranda, G.V (org). *Tecnologias de Produção do milho*. Viçosa: UFV, p.139-182.
- Cavalcante, I.H.L., Martins, A.B.G., Silva Junior, G.B., Rocha, L.F., Falcão Neto, R., Cavalcante, L.F. (2011) Adubação orgânica e intensidade luminosa no crescimento e desenvolvimento inicial de Pitaya em Bom Jesus – PI. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 33 (3): 970-982.
- CNCFLORA - Centro Nacional de Conservação da Flora:  
<http://cncflora.jbrj.gov.br/plataforma2/fichas/profile.php?id=7185> em 10/07/2012.
- Coenye, T., Vandamme, P. (2003) Diversity and significance of *Burkholderia* species occupying diverse ecological niches. *Environmental Microbiology*, 5: 719-729.
- Collins, J.L. (1960) *The pineapple: botany, cultivation and utilization*. London: Leonard Hill, 294 p.
- Conceição, P.M., Vieira, H.D., Canellas, L.P., Olivares, F.L., Conceição, P.S. (2009) Efeito dos ácidos húmicos na inoculação de bactérias diazotróficas endofíticas em sementes de milho. *Ciência Rural*, 39 (6): 1880-1883.

- Corradini, E., Rosa, M.F., Macedo, B.P., Paladin, P.D., Mattoso, L.H.C. (2009) Composição química, propriedades mecânicas e térmicas da fibra de frutos de cultivares de coco verde. *Revista Brasileira de Fruticultura*, (31) 3: 837-846.
- Costa, A.C. (2012) *Adubação orgânica e ensacamento de frutas na produção de pitaia vermelha*. Tese (Doutorado em Produção Vegetal) – Lavras – MG, Universidade Federal de Lavras – UFLA, 69 p.
- Costa, A.F.S., Costa, A.N. (2003) Seleção de Plantas Matrizes de Goiaba, Produção de mudas e normas de condução de viveiros. In: Costa, A.F.S., Costa, A.N. (eds). *Tecnologias para produção de goiaba*. Incaper, p.65-88.
- Costerton, J. W., Lewandowski, Z., Cadwell, D. E., Korber, D. R., Lappin-Scott, H. M. (1995) Microbial biofilms. *Annual Review of Microbiology*, 49: 711-745.
- Cunha, D.N.F.V., Gomes, E.S., Martuscello, J.A., Amorim, P.L., Silva, R.C., Ferreira, P.S. (2012) Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. *Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal*, 13 (4): 1156-1165.
- D’Almeida, A.L.F.S., Caldo, V., Barreto, D.W. (2005) Acetilação da fibra de bucha (*Luffa cylindrica*). *Polímeros: Ciências e Tecnologia*, 15 (1): 59-62.
- D’Almeida, A.L.F.S., Carvalho, L.H., D’Almeida, J.R.M. (2006) Characterization of caroá (*Neoglaziovia variegata*) fibers. CD-ROM dos *Anais do 41st International Symposium on Macromolecules*. Rio de Janeiro – RJ, Brasil.
- Demattê, J.B.I., Demattê, M.E.S.P. (1996) Estudos hídricos com substratos vegetais para cultivo de orquídeas epífitas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, 31 (11): 803-813.
- Demattê, M.E.S.P. (2001) Cultivo de *Tillandsia gardneri* Lindl. em diferentes substratos. *Anais do Congresso Brasileiro de Floricultura e Plantas Ornamentais*, 13, São Paulo: SBFPO. p. 118.

- Dey, R., Pal, K.K., Bhatt, D.M., Chauhan, S.M. (2004) Growth promotion and yield enhancement of peanut (*Arachis hypogaea* L.) by application of plant growth promoting rhizobacteria. *Microbiological Research*, 159: 371-394.
- Dimpka, C., Weinand, T., Asch, F. (2009) Plant-rhizobacteria interactions alleviate abiotic stress conditions. *Plant Cell and Environment*, 32: 1682-1694.
- Estevan, D.A., Faria, R.T., Vieira, A.O.S., Mota, T.D., Takahashi, L.S.A. (2010) Germinação de sementes de duas bromélias em diferentes substratos. *Científica* (38) 1: 7-13.
- Fahn, A. (1990) Plant Anatomy. Oxford: Pergamon Press, 489 p.
- Faria, R.T., Rego, L.V., Bernardi, A., Molinari, H. (2001) Performance of different genotypes of Brazilian orchid cultivation in alternatives substrates. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 44 (4): 337-342.
- Forzza, R.C., Costa, A., Siqueira Filho, J.A., Martinelli, G., Monteiro, R.F., Santos-Silva, F., Paixão-Souza, B., Louzada, R.B., Versieux, L. Bromeliaceae in Lista de Espécies da Flora do Brasil: <http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB16612> em 14/03/14.
- García de Salamone, I.E., Döbereiner, J., Urquiaga, S. (1996) Biological nitrogen fixation in *Azospirillum* strain-maize genotype associations as evaluated by the <sup>15</sup>N isotope dilution technique. *Biology and Fertility of Soils*, 23 (3): 249-256.
- Germek, H.A. (1996) *Influência da época de semeadura na produção da cultura da bucha (Luffa cylindrica Roem)*. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ, 133p.
- Gibson, A., Nobel, P. (1986) *The cactus primer*. Harvard University Press, Cambridge, 286 p.

- Godofredo, V.R. (2009) *Ontogênese, função e evolução das traqueídes vasculares em Cactaceae, tendo como modelo o cacto colunar Pilosocereus aurisetus (Werderh.) Byles & G.D.Rowley*. Tese (Mestrado em Botânica) – Sao Paulo – SP, Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo, 103p.
- Grimont, F., Grimont, P.A.D (1992) The genus *Serratia*. In: Ballows, A., Trüper, H. G., Dworkin, M., Harder, W., Scohleifer, K-H. *The Prokaryotes*. New York: Springer-Verlag. 3: 2822-2848.
- Gutierrez-Manero, F.J., Ramos-Solano, B., Probanza, A., Mehouchi, J., Tadeo, F.R., Talon, M. (2001) The plant-growth promoting rhizobacteria *Bacillus pumilus* and *Bacillus licheniformis* produce high amounts of physiologically active gibberellins. *Physiology Plant*, 111: 206-211.
- Holt, J.C., Krieg, N.R., Sneath, P.H.A., Staley, J.T., Williams, S.T. (1994) *Bergey's manual of determinative bacteriology*. 9. ed. Baltimore: Williams & Wilkins, 787 p.
- Hu, Y., Schimidahalter, U.I. (1998) Spatial distribution of inorganics ions and carbohydrates contributing to osmotic adjustment in the elongation wheat leaf under saline conditions. *Australian Journal Plant Physiology*, 25: 591-597.
- Hunt, D. (1999). *Cites Cactaceae Checklist*. 2 ed. Kent: Whitstable Litho Ltd, Whitstable, 315 p.
- Hussain, A., Vancurd, V. (1970) Formation of biologically active substances by rhizosphere bacteria and their effect on plant growth. *Folia Microbiológica*, 15: 468-478.
- Intorne, A.C., Lousada, L.L., Esteves, B.S., Marciano, C.R., Olivares, F.L., Lopes, P.N.G. (2013) Promoção do crescimento em sorgo sacarino com bactérias diazotróficas em cambissolo háplico. CD-ROM dos *Anais 27º Congresso Brasileiro de Microbiologia*, Natal – RN, Brasil.

IPEMA – Instituto de Pesquisas da Mata Atlântica. Lista de espécies ameaçadas de extinção: <http://www.biodiversitas.org.br/floraBr/ES-especies-ameacadas.pdf> em 10/09/2012.

James, E.K., Gyaneshwar, P., Mathan, N., Barraquio, W.L., Reddy, P.M., Iannetta, P.P.M., Olivares, F.L., Ladha, J.K. (2002) Infection and colonization of rice seedlings by the plant growth promoting bacterium *Herbaspirillum seropedicae* Z67. *Molecular Plant Microbiology Interactions*, 15: 894–906.

James, E.K., Olivares, F.L. (1998) Infection and colonization of sugar cane and other graminaceous plants by endophytic diazotrophs. *Critical Review in Plant Sciences*, 17: 77-119.

Jacques, M. A., Morris, C. E. (1995) A review of issues related to the quantification of bacteria from the phyllosphere. *FEMS Microbiology Ecology*, 18: 1-14.

Jasmim, J.M., Toledo, R.R.V., Carneiro, L.A, Mansur, E. (2006) Fibra de coco e adubação foliar no crescimento e na nutrição de *Crypthantus sinuosus*. *Horticultura Brasileira*, 24 (3): 309-314.

Jefferson, K. K. (2004) What drives bacteria to produce a biofilm? *FEMS Microbiology Letters*, 236: 163-173.

Junqueira, A.H., Peetz, M.S. (2008) Mercado interno para os produtos da floricultura brasileira: características, tendências e importância socioeconômica recente. *Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, 14 (1): 37-52.

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

Kämpf, A.N. (2004) Evolução e perspectivas do uso de substratos no Brasil. In: Barbosa, J.G., Martinez, H.E.P., Pedrosa, M.W., Sedyama, M.A.N. *Nutrição e Adubação de Plantas Cultivadas em Substrato*. Viçosa: Editora Gráfica da Universidade Federal de Viçosa, p. 3-10.

- Kuklinsky-Sobral, J., Araújo, W. L., Mendes, R., Geraldi, I. O., Pizzirani-Kleiner, A. A., Azevedo, J. L. (2004) Isolation and characterization of soybean-associated bacteria and their potential for plant growth promotion. *Environmental Microbiology*, 6 (12): 1244–1251.
- Leme, E.M.C., Marigo, L.C. (1993) *Bromélias na natureza*. Marigo Comunicação Visual LTDA. Rio de Janeiro, 183 p.
- Lima, J.L.S. (1996) *Plantas forrageiras das caatingas - usos e potencialidades*. Petrolina - PE: Embrapa - CPATSA/PNE/RBG-KEW, 44p.
- Lone, A.B., Barbosa, C.M., Takahashi, L.S.A., Faria, R.T. (2008) Aclimatização de *Cattleya* (Orchidaceae), em substratos alternativos ao xaxim e ao esfagno. *Acta Sci Agron*, 30 (4): 465-469.
- Machado, K.C., Damm, D.D., Junior, C.C.M.F. (2009) Reaproveitamento tecnológico de resíduo orgânico: casca de coco verde na produção de gabinetes ecológicos de computadores. CD-ROM dos *Anais do Fórum Internacional de Resíduos Sólidos*, 2, Porto Alegre – RS, Brasil.
- Mahaffee, W.F., Kloepper, J.W. (1994) Applications of plant growth-promoting rhizobacteria in sustainable agriculture. In: Pankhurst, C.E., Doube, B.M., Gupta, V.V.S.R., Grace, P.R. (eds) *Soil biota: management in sustainable farming systems*. CSIRO, Melbourne, Australia, p. 23–31.
- Malézieux, E., Bartholomew, D.P. (2003) Plant Nutrition. In: Bartholomew, D.P., Paul, R.E., Rohrbach, K.G. (eds.) *The pineapple – botany, production and uses*. Honolulu: CABI Publishing. p. 143-165.
- Mantelin, S., Touraine, B. (2004) Plant growth-promoting bacteria and nitrate availability: impacts on root development and nitrate uptake. *Journal Experimental Botany*, 55: 27-34.
- Mariano, R.L.R., Silveira, E.B., Assis, S.N.P., Gomes, A.M.A, Nascimento, A.R.P., Donato, V.M.T.S. (2004) Importância de bactérias promotoras de crescimento e de biocontrole de doenças de plantas para uma agricultura

sustentável. *Anais da Academia Pernambucana de Ciência Agrônômica*, 1: 89 – 111.

- Martinelli, G., Vieira, C.M., Gonzalez, M., Leitman, P., Piratininga, A., Costa, A., F. da, Forzza, R.C. (2008) Bromeliaceae da Mata Atlântica Brasileira: lista de espécies, distribuição e conservação. *Rodriguésia*, 59 (1): 209-258.
- Martins, L.S.T. (2007) *Germinação de sementes de Pilosocereus arrabidaei (Lem.) Byl. & Row (Cactaceae) de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro*. Tese (Mestrado em Botânica) – Rio de Janeiro – RJ, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro – Escola Nacional de Botânica Tropical, 66p.
- Matos, F.J.A. (1997) *O formulário fitoterápico do professor Dias da Rocha*. 2. ed. Fortaleza: EUFC, 260p.
- Matteo, B.C. (2002) *Biodiversidade e ecofisiologia de fungos micorrízicos arbusculares em associação com bromélias*. Tese (Mestrado em Recursos Vegetais) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ, 80 p.
- May, R., Völksch, B, Kampmann, G. (1997) Antagonistic activities of epiphytic bacteria from soybean leaves against *Pseudomonas syringae* pv. *glycinea* *in vitro* and *in planta*. *Microbial Ecology*, 34: 118-124.
- Mazali, I., Alves, O.L. (2005) Morphosynthesis: high fidelity inorganic replica of the fibrous network of loofa sponge (*Luffa cylindrica*). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, Rio de Janeiro, v. 77, n.1, p. 25-31.
- Mengel, K., Kirkby, A. (1987) *Principles of plant nutrition*. Bern: International Potash institute, 687p.
- Minami, K. (2000) Adubação em substrato. *In*: Kämpf, A.N., Fermino, M.H., *Substratos para Plantas: a base da produção vegetal em recipientes*. 1 ed., Porto Alegre: Gênese, p. 147-152.

- Misko, A.L., Germida, J.J. (2002) Taxonomic and functional diversity of pseudomonads isolated from the roots of field-grown canola. *FEMS Microbiology Ecology*, 42: 399-407.
- Moreira, R.A., Ramos, J.D., Marques, V.B., Araújo, N.A., Melo, P.C. (2011) Crescimento de pitaia vermelha com adubação orgânica e granulada bioclástica. *Ciência Rural*, 41 (5): 785-788.
- Morris, C. E., Monier, J. M. (2003) The ecological significance of biofilm formation by plant associated bacteria. *Annual Review of Phytopathology*, 41: 429 - 453.
- Naglis, M.M.M., D'Almeida, J.R.M. (1994) Aspectos do emprego de fibras naturais como reforço em compósitos: análise da morfologia da *Luffa cylindrica*. *Anais do 4º MICROMAT*, São Carlos, p. 575.
- Nievola, C.C., Mercier, H. (1996) A importância dos sistemas foliar e radicular na assimilação do nitrato em *Vriesea fosteriana*. *Bromélia*, 3: 14-18.
- Nóbrega, M.M.S. (2007) *Compósitos de matriz poliéster com fibras de Caroá Neoglaziovia variegata: caracterização mecânica e sorção de água*. Dissertação (Mestrado) – Campina Grande – PB, Universidade Federal de Campina Grande, 123 p.
- Ogbonna, J.C., Li, Y.C., Liu, Y.K., Tanaka, H. (1994) Loofah (*Luffa cylindrica*) sponge as a carrier for microbiological cell immobilization. *Journal of Fermentation and Bioengineering*, 78 (6): 37-442.
- Oikos - Oikos Laboratório: <http://www.oikos.ufpr.br/produtos/bromelia.pdf> em 14/07/12.
- Olivares, F. L. (1997) *Taxonomia, ecologia e mecanismos envolvidos na infecção e colonização de plantas de açúcar (Saccharum sp. híbrido) por bactérias diazotróficas endofíticas do gênero Herbaspirillum*. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) Seropédica, RJ. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. 328p.

- Olivares, F.L. (2009) *Bactérias Promotoras de Crescimento Vegetal*. Boletim Informativo da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, p. 33-34.
- Olivares, F.L., Baldani, V.L.D., Reis V.M., Baldani, J.I., Döbereiner J. (1996) Occurrence of the endophytic diazotrophs *Herbaspirillum* spp. in roots, stems and leaves predominantly of Gramineae. *Biology and Fertility of Soils*, 21: 197-200.
- Oliveira, A.L.M., Canuto, E.D., Urquiaga, S., Reis, V.M., Baldani, J.I. (2006) Yield of micropropagated sugarcane varieties in different soil types following inoculation with diazotrophic bacteria. *Plant and Soil*, 284: 23-32.
- Ono, E.O., Rodrigues, J.D. (1996) *Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares*. Jaboticabal: UNESP, 83 p.
- Ortiz, H.Y.D., Livera, M.M., Tirado, T.J.L. (1994) El cultivo de la pitahaya (*Hylocereus* spp) y sus perspectivas en México. *Anais da Primeira Reunião Internacional e Segunda Nacional Sobre Frutas Nativas e Introduzidas com Demanda Nacional e Internacional*. Estado do México. México. p.111-122.
- O'Toole, G., Kaplan, H. B., Kolter, R. (2000) Biofilm formation as microbial development. *Annual Review of Microbiology*, 54: 49-79.
- Patten, C.L., Glick, B.R. (2002) Role of *Pseudomonas putida* indolacetic acid in development of the host plant root system. *Applied and Environmental Microbiology*, 68: 3795-3801.
- Paula, C.C., Silva, H.M.P. (2004) *Cultivo prático de bromélia*. Viçosa: Editora UFV, 106 p.
- Peixoto, R.M. (2009) *Mastite em pequenos ruminantes: etiologia, fatores de risco, diagnóstico e sensibilidade aos agentes antimicrobianos e extratos de plantas*. Dissertação (Mestrado) – Petrolina – PE, Universidade Federal do Vale do São Francisco – UNIVASF, 129p.
- Pereira, D.D. (2003) *O Caroá Neoglaziovia variegata Mez no Cariri Paraibano: ocorrência, antropização e possibilidades de manejo no assentamento*

*Estrela D'Alva*. Dissertação (Mestrado) – João Pessoa – PB, Universidade Estadual da Paraíba - UEPB, 282 p.

- Pereira, F.R.L., Quirino, Z.G.M. (2008) Fenologia e biologia floral de *Neoglaziovia variegata* (Bromeliaceae) na caatinga paraibana. *Rodriguésia*, 59 (4): 835-844.
- Potters, G., Pasternak, T.P., Guisez, Y., Palme, K.J., Jansen, M.A.K. (2007) Stress-induced morphogenic responses: growing out of trouble?. *Trends in Plant Science*, 12: 98-105.
- Quispel, A. A. (1992) Search for signal in endophytic microorganisms. In: Verma, P.S. (ed.) *Molecular signal in plant microbe communications*. Boca Raton: CRC Press, 475-491.
- Raaijmakers, J.M., Weller, D.M., Thomashow, L.S. (1997) Frequency of antibiotic-producing *Pseudomonas* spp. in natural environments. *Applied Environmental Microbiology*, 63: 881-887.
- Radwan, T.E.L.S., Mohamed, Z.K., Reis, V.M. (2004) Efeito da inoculação de *Azospirillum* e *Herbaspirillum* na produção de compostos indólicos em plântulas de milho e arroz. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39: 987-994.
- Reid, D.M., Beall, F.D., Pharis, R.P. (1991) Environmental cues inplant growth and development. In: Steward, F. C (ed.) *Plant Physiology: Growth and Development*. San Diego: Academic Press Inc., p. 65-181.
- Reis, V.M., Baldani, J.I., Baldani, V.L., Döbereiner, J. (2000) Biological dinitrogen fixation in gramineae and palm trees. *Critical Reviews in Plant Science*, 19: 227-247.
- Reitz, R. (1983) *Bromeliáceas e a malária - bromélia endêmica*. Itajaí: Flora Ilustrada Catarinense, 518 p.
- Rieley, J.O., Page, S.E. (1990). *Ecology of Plant Communities - A Phytosociological Account of British Vegetation*. London: Logman Sc. & Technology.

- Rocha, P. K. (2002) *Desenvolvimento de bromélias em ambientes protegidos com diferentes alturas e níveis de sombreamento*. Tese (Mestrado em Agronomia) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ, 111 p.
- Rodriguez, H., Fraga, R. (1999) Phosphate solubilizing bacteria and their role in plant growth promotion. *Biotechnology Advances*, 17: 319-339.
- Roesch, L.F., Olivares, F.L., Passaglia, M.P.L., Selbach, P.A., Sá, E.L.S., Camargo, F.A.O. (2006) Characterization of diazotrophic bacteria associated with maize: effect of plant genotype, ontogeny and nitrogen-supply. *World Journal of Microbiology and Biotechnology*, (22) 9: 967-974.
- Rosenblueth, M., Martinez-Romero, E. (2006) Bacterial endophytes and their interactions with hosts. *Molecular Plant-Microbe Interactions*, 19 (8): 827-837.
- Rua, J., Aragão, L.X., Lima, L.C.M., Neusa, A.O., Ramuz, P.F. (1996) Diagnóstico preliminar das condições sócio/ambientais do município de Quissamã. *Boletim Gaúcho de Geografia*, 21: 162-167.
- Sá, M.C.A., Peixoto R.M., Krewer C.C., Almeida J.R.G.S., Vargas A.C., Costa M.M. (2011) Antimicrobial activity of Caatinga biome ethanolic plant extracts against gram negative and positive bacteria. *Revista Brasileira de Ciência Veterinária*, 18 (2/3): 62-66.
- Sala, V.M.R., Silveira, A.P.D.D., Cardoso, E.J.B.N. (2007) Bactérias diazotróficas associadas a plantas não leguminosas. In: Silveira, A.P.D.D., Freitas, S.D.S. (ed.). *Microbiologia do solo e qualidade ambiental*. Campinas: Instituto Agrônômico, p. 97-115.
- Santos, D.C., Farias, I., Lira, M.A., Fernandes, A.P.M., Freitas, E.V., Moreiro, J.A. (1996) Produção e composição química da palma forrageira cultivar gigante (*Opuntia ficus-indica* Mill) sob adubação e calagem, no Agreste semi-árido de Pernambuco. *Pesquisa Agropecuária Pernambucana*, 9 (edição especial): 69-78.

- Santos, M.F.A.V., Ribeiro, M.R., Sampaio, E.V.S.B. (1992) Semelhanças vegetacionais em sete solos da caatinga. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 27(2): 305-314.
- Santos, V.C.P. (2010) *Atividade antibacteriana de Burkholderia spp. endofíticas e da rizosfera de cana-de-açúcar*. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) – Piracicaba – SP, Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo – ESALQ, 114 p.
- Sattelmacher, B. (2001) The apoplast and its significance for plant mineral nutrition. *New Phytologist*, 149: 167-192.
- Schmitz, J.A.K., Souza, P.V.D., Kämpf, A.N. (2002) Propriedades químicas e físicas de substratos de origem mineral e orgânica para o cultivo de mudas em recipientes. *Ciência Rural*, 32 (6): 937-944.
- SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Oferece atividades e recursos para empreendedores e pequenos empresários: <http://www.sebrae.com.br/> em 09/07/12.
- Seddon, G. (1974) Xerophytes, xeromorphs and sclerophylls: the history of some concepts in ecology. *Biology Journal of Linnean Society*, 6: 65-87.
- Selosse, M. A., Baudoin, E., Vandenkoornhuysse, P. (2004) Symbiotic microorganisms, a key for ecological success and protection of plants. *Comptes Rendus Biologies*, 327: 639-648.
- Séneca, A. (1999) – *Estudo ecológico e biossistemático do gênero Sphagnum L. em Portugal*. Tese (Doutorado) – Porto, Faculdade de Ciências da Universidade do Porto.
- Shaw, A.J. (2000) - Phylogeny of the Sphagnopsida based on chloroplast and nuclear DNA sequences. *The Bryologist*, 103 (2): 277-306.
- Silva, R.V., Spinelli, D., Bose Filho, W.W., Claro Neto, S., Chierice, G.O., Tarpani, J.R. (2006) Fracture toughness of natural fibers/castor oil polyurethane composites. *Composites Science Technology*, 66 (10): 1328-1335.

- Silveira, D.G., Vidal, A.M., Ledo, C.A.S., Santana, J.R.F., Souza, F.V.D. (2009) Micropropagation and in vitro conservation of *Neoglaziovia variegata* (Arr. Cam.) Mez, a fiber produced bromeliad from Brazil. *Brazilian Archives of Biology and Technology*, 52 (4): 923-932.
- Silveira, D.G., Pelacani, C.R., Antunes, C.G.C., Rosa, S.S., Souza, F.V.D., Santana, J.R.F. (2011) Resposta germinativa de sementes de Caroá [*Neoglaziovia variegata* (ARRUDA) MEZ]. *Revista Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, 35 (5): 948-955.
- Singh, P., Piotrowski, M., Kloppstech, K., Gau, A. E. (2004) Investigations on epiphytic living *Pseudomonas* species from *Mallus domestica* with an antagonistic effect to *Venturia inaequalis* on isolated plant cuticle membranes. *Environmental Microbiology*, 11: 1149-1158.
- Smith, L.B., Downs, R.J. (1979) Bromelioideae (Bromeliaceae). *Flora Neotropica Monograph*, 14 (3): 1493-2141.
- Souza, V.C., Lorenzi, H. (2005) *Botânica Sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de angiospermas da flora brasileira, baseado em APG II*. Nova Odessa: Plantarum, p. 162-166.
- Tavares, A.R., Giampaoli, P., Kanashiro, S., Aguiar, F.F.A., Chu, E.P. (2008) Efeito da adubação foliar com KNO<sub>3</sub> na aclimatização de bromélia cultivada in vitro. *Horticultura Brasileira*, 26: 175-179.
- Uzzo, R.P. (2008) Panorama da floricultura no cenário nacional. *Revista Campo e Negócio*, 39: 68-70.
- Vencato, A. (Ed.) (2006) *Anuário brasileiro das flores 2006*. Santa Cruz do Sul: Gazeta Santa Cruz.
- Versieux, L.M. (2009) *Sistemática, filogenia e morfologia de Alcantarea (Bromeliaceae)*. Tese (Doutorado) – São Paulo – SP, Universidade de São Paulo – USP, 252p.

- Versieux, L.M., Wanderley, M.G.L. (2007). Two new species of *Alcantarea* (Bromeliaceae, Tillandsioideae) from Brazil. *Brittonia*, 59: 57-64.
- Wallace, R.S. (1995) Molecular systematic study of the Cactaceae: using chloroplast DNA variation to elucidate Cactus phylogeny. *Bradleya*, 13: 1-12.
- Weber, O.B., Baldani, J.I., Döbereiner, J. (2000) Bactérias diazotróficas em mudas de bananeira. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, (35) 11: 2277-2285.
- Wells, E.D., Hirvonen, H.E. (1988). *Wetlands of Atlantic Canada*. National Wetlands Working Group. Canada Committee on Ecological Land Classification. Polyscience Publicatin Inc. Canada.
- Xavier, L. P. (1982) *O caroá*. 2 ed. Natal: EMPARN, 270p. (EMPARN. Documentos, 7. ESAM. Coleção Mossoroense, 247).
- Yang, J., Kloepper, J.W., Ryu, C. (2009) Rhizosphere bacteria help plants tolerate abiotic stress. *Trends in Plant Science*, 14 (1): 1-4.
- Zaied, K.A., El-Hady, A.H., Afify, A.H., Nassef, M.A. (2003) Yield and nitrogen assimilation of winter wheat inoculated with new recombinant inoculants of rhizobacteria. *Journal of Biology and Science*, 4: 344-358.

## APÊNDICE

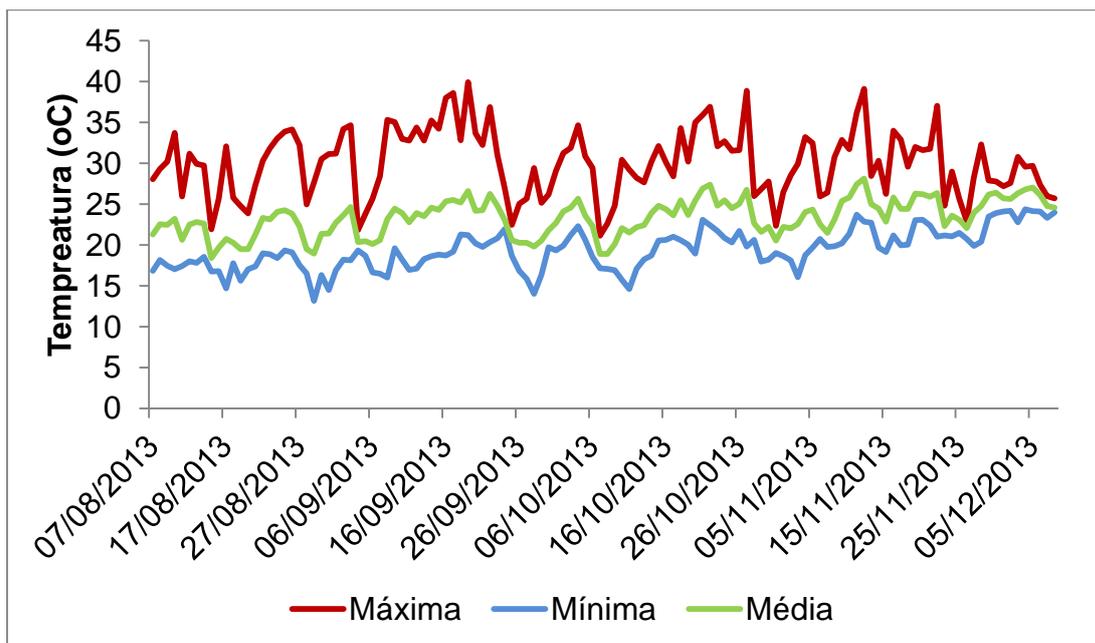


Figura 1. Temperatura do Ar (°C), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 120 dias (07/08/2013 a 08/12/2013), em mudas de *Neoglaziovia variegata* em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes - RJ.

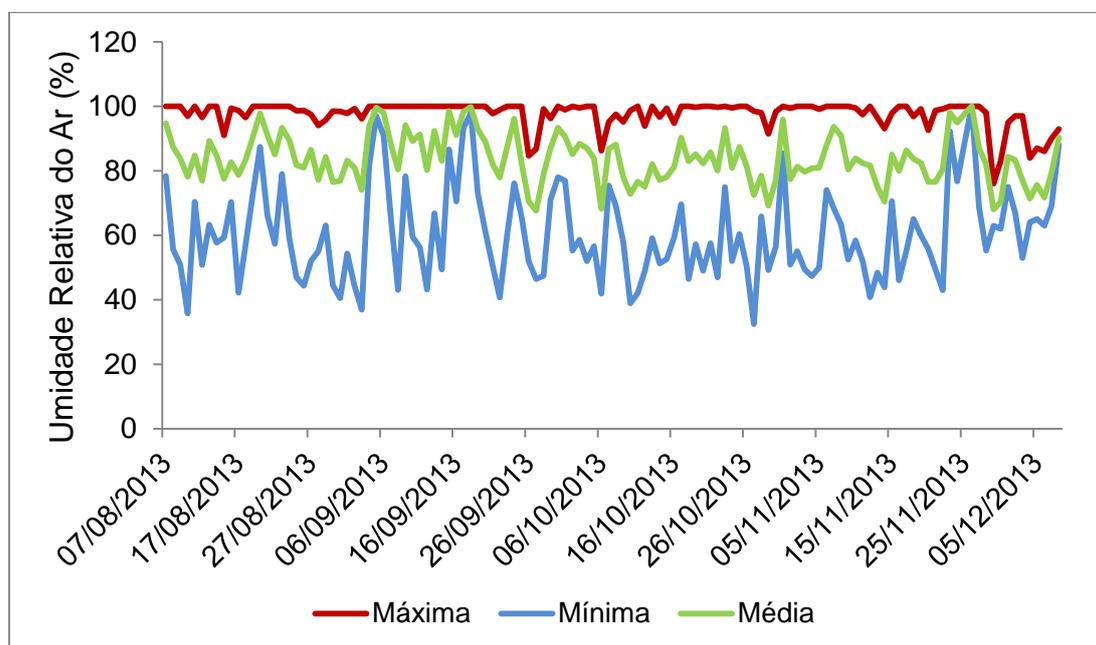


Figura 2. Umidade Relativa do Ar (%), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 120 dias (07/08/2013 a 08/12/2013), em mudas de *Neoglaziovia variegata* em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes - RJ.

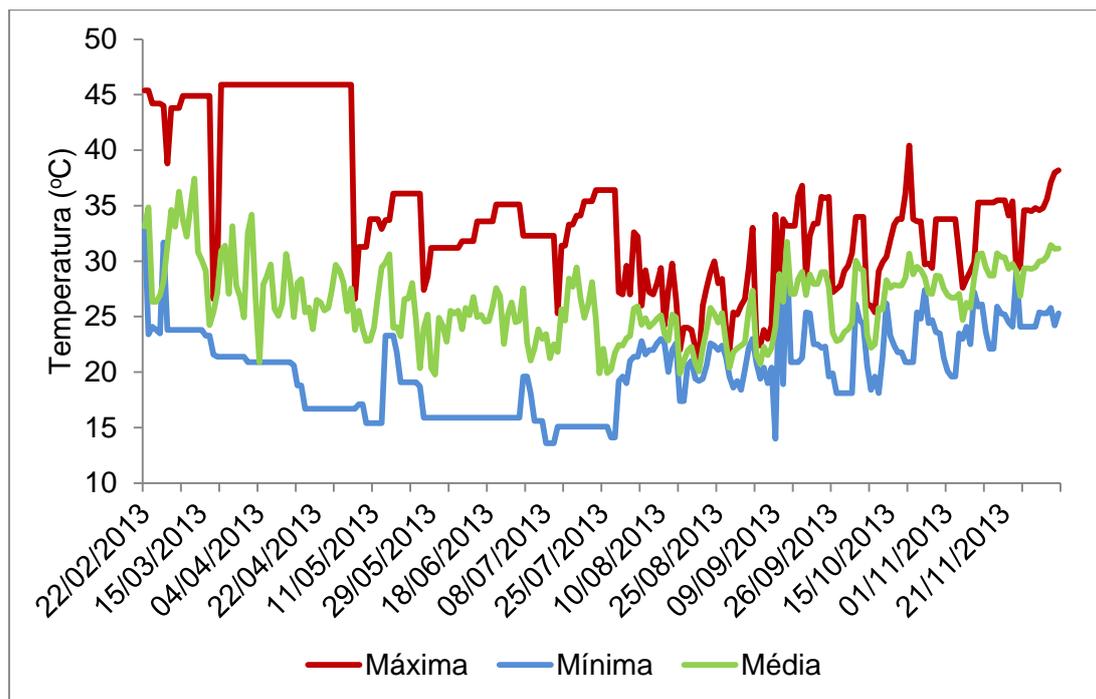


Figura 3. Temperatura do Ar (°C), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 314 dias (22/02/2013 a 08/12/2013), em mudas de *Neoglaziovia variegata* à campo, em Quissamã – RJ.

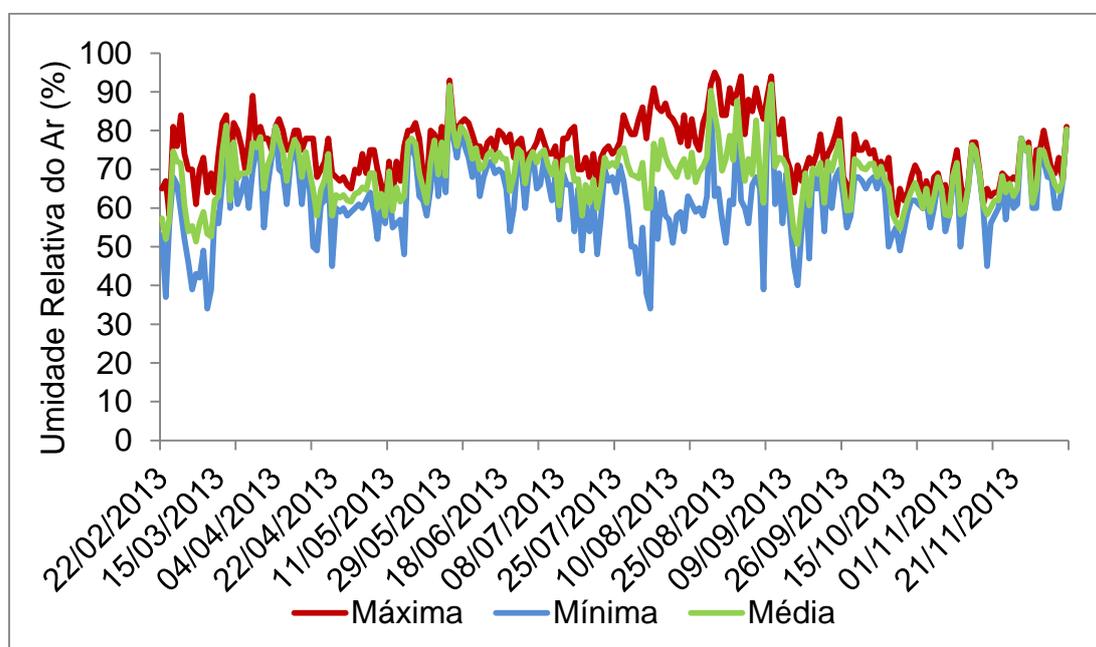


Figura 4. Umidade Relativa do Ar (%), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 314 dias (22/02/2013 a 08/12/2013), em mudas de *Neoglaziovia variegata* à campo, em Quissamã – RJ.

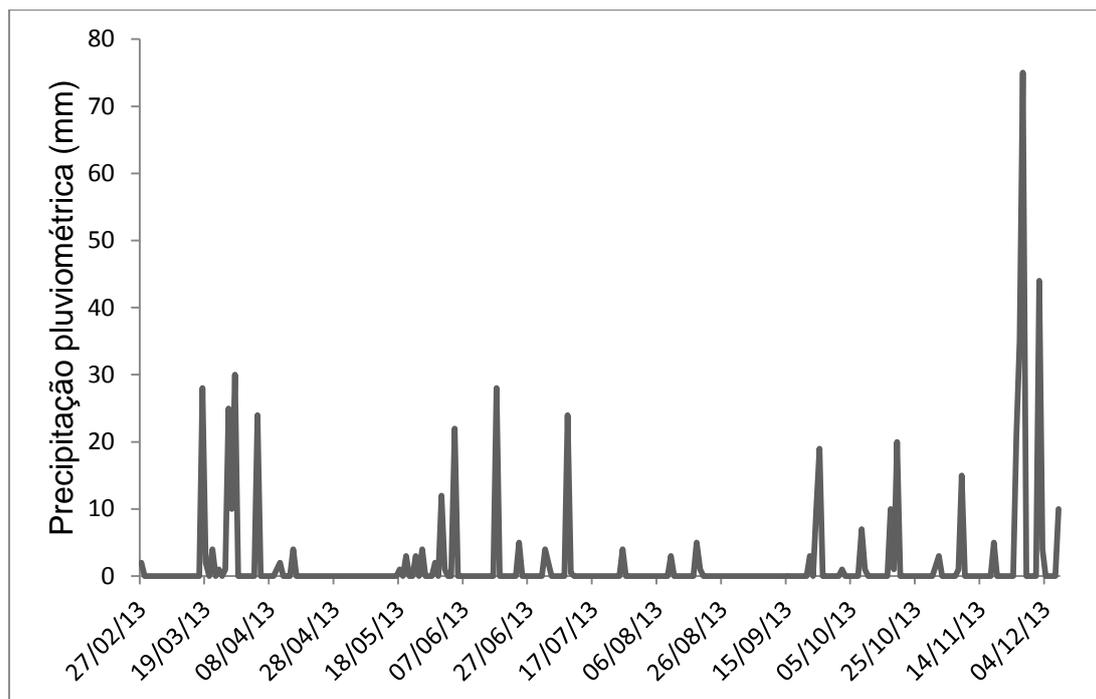


Figura 5. Precipitação pluviométrica (mm), durante o período experimental de 314 dias (22/02/2013 a 08/12/2013), em mudas de *Neoglaziovia variegata* à campo, em Quissamã – RJ.

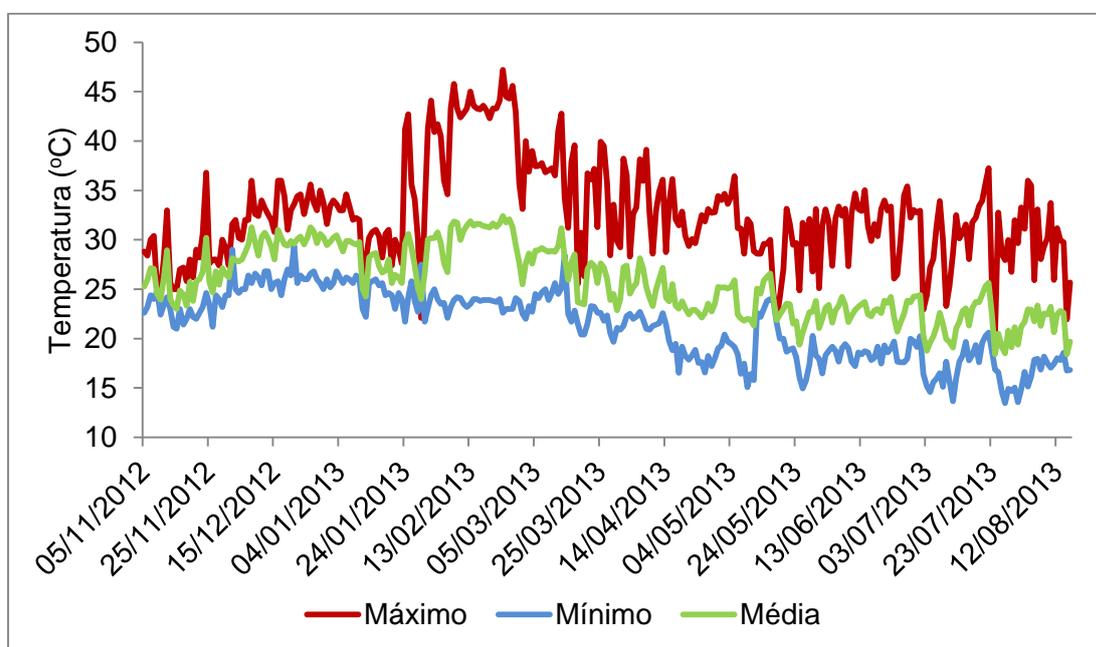


Figura 6. Temperatura do Ar (°C), máxima, média e mínima, durante o período experimental de 270 dias (05/11/2012 a 16/08/2013), em mudas de *Alcantarea vinicolor*, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes – RJ.

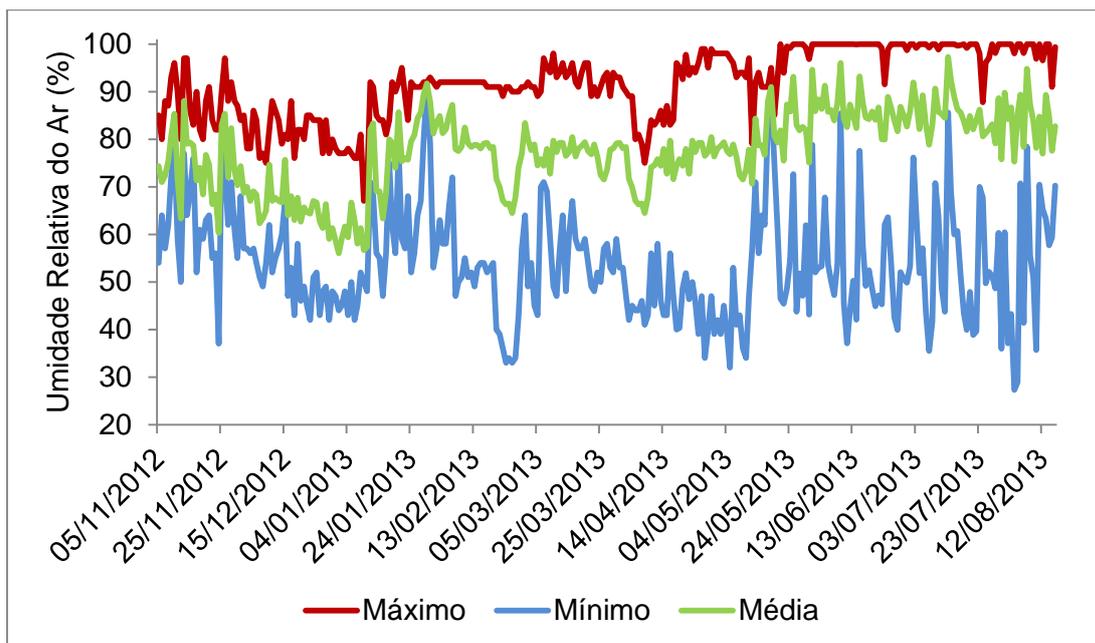


Figura 7. Umidade Relativa do Ar (%), máxima, média e mínima, durante o período experimental de 270 dias (05/11/2012 a 16/08/2013), em mudas de *Alcantarea vinicolor*, em casa-de-vegetação, em Campos dos Goytacazes –RJ.

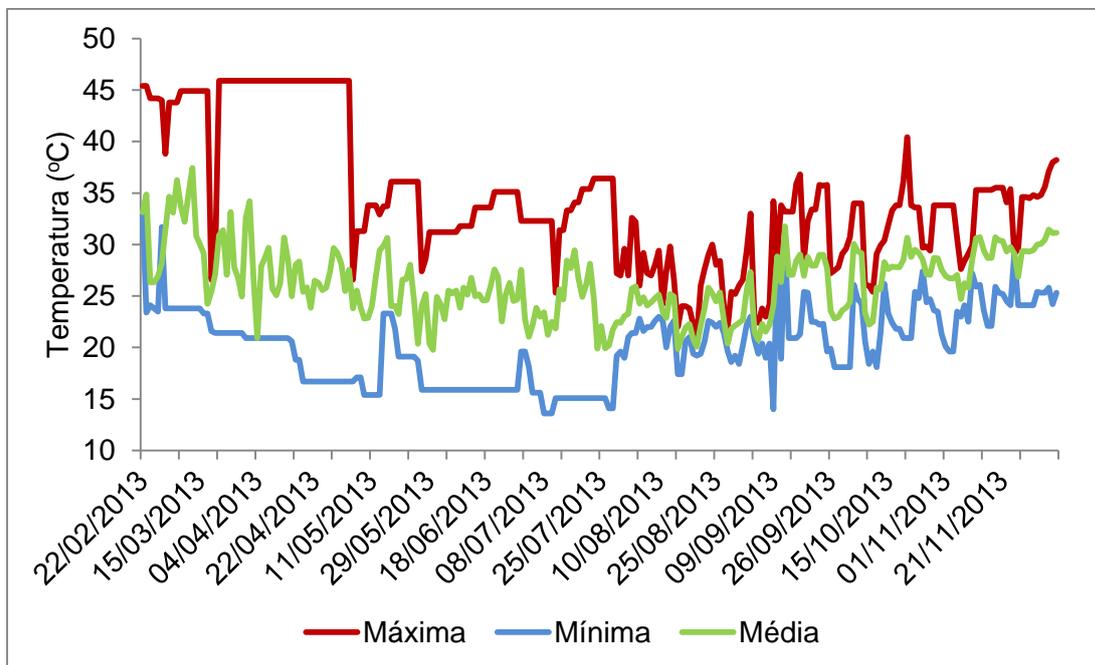


Figura 8. Temperatura do Ar (°C), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 314 dias (22/02/2013 a 08/12/2013), em *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, cultivado em Quissamã – RJ.

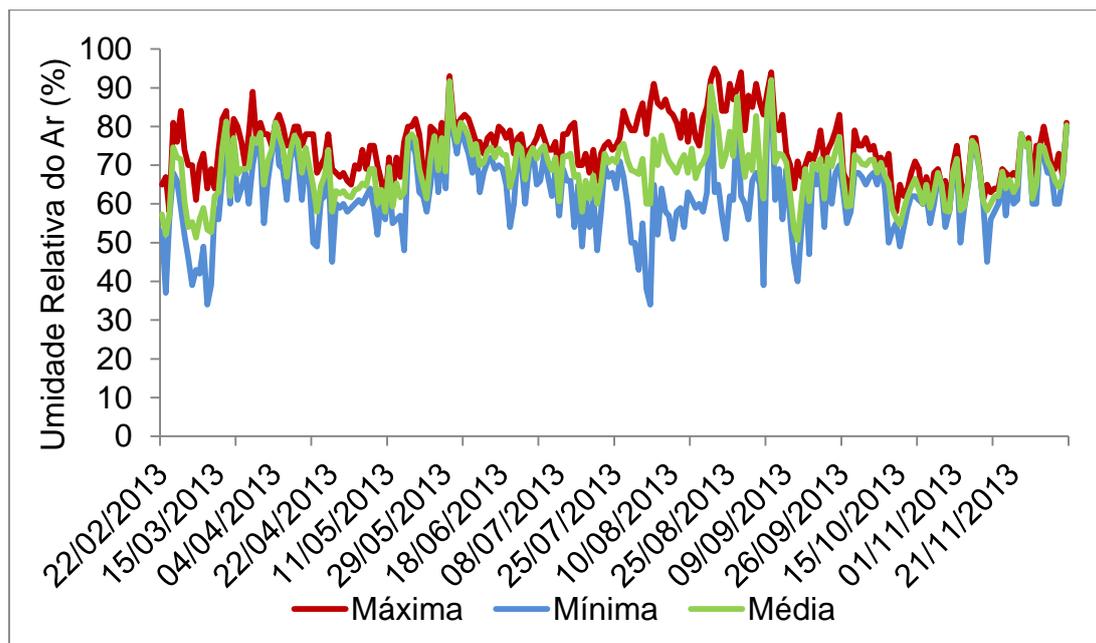


Figura 9. Umidade Relativa do Ar (%), máxima, mínima e média, durante o período experimental de 314 dias (22/02/2013 a 08/12/2013), em *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, cultivado em Quissamã – RJ.

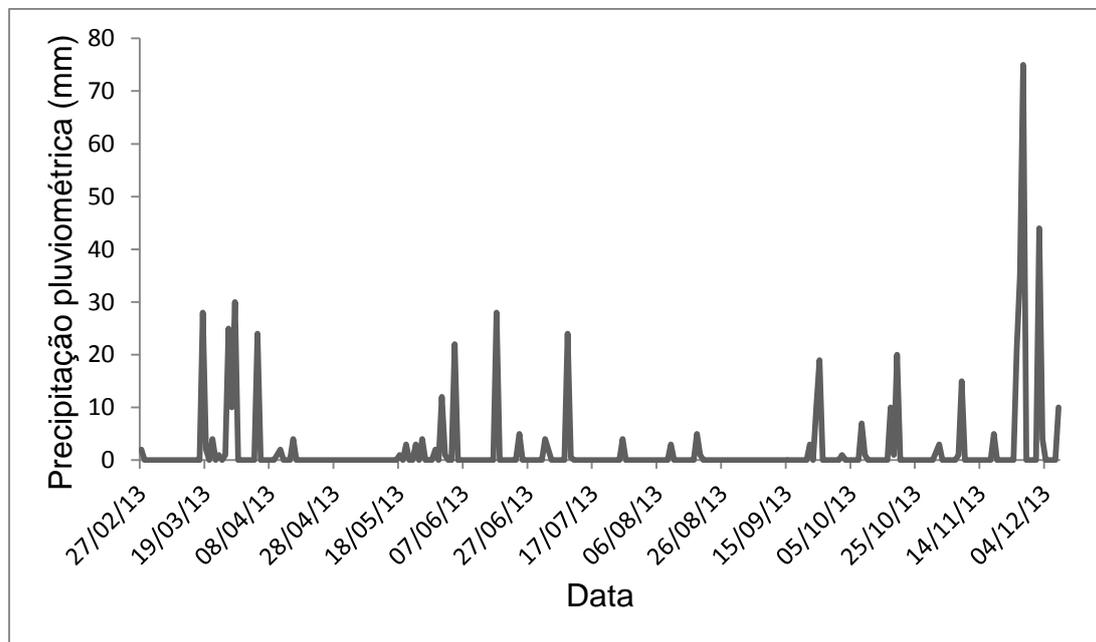


Figura 10. Precipitação pluviométrica (mm), durante o período experimental de 314 dias (22/02/2013 a 08/12/2013), em *Pilosocereus pachycladus pachycladus*, cultivado em Quissamã – RJ.