**Universidade de São Paulo
Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”**

**Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de
água associada a doses de um polímero hidroabsorvente**

Luís Carlos Nunes Carvalho

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

**Piracicaba
2016**

Luís Carlos Nunes Carvalho
Engenheiro Agrônomo

**Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de água
associada a doses de um polímero hidroabsorvente**

versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011

Orientador:

Profa. Dra. **PATRICIA ANGÉLICA ALVES MARQUES**

Dissertação apresentada para obtenção do título de
Mestre em Ciências. Área de concentração:
Engenharia de Sistemas Agrícolas

Piracicaba
2016

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
DIVISÃO DE BIBLIOTECA - DIBD/ESALQ/USP**

Carvalho, Luís Carlos Nunes

Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de água associada a doses de um polímero hidroabsorvente / Luís Carlos Nunes Carvalho. - - versão revisada de acordo com a resolução CoPGr 6018 de 2011. - - Piracicaba, 2016.
79 p. : il.

Dissertação (Mestrado) - - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".

1. Hidrogel 2. *Euterpe oleraceae* 3. Palmeira 4. Manejo hídrico I. Título

CDD 634.6
C331p

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte – O autor"

DEDICATÓRIA

Á Deus,

Aos meus pais

Maria da Consolação Nunes Miranda

Luís Carlos Carvalho Cardoso,

Á família e amigos

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar a Deus pela oportunidade de vivenciar todo o caminho percorrido até aqui.

Aos meus pais Luís Carlos Carvalho Cardoso e Maria da Consolação Nunes Miranda por todo amor, carinho, apoio e incentivo incondicional. Ao meu irmão Marcelo, minha avó Valquíria e todos os tios, tias e primos pertencentes à família Cardoso e Miranda que por todos esses anos me deram o que de melhor uma família poderia oferecer.

A minha namorada Cássia de Paula por todo o amor, carinho e apoio.

Aos amigos de infância Maycon e Elizeu, aos do colégio Rêgo Barros em especial aos Panacas, Mão, Porco, Preto, Nono, Bagulhu, Tica, Filó, Popoto, Negão e Super, e as minhas queridas e lindas Panaquetes Camila, Marina, Halime, Tuani e Mirna, e ao meu grande amigo Gilson, aos da Ufra, da minha saudosa e eterna turma C 2009, por todo o companheirismo e amizade ao longo desses anos, com carinho especial a Rafaely, Lilianne, Mayara, Pedro, Wendell, Fernanda, Renato, Paulo, Wilson e Fabiano.

A todos os colegas e amigos da engenharia da ESALQ, com um salve especial ao Marcos, Hugo, Danilo, Bruno, Eder, Fabrício, Rogério, Arthur, Otávio, Amarilis, Brenda, Maria e Asdrúbal. Aos estagiários Giovani, Stephanie, Juliana, Yane e Jéssica por todo apoio.

A todos os professores, do ensino fundamental à pós-graduação, que formaram a base de conhecimento que adquiri ao longo de todos esses anos de estudo, com agradecimento especial ao Professor Dr. Rodrigo Otávio Souza da Ufra.

A minha orientadora Prof^a. Dr^a. Patricia Marques pela oportunidade, apoio e orientação para que este projeto obtivesse êxito.

A todos os funcionários do departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ sempre muito prestativos.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pela concessão da bolsa.

E a todos que contribuíram direta e indiretamente para a condução e conclusão deste trabalho.

"Se esse é seu caminho
Siga em paz, siga seu coração
Entre o fel e o espinho
O amor de Deus cai sobre o homem bom...".

Medulla - Perigo

"Rogai por nós pecadores,
no caminho do fogo tem flores".

Medulla - Joaquim

"...É o grande esforço
Mas o alívio que te espera não tem preço
Não depende de ninguém, mas você mesmo,
Dá pra se arriscar...".

Violins - O grande esforço

"Faço de mim
Casa de sentimentos bons
Onde a má fé não faz morada
E a maldade não se cria
Me cerco de boas intenções
E amigos de nobres corações
Que sopram e abrem portões
Chave que não se copia
Observo a mim mesmo em silêncio
Porque é nele onde mais e melhor se diz
Me ensino a ser mais tolerante, não julgar ninguém
E com isso ser mais feliz
Sendo aquele que sempre traz amor
Sendo aquele que sempre traz sorrisos
E permanecendo tranquilo aonde for
Paciente, confiante, intuitivo..."

Forfun - Morada

SUMÁRIO

RESUMO.....	11
ABSTRACT	13
LISTA DE FIGURAS	15
LISTA DE TABELAS	17
LISTA DE SÍMBOLOS.....	19
1 INTRODUÇÃO	21
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	23
2.1 A cultura do açaí	23
2.1.1 Produtos do açaizeiro: Palmito	24
2.1.2 Produtos do açaizeiro: Fruto	24
2.1.3 Cultivar BRS-Pará	26
2.1.4 Produção de mudas	27
2.2 Fator de depleção de água.....	28
2.3 Polímero Hidroabsorvente.....	29
3 MATERIAL E MÉTODOS.....	33
3.1 Local do experimento	33
3.2 Delineamento experimental.....	34
3.3 Composição dos tratamentos.....	35
3.4 Montagem do experimento.....	37
3.4.1 Estrutura de bancada	37
3.4.2 Semeadura	38
3.5 Acompanhamento do experimento.....	39
3.5.1 Clima	39
3.5.2 Adubação	39
3.5.3 Irrigação	40
3.5.4 Avaliações	41
3.6 Irrigação total aplicada (IA), frequência de irrigação e produtividade de biomassa por unidade de água consumida via irrigação	43
3.7 Coeficiente da cultura (Kc)	43
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Variáveis microclimáticas	45

4.2 Análise Estatística.....	47
4.2.1 Altura (ALT), Diâmetro do coleto (DIAM) e Número de Folhas (NF)	49
4.2.2 Área Foliar (AF)	51
4.2.3 Comprimento (CR) e volume de raiz (VR)	54
4.2.4 Massa seca das folhas (MSF), estipe (MSE) e raiz (MSR)	55
4.2.5 Massa seca da parte área (MSPA) e total (MST)	57
4.2.6 Índice de qualidade de Dickson (IQD)	59
4.2.7 Razão de área (RAF) e peso (RPF) foliar	61
4.2.8 Área foliar específica (AFE)	62
4.3 Consumo de Irrigação.....	64
4.3.1 Coeficiente da cultura (Kc).....	69
4.4 Considerações finais.....	71
5 CONCLUSÕES.....	73
REFERÊNCIAS	75

RESUMO

Produção de mudas de açaí sob diferentes níveis de depleção de água associada a doses de um polímero hidroabsorvente

O açaizeiro é uma palmeira com potencial comercial valorizado principalmente pela polpa do fruto que possui propriedades químicas benéficas à saúde humana. Os produtores necessitam corresponder ao incremento de demanda e a produção de mudas deve contemplar essa tendência de mercado. O conhecimento a respeito do manejo hídrico de mudas da espécie ainda pode ser ampliado e a utilização de polímero hidroabsorvente (hidrogel) na produção de mudas da espécie surge como uma opção para redução de custos em irrigação associada a uma boa qualidade das plantas. O objetivo deste estudo é gerar informações que correlacionem a influência de doses de hidrogel à produção de mudas de açaizeiro em diferentes regimes hídricos. O experimento foi conduzido no Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”. O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso sob os seguintes tratamentos, quatro doses de hidrogel (0; 1,0; 2,0; 3,0 g L⁻¹) e três níveis de depleção (0-5; 25; 50% da capacidade de retenção de água do substrato com o polímero) com quatro repetições. O experimento foi conduzido por 9 meses e ao final foram realizadas avaliações biométricas e análises destrutivas para obtenção de valores de massa seca. Para embasamento estatístico dos dados aplicou-se o teste F, em 1 e 5% de probabilidade, análise de regressão polinomial e o teste de Tukey em 5% de probabilidade. O hidrogel aumentou a capacidade de retenção hídrica do substrato e os resultados mostraram que a presença do polímero acrescentou qualidade à muda de forma crescente em função das doses; todavia, doses de 3g L⁻¹ podem acarretar problemas com drenagem devido à perda de eficiência de absorção do polímero. Os níveis de depleção (25 e 50%) afetaram substancialmente, de forma negativa, o desempenho da muda quando comparados ao tratamento de menor depleção (0-5%), demonstrando que a espécie é bastante sensível a regimes com menor disponibilidade hídrica. Não foi observado efeito de interação entre as doses do polímero e os níveis de depleção para a grande maioria das variáveis analisadas, com exceção apenas da área foliar específica (AFE) e da irrigação aplicada (IA). O Kc médio da cultura, para cultivo protegido, apresentou tendência crescente ao longo do experimento. Conclui-se que a melhor dose do polímero é de 2 g L⁻¹ e que o nível de depleção de 0-5% apresentou o melhor desempenho. O Kc determinado mostra tendência de acordo com a fase de desenvolvimento da espécie, variando de 0,76 até 1,41.

Palavras-chave: Hidrogel; *Euterpe oleraceae*; Palmeira; Manejo hídrico

ABSTRACT

Açaí seedling production under different water depletion levels associated with doses of a hydro absorbent polymer

The assai palm is a plant with commercial potential mainly valued by the pulp of the fruit which has chemical properties beneficial to human health. Producers need to match the demand and the production increase of seedlings should address this market trend. The knowledge of the water management of species of plants can be further extended and the use of hydrogel polymer in seedling production of the specie appears as cost reduction option in irrigation associated with good quality plants. The aim of this study is to generate information to correlate the influence of hydrogel doses to the production of assai seedlings in different water regimes. The experiment was conducted in the Department of Biosystems Engineering of the Luiz de Queiroz College of Agriculture. The design was a randomized blocks under the following treatments, four hydrogel doses (0, 1.0, 2.0, 3.0 g L⁻¹) and three depletion levels (0-5; 25; 50% the water retention capacity of the substrate with the polymer) with four replications. The experiment was conducted for 9 months and in the end were held biometric evaluations and destructive analysis to obtain dry matter values. For statistical method of data applied the F test at 1 and 5% probability, polynomial regression analysis and the Tukey test at 5% probability. The hydrogel increased water retention capacity of the substrate and the results showed that the presence of polymer added quality changes as function of increasing doses, however, 3g L⁻¹ doses may lead to problems with drainage because of loss of efficiency of polymer absorption. Depletion levels (25 and 50%) affected substantially negatively the performance changes when compared to untreated lower depletion (0-5%), indicating that the specie is very sensitive to lower water availability. There was no effect of interaction between the polymer doses and depletion levels for most of the variables analyzed, except only the specific leaf area (SLA) and the applied irrigation (AI). The average Kc culture for protected cultivation, presented a growing trend throughout the experiment. We conclude that the best dose of the polymer is 2 g L⁻¹ and the depletion level of 0-5% showed the best performance. Kc was determined and shows tendency according to the phase of development, ranging from 0.76 to 1.41.

Keywords: Hydrogel; *Euterpe oleraceae*; Palm; Water management

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Casa de vegetação; etapas de construção.	33
Figura 2 - Croqui dos tratamentos.	34
Figura 3 - Sementes pré-germinadas de açaí.....	35
Figura 4 - Vista geral das bancadas do experimento.	38
Figura 5 - Sementes de açaí em bandejas com substrato.	38
Figura 6 - Pesagem das mudas.	41
Figura 7 - Temperatura do ar máxima, média e mínima registradas diariamente na área interna da casa de vegetação no período de 17 de abril a 17 de novembro em Piracicaba, SP.	46
Figura 8 - Umidade relativa do ar máxima, média e mínima registradas diariamente na área interna da casa de vegetação no período de 17 de abril a 17 de novembro em Piracicaba, SP.	46
Figura 9 - Radiação líquida monitorada e Evapotranspiração de referência calculada na área interna da casa de vegetação no período de 17 de abril a 17 de novembro em Piracicaba, SP. ..	46
Figura 10 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para as variáveis Altura e Número de folhas.....	49
Figura 11 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para as variáveis Altura, Diâmetro e Número de Folhas.....	50
Figura 12 - Folha primária da muda de açaí.....	52
Figura 13 - Regressão polinomial para área foliar em função do comprimento e largura das folhas.	52
Figura 14 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Área Foliar.	53
Figura 15 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Área Foliar..	53
Figura 16 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Volume de Raiz.	54
Figura 17 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Volume de raiz.....	54

Figura 18 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Massa Seca das Folhas, Massa Seca da Estipe e Massa Seca da Raiz.....	56
Figura 19 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para as variáveis Massa Seca das Folhas, Massa Seca da Estipe e Massa Seca da Raiz.....	57
Figura 20 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para as variáveis Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca Total.....	58
Figura 21 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para as variáveis Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca Total	58
Figura 22 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável IQD	60
Figura 23 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável IQD.....	60
Figura 24 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Razão de Área Foliar	61
Figura 25 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Área Foliar Específica.....	63
Figura 26 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Área Foliar Específica	63
Figura 27 - Relação massa seca da parte aérea/irrigação aplicada (MSPA/IA) e a relação massa seca total/irrigação aplicada (MST/IA).....	69
Figura 28 - Variação do coeficiente da cultura (K_c) em função dos dias e das doses do polímero	71

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise física do substrato	36
Tabela 2 - Valores dos pesos dos tratamentos em gramas	37
Tabela 3 - Resultado da análise química do substrato	40
Tabela 4 - Resumo da análise de variância e médias da altura (ALT), diâmetro do coleto (DIAM), número de folhas (NF), área foliar (AF), volume de raiz (VR), comprimento de raiz (CR) e massa seca das folhas (MSF)	47
Tabela 5 - Resumo da análise de variância e médias da massa seca da estipe (MSE), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), razão de área foliar (RAF), Razão de Peso Foliar (RPF) e Área Foliar Específica (AFE)	48
Tabela 6 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) para a interação dos fatores níveis de depleção e doses de hidrogel para a área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$)	63
Tabela 7 - Volumes totais gastos com irrigação e a frequência em dias de aplicação por tratamento	65
Tabela 8 - Resumo da análise de variância e médias da Irrigação total aplicada (IA), relação massa da parte aérea/irrigação aplicada (MSPA/IA) e a relação massa seca total/irrigação aplicada (MST/IA)	66
Tabela 9 - Teste de Tukey ($p < 0,05$) para a interação dos fatores níveis de depleção e doses de hidrogel para a variável irrigação aplicada (mL)	67
Tabela 10 - Coeficientes da cultura (K_c) em função das doses de hidrogel e em diferentes períodos	70

LISTA DE SÍMBOLOS

λ	Lambda (Fator de transformação da família Box-Cox)
Al	Alumínio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
ALT	Altura da muda (cm^2)
AF	Área foliar (cm^2)
AFE	Área foliar específica ($\text{cm}^2 \text{ g}^{-1}$)
Ca	Cálcio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
CR	Comprimento de raiz (cm)
CTC	Capacidade de troca catiônica ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
CV	Coeficiente de variação (%)
DIAM	Diâmetro do coleto (cm)
ETc	Evapotranspiração da cultura (mm dia^{-1})
ETo	Evapotranspiração de referência (mm dia^{-1})
GL	Graus de liberdade
H	Hidrogênio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
IQD	Índice de qualidade de Dickson (adimensional)
IA	Irrigação total aplicada (mL)
K	Potássio (mg dm^{-3})
Kc	Coeficiente da cultura (adimensional)
m	Saturação por alumínio da CTC efetiva (%)
Mg	Magnésio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
MSE	Massa seca da estipe (g)
MSPA	Massa seca da parte aérea (g)
MSR	Massa seca da raiz (g)
MST	Massa seca total (g)
Na	Sódio ($\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$)
NF	Número de folhas (unidade)
ns	não significativo
P	Fósforo (mg dm^{-3})
P _{0%}	Peso total do tratamento de 0% de depleção (g)
P _{25%}	Peso total do tratamento de 25% de depleção (g)
P _{50%}	Peso total do tratamento de 50% de depleção (g)
P _{CV}	Peso de água na capacidade de vaso (g)

P _{SECO}	Peso do substrato seco (g)
pH	Potencial hidrogeniônico
R ²	Coeficiente de determinação (decimal)
RAF	Razão de área foliar (cm ² g ⁻¹)
RPF	Razão de peso foliar (g g ⁻¹)
SB	Soma de bases (cmol _c dm ⁻³)
t	Capacidade de troca catiônica efetiva (cmol _c dm ⁻³)
T	Capacidade de troca catiônica a pH 7,0 (cmol _c dm ⁻³)
V	Saturação de bases (%)
VR	Volume de raiz (mL)

1 INTRODUÇÃO

No mundo, a demanda pela água cresce progressivamente devido ao modelo de desenvolvimento, ao crescimento populacional e às novas demandas, o que incrementa a competição entre os setores por esse bem, tornando-o cada vez mais escasso, não apenas pela quantidade, mas também pela qualidade (FRAGOSO; MARQUES, 2006).

A valorização da água incentivou a pesquisa para a otimização do seu uso e consumo. Sabe-se que o setor agrícola é o que mais usufrui desse bem e a agricultura irrigada é a grande responsável por isso; portanto, cresce a responsabilidade deste setor na busca pelo manejo hídrico adequado que vise o uso sustentável do recurso.

Uma ferramenta que visa racionalizar o manejo hídrico, por meio do prolongamento do fornecimento de água, é chamada popularmente de hidrogel, um polímero hidroabsorvente que otimiza a irrigação. O hidrogel possui uso diversificado e pode ser empregado em diversos setores da agricultura; dentre eles encontra-se a produção de mudas, fase essencial na cadeia produtiva de inúmeras culturas.

Na literatura existe uma gama de trabalhos avaliando o desempenho e o nível de influência de polímeros hidroabsorventes nas mais diversas metodologias, desde a utilização de diferentes marcas comerciais, substratos diversos para inúmeras culturas e doses variadas, entre outras variáveis. O que se percebe são resultados bastante imprevisíveis, com resultados positivos, negativos ou com ausência de qualquer efeito, o que demonstra que o desempenho dos hidrogéis é bastante específico para cada situação. Isso reafirma a necessidade da continuidade das pesquisas cada vez mais pontuais.

Oliveira et al. (2004) já relatavam que o conhecimento sobre o uso dos polímeros como condicionadores de solo era pouco amplo, fazendo-se necessário estimar mais precisamente quanto o polímero poderia contribuir para a disponibilidade de água em diferentes tipos de solos.

Conhecer a demanda hídrica de uma cultura, desde a sua fase de viveiro, se mostra essencial quando se deseja obter uma muda de qualidade e ainda racionalizar o uso da água. Uma cultura que atualmente apresenta um aumento na demanda por mudas, é o açaí. A palmeira do açaí está cada vez mais valorizada no cenário econômico nacional e internacional, principalmente devido a polpa do fruto;

portanto, as áreas de produção tendem a expandir-se. O interesse em larga escala pela cultura é recente; dessa forma, a produção de mudas deve ser compatível com a demanda, sem decréscimo na qualidade.

A espécie é bastante exigente em água, contudo, informações e técnicas de manejo hídrico da produção de mudas ainda precisam ser mais bem exploradas juntamente com o uso de novas tecnologias produtivas, visando redução de custos e bons níveis de produção.

Este trabalho tem por hipótese que, a presença do polímero no substrato aumenta a capacidade de retenção hídrica e favorece o crescimento da planta em situações variadas de frequência de irrigação.

Com o intuito de contribuir com o conhecimento sobre a cultura e sua demanda hídrica, o seguinte trabalho teve como objetivos: a) Verificar as respostas biométricas da cultura em relação a diferentes níveis de depleção; b) Verificar as respostas biométricas da cultura em relação a diferentes doses de um polímero hidroabsorvente; c) Estimar o K_c da cultura para a fase de muda na condição de cultivo protegido;

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A cultura do açaí

O açaizeiro (*Euterpe oleraceae* Mart.) é uma palmeira cespitosa, predominantemente alógama, da família Arecaceae, originária das regiões tropicais da América do Sul. Seu habitat natural são as áreas de várzea e igapós, contudo pode também ser encontrada em terra firme. O estuário amazônico é a região onde se encontra a maior concentração de populações nativas (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000; OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2004), aparições naturais da espécie já foram documentadas nos estados do Pará, Amapá, Amazonas, Maranhão, Tocantins e Mato Grosso (CONFORTO; CONTIN, 2009) e também em países como Venezuela, Equador, Suriname, Guiana e Panamá (NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MULLER, 2005). O açaizeiro possui os nomes vernaculares de açaí, juçara, açaí-do-pará, açaí-verdadeiro, açaí-de-touceira e palmitero (NASCIMENTO, 2008).

A espécie aparece naturalmente nas regiões onde as temperaturas ficam próximas aos valores de 26; 22 e 31,5 °C respectivamente para a média anual, média anual mínima e média anual máxima (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000). Oliveira et al. (2002) afirmam também que cultivos experimentais no litoral de São Paulo foram sujeitos a temperaturas médias anuais próximas a 21°C e os autores acreditam que esta temperatura está próxima da exigência mínima da cultura. Para Ferreira e Ribeiro (2006) a cultura se desenvolve bem em temperaturas médias mensais acima de 18°C.

Botanicamente, o açaizeiro é uma palmácea que pode atingir 25 metros de altura; sua inflorescência é do tipo cacho e seu fruto é uma drupa globosa. O fato de produzir até 25 perfilhos por touceira o diferencia da *Euterpe precatoria* Mart. que possui um único estipe (NASCIMENTO, 2008).

Do açaizeiro pode-se utilizar a estipe para construções simples e as folhas para formação de telhado de casas, cabanas e abrigos; mas os principais produtos são o fruto e o palmito, ambos servindo para a alimentação humana (MOURÃO, 2010). O Brasil é o maior produtor, consumidor e exportador do fruto do açaí e o maior produtor e consumidor de palmito (PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012; MODOLO; ANEFALOS; TUCCI, 2012). Queiroz e Melém Junior

(2001) consideram o açaizeiro como a palmeira de maior relevância cultural, econômica e social na região norte.

2.1.1 Produtos do açaizeiro: Palmito

O palmito oriundo de *E. oleraceae* é a principal fonte do mercado e tem o estado do Pará como maior produtor e consumidor (RODRIGUES; DURIGAN, 2007). Segundo Modolo, Anefalos e Tucci (2012), essa espécie de palmeira ainda lidera o mercado do palmito. Grande parte da produção provém do extrativismo predatório, mas já ocorrem, em menor escala, cultivos para produção conjunta de fruto e palmito, e áreas manejadas de mata. Segundo dados do IBGE (2012; 2013), entre os anos de 2011 e o último ano de levantamento, 2013, a produção de palmito originária do extrativismo apresentou redução, passando de 5,6 mil toneladas em 2011 para 4,8 mil toneladas em 2012 e 4,6 mil toneladas em 2013. Tal decréscimo pode estar relacionado à tendência de redução do extrativismo vegetal predatório, devido às preocupações ambientais e ao aumento das áreas cultivadas com manejo agronômico.

2.1.2 Produtos do açaizeiro: Fruto

O fruto do açaizeiro é consumido grande parte *in natura*, mas também processado na forma de sucos, vinhos, sorvetes, cremes, picolés e licores. O fruto é um importante alimento para as populações locais (OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2004; SILVA; SANTANA; REIS, 2006; OLIVEIRA et al., 2011; PORTINHO; ZIMMERMANN; BRUCK, 2012) e é considerado um símbolo gastronômico da Amazônia, especialmente do estado do Pará (MOURÃO, 2010), maior produtor e consumidor nacional do fruto (HOMMA et al., 2006; INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA - IBGE, 2013).

A produção extrativista do fruto deu um salto de 124 mil toneladas no ano de 2010 para 215 mil toneladas em 2011 e se manteve em torno de 200 mil toneladas em 2012 e 2013 de acordo com os dados do IBGE (2011; 2012; 2013). O próprio IBGE ressalta que os valores citados não correspondem à produção total, já que as áreas de cultivo vêm se ampliando e não entram na contabilização da PEVS (Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura).

Nos últimos anos a demanda pela polpa do fruto tem crescido, principalmente devido ao conhecimento dos benefícios gerados à saúde (SILVA; SANTANA; REIS, 2006; DAPONT, 2012), associados principalmente à sua capacidade antioxidante e composição fitoquímica. Souza et al. (2011) comentam que o açaí já é considerado uma "superfruta" e ratificam a alta capacidade antioxidante, as propriedades anti-inflamatórias e o efeito hipocolesterolêmico do fruto. Em seu trabalho de revisão Souza et al. (2011) relata e compara inúmeras pesquisas que comprovam a composição química e as bioatividades tanto *in vitro* quanto *in vivo* dos componentes do fruto.

Os autores Silva, Santana e Reis (2006) e Portinho, Zimmermann e Bruck (2012) afirmam que, com o crescimento do mercado consumidor, a polpa do açaí passou a ser consumida nas grandes capitais brasileiras e já se faz a exportação para países como Estados Unidos, Japão, China e alguns países da Europa, corroborando com Melém Junior e Queiroz (2011), que afirmaram que o consumo do açaí na alimentação cresce exponencialmente nos estados que não possuíam o hábito, e com Rufino et al. (2011), que ressaltam o aumento da exportação do açaí para os países não tropicais. Mendes et al. (2012) ainda afirmam que devido a esta conjuntura de aumento de demanda interna e externa, está ocorrendo elevação dos preços, com prejuízos principalmente aos consumidores de menor renda. Por isso, medidas de aumento de oferta precisam ser tomadas para diminuir a pressão sobre o valor do produto e garantir o abastecimento para esta expansão do mercado.

Com a valorização e o acréscimo na demanda pelo fruto, duas consequências são observadas: a expansão de açais manejados em áreas de várzea e o incentivo à implantação de cultivos racionais em terra firme (NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MULLER, 2005). Melém Junior e Queiroz (2011) também observaram este fato, ou seja, os agricultores familiares ribeirinhos começaram a implementar diversos tipos de manejo nos açais nativos das áreas de várzeas, com o objetivo de aumentar a produção.

2.1.3 Cultivar BRS-Pará

Na década de 90 ocorreram alterações no processo produtivo do açaí, antes exclusivamente extrativista e predatório. A partir deste período surgiram açazeiros com manejo racional e cultivos, tanto em várzea quanto em terra firme (NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MULLER, 2005). Contudo, essas novas áreas formaram-se a partir de sementes aleatórias, com genética indeterminada, culminando em plantios com desempenho desuniforme quanto à quantidade e à qualidade dos frutos (OLIVEIRA; FARIAS NETO, 2004). Estes mesmos autores complementam que nesse momento ainda não se tinha estabelecido um campo de produção de sementes e mudas de açaí. Assim, a Embrapa lançou, em 2004, a cultivar "BRS-Pará", com o intuito de minimizar este problema, disponibilizando sementes certificadas provenientes de matrizes selecionadas.

A cultivar "BRS- Pará" é resultado da seleção fenotípica em plantas da Coleção de Germoplasma de Açazeiro e tem como característica principal a adaptabilidade ao cultivo em terra firme, apresentando bons níveis de produtividade ($10 \text{ Mg ha}^{-1} \text{ ano}^{-1}$) e rendimento de polpa entre 15% e 25% (OLIVEIRA; FARIAS NETO 2004).

Melém Junior e Queiroz (2011) enfatizam o esforço dos agricultores em adicionar áreas de terra firme para o cultivo do açazeiro, impulsionados pelo preço de mercado e pelo lançamento da cultivar desenvolvida pela Embrapa, que apresenta boa produtividade em áreas de terra firme. Todavia, para os autores é necessário ressaltar que, como cultivo, outras tecnologias devem ser empregadas para a obtenção de bons níveis de produção, já que em áreas de várzea há deposição de sedimentos pelo movimento das marés e, conseqüentemente, maior disponibilidade de água e nutrientes. Isto torna o ambiente bastante favorável ao desenvolvimento dos açazeiros, o que não ocorre em terra firme. Dessa forma, práticas agronômicas como adubação e irrigação passam a ser recomendadas.

2.1.4 Produção de mudas

A necessidade de aumento da produção de mudas é reflexo decorrente do crescimento, na demanda pelo açaí e das áreas cultivadas. A propagação do açaizeiro pode ser realizada por sementes ou perfilhos oriundos da base da planta matriz. Entretanto, para cultivo comercial, a primeira é mais recomendada, devido ao menor tempo de enviveiramento e ao menor custo de produção (NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MULLER, 2005).

Certas características são desejáveis na produção de mudas, como a germinação rápida e uniforme, sucedida de uma emergência imediata das plântulas. Espera-se que a planta permaneça pouco tempo nos estágios iniciais, visto que é a fase de maior vulnerabilidade às adversidades do meio (SILVA et al., 2007).

A Comissão Estadual de Sementes e Mudas do Pará estabeleceu, em 1997, normas e padrões para a produção de mudas fiscalizadas e obtidas via sementes: as mudas deverão possuir altura uniforme, aspecto vigoroso, cor e folhagens harmônicas; deverão ter de quatro a oito meses de idade, a partir da emergência das plântulas; possuir, no mínimo, cinco folhas fisiologicamente ativas (maduras); pecíolos longos e as folhas mais velhas com folíolos separados; o coleto deve apresentar a espessura da base maior que a da extremidade das mudas; a altura deve ser de 40 a 60 cm a partir do coleto da planta; apresentar sistema radicular bem desenvolvido e ter suas extremidades aparadas quando ultrapassar o torrão; serem isentas de pragas e moléstias; a comercialização deve ser realizada somente em torrões, acondicionados em sacos de plástico, sanfonados e perfurados ou equivalente, com mínimo de 15cm de largura e 25cm de altura (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000; QUEIROZ; MELÉM JUNIOR, 2001; NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MULLER, 2005). Alguns autores sugerem características divergentes àsquelas presentes na norma para a produção da muda, como altura mínima para ir ao campo de 30cm (FERREIRA; RIBEIRO, 2006) e que o período para a produção pode chegar até 9 meses (QUEIROZ, MOCHIUTTI; BIANCHETTI, 2001) ou 11 meses (BENTES-GAMA et al., 2005).

Quanto à irrigação na fase de viveiro, na literatura encontram-se recomendações apenas indicando a aplicação diária de água para manutenção da umidade no substrato, sem a ocorrência de encharcamento. Queiroz, Mochiutti e Bianchetti (2001) afirmam, também, que em viveiros de médio e grande porte, o sistema de irrigação por aspersão torna-se recomendável.

2.2 Fator de depleção de água

Devido a sua origem (áreas de várzea e igapós) o açazeiro é naturalmente uma espécie bastante exigente em água (SOUZA et al., 2013), fato que dá margem a pesquisas que visem otimizar seu consumo hídrico.

A agricultura é o setor que mais usufrui deste recurso e segundo Fragoso e Marques (2006) possui uma baixa eficiência de aplicação de água quando comparado a outros setores consuntivos, ou seja, que também demandam recursos hídricos. Neste contexto, nota-se que a agricultura, em especial a irrigada, tem papel fundamental no que diz respeito à otimização do uso da água.

Uma irrigação adequada consiste em fornecer água à planta na quantidade e no momento correto. De acordo com Amaral (2014), para isso ocorrer, se faz necessário conhecer a fração da capacidade de água disponível do solo (CAD), nomeada de água facilmente disponível (AFD). A AFD é a fração de água da CAD, eq. (1), que deve estar disponível à planta sem que ocorra a redução da taxa de evapotranspiração potencial da cultura; em outras palavras, a AFD é a porcentagem da CAD retida em tensões mais baixas no solo, que a planta pode consumir sem prejuízos ao seu desenvolvimento antes das irrigações. O fator de depleção (p) é o valor, entre 0 e 1, que multiplica a CAD para se obter o valor da AFD, sendo que esse varia de acordo com a cultura e o clima.

$$AFD = p \times CAD \quad (1)$$

Em que:

AFD – Água facilmente disponível (mm)

p – Fator de depleção (decimal)

CAD – Capacidade de água disponível (mm)

Na literatura encontram-se poucos trabalhos que mostram culturas na fase de mudas submetidas a diferentes níveis de depleção com o objetivo de avaliar o desenvolvimento das mesmas em relação a diferentes condições hídricas. Barboza Júnior (2011) encontrou um nível de depleção de 40% sem prejuízo na produção de mudas de pinhão-manso em tubetes. Melo Júnior et al. (2014) concluíram que a melhor resposta para a produção de mudas de mamoeiro Formosa, genótipo “Tainung 1”, foi encontrada com o nível de depleção de 15% associado a dose de 9 kg m^{-3} de um dado fertilizante. No trabalho de Melo Júnior et al. (2015), concluiu-se que os valores de depleção de 5 e 15% proporcionaram uma boa produção de mudas de maracujazeiro amarelo, cultivar FB200.

2.3 Polímeros hidroabsorventes

A utilização de sistemas irrigados aumenta o custo de produção. Dessa forma, a utilização de tecnologias que promovam a redução dos custos e da aplicação de água, e que proporcionem bons níveis de produtividade e qualidade, tornam-se desejáveis. Neste contexto, o uso de um polímero hidroabsorvente é uma tecnologia promissora.

Os polímeros hidroabsorventes, também conhecidos como hidrogéis, são considerados condicionadores de solo e têm por princípio melhorar as condições físico-químicas dos solos (OLIVEIRA et al., 2004), principalmente os degradados e os arenosos (MORAES; BOTREL; DIAS, 2001; VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006). Sua origem pode ser biológica ou sintética, à base de amido ou de petróleo, respectivamente (MORAES; BOTREL; DIAS, 2001). São chamados também de polímeros hidrorretentores e surgiram na década de 50, mas sua utilização na agricultura começou a partir da década de 80, juntamente com as pesquisas para estudar sua eficiência (AZEVEDO; BERTONHA; GONÇALVES, 2002). Possuem aspecto granulado e quebradiço quando secos, mas após umedecimento tornam-se macios e elásticos. Apesar de aparência similar entre um polímero e outro, suas estruturas físicas e químicas podem diferenciar bastante, o que implica em diferentes formas de absorção, armazenamento e liberação do conteúdo retido (MORAES; BOTREL; DIAS, 2001).

Uma vez adicionado ao solo, os polímeros têm a função de reter água, sob baixa tensão, até 400 vezes sua massa inicial, disponibilizando fácil e gradualmente para as raízes próximas, de forma a manter um fornecimento mais prolongado. Além disso, possuem a capacidade de se contrair e expandir favorecendo o aparecimento de poros que melhoram a aeração do sistema radicular, bem como também, influenciam na condutividade hidráulica saturada do meio e contribuem na estabilidade de agregados (AZEVEDO; BERTONHA; GONÇALVES, 2002). Os grandes benefícios esperados do seu uso, em áreas irrigadas e de sequeiro, são a diminuição da frequência das irrigações e a maior sobrevivência das plantas em situações de estiagem ou veranicos. Saad, Lopes e Santos (2009) ratificam que o estudo da utilização de polímeros sintéticos no plantio, com o intuito de reduzir as irrigações, é um bom exemplo de avaliação e investigação de novas tecnologias e técnicas.

Os autores Azevedo, Bertonha e Gonçalves (2002) relatam as vantagens da utilização de hidrogéis, entre elas estão: ampliação da disponibilidade de água; redução de perdas por percolação de água e por lixiviação de nutrientes; e acréscimo na velocidade do desenvolvimento radicular e da parte aérea das plantas, devido às maiores aeração e drenagem do solo.

A utilização de polímeros hidroabsorventes é diversificada e no Brasil pode ser encontrada em variados setores da agricultura, como na fruticultura, horticultura, paisagismo, gramados de jardins e esportivos, reflorestamento, lavouras e produção de mudas (OLIVEIRA et al., 2004; VALE; CARVALHO; PAIVA, 2006). Contudo, Vale, Carvalho e Paiva (2006) fazem uma ressalva para o uso do hidrogel, pois alguns trabalhos demonstraram resultados adversos ou inexpressivos. Assim, alguns fatores devem ser observados com cautela, já que atuam diretamente no desempenho do polímero, tais como o modo de aplicação, a disponibilidade de água, a concentração de sais existente na água e no solo, e a resistência física que o solo proporciona à expansão do polímero.

O trabalho de James e Richards (1986) evidenciou pouca ou ausência de efeito significativo, para duas marcas de hidrogel, em relação ao tempo de murchamento em plantas de *Tagetes erecta* L. (Marigold). Também foi notada a ausência de efeito do polímero na produção de mudas de café (*Coffea arabica*) no trabalho realizado por Lima et al. (2003).

Em contrapartida, resultados positivos com o manuseio de um polímero hidrorretentor podem ser vistos nos trabalhos de Woodhouse e Johnson (1991), que obtiveram boa resposta de mudas de alface (*Lactuca sativa* L.) e cevada (*Hordeum vulgare* L.) na presença de um hidrogel, com aumento do intervalo de água total disponível em até 3 vezes, melhoria da eficiência do uso da água e acréscimo na produção de matéria seca. Arbona et al. (2005) verificaram que a utilização do hidrogel ocasionou a redução dos danos em mudas de citrus e até a melhora nos parâmetros de vigor de crescimento. Moghadam, Zahedi e Ghooshchi (2011) concluíram que o uso de um polímero hidroabsorvente aumentou o teor de ácido linoleico da canola (*Brassica napus* L.). Além disso, sob estresse hídrico, o incremento no armazenamento de água prolongou o período vegetativo e a qualidade do óleo foi favorecida. Marques, Santos e Marques (2013) notaram alteração na biometria e incremento na produtividade da cana-de-açúcar (cana planta) e redução de perda de produtividade na "cana soca".

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Local do experimento

A pesquisa foi conduzida em uma área experimental do Departamento de Engenharia de Biosistemas da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo (ESALQ/USP), no município de Piracicaba, SP, situada nas coordenadas geográficas de 22° 42' S e 47° 38' W, a uma altitude de 546 m. Segundo classificação internacional de Koppen, o clima da região é do tipo Cwa, ou seja, tropical de altitude.

O experimento foi realizado em casa de vegetação (Figura 1) tipo arco cujas dimensões são: 8,0m de largura por 24m de comprimento e 4m de altura. A casa é revestida por tela de polietileno de 150 micras tratado contra ação de raios ultravioleta e telas anti-afídeos.

Figura 1 - Casa de vegetação; etapas de construção

3.2 Delineamento experimental

O experimento foi conduzido sob delineamento de blocos aleatorizados (DBA) em esquema fatorial 3x4, com 4 repetições, que constaram de 3 níveis de depleção de água em porcentagem da capacidade de retenção de água do substrato com o polímero (L1 = 0-5%; L2 = 25% e L3 = 50%) e 4 doses do hidrogel (D1 = 0; D2 = 1,0; D3 = 2,0 e D4 = 3,0 gL⁻¹ de substrato), totalizando 48 parcelas (Figura 2). Cada parcela constou de 3 saquinhos de plantas, no total de 144 mudas. O ensaio foi conduzido por 9 meses, no período de 17 de fevereiro à 17 de novembro de 2015.

B	D4/L3	D4/L2	D2/L3	D3/L2	B		B	D2/L2	D3/L1	D3/L2	D4/L3	B
B	D3/L3	D1/L1	D1/L2	D2/L1	B		B	D2/L3	D2/L1	D4/L1	D1/L3	B
B	D2/L2	D3/L1	D4/L1	D1/L3	B		B	D1/L1	D3/L3	D1/L2	D4/L2	B
B	D1/L2	D2/L3	D1/L1	D3/L1	B		B	D3/L2	D4/L2	D1/L2	D3/L1	B
B	D4/L3	D2/L1	D3/L3	D4/L1	B		B	D2/L1	D4/L3	D1/L3	D4/L1	B
B	D4/L2	D1/L3	D2/L2	D3/L2	B		B	D1/L1	D2/L2	D3/L3	D2/L3	B

Figura 2 - Croqui dos tratamentos

Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade de Shapiro-Wilk ($P > 0,01$) e de homogeneidade de variância de Bartlett. Quando necessário, foi realizado a transformação dos dados via Box-Cox para que fosse alcançando o comportamento gaussiano dos dados. Posteriormente, foi feita análise de variância pelo teste F para verificação de possíveis diferenças significativas entre tratamentos em nível de 1 a 5% de probabilidade. Em caso positivo, as médias foram comparadas pelo teste de Tukey à probabilidade de 5% ($p < 0,05$). Foi realizada análise de regressão polinomial, fazendo uso da análise de variância pelo teste F e do teste t de student, para o fator quantitativo “Doses de hidrogel”. Utilizou-se para a análise estatística o software Assistat 7.7 beta (SILVA; AZEVEDO, 2002).

3.3 Composição dos tratamentos

Com o intuito de garantir a uniformidade do estágio inicial de desenvolvimento das mudas, foram utilizadas sementes pré-germinadas de açaí da variedade BRS-Pará (Figura 3) oriundas do viveiro "Mudas Pontal Verde" do município de Nanduba-SP.

Figura 3 - Sementes pré-germinadas de açaí

As unidades que compunham as parcelas foram compostas de mudas preparadas em sacos de polietileno perfurados, nas dimensões de 17cm de largura por 27cm de altura, de acordo com as recomendações de Nogueira, Figueirêdo e Muller (2005) e Silva, Souza e Berni (2005).

O substrato adotado para preenchimento dos sacos de mudas foi da marca comercial Basaplant[®], indicado para mudas florestais. O resultado da análise física do substrato está presente na Tabela 1:

Tabela 1 - Análise física do substrato

Marca comercial	Densidade aparente (g cm ⁻³)	Macroporos (%)	Microporos (%)	Porosidade Total (%)
Basaplant	0,38	46,3	27,3	73,6

O hidrogel utilizado é um polímero sintético sólido granulado da marca Hidroplan-EB[®], o qual foi incorporado e homogeneizado ao substrato no momento do enchimento dos sacos de polietileno seguindo as dosagens previstas para cada tratamento. Para redução de erros experimentais realizou-se a uniformização de um valor fixo de massa, 1000g de substrato para todos os tratamentos.

A reposição hídrica foi baseada em porcentagem da capacidade de retenção hídrica em recipiente, também chamada de capacidade de campo em vaso, ou apenas capacidade de vaso (CASAROLI; JONG VAN LIER, 2008), ou ainda capacidade de container (MELO JÚNIOR et al., 2015). O cultivo em recipiente modifica a capacidade de retenção de água pelo substrato já que o mesmo é homogeneizado e peneirado, não possuindo camadas e ainda não sofre influência de potenciais matriciais das camadas inferiores como ocorre no solo em campo (CASAROLI; JONG VAN LIER, 2008). A capacidade de vaso foi determinada por método direto, similar ao utilizado por Silva (2012) que consistiu nas seguintes etapas:

1) Foram preenchidos igualitariamente amostras de sacos de polietileno com 1000g do substrato a ser utilizado e acrescentada a dose do polímero referente a cada tratamento;

2) As amostras foram saturadas via ascensão capilar e no momento que a frente de molhamento atingiu a superfície do substrato se aguardou 24 horas para se considerar a saturação completa;

3) Após saturação, foi realizada a vedação da superfície das amostras a fim de evitar perdas por evaporação e, se iniciou o processo de drenagem por gravidade, realizando-se leituras do peso a cada 12 horas até o momento em que não ocorreu mais variação, considerando assim os sacos na sua capacidade de retenção máxima de água ou capacidade de vaso;

4) Todo o conteúdo do substrato úmido foi levado para secagem em estufa a 65°C por 72 horas;

5) Após a secagem calculou-se a massa de água na capacidade de vaso, que foi a diferença entre o peso médio das amostras em estado úmido e seco. A determinação do peso dos tratamentos (Tabela 2) foi realizada de acordo com as eq. (2), (3) e (4).

$$P_{0\%} = (P_{CV} \times 1) + P_{SECO} \quad (2)$$

$$P_{25\%} = (P_{CV} \times 0,75) + P_{SECO} \quad (3)$$

$$P_{50\%} = (P_{CV} \times 0,5) + P_{SECO} \quad (4)$$

Em que:

$P_{0\%}$; $P_{25\%}$; $P_{50\%}$ - peso total do tratamento (g);

P_{CV} - peso de água na capacidade de vaso (g);

P_{SECO} - peso do substrato seco (g).

Tabela 2 – Valores dos pesos dos tratamentos em gramas

Depleção/Hidrogel	0 g L ⁻¹ (D1)	1 g L ⁻¹ (D2)	2 g L ⁻¹ (D3)	3 g L ⁻¹ (D4)
0-5 % (L1)	1.336	1.385	1.501	1.620
25 % (L2)	1.171	1.208	1.295	1.384
50 % (L3)	1.006	1.030	1.089	1.148

3.4 Montagem do experimento

3.4.1 Estrutura de bancada

A estrutura para a condução do experimento (Figura 4) foi formada por quatro bancadas de ferro, cada uma representando um bloco/repetição, seguindo a distribuição dos tratamentos conforme apresentado no croqui (Figura 2). Para melhor fixação dos saquinhos com as mudas, optou-se pelo uso de suportes de madeira e arame.

Figura 4 - Vista geral das bancadas do experimento

3.4.2 Semeadura

As sementes pré-germinadas foram colocadas em bandejas de 32 células (Figura 5) com substrato comercial e irrigação plena para o início do seu desenvolvimento. Após 40 dias, antes da abertura completa do primeiro par de folhas, foi realizado o transplântio para os saquinhos de polietileno preenchidos com substrato mais as doses do polímero referentes a cada tratamento. As plantas receberam mais 20 dias de irrigação plena para adaptação do sistema radicular e, em seguida, iniciou-se as diferenciações dos tratamentos dos níveis de depleção.

Figura 5 - Sementes de açaí em bandejas com substrato

3.5 Acompanhamento do experimento

3.5.1 Clima

As variáveis climatológicas foram monitoradas via estação meteorológica automática Campbell Sci. instalada na área interna da casa de vegetação. A estação coletava dados a cada minuto e armazenava em um datalogger os valores médios a cada 15 min e médias diárias. As variáveis coletadas foram: Temperatura média, máxima e mínima ($^{\circ}\text{C}$) e; Umidade relativa (%) pelo sensor Vaissala HMP45C-L12; Radiação global (W.m^{-2}) pelo piranômetro de silício Kipp&Zonen CM 3; Pressão de vapor para saturação (kPa); Pressão de saturação atual (kPa) e Vento pelo anemômetro de conchas (m.s^{-1}).

Para quantificar o nível de interceptação da radiação solar causado pela casa de vegetação, compararam-se os dados de radiação global registrados pela estação meteorológica da área interna da casa de vegetação com a da própria estação localizada na ESALQ, para uma mesma data e período. Encontrou-se um nível de interceptação da radiação em torno de 50%, valor igual ao encontrado por Barbosa (2015) que trabalhou em casa de vegetação também pertencente ao departamento de Engenharia de Biossistemas da ESALQ. Este valor de 50% de interceptação está de acordo com a recomendação de Oliveira, Carvalho e Nascimento (2000); Nogueira, Figueirêdo e Muller (2005) e Nascimento (2008) para a produção de mudas de açaí.

3.5.2 Adubação

Observou-se na análise química (Tabela 3), seguindo interpretação de Lopes e Guilherme (2004), que o substrato apresentou pH bastante ácido, alta quantidade de alumínio e baixa saturação por bases (V); contudo, a saturação por alumínio (m) se revelou baixa e os valores de fósforo e potássio se mostraram elevados, assim como o valor da CTC a pH 7,0 (T), considerada alta acima de $15 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$; o valor da soma de cálcio mais magnésio, $6,2 \text{ cmol}_c.\text{dm}^{-3}$, foi classificado como alto.

Tabela 3 - Resultado da análise química do substrato

Textura	pH (água)	Al	H+Al	Ca	Mg	Na	SB	t	T	V	m	P	K
		----- cmol _c dm ⁻³ -----								---- % ----		mg dm ⁻³	
Orgânica	4,2	0,8	19,0	4,2	2,0	0,6	7,5	8,3	26,5	28,0	9,6	77	260

SB: Soma de bases; t: CTC efetiva; T: CTC a pH 7,0; V: Saturação de bases; m: Saturação por alumínio da CTC efetiva.

Com o pH menor que 5,0 há um aumento de íons Al^{+3} em solução, o que pode ocasionar restrição ao desenvolvimento das plantas, tendo como seu sintoma mais visível a inibição do crescimento radicular (ECHART; CAVALLI-MOLINA, 2001). O resultado da análise só foi obtido após a instalação do experimento; dessa forma, a prática da calagem para elevação do pH tornou-se inviável devido ao tempo para efeito e pela impossibilidade de aplicação devido a necessidade de incorporação ao substrato. Segundo Bentes-Gama et al. (2005), o açaí é pouco exigente em fertilidade e é tolerante a acidez.

Diante dos resultados, optou-se pela manutenção do substrato com estas características e realizou-se apenas uma complementação do nitrogênio com três aplicações de 0,5g de ureia por saquinho de muda, seguindo a recomendação de Queiroz, Mochiutti e Bianchetti (2001), sendo a primeira aplicada 30 dias após o transplântio e as demais a cada 45 dias.

3.5.3 Irrigação

O monitoramento da umidade no substrato foi realizado pelo acompanhamento da massa do recipiente com a muda, com a realização de pesagens diárias de todas as plantas, em balança de precisão de 1g, uma vez ao dia, no período diurno (9h as 11h) a fim de se obter a massa de água presente no substrato, para posteriormente servir de informação para a reposição hídrica de cada tratamento (Figura 6). A reposição de água foi realizada buscando precisão, com uso de proveta graduada em mL e realizada sempre que o peso monitorado do recipiente com a muda atingiu valor igual ou abaixo do indicado pelo seu respectivo peso de tratamento calculado pelas eq. (2), (3) e (4), elevando-se a umidade novamente à capacidade de vaso.

Figura 6 - Pesagem das mudas

Na tentativa de minimizar o erro nas reposições de água devido ao crescimento das mudas ao longo do experimento, foi realizada, aos 4 meses e meio após o início, uma análise destrutiva para estimar o acúmulo de massa adquirido pelas mudas. Com base nos valores de altura, diâmetro e número de folhas coletados nas avaliações quinzenais, obteve-se a média geral para todas as plantas de cada uma dessas variáveis. Para a análise destrutiva, foram selecionadas 5 plantas externas ao experimento, mas de mesma idade, que possuíam medidas (altura, diâmetro e número de folhas) iguais ou similares à média calculada das plantas pertencentes ao experimento. Foi encontrado o valor médio de 8g de massa fresca. Este valor foi adicionado ao peso de todos os tratamentos calculados pelas eq. (2), (3) e (4). Como a massa adquirida foi irrisória quando comparada aos valores adotados nos pesos dos tratamentos, optou-se pela não realização de novas correções destrutivas.

3.5.4 Avaliações

As avaliações biométricas apresentadas a seguir foram realizadas ao final do experimento, aos 272 dias após a semeadura:

- Altura da mudas (ALT): A altura, em cm, de parte aérea foi determinada com o auxílio de uma régua milimetrada, medindo-se da base da planta até a inserção da folha mais alta.

- Diâmetro do coleto da muda (DIAM): O diâmetro do caule, em cm, foi determinado com o auxílio de um paquímetro milimetrado. As medidas foram realizadas na base da plântula.
- Número de folhas (NF): O número de folhas foi determinado por contagem direta, mas somente as que estivessem totalmente abertas.
- Comprimento de raiz (CR): As mudas foram retiradas dos recipientes e previamente lavadas para retirada do excesso de substrato. Foi utilizada uma régua milimetrada para auxiliar na determinação do comprimento, em cm.
- Volume de raiz (VR): As raízes foram separadas e submersas em uma proveta graduada, em mL, com volume de água conhecido, conforme descrito por Bosa et al. (2003).
- Massa seca de parte aérea (MSPA) e raiz (MSR): Foram separadas a estipe e as folhas (parte aérea) da raiz e colocadas em sacos de papel Kraft individualmente. As amostras foram colocadas em estufa de circulação forçada de ar à temperatura de 65°C até obtenção da massa constante, em gramas.
- Massa seca total (MST): A MST, em gramas, foi determinada a partir da soma das massas secas da parte aérea (MSA) e da raiz (MSR).
- Área foliar (AF): Para quantificação da área foliar (cm²), utilizou-se o método das pesagens dos discos foliares com área conhecida, conforme descrito por Mielke et al. (1995).
- Razão de área foliar (RAF): A RAF (cm² g⁻¹) foi determinada por meio da razão entre os valores da área foliar (AF) e massa seca total (MST).
- Razão de peso foliar (RPF): A RPF (g g⁻¹) foi determinada pela razão entre os valores da massa seca foliar (MSF) e massa seca total (MST).
- Área foliar específica (AFE): A AFE (cm² g⁻¹) foi calculada pela razão entre a área foliar (AF) e a massa seca das folhas (MSF).
- Índice de qualidade de Dickson (IQD): O índice de qualidade de Dickson (adimensional) foi determinado a partir da metodologia de Dickson, Leaf e Hosner (1960), considerando os indicadores de massa seca da parte aérea e raiz, massa seca total, altura e diâmetro de coleto da muda, conforme a eq. (5):

$$IQD = \frac{MST}{\frac{ALT}{DIAM} + \frac{MSPA}{MSR}} \quad (5)$$

Em que:

MST - Massa seca total (g);

ALT - Altura da muda (cm);

DIAM - Diâmetro de colo (mm);

MSPA - Massa seca de parte aérea (g) e

MSR - Massa seca de raiz (g).

3.6 Irrigação total aplicada (IA), frequência de irrigação e produtividade de biomassa por unidade de água consumida via irrigação

Ao final do experimento foi contabilizado o consumo total de irrigação de cada tratamento em mL (IA). A frequência de irrigação média também foi determinada juntamente com a determinação dos maiores e menores intervalos de aplicação registrados para cada tratamento.

Para o cálculo de produtividade de biomassa em função do consumo de irrigação, utilizou-se a razão entre os valores de massa seca da parte aérea e total pela irrigação total aplicada (MSPA/IA; MST/IA). Utilizou-se o mesmo procedimento estatístico das variáveis biométricas da planta para análise da IA, MSPA/IA e MST/IA.

3.7 Coeficiente da cultura (Kc)

O coeficiente da cultura foi determinado utilizando a equação 5 apresentada por Doorenbos e Pruitt (1975), inserindo os valores diários de evapotranspiração de referência (ET_o) calculados pelo método de Penman-Monteith, recomendado pela FAO como método padrão para determinação da evapotranspiração de referência, e utilizando os valores diários da evapotranspiração da cultura (ET_c) procedentes das pesagens diárias das plantas do tratamento "L1" (0-5%), os quais foram mantidas ao nível de depleção sempre próximo a zero. Com uma fita métrica, mediu-se a circunferência do saquinho para

em seguida efetuar o cálculo da área. Utilizou-se o valor de 0,0095 m² como a área do saquinho de polietileno no cálculo da evapotranspiração.

$$K_c = \frac{ET_c}{ET_o} \quad (6)$$

Em que:

K_c - Coeficiente da cultura (adimensional);

ET_c - Evapotranspiração da cultura em mm dia⁻¹;

ET_o - Evapotranspiração de referência em mm dia⁻¹.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Variáveis microclimáticas

Nas Figuras 7, 8 e 9 estão representados os dados diários de temperatura, umidade e radiação líquida, respectivamente. Estes dados foram monitorados por 7 meses, a partir de 17 de abril de 2015, no início da diferenciação dos tratamentos dos níveis de depleção. O período experimental (17 de fevereiro a 17 de novembro de 2015) ocorreu em grande parte durante o inverno, (21 de junho à 23 de setembro de 2015), com as menores temperaturas registradas em junho e julho, ao final do inverno e início da primavera, alcançando valor mínimo de 8,3°C, no dia 28 de julho. Entre a última quinzena de setembro e a primeira quinzena de outubro, foram registrados os maiores valores de temperatura, com máxima de 44,1°C no dia 16 de outubro. Os valores de temperatura média diária de todo o período ficaram compreendidos entre a máxima de 30,2°C do dia 16 de outubro e a mínima 15,3°C do dia 5 de julho. A literatura cita como 18°C a temperatura média mensal mínima para desenvolvimento da cultura (FERREIRA; RIBEIRO, 2006). Durante o experimento foram registrados dias com média abaixo de 18°C; contudo, os valores de temperatura para a média mensal ficaram acima deste valor. Para as altas temperaturas não se tem relatado nenhum valor padrão na literatura que possa indicar prejuízo ao seu desenvolvimento.

Vale ressaltar que não foram detectados possíveis danos ou doenças ligadas a estresse térmico; todavia, percebeu-se uma dificuldade para que a planta alcançasse o padrão de muda estipulado pela norma, mesmo nos tratamentos com as melhores condições. Essa dificuldade foi mais perceptível em variáveis como a altura mínima e o número de folhas, como será abordado mais à frente.

Os valores diários máximos da umidade relativa do ar se mantiveram a 100% ou próximos em todo o período, não ocorrendo valores abaixo de 87,8%. A umidade atingiu os menores valores no mês de setembro com mínima de 12,2% no dia 24 de setembro.

O maior valor de radiação líquida registrada se deu ao início do período de monitoramento climatológico, no dia 17 de abril, com o valor de 20,1 MJ m⁻² dia⁻¹. O menor ocorreu no dia 27 de agosto com 1,33 MJ m⁻² dia⁻¹. Sabe-se que a radiação líquida diária é um dos componentes para o cálculo de estimativa da ETo, tendo

essa grande influência na resposta da cultura. Os valores de ETo máximo e mínimo foram de 5,6 e 0,3mm dia⁻¹, coincidentes, respectivamente, com as datas de máxima e mínima da radiação líquida.

Figura 7 - Temperatura do ar máxima, média e mínima registradas diariamente na área interna da casa de vegetação no período de 17 de abril a 17 de novembro em Piracicaba, SP

Figura 8 - Umidade relativa do ar máxima, média e mínima registradas diariamente na área interna da casa de vegetação no período de 17 de abril a 17 de novembro em Piracicaba, SP

Figura 9 - Radiação líquida monitorada e evapotranspiração de referência calculada na área interna da casa de vegetação no período de 17 de abril a 17 de novembro em Piracicaba, SP

4.2 Análise Estatística

Os resultados obtidos da análise de variância pelo teste F em nível de 1% e 5% de probabilidade, para as variáveis biométricas estudadas, estão apresentados nas Tabelas 4 e 5. Para o fator de doses de hidrogel, as variáveis diâmetro do coleto (DIAM), comprimento de raiz (CR), massa seca da estipe (MSE), massa seca da parte aérea (MSPA), razão de área foliar (RAF) e Razão de Peso Foliar (RPF) não apresentaram significância pelo teste F.

As variáveis biométricas obtiveram significância em nível de 1% de probabilidade para o fator de níveis de depleção, com exceção da RAF que apresentou significância em nível de 5% e para CR e RPF que não apresentaram significância pelo teste F. Os fatores não mostraram interação para a maioria das variáveis, demonstrando assim comportamento independente. A exceção ficou apenas para a variável AFE que apresentou significância em nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Resumo da análise de variância e médias da altura (ALT), diâmetro do coleto (DIAM), número de folhas (NF), área foliar (AF), volume de raiz (VR), comprimento de raiz (CR) e massa seca das folhas (MSF)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios						
		ALT	DIAM	NF	AF	VR	CR	MSF
Blocos	3	23,17*	0,24**	7,25 ^{ns}	5670,50 ^{ns}	28,81**	17,44 ^{ns}	0,26 ^{ns}
Hidrogel	3	34,37**	0,034 ^{ns}	72,30**	24829,2**	74,49**	6,71 ^{ns}	0,63**
Depleção	2	447,95**	0,365**	638,25**	469170,9**	741,69**	1,32 ^{ns}	14,52**
Hid x Dep	6	10,98 ^{ns}	0,018 ^{ns}	3,47 ^{ns}	6300,25 ^{ns}	8,01 ^{ns}	5,62 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Resíduo	33	7,35	0,013	12,09	4523,12	4,20	7,88	0,12
C.V. (%)	-	9,92	7,97	20,54	17,49	16,16	9,49	15,25
Média Geral	-	27,3cm	1,43cm	4,4un	384,58cm ²	14,07mL	29,59cm	2,31g
Lambda (λ)	-	-	-	2,5	-	0,9848	-	-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p <0,01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p <0,05)

ns não significativo (p >=0,05)

GL - Graus de liberdade

C.V. - Coeficiente de variação

Lambda (λ) - Fator de transformação da família Box-Cox

Tabela 5 - Resumo da análise de variância e médias da massa seca da estipe (MSE), massa seca da raiz (MSR), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca total (MST), índice de qualidade de Dickson (IQD), razão de área foliar (RAF), Razão de Peso Foliar (RPF) e Área Foliar Específica (AFE)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios							
		MSE	MSR	MSPA	MST	IQD	RAF	RPF	AFE
Blocos	3	2,14**	1,40**	4,34*	6,40*	0,72**	0,0007**	0,55*	1051,1**
Hidrogel	3	0,61 ^{ns}	0,95**	3,09 ^{ns}	6,67*	0,46**	0,0000 ^{ns}	0,065 ^{ns}	244,4*
Depleção	2	14,16**	14,72**	55,41**	114,39**	7,09**	0,0004*	0,20 ^{ns}	690,0**
Hid x Dep	6	0,19 ^{ns}	0,095 ^{ns}	0,82 ^{ns}	1,28 ^{ns}	0,083 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,26 ^{ns}	152,8*
Resíduo	33	0,22	0,088	1,14	1,56	0,056	0,0001	0,15	62,88
C.V. (%)	-	15,27	15,70	20,33	17,83	16,20	0,28	12,41	4,82
Média Geral	-	3,11 g	1,89 g	5,26 g	7,00 g	1,47	55cm ² g ⁻¹	0,3g g ⁻¹	164cm ² g ⁻¹
Lambda (λ)	-	-	-	-	-	-	-0,9848	-	-

** significativo ao nível de 1% de probabilidade (p <0,01)

* significativo ao nível de 5% de probabilidade (p <0,05)

ns não significativo (p >=0,05)

GL - Graus de liberdade

C.V. - Coeficiente de variação

Lambda (λ) - Fator de transformação da família Box-Cox

Realizou-se análise de regressão polinomial para o fator “Doses de hidrogel” juntamente com o teste de Tukey em nível de 5% de significância para verificar possíveis diferenças entre médias. Nenhum modelo de regressão foi ajustado para as variáveis comprimento de raiz (CR), razão de área foliar (RAF) e razão de peso foliar (RPF). As variáveis massa seca da estipe (MSE) e massa seca da parte aérea (MSPA) não apresentaram significância pelo teste F; contudo, o teste de Tukey a 5%, detectou diferenças entre tratamentos. Isto é passível de ocorrência quando o valor de F da análise de variância se aproxima, mas não alcança a significância mínima. Todavia, isso não implica em incoerência de análise, pois esses casos são previstos na literatura (SILVA; AZEVEDO, 2002).

Os níveis de depleção tiveram forte influência no crescimento da planta, demonstrando diferenças significativas pelo teste F para quase todas as variáveis abordadas (Tabelas 4 e 5). Para esse fator foi realizado o teste de Tukey em nível de 5% de significância para observar as diferenças entre as médias.

4.2.1 Altura (ALT), diâmetro do coleto (DIAM) e número de folhas (NF)

Os resultados apontaram que a ALT e o NF das plantas tiveram resposta positiva para as doses de hidrogel e negativa para os níveis de depleção (Figuras 10 e 11). A análise de regressão, em função das doses, para ALT e NF foi significativa em nível de 1% de probabilidade, gerando linha de tendência linear crescente (Figura 10). O teste de médias da ALT e NF, para o fator hidrogel, mostrou diferenças entre as doses do polímero.

Quanto ao nível de depleção (Figura 11), NF não mostrou diferença estatística entre as médias do menor nível (0-5%) com o nível intermediário (25%), diferindo apenas com o nível mais alto (50%). Já para ALT, todas as médias diferiram entre si. Ao contrário dessas duas variáveis, o DIAM não apresentou diferença estatística entre as médias para as doses de hidrogel; todavia, para o fator níveis de depleção, as respostas do DIAM foram similares às da ALT, na qual todas as médias diferiram entre si.

** Regressão polinomial significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

R^2 = Coeficiente de determinação

Figura 10 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator "Doses de hidrogel" para as variáveis Altura e Número de folhas.

Figura 11 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para as variáveis Altura, Diâmetro e Número de Folhas.

Analizando as médias da ALT por fator, a maior média gerada pelas doses de hidrogel ocorreu com 3 g L^{-1} do polímero, obtendo-se 29,5cm, e para os níveis de depleção, 32,4cm, para o nível de 0-5%. Ambos os valores estão abaixo do apropriado para o cultivo definitivo em campo, segundo as normas de padrão de mudas do estado do Pará, que considera altura mínima de 40cm (OLIVEIRA; CARVALHO; NASCIMENTO, 2000; QUEIROZ; MELÉM JUNIOR, 2001; NOGUEIRA; FIGUEIRÊDO; MULLER, 2005). Todavia, estes valores foram considerados apropriados por Ferreira e Ribeiro (2006), que adotaram um padrão de altura de 30 cm. Deduz-se, então, que a cultura pode ter sido afetada pelas condições de baixa temperatura durante o inverno, como já previsto por Ferreira e Ribeiro (2006), que mencionaram que em temperaturas abaixo de 18°C podem ocorrer atrasos no desenvolvimento da planta. Esta mesma análise pode ser aplicada para a variável NF. As maiores médias encontradas de NF foram 4,8 e 4,94, para doses do polímero e níveis de depleção, respectivamente, que não alcançaram, mas estão muito

próximas da exigência presente nas normas de produção da muda, qual seja, 5 folhas totalmente expandidas. Para o diâmetro não se tem um valor padrão estabelecido como requisito para a muda; todavia, os valores máximos obtidos foram 1,5 e 1,56 cm para a média das doses do polímero e dos níveis de depleção, respectivamente.

Alguns trabalhos avaliaram o desempenho morfológico da muda de *Euterpe oleraceae*. Os resultados obtidos neste trabalho estão divergentes ao de Queiroz e Melém Júnior (2001) que, com 8 meses e meio desde a semeadura, produziram mudas no estado do Amapá, que chegaram a 42,1 cm de altura, aproximadamente 10 cm a mais que os 32,4 deste trabalho. Entretanto, o melhor resultado destes autores para o diâmetro foi de 1,26 cm, sendo menor que o 1,56 cm obtido pelo menor nível de depleção. Tais diferenças podem estar relacionadas as diferenças climáticas de cada região.

Outros trabalhos também avaliaram a muda de *Euterpe oleracea*; todavia, seus resultados foram abaixo dos obtidos nesta pesquisa. Oliveira et al. (2011), no estado da Paraíba, estudando diferentes doses de nitrogênio e potássio, encontraram um valor médio máximo de 20cm de altura e 0,32cm de diâmetro em um período de cerca de 11 meses. Com 10 meses após o transplântio das plântulas, Farias Neto et al. (2003), trabalhando com diferentes progênies no Pará, encontraram os valores, 18,4cm e 1,2cm, para altura e diâmetro respectivamente. Neste trabalho de Farias Neto et al. (2003), apenas o número de folhas foi superior, alcançando o valor médio de 5,97, em contraste ao 4,97 obtidos pelo menor nível de depleção.

4.2.2 Área Foliar (AF)

A área foliar foi determinada pela equação gerada após regressão polinomial, a partir de uma amostra de 50 folhas de idades e tamanhos diferentes retiradas de plantas pertencentes ao experimento. As primeiras folhas que formam a muda possuem limbos foliares bipartidos em dois folíolos. Para o cálculo da área utilizou-se o método das pesagens de amostras das folhas com área conhecida (MIELKE et al., 1995). Retiraram-se quatro amostras de 4cm² de cada folha (Figura 12), duas de cada folíolo, e efetuou-se a pesagem, em balança de precisão, das amostras retiradas e posteriormente de toda a região dos limbos. Por

proporcionalidade obteve-se o valor de área total de cada folha. Para a largura, em muitos casos foi necessário calcular a média entre os dois folíolos. Para o comprimento, adotou-se da extremidade do folíolo até o início da inserção deste no pecíolo. Os valores de comprimento e largura foram multiplicados entre si. Na Figura 13 é apresentado um gráfico relacionando a área total da folha com as medidas médias de largura e comprimento multiplicadas. Realizou-se a regressão polinomial e com base na equação estimada da área foliar, calcularam-se os valores para todas as plantas que compuseram o experimento a partir do comprimento e largura média das mesmas.

Figura 12 – Folha primária da muda de açai

Figura 13 - Regressão polinomial para área foliar em função do comprimento e largura das folhas

Existe dificuldade para mensuração da área foliar por método não destrutivo. A equação gerada por regressão linear (Figura 13) torna-se uma opção de método não destrutivo para estimativa da área foliar das mudas de açai. Vale

ressaltar que a equação só é válida para as folhas primárias que ainda não apresentaram mais de dois folíolos.

Os resultados estatísticos para área foliar mostraram regressão polinomial significativa em nível de 1% de probabilidade, com linha de tendência crescente em função das doses de hidrogel, como apresentado na Figura 14. Ainda sobre o fator doses de hidrogel, o teste de Tukey acusou diferença significativa entre a maior dose (3g L^{-1}) e a menor (0g L^{-1}). Para os níveis de depleção (Figura 15), o teste não apontou nenhuma igualdade entre os níveis, tendo o melhor desempenho, o menor nível de depleção, alcançando um valor médio máximo de $538,9\text{cm}^2$. Oliveira et al. (2011) encontraram um valor inferior de área foliar em seu trabalho com mudas de açaí na Paraíba, com cerca de 260cm^2 para a menor dose de ureia aplicada.

** Regressão polinomial significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)
 R^2 = Coeficiente de determinação

Figura 14 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Área Foliar

Figura 15 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Área Foliar.

4.2.3 Comprimento (CR) e volume de raiz (VR)

Na análise do comprimento (CR) e do volume de raiz (VR), os resultados se mostraram diferentes. Em relação ao CR, a análise de variância não identificou significância para a regressão polinomial em função das doses do polímero nem para o teste de médias de nenhum dos fatores, como mostrado na Tabela 3. Já quanto ao VR, nesta mesma tabela, ambos os fatores apresentaram significância em nível de 1% de probabilidade. O resultado do teste de Tukey mostrou maior volume de raiz com aumento das doses de hidrogel, resultado esse, ratificado pela regressão linear crescente significativa em nível de 1% de probabilidade (Figura 16). Na Figura 17 encontra-se o resultado do teste de Tukey para as médias de VR, em função dos níveis de depleção, mostrando diferença estatística entre os três níveis aplicados.

** Regressão polinomial significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)
 R^2 = Coeficiente de determinação

Figura 16 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Volume de Raiz.

Figura 17 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Área Foliar.

A possível justificativa para os resultados do comprimento de raiz é a sua natureza fasciculada, não possuindo uma raiz principal. O acondicionamento das mudas em saquinhos restringe o desenvolvimento das raízes, impedindo seu crescimento potencial. O VR se mostra como uma variável mais adequada para avaliação, já que apresentou diferenças em suas médias, evidenciado pelo teste de Tukey e pela regressão polinomial, seguindo a tendência de resposta da maioria das outras variáveis.

Vale ressaltar que poucas plantas apresentaram alguma restrição ao crescimento radicular, sendo essas pertencentes ao tratamento com maior nível de depleção, indicando um efeito de tratamento e não um sintoma de toxicidade por alumínio, mesmo considerando que o substrato apresentava baixo pH e alta quantidade de íons de Al^{+3} . Diante dessa observação ratifica-se a informação de que a cultura é tolerante a acidez, como mencionado por Bentes-Gama et al. (2005) e não sofreu influência da presença de alumínio no substrato.

4.2.4 Massa seca das folhas (MSF), estipe (MSE) e raiz (MSR)

A planta foi dividida em três partes para análise individual (folhas, estipe e raiz). Considerou-se como folha a região dos limbos foliares e como estipe a região excluindo-se a raiz e os limbos foliares. A massa seca das folhas (MSF), estipe (MSE) e raiz (MSR) apresentaram análise de variância significativa pelo teste F em 1% de probabilidade para os fatores níveis de depleção e para doses de hidrogel, com exceção apenas da estipe para o fator doses (Tabelas 4 e 5).

Na Figura 18 encontra-se a regressão polinomial significativa em 1% de probabilidade para MSF, MSR e em 5% para MSE. Pode ser observado na Figura 18 também o resultado do teste de médias que apontou diferenças entre as doses do polímero para MSF, MSR e também para MSE, onde a maior dose (3 g L^{-1}) foi estatisticamente diferente da menor (0 g L^{-1}).

** Regressão polinomial significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

* Regressão polinomial significativa ao nível de 5% de probabilidade ($p < 0,05$)

R^2 = Coeficiente de determinação

Figura 18 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Massa Seca das Folhas, Massa Seca da Estipe e Massa Seca da Raiz.

Nos resultados do teste de médias para o fator nível de depleção (Figura 19) não aparecem igualdade entre nenhum dos níveis aplicados para as três variáveis, onde novamente o aumento do nível de depleção influenciou negativamente a produção de massa seca.

Figura 19 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para as variáveis Massa Seca das Folhas, Massa Seca da Estipe e Massa Seca da Raiz.

4.2.5 Massa seca da parte aérea (MSPA) e total (MST)

A massa seca da parte aérea (MSPA) foi resultado da soma das massas secas de folha e estipe; posteriormente, para massa total, somou-se a massa seca da raiz. A análise de variância encontrou significância no teste F em nível de 5% de probabilidade para MST para o fator de doses de hidrogel; contudo, não apontou significância para MSPA como consta na Tabela 5. Todavia, na Figura 20, a regressão linear em função das doses foi satisfeita em nível de 1% de probabilidade para duas as variáveis, evidenciando tendência linear crescente. O teste de Tukey aplicado para as doses acusou diferenças significativas entre a dose maior (3 g L^{-1}) e a menor (0 g L^{-1}).

** Regressão polinomial significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

R^2 = Coeficiente de determinação

Figura 20 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para as variáveis Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca Total.

Para o fator níveis de depleção (Figura 13), o teste de Tukey mostrou, para MSPA e MST, a mesma tendência das outras variáveis já citadas anteriormente, onde todas as médias diferiram entre si, tendo melhor desempenho a de menor nível de depleção (0-5%), que alcançou os maiores valores da análise obtendo, respectivamente, 6,88 e 9,23 g para MSPA e MST.

Figura 21 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para as variáveis Massa Seca da Parte Aérea e Massa Seca Total.

O trabalho de Conforto e Contin (2009) foi o primeiro no estado de São Paulo a avaliar mudas de açaí utilizando a cultivar BRS-Pará, a mesma desta pesquisa. Com cerca de 9 meses e meio a partir da semeadura, tempo equivalente ao utilizado nesse estudo, esses autores obtiveram os valores de 6,96 e 9,49g para MSPA e MST em seu melhor tratamento, valores esses muito próximos aos encontrados nessa presente pesquisa (6,88 e 9,23 g), demonstrando um perfil de

desempenho da muda para a região. Os resultados obtidos por Queiroz e Melém Junior (2001), produzindo mudas de açaí, em 8 meses e meio, no estado do Amapá, também são bastante similares; os autores encontraram os valores de 6,79 e 9,12g para MSPA e MST respectivamente. Em contrapartida, Welter et al. (2014), trabalhando com doses de basalto na produção de mudas de açaí em Roraima, durante 6 meses, obtiveram valores de apenas 2,25 e 3,35 g para MSPA e MST.

Os resultados de MSPA e MST mostram coerência, pois seguem a tendência das demais variáveis supracitadas no texto. Tanto as doses de hidrogel quanto os níveis de depleção influenciaram nas respostas da planta; contudo, acreditava-se que a presença do hidrogel no substrato garantiria disponibilidade hídrica nos momentos de déficit hídrico gerado pelos níveis de depleção, mantendo o potencial de crescimento da planta, o que não foi observado. Os resultados comparativos ratificaram que os valores alcançados estão de acordo com os demais trabalhos que avaliaram a espécie.

4.2.6 Índice de qualidade de Dickson (IQD)

O índice de qualidade de Dickson é uma variável utilizada para medição do nível de qualidade de uma muda a partir de seus próprios caracteres morfológicos. O índice não possui uma tabela padrão para consulta e comparação de resultados, mas Hunt (1990) estabeleceu o valor mínimo de 0,2 para as espécies *Pseudotsuga menziesii* (Mirb.) e *Picea abies* L. Outra informação relevante é que quanto maior é o valor gerado pelo índice, melhor é o estado da muda (GOMES, 2001).

O teste F encontrou significância de 1% de probabilidade para os fatores doses de hidrogel e níveis de depleção (Tabela 5). A regressão polinomial foi significativa em nível de 1% de probabilidade para as doses de hidrogel, revelando tendência linear e crescente (Figura 22) e o teste de Tukey apontou diferenças estatísticas entre a dose maior (3 g L⁻¹) e as duas menores (0 e 1 g L⁻¹).

** Regressão polinomial significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)
 R^2 = Coeficiente de determinação

Figura 22 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável IQD.

O teste de Tukey para o fator níveis de depleção (Figura 23) mostrou novamente a ocorrência de diferença estatística, em nível de 5% de probabilidade, entre os três níveis adotados, confirmando mais uma vez a sensibilidade da planta ao déficit hídrico.

Figura 23 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável IQD.

A maior média de IQD foi obtida para o menor nível de depleção com o valor de 2,01. Este resultado está abaixo do encontrado por Welter et al. (2014), que após regressão polinomial, estimou um valor máximo de 5,6 trabalhando com granulometrias e doses de basalto na produção de mudas de açaí; contudo, por um período menor, 6 meses. Apesar da diferença significativa, vale ressaltar que os valores utilizados de MSPA e MST por Welter et al. (2014) estão bem abaixo dos encontrados nessa pesquisa como já mencionado, o que sugere a não comparação direta dos valores de IQD. Em geral o IQD ratificou o resultado das outras variáveis,

dando um valor médio maior para as situações de menor depleção (0-5%) e maior armazenamento hídrico em função do polímero.

4.2.7 Razão de área (RAF) e peso (RPF) foliar

Essas variáveis avaliam a proporção da área foliar e da massa seca das folhas em função da própria massa seca da planta. A RAF tem por finalidade representar a área fotossinteticamente útil, ou seja, a área disponível para realização da fotossíntese; também indica quantitativamente a área foliar necessária para produzir 1g de massa seca (CAIRO; OLIVEIRA; MESQUITA, 2008). Segundo esses mesmos autores, a RPF é uma relação entre massas e tem valor adimensional. A variável corresponde ao quanto da massa seca produzida fica armazenada nas folhas e o quanto é exportada para os outros órgãos da planta; considerada assim, uma variável fisiológica.

A análise estatística não detectou significância para a regressão polinomial e para o teste de médias em função do fator doses de hidrogel para nenhuma das variáveis como conta na Tabela 5. Para o fator depleção, pelo teste F, a RPF novamente não foi significativa; contudo, a RAF mostrou significância em nível de 5% de probabilidade. A média da RAF referente ao nível de depleção de 0-5% apresentou diferença significativa para o de maior nível (50%) e igualdade para o nível intermediário (25%), o que difere dos resultados das demais variáveis que não mostraram nenhuma igualdade entre as médias (Figura 24).

Figura 24 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Razão de Área Foliar.

Nota-se que a RPF não sofreu qualquer influência por conta dos tratamentos. Isto indica que a planta não faz redirecionamento da sua fitomassa em função dos tratamentos aplicados; portanto, o seu crescimento se dá de forma proporcional, independentemente da disponibilidade hídrica. A RAF apresentou apenas uma diferença mínima entre o menor e o maior nível de depleção, quando para outras variáveis as diferenças eram mais bem destacadas para esse mesmo fator. Assim, afirma-se que a área fotossinteticamente útil da cultura, dada pela RAF, é menos sensível às variações hídricas do substrato quando comparada às demais variáveis.

4.2.8 Área foliar específica (AFE)

A área foliar específica é uma variável que reflete a proporção da área foliar em função da própria massa das folhas. Cairo, Oliveira e Mesquita (2008) definem a AFE como um indicador da espessura foliar. Gobbi et al. (2011) relacionam a variável com o acúmulo de massa na folha, diretamente ligada a anatomia foliar, por meio de elementos como a forma da cutícula e epiderme, a espessura do mesófilo, espaço intracelular, entre outros.

Os resultados do teste F mostraram significância, em nível de 5% de probabilidade para os fatores doses de hidrogel e para a interação dos fatores, como pode ser observado na Tabela 5. O fator níveis de depleção foi significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

Para o fator doses de hidrogel, a regressão polinomial foi significativa em nível de 1% de probabilidade, com tendência linear crescente, similar às demais variáveis e é apresentada na Figura 25. Nessa figura está presente também o resultado do teste de média, mostrando a maior dose (3 g L^{-1}) diferindo estatisticamente da menor (0 g L^{-1}). O resultado do teste de Tukey para os níveis de depleção pode ser visto na Figura 26, onde se verifica que o nível mais baixo de depleção (0-5%) diferiu apenas do nível mais alto (50%). Na Tabela 6, consta o resultado do teste de médias para a interação dos fatores.

** Regressão polinomial significativa ao nível de 1% de probabilidade ($p < 0,01$)

R² = Coeficiente de determinação

Figura 25 - Regressão polinomial e teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Doses de hidrogel” para a variável Área Foliar Específica.

Figura 26 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) em função do fator “Níveis de Depleção” para a variável Área Foliar Específica.

Tabela 6 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) para a interação dos fatores níveis de depleção e doses de hidrogel para a área foliar específica (cm² g⁻¹)

Hidrogel (g)	Depleção (%)			média
	0-5	25	50	
0	159,13 bA	156,29 aA	158,52 aA	158,0 b
1	174,35 aA	168,91 aA	154,66 aB	166,0 ab
2	174,81 aA	170,66 aA	152,93 aB	166,1 ab
3	175,96 aA	163,09 aA	165,59 aA	168,2 a
média	171,1 A	164,7 AB	157,9 B	

* Letras minúsculas comparam as doses de hidrogel dentro de cada nível de depleção.

** Letras maiúsculas comparam os níveis de depleção dentro de cada dose de hidrogel.

Analizando por coluna a tabela 6, o resultado da interação revela que a única diferença significativa entre as doses de hidrogel ocorre dentro do tratamento de menor depleção (0-5%), no qual apenas o de menor dose (0 g L^{-1}) diferiu dos demais. Nas linhas, as únicas médias que diferiram estão presentes no maior nível de depleção (50%) dentro das doses de 1 e 2 g L^{-1} do polímero.

Nota-se que a diferença encontrada pelo teste de médias é mínima para qualquer fator analisado ou para a interação. Pode-se inferir que a variável AFE é sensível às mudanças de disponibilidade hídrica no substrato; contudo, estas alterações na espessura das folhas só são perceptíveis em situações bem pontuais, onde também não se observa uma tendência.

4.3 Consumo de Irrigação

Os maiores volumes aplicados de irrigação (Tabela 7) ocorreram nos tratamentos D4/L2 e D4/L1 (ambos com 3 g L^{-1} de hidrogel), com 9,56 e 8,02 L, respectivamente. Entretanto, esses tratamentos apresentaram, em um dado momento no terço final do período do experimento, excesso de umidade na superfície da bancada, o que indica ocorrência de drenagem de parte do volume aplicado nas irrigações. Dessa forma, os valores totais de irrigação estão superestimados. A capacidade de retenção de água nesses tratamentos era alta devido a maior dose aplicada do polímero, e este, por sua vez, pode ter reduzido sua eficiência de absorção.

Savi et al. (2014) trabalhando com a espécie *Salvia officinalis* L., em casa de vegetação, com doses de hidrogel em substrato, observaram um decréscimo significativo na retenção hídrica do substrato com o polímero no intervalo de 5 meses entre duas análises. Estes autores sugerem que existe um limite de estabilidade na relação entre o substrato e o polímero ao longo do tempo e citam que fatores como altas temperaturas, exposição aos raios UV, ciclos de umedecimento/secagem e atividade microbiana podem causar degradação de cadeias do polímero, resultando em monômeros e diminuindo a capacidade de retenção. Corroborando com esta ideia, Akhter et al. (2004) identificaram que o polímero tem uma alta taxa de absorção de água no seu primeiro ciclo de umedecimento, mas decresce ao longo dos ciclos posteriores. Savi et al. (2014) também levantaram uma outra hipótese para a redução da capacidade de retenção

de água em seu trabalho: os autores acreditam que a repulsão entre as moléculas aniônicas, do polímero e da superfície do substrato, pode facilitar a perda de hidrogel por lixiviação em situações de alta precipitação ou alta frequência de irrigação, reduzindo assim, a capacidade de retenção de água, dentro de meses.

Tabela 7 – Volumes totais gastos com irrigação e a frequência em dias de aplicação por tratamento

Dose hidrogel g L ⁻¹	Nível Depleção %	Sigla	Irrigação total L	Lâmina aplicada mm	Frequência média de irrigação ----- dias -----	Maior intervalo de irrigação	Menor intervalo de irrigação
0	0-5	D1/L1	6,68	703	diária	-	-
	25	D1/L2	5,86	617	6,8	12	3
	50	D1/L3	3,84	404	19,3	31	9
1	0-5	D2/L1	7,12	749	diária	-	-
	25	D2/L2	6,73	708	6,3	15	3
	50	D2/L3	4,14	435	19,2	30	9
2	0-5	D3/L1	7,10	747	diária	-	-
	25	D3/L2	7,47	786	6,6	13	3
	50	D3/L3	4,67	491	19,5	30	9
3	0-5	D4/L1	8,02	844	diária	-	-
	25	D4/L2	9,56	1006	6,0	19	3
	50	D4/L3	5,51	580	19,1	34	8

O polímero incrementou a qualidade da muda de forma crescente em função das doses, qualidade esta que pode ser observada na grande maioria das variáveis morfológicas estudadas; todavia, a dose de 3 g L⁻¹ causa uma grande dependência do substrato ao polímero no que se refere à capacidade de retenção hídrica. Assim, essa dose é passível de efeitos negativos, como a ocorrência de drenagem devido a uma possível perda de eficiência de absorção ou lixiviação; dessa forma, a dose não se torna recomendada.

Observa-se, também, na Tabela 7, que a frequência média das irrigações, para os tratamentos com 25% de depleção, ficou compreendida entre 6 e 7 dias. Para os de 50%, ficaram entre 19 e 20 dias. Esperava-se que o aumento da capacidade de retenção de água gerada pelo polímero alterasse consideravelmente o intervalo médio entre as irrigações; contudo, não se observou esse efeito, pois as médias dentro desses dois níveis de depleção estão muito próximas entre si. A razão para esse resultado é que a presença do polímero favoreceu também um maior consumo de irrigação nas situações com 25 e 50% de depleção (Tabela 9). O

tratamento com 0-5% não pode entrar na análise, pois seu turno de rega era fixo. Estes mesmos tratamentos, 25 e 50% de depleção, não apresentaram intervalo de irrigação menor que 3 dias. E o maior intervalo registrado para esses níveis foram, respectivamente, 19 e 34 dias. Os períodos onde foram registrados os menores e maiores intervalos de irrigação para os tratamentos, excluindo-se apenas os tratamentos referentes ao nível de depleção 0-5%, coincidem, respectivamente, com os meses de junho/julho e setembro/outubro. Esses meses representam exatamente o momento em que as temperaturas registraram os valores mais baixos e mais altos respectivamente (Figura 7).

Para visualização da eficiência da conversão da água aplicada via irrigação em biomassa, calculou-se a taxa de produção de massa seca, da parte aérea e total, para cada unidade de água consumida via irrigação (MSPA/IA e MST/IA). Esta relação permite visualizar quantas miligramas de massa seca a planta produziu com 1 mL de água. O quadro com o resumo da análise de variância para análise destas variáveis e do consumo de irrigação total segue na Tabela 8. Houve diferenças significativas para a irrigação total aplicada (IA) nos fatores doses de hidrogel, níveis de depleção e a interação entre fatores (Tabela 9). Para a relação MSPA/IA e MST/IA foi detectado significância apenas para os níveis de depleção (Figura 27).

Tabela 8 – Resumo da análise de variância e médias da Irrigação total aplicada (IA), relação massa da parte aérea/irrigação aplicada (MSPA/IA) e a relação massa seca total/irrigação aplicada (MST/IA)

Fonte de Variação	GL	Quadrados Médios		
		IA	MSPA/IA	MST/IA
Blocos	3	324323 ^{ns}	0,00081*	0,133*
Hidrogel	3	11027858**	0,00016 ^{ns}	0,016 ^{ns}
Depleção	2	40596033**	0,00253**	0,637**
Hid x Dep	6	1235748**	0,00044 ^{ns}	0,069 ^{ns}
Resíduo	33	146994	0,00025	0,035
C.V. (%)	-	5,99	19,59	17,5
Média Geral	-	6.396 mL	0,81 mg mL ⁻¹	1,07 mg mL ⁻¹
Lambda (λ)	-	-	-	-

Tabela 9 – Teste de Tukey ($p < 0,05$) para a interação dos fatores níveis de depleção e doses de hidrogel para a variável irrigação aplicada (mL)

Hidrogel (g)	Depleção (%)			
	0-5	25	50	média
0	6.653 bA	5.857 dB	3.835 cC	5.448 d
1	7.117 bA	6.731 cA	4.145 bcB	5.998 c
2	7.100 bA	7.468 bA	4.749 bB	6.439 b
3	8.031 aB	9.557 aA	5.509 aC	7.699 a
média	7.226 A	7.404 A	4.560 B	

* Letras minúsculas comparam as doses de hidrogel dentro de cada nível de depleção.

** Letras maiúsculas comparam os níveis de depleção dentro de cada dose de hidrogel.

Observando a média final para os níveis de depleção (Tabela 9), o resultado do teste de médias revelou igualdade de consumo de irrigação para os dois menores níveis de depleção; contudo, deve-se levar em conta que o tratamento com 25% de depleção supracitado, referente a dose de 3 g L⁻¹, obteve o maior consumo dentre todos os tratamentos (Tabela 7), por conta da ocorrência de drenagem; portanto, contribuiu para a igualdade entre estes dois níveis.

Para a média final das doses do polímero, não houve igualdade entre os tratamentos, com uma tendência de aumento de consumo conforme as doses. Isto pode estar relacionado ao fato do aumento da disponibilidade hídrica à planta por conta do próprio polímero. A tendência linear crescente, revelada pela regressão polinomial presente nas Figuras 16 e 20, em função das doses, de variáveis como volume de raiz e massa seca total indicam, indiretamente, que o consumo hídrico segue a mesma tendência, em outras palavras, com um maior volume de raiz para absorção de água e um maior acúmulo de massa seca foi necessário maior demanda hídrica.

Observando os resultados para a interação entre os fatores (Tabela 9), nota-se que os menores valores de consumo pertencem ao tratamento com 50% de depleção, independentemente da dose de hidrogel. Nas demais variáveis mencionadas nos tópicos anteriores percebe-se o efeito negativo do tratamento de 50%, tendo os piores desempenhos. Isto é efeito direto do baixo consumo de irrigação apresentado, demonstrando que este nível de depleção afeta substancialmente o desenvolvimento da planta. Comparando-se os resultados entre os níveis de 0-5% e 25% percebe-se que em dois momentos, para a dose de 1 e 2

gL^{-1} de hidrogel, o consumo de irrigação foi estatisticamente igual, o que não ocorreu na dose 0 g L^{-1} . Pode-se inferir que, com até 25% de depleção, a presença do polímero favoreceu a planta a manter sua taxa de consumo hídrico próxima ao tratamento de 0-5%; mas ainda assim, na análise geral das médias de todas as variáveis morfológicas, a depleção de 25% resultou em significativo decréscimo de crescimento. Na dose de 3 g L^{-1} , os consumos de irrigação entre os dois níveis de depleção em questão não podem ser comparados; pois os valores não representam a realidade, pois estão superestimados.

Outra informação relevante presente na Tabela 9 é o comportamento do teste de Tukey para as doses do polímero. Considerando a coluna do menor nível de depleção (0-5%), o consumo de irrigação pouco variou para as diferentes doses; a exceção fica para a dose mais alta, por conta da irrigação superestimada, como já abordado e justificado no texto anteriormente. Em uma situação sem a ocorrência de irrigação superestimada, possivelmente nenhum tratamento apresentaria diferença significativa, justificado pelo fato de que as condições hídricas deste nível de depleção já favoreciam o crescimento potencial da cultura. Assim, o efeito no consumo de irrigação devido ao incremento na capacidade de retenção hídrica gerada pelo polímero é reduzido. Todavia, sabe-se também que as variáveis morfológicas foram significativamente afetadas pelas doses crescentes deste mesmo polímero, ratificando a existência de efeitos benéficos secundários do hidrogel. Ainda analisando as doses de hidrogel, agora dentro dos níveis de depleção de 25 e 50%, tem-se outra resposta: percebe-se um efeito claro do polímero sobre o consumo de irrigação, demonstrando que na presença de déficit hídrico o polímero favoreceu um maior consumo hídrico, refletindo no aumento da irrigação em função das doses de hidrogel.

A relação da massa seca da parte aérea e total com a irrigação aplicada foi similar entre si quanto à classificação (Figura 27). Ambos revelaram melhor desempenho para o tratamento 0-5% de depleção, que foi estatisticamente diferente dos demais níveis. A classificação obtida para a relação MSPA/IA pode ser comparada à classificação dada a maioria das variáveis morfológicas revelando diferenças entre todos os níveis de tratamento. A diferença entre as duas variáveis na classificação ficou para a relação MST/IA, na qual se observou igualdade entre os níveis 25 e 50%; mas ainda assim, menores estatisticamente que o nível 0-5%.

Figura 27 – Relação massa seca da parte aérea/irrigação aplicada (MSPA/IA) e a relação massa seca total/irrigação aplicada (MST/IA)

Os resultados na Tabela 8 mostraram que as doses de hidrogel não modificaram a taxa de produção de massa seca por mL de água via irrigação, podendo ser recomendada qualquer dose; contudo, deve-se observar o desempenho do polímero para as demais variáveis morfológicas que, em geral, apresentaram melhor resposta com o aumento das doses. Todavia, devem-se evitar altas dosagens que possam gerar perdas por drenagem. Os níveis de depleção se mostram mais uma vez bastante limitantes nos resultados. Com níveis de depleção maiores (25 e 50%), têm-se uma redução no consumo de irrigação, o que seria interessante do ponto de vista econômico; entretanto, esses níveis apresentaram desempenho reduzido para a taxa de produção de massa seca por mL de água, bem como para as variáveis morfológicas já citadas. Dessa forma, esses níveis de depleção não são recomendados para a produção da muda do açaí.

4.3.1 Coeficiente da cultura (Kc)

O coeficiente da cultura foi determinado e os resultados estão presentes na Tabela 10 e na Figura 28. O experimento foi conduzido por 9 meses; desses, foram 7 meses de coleta e análise de dados. Porém, para melhor visualização do comportamento do coeficiente, dividiu-se em 3 períodos menores, de 71 dias cada.

Tabela 10 – Coeficientes da cultura (K_c) em função das doses de hidrogel e em diferentes períodos

Doses Hidrogel (g L ⁻¹)	Período 1 (17/abr a 27/jun)	Período 2 (28/jun a 6/set)	Período 3 (7/set a 17/nov)
0	0,74	0,97	1,32
1	0,79	1,00	1,44
2	0,76	1,01	1,46
3	0,75	0,98	1,74
Média	0,76	0,99	1,41*

*média excluindo-se o valor da dose com 3 g L⁻¹ do período 3.

Os resultados, independentemente do tratamento de dose do hidrogel, revelam um aumento crescente do coeficiente da cultura conforme a sequência dos períodos, o que é natural, pois é uma cultura de ciclo longo e o período em questão compreende apenas a fase inicial da cultura, no qual o consumo hídrico acompanha o crescimento da planta. Os valores altos encontrados no último período não podem ser comparados ao de outras culturas devido às condições específicas do experimento, no qual se utilizou um valor pequeno de área (0,0095m²) para o cálculo de evapotranspiração. Esses valores altos de K_c , ocorridos devido ao efeito “buquê”, quando a copa da muda extrapola a área do saquinho de polietileno, não sofreram correção por que o experimento seguiu o padrão e as condições estipuladas para a produção de mudas da espécie; portanto, os valores encontrados representam a realidade.

Percebe-se proximidade entre os valores do coeficiente para um mesmo período; a exceção fica para a dose com 3 g L⁻¹ de hidrogel no último período, chegando a 1,74. Isto ocorreu porque, como já mencionado anteriormente, parte do volume de água aplicado foi drenado; dessa forma, o consumo de irrigação do tratamento está superestimado.

Figura 28 – Variação do coeficiente da cultura (Kc) em função dos dias e das doses do polímero.

4.4 Considerações finais

A regressão linear, para as doses de hidrogel, quando significativa, foi ajustada e revelou tendência crescente dos valores. O coeficiente de determinação se mostrou elevado estando sempre próximo ou acima de 0,90 na maioria dos casos. O teste de média, para as doses do polímero, revelou que há diferenças entre os tratamentos tendo no mínimo duas médias diferindo entre si. É interessante ainda ressaltar que há igualdade estatística entre, no mínimo, as duas maiores doses do polímero para praticamente todas as variáveis expostas demonstrando que o incremento gerado na planta da dose 2 para 3g L⁻¹ é pouco significativo. No geral, pode-se inferir que a cultura responde positivamente ao acréscimo da disponibilidade hídrica gerada pela presença do polímero.

Mesmo com o incremento gerado pelo polímero na capacidade de retenção hídrica do substrato, o teste de médias revelou que os níveis de depleção

de 25 e 50% não acompanharam o desempenho do menor nível de depleção (0-5%) para todas as variáveis analisadas; as únicas exceções são as variáveis NF, RAF e AFE, nas quais o teste não apresentou diferença significativa entre o menor nível (0-5%) e o intermediário (25%). Para as demais variáveis, os resultados demonstraram diferença estatística entre os três níveis de depleção adotados. Em termos gerais, o nível de 0-5% apresentou o melhor desempenho.

A espécie é nativa de região com temperatura e umidade elevada o ano inteiro; portanto, deve-se levar em conta nos resultados o efeito de baixas umidades e o período de inverno da região do experimento. Todavia, ressalta-se também que o clima não inviabilizou a produção. Um indicativo do efeito do clima local na planta é sobre duas das características exigidas na norma de produção de mudas do estado do Pará citada na revisão bibliográfica. Mesmo com o tempo de 9 meses, a altura e o número de folhas, nas melhores condições de tratamento, tiveram médias abaixo do exigido pela norma, sugerindo que, para a região, a produção de mudas da cultura deve ter período acima do utilizado, possivelmente entre 10 a 12 meses.

O experimento compreendeu um período longo, 9 meses, ocorrendo variações na demanda hídrica da cultura por conta das mudanças de estações. Sabe-se que, dependendo da época, um mesmo nível de depleção pode ou não gerar stress hídrico na planta. Todavia, os resultados ainda são válidos justamente por compreender períodos de alta e baixa demanda hídrica, nos quais a planta demonstra sua resposta fisiológica para ambas as situações, indicando qual a depleção máxima que pode ser adotada para a cultura por todo o período de produção.

Os resultados para os níveis de depleção se mostraram bastantes distantes entre si; em raros momentos, ocorreram igualdades entre pelo menos 2 níveis dos 3 avaliados. Tal fato indica que a cultura é bastante exigente em irrigação e que os níveis adotados poderiam ser mais bem representativos para a cultura. Em outras palavras, seria interessante visualizar em qual momento exato o nível de depleção influencia no crescimento da planta; portanto, seria válido estudar intervalos menores de depleção para a cultura.

5 CONCLUSÕES

O menor nível de depleção (0-5%) foi o único considerado com resultado satisfatório para a produção da muda.

O hidrogel incrementou a qualidade das mudas de forma crescente. A dose com melhor desempenho foi a de 2 g L⁻¹.

O coeficiente da cultura (Kc) médio foi determinado e mostra tendência crescente estando de acordo com a fase de desenvolvimento da planta, variando de 0,76 até 1,41.

REFERÊNCIAS

- AKHTER, J.; MAHMOOD, K.; MALIK, K.A.; MARDAN, A.; AHMAD, M.; IQBAL, M.M. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant Soil Environment**, Praha, v. 50, n. 10, p. 463-469, 2004.
- AMARAL, M.A.C.M. **Desempenho produtivo de *Cynodon spp.* cv. Tifton 85 sob diferentes condições de manejo da irrigação e momentos de aplicação da adubação nitrogenada**. 2014. 67 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2014.
- ARBONA, V.; IGLESIAS, D.J.; JACAS, J.; PRIMO-MILLO, E.; TALON, M.; CADENAS, A.G. Hydrogel substrate amendment alleviates drought effects on young citrus plants. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 270, p. 73-82, 2005.
- AZEVEDO, T.L.F.; BERTONHA, A.; GONÇALVES, A.C.A. Uso de hidrogel na agricultura. **Revista do Programa de Ciências Agroambientais**, Alta-Floresta, v. 1, n. 1, p. 23-31, 2002.
- BARBOSA, F.S. **Produtividade de cana-de-açúcar irrigada por gotejamento: interações entre variedades, lâminas e intensidade do déficit hídrico na fase de maturação**. 2015. 178 p. Tese (Doutorado em Engenharia de Sistemas Agrícolas) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2015.
- BARBOZA JÚNIOR, C.R.A. **Desenvolvimento de mudas de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) em tubetes e submetidas a diferentes níveis de déficit hídrico**. 2011. 94 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2011.
- BENTES-GAMA, M.M.; RIBEIRO, G.D.; FERNANDES, C.F.; MEDEIROS, I.M. **Açaí (*Euterpe spp.*): características, formação de mudas e plantio para a produção de frutos**. Porto Velho: Embrapa Rondônia. 2005. 6 p. (Circular Técnica, 80).
- BOSA, N.; CALVETE, E.O.; NIENOW, A.A.; SUZIN, M. Enraizamento e aclimatização de plantas micropropagadas de gipsofila. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 2, p. 207-210, abr./jun. 2003.
- CAIRO, P.A.R.; OLIVEIRA, L.E.M.; MESQUITA, A.C. **Análise de crescimento de plantas**. Vitória da Conquista: Edições UESB, 2008. 72 p.
- CASAROLI, D.; VAN LIER, Q.J. Critérios para determinação da capacidade de vaso. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 1, p. 59-66, 2008.
- CONFORTO, E.C.; CONTIN, D.R. Desenvolvimento do açaizeiro de terra firme, cultivar Pará, sob atenuação da radiação solar em fase de viveiro. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 4, p. 979-983, 2009.

DAPONT, E.C. **Aceleração da germinação e sombreamento na formação de mudas de açaí**. 2012. 73 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal do Acre, Rio Branco 2012.

DICKSON, A.; LEAF, A.; HOSNER, J.F. Quality appraisal of white spruce and white pine seedling stock in nurseries. **Forestry chronicle**, Mattawa, v. 36, p. 10-13, 1960.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W.O. **Crop water requirements**: revised. Rome: FAO, 1975. 144 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 24).

ECHART, L.C.; CAVALLI-MOLINA, S. Fitotoxicidade do alumínio: efeitos, mecanismos de tolerância e seu controle genético. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 31, n. 3, p. 531-541, 2001.

FARIAS NETO, J.T.; MULLER, A.A.; OLIVEIRA, M.S.P.; SANTO, D.E.S.E.; SILVA, M.R.A. Variabilidade genética entre duas procedências de açaizeiro (*Euterpe oleracea* Martus). **Boletim de Pesquisa Florestal**, Colombo, v. 46, p. 97-104, jan./jun. 2003.

FERREIRA, M.G.R.; RIBEIRO, G.D. **Coleção de fruteiras tropicais da Embrapa Rondônia**. Porto velho: Embrapa Rondônia. 2006. 14 p. (Comunicado Técnico, 306).

FRAGOSO, R.; MARQUES, C. A gestão económica da água na agricultura: perspectivas de utilização no Alentejo. **Economia e Sociologia**, Évora, n. 81, p. 131-152, 2006.

GOBBI, K.F.; GARCIA, R.; VENTRELLA, M.C.; GARCEZ NETO, A.F.; ROCHA, G.C. Área foliar específica e anatomia foliar quantitativa do capim-braquiária e do amendoim-forrageiro submetidos a sombreamento. **Revista Brasileira de Zootecnia**, Viçosa, v. 40, n. 7, p. 1436-1444, 2011.

GOMES, J.M. **Parâmetros morfológicos na avaliação da qualidade de mudas de *Eucalyptus grandis*, produzidas em diferentes tamanhos de tubete e de dosagens de N-P-K**. 2001. 125 p. Tese (Doutorado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2001.

HOMMA, A.K.O.; NOGUEIRA, O.L.; MENEZES, A.J.E.A.; CARVALHO, J.E.U.; NICOLI, C.M.L.; MATOS, G.B. Açaí: novos desafios e tendências. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 1, n. 2, p. 7-23, jan./jun. 2006.

HUNT, G.A. Effect of styroblock design and cooper treatment on morphology of conifer seedlings. In: TARGET SEEDLING SYMPOSIUM, MEETING OF THE WESTERN FOREST NURSERY ASSOCIATIONS, GENERAL TECHNICAL REPORT RM-200, 1990, Roseburg: **Proceedings...** Fort Collins: USDA, Forest Service, 1990. p. 218-222.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2011. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2012. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

_____. **Produção da extração vegetal e da silvicultura**. 2013. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 04 dez. 2015.

JAMES, E.A.; RICHARDS, D. The influence of iron source on the water-holding properties of potting media amended with water-absorbing polymers. **Scientia Horticulturae**, Amsterdam, v. 28, n. 3, p. 201-208, 1986.

LIMA, L.M.L.; TEODORO, R.E.G.; FERNANDES, D.L.; CARVALHO, H.P.; MENDONÇA, F.C.; CARVALHO, J.O.M. Produção de mudas de café sob diferentes lâminas de irrigação e doses de um polímero hidroabsorvente. **Bioscience in Journal**, Uberlândia, v. 19, n. 3, p. 27-30, 2003.

LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.G. **Interpretação de análise do solo**: conceitos e aplicações. 3. ed. São Paulo: ANDA, 2004. 50 p. (Boletim Técnico, 2).

MARQUES, T.A.; SANTOS, A.T.; MARQUES, P.A.A. Polímero hidrogel e profundidade de plantio na produção de cana-de-açúcar. **Irriga**, Botucatu, v. 18, n. 1, p. 126-138, 2013.

MELEM JUNIOR, N.J.; QUEIROZ, J.A.L. **Plantio de açaizeiro em terra firme**. Macapá: Embrapa Amapá, 2011. 26 p.

MELO JÚNIOR, J.C.F.; LIMA, A.M.N.; TEIXEIRA, M.V.; CONCEIÇÃO, G.C.; SANTOS, L.R. Depleção de água no substrato e doses de fertilizante Osmocote®. **Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 5, n. 4, p. 499-508, out./dez. 2014.

MELO JÚNIOR, J.C.F.; COSTA, D.S.; GERVÁSIO, E.S.; LIMA, A.M.N.; SEDIYAMA, G.C. Efeitos de níveis de depleção de água no substrato e doses de fertilizante de liberação controlada na produção de mudas de maracujazeiro amarelo. **Irriga**, Botucatu, v. 20, n. 2, p. 204-219, mar./jun. 2015.

MENDES, A.M.; LOPES, M.L.B.; FALES, L.A.; FILGUEIRAS, G.C. O mercado de açaí no estado do Pará: uma análise recente. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 8, n. 15, p. 103-121, jul./dez. 2012.

MIELKE, M.S.; HOFFMANN, A.; ENDRES, L.; FACHINELLO, J.C. Comparação de métodos de laboratório e de campo para a estimativa da área foliar em fruteiras silvestres. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 52, n. 1, p. 82-88, 1995.

MODOLO, V.A.; ANEFALOS, L.C.; TUCCI, M.L.S. Situação atual e perspectivas do cultivo de palmeiras para produção de palmito de alta qualidade. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 52., 2012, Salvador. **Anais...** Salvador: ABH, 2012. S8473-S8481.

MOGHADAM, H.R.T.; ZAHEDI, H.; GHOOSHCHI, F. Oil quality of canola cultivars in response to water stress and super absorbent polymer application. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 4, p. 579-586, 2011.

MORAES, O.; BOTREL, T.A.; DIAS, C.T.S. Efeito do uso de polímero hidrorretentor no solo sobre o intervalo de irrigação na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.). **Engenharia Rural**, Piracicaba, v. 12, único, p. 73-80, 2001.

MOURÃO, L. História e natureza: do açaí ao palmito. **Revista Territórios & Fronteiras**, Cuiabá, v. 3, n. 2, p. 74-96, 2010.

NASCIMENTO, W.M.O. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Manaus: Rede de Sementes da Amazônia, 2008. 2 p. (Informativo Técnico, 18).

NOGUEIRA, O.L.; FIGUEIRÊDO, F.J.C.; MULLER, A.A. **Açaí**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2005. 137 p. (Sistemas de Produção, 4).

OLIVEIRA, C.J.; PEREIRA, W.E.; MESQUITA, F.O.; MEDEIROS, J.S.; ALVES, A.S. Crescimento inicial de mudas de açaizeiro em resposta a doses de nitrogênio e potássio. **Revista Verde**, Mossoró, v. 6, n. 2, p. 227-237, 2011.

OLIVEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O. **Açaí (*Euterpe oleracea* Mart.)**. Jaboticabal: FUNEP, 2000. 52 p. (Série Frutas Nativas, 7).

OLIVEIRA, M.S.P.; CARVALHO, J.E.U.; NASCIMENTO, W.M.O.; MÜLLER, C.H. **Cultivo do açaizeiro para produção de frutos**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2002. 18 p. (Circular Técnica, 26).

OLIVEIRA, M.S.P.; FARIAS NETO, J.T. **Cultivar BRS-Pará: açaizeiro para a produção de frutos em terra firme**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2004. 3 p. (Comunicado Técnico, 114).

OLIVEIRA, R.A.; REZENDE, L.S.; MARTINEZ, M.A.; MIRANDA, G.V. Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 160-163, 2004.

PORTINHO, J.A.; ZIMMERMANN, L.M.; BRUCK, M.R. Efeitos benéficos do açaí **Journal of Nutrology**, Catanduva, v. 5, n. 1, p. 15-20, 2012.

QUEIROZ, J.A.L.; MELEM JUNIOR, N.J. Efeito do tamanho do recipiente sobre o desenvolvimento de mudas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 23, n. 2, p. 460-462, ago. 2001.

QUEIROZ, J.A.L.; MOCHIUTTI, S.; BIANCHETTI, A. **Produção de mudas de açaí**. Macapá: Embrapa Amapá, 2001. 6 p. (Comunicado Técnico, 54).

RODRIGUES, A.S.; DURIGAN, M.E. **O agronegócio do palmito no Brasil**. Londrina: IAPAR, 2007. 131 p. (Circular Técnica, 130).

RUFINO, M.S.M.; PÉREZ-JIMÉNEZ, J.; ARRANZ, S.; ALVES, R.E.; BRITO, E.S.; OLIVEIRA, M.S.P. Açaí (*Euterpe oleraceae*) "BRS Pará": a tropical fruit source of antioxidant dietary fiber and high antioxidant capacity oil. **Food Research International**, Toronto, v. 44, p. 2100–2106, 2011.

SAAD, J.C.C.; LOPES, J.L.W.; SANTOS, T.A. Manejo hídrico em viveiro e uso de hidrogel na sobrevivência pós-plantio de *Eucalyptus urograndis* em dois solos diferentes. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v. 29, n. 3, p. 404-411, 2009.

SAVI, T.; MARIN, M.; BOLDRIN, D.; INCERTI, G.; ANDRI, S.; NARDINI, A. Green roofs for a drier world: effects of hydrogel amendment on substrate and plant water status. **Science of the Total Environment**, Madison, v. 490, p. 467-476, 2014.

SILVA, B.M.S.; MORO, F.V.; SADER, R.; KOBORI, N.N. Influência da posição e da profundidade de semeadura na emergência de plântulas de açaí (*Euterpe oleracea* Mart. - Arecaceae). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 29, n. 1, p. 187-190, abr. 2007.

SILVA, C.A. **Desenvolvimento inicial de três espécies nativas do Cerrado em função de lâminas de irrigação e tamanhos de recipiente**. 2012. 181 p. Tese (Doutorado em Irrigação e Drenagem) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2012.

SILVA, F.A.S.; AZEVEDO, C.A.V. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. **Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais**, Campina Grande, v. 4, n. 1, p. 71-78, 2002.

SILVA, I.M.; SANTANA, A.C.; REIS, M.S. Análise dos retornos sociais oriundos da adoção tecnológica na cultura do açaí no Estado do Pará. **Amazônica**, Belém, v. 2, p. 25-38, jul./dez. 2006.

SILVA, S.E.L.; SOUZA, A.G.C.; BERNI, R.F. **O cultivo do Açaizeiro**. Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental, 2005. 4 p. (Comunicado Técnico, 29).

SOUZA, M.O.; SANTOS, R.C.; SILVA, M.E.; PEDROSA, M.L. Açaí (*Euterpe oleracea Martius*): chemical composition and bioactivity. **Nutrire: Revista Sociedade Brasileira de Alimentação e Nutrição**, São Paulo, v. 36, n. 2, p. 161-169, ago. 2011.

SOUZA, R.O.R.M.S.; AMARAL, M.A.C.M.; SILVESTRE, W.V.D.; SACRAMENTA, T.M. Avaliação econômica da irrigação em pomares de açaí. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 7, n. 1, p. 54-65, 2013.

VALE, G.F.R.; CARVALHO, S.P.; PAIVA, L.C. Avaliação da eficiência de polímeros hidroretentores no desenvolvimento do cafeeiro em pós-plantio. **Coffee Science**, Lavras, v. 1, n. 1, p. 7-13, 2006.

WELTER, M.K.; CHAGAS, E.A.; MELO, V.F.; CHAVES, D.B. Initial growth of açaí seedlings in function of basalt powder doses. **International Journal of Agriculture Innovations and Research**, Bhopal, v. 3, n. 1, p. 18-23, 2014.

WOODHOUSE, J.; JOHNSON, M.S. Effect of superabsorbent polymers on survival and growth of crop seedlings. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 20, n. 1, p. 63-70, 1991.