



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA
TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

ANDRÉ LUIZ TEIXEIRA DE MELO

SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE CAJUEIRO ANÃO
EM REGIME DE SEQUEIRO COM O USO DE HIDROGEL

FORTALEZA - CE

2020

ANDRÉ LUIZ TEIXEIRA DE MELO

SOBREVIVÊNCIA E DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS DE CAJUEIRO ANÃO EM
REGIME DE SEQUEIRO COM O USO DE HIDROGEL

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.

Coorientador: Dr. Rubens Sonsol Gondim.

FORTALEZA - CE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- M485s Melo, André Luiz Teixeira de.
Sobrevivência e desenvolvimento de plantas de cajueiro anão em regime de sequeiro com uso de hidrogel / André Luiz Teixeira de Melo. – 2020.
37 f. : il. color.
- Trabalho de Conclusão de Curso (graduação) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Curso de Agronomia, Fortaleza, 2020.
Orientação: Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa.
Coorientação: Prof. Dr. Rubens Sonsol Gondim.
1. Anacardium occidentale L.. 2. Condicionador de solo. 3. Agricultura de sequeiro. 4. Sobrevivência de plantas. I. Título.

CDD 630

ANDRÉ LUIZ TEIXEIRA DE MELO

Sobrevivência e desenvolvimento de plantas de cajueiro anão sob regime de sequeiro com o uso de hidrogel

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Aprovada em: 30/07/2020.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Dr. Rubens Sonsol Gondim (Coorientador)
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

Dr. Luiz Augusto Lopes Serrano
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

Dr. Francisco das Chagas Vidal Neto
Embrapa Agroindústria Tropical (CNPAT)

A Deus.

Aos meus pais, Rejane Magalhães Teixeira e Ivan Luiz Ferreira de Melo. Aos meus avós, Maria José Magalhães Teixeira (*in memorian*), Antônio Bernardo Teixeira; Eliete Francisca de Melo (*In Memoriam*) e Plínio Ferreira de Melo (*in memorian*) .

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais e irmã que tanto me apoiaram e suportaram nos momentos difíceis. Sem vocês não teria chegado aonde cheguei. Devo-lhes minha vida e um pouco mais.

Ao Prof. Dr. Raimundo Nonato Távora Costa, pela paciência, excelente orientação e por ter me aceito como orientando nesta missão. Trabalhamos num curto período e em tempos confusos, mas que me lembrarei por toda a vida.

Ao Dr. Rubens Sonsol Gondim pela orientação e ensinamentos que perpassaram este trabalho. Por ser esta pessoa que tanto me ensinou e aconselhou durante o tempo que trabalhamos juntos. Admiro-o não só por ser o competente profissional, mas também pela grande pessoa que é e que me inspira.

Aos membros participantes da banca examinadora Dr. Luiz Augusto Lopes Serrano e Dr. Francisco das Chagas Vidal Neto pelo tempo, pelas valiosas colaborações e sugestões que em muito contribuirão para a construção deste trabalho.

Aos amigos da turma de Agronomia 2015.1: Érica, Reijane, Ana Maria, Laura, Lucas, Lázaro, Vitória, João Victor, Cleber, Janyce e Pedro. Obrigado por estarem presentes em alguns dos momentos mais importantes e felizes da minha vida. Por mais que sigamos caminhos diferentes depois que tudo isso acabar, vocês estarão sempre comigo.

Aos amigos que a Universidade me deu nos momentos mais inesperados, mas que fizeram toda a diferença: Gabriela, Pedro, Jéssica e João Victor. Foi a vida quem deu um jeito de unir a gente.

“Uma coisa que a história nos ensinou é que a vida não pode ser contida. Ela se liberta, ela se expande a novos territórios e atravessa barreiras. Dolorosamente, talvez perigosamente.

A vida encontra um meio!”

- *Dr. Ian Malcolm. Adaptado de um trecho do filme “Jurassic Park”, de Steven Spielberg.*

RESUMO

O cajueiro é uma planta de grande importância econômica para a região Nordeste do Brasil, maior produtor nacional de castanha-de-caju. Porém, esta é uma região que sofre com irregularidade pluviométrica, causando altos níveis de mortalidade das plantas, principalmente, no primeiro ano após o plantio. Neste contexto, a utilização de condicionadores de solo se apresenta como alternativa para redução das perdas na implantação do pomar e a consequente necessidade de replantio, evitando a desuniformidade das plantas. O objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito do uso de polímero hidrogel na sobrevivência e desenvolvimento de plantas de cajueiro-anão, no primeiro ano do pomar, sob regime de sequeiro. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Pacajus – CEP – da Embrapa Agroindústria Tropical, em um pomar implantado com o clone “BRS 226” em março de 2017. Os dados foram coletados no período de março de 2017 a maio de 2018. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (5x2). Os tratamentos foram doses de hidrogel aplicadas: 0,0L; 0,5L; 1,0L; 1,5L; 2,0L, aplicados no fundo da cova a uma profundidade de 0,5m, ou aplicados no fundo da cova feita com cavadeira manual articulada do tipo “boca de lobo”, a uma profundidade de 0,30m. Foram acompanhadas as mortes das plantas por tratamento, tomando como base os dias até sua ocorrência, realizando-se análise de sobrevivência por meio do software livre R e construção de curvas de sobrevivência obtidas pelo estimador de Kaplan Meier, e posteriormente, submetendo ao teste de Log-Rank, para verificação de diferença estatística. Os dados de altura, diâmetro do caule e envergadura da copa das plantas foram submetidos à ANOVA pelo software AgroEstat. Foram obtidas também curvas de desenvolvimento para as características de altura de mudas e diâmetro do caule. Os resultados permitiram verificar que a dose de 1,0L de hidrogel no fundo da cova permitiu maior sobrevivência, não apresentando mortes no primeiro ano após o plantio e os tratamentos que receberam aplicação no fundo da cova sobreviveram mais dias e apresentaram maiores porcentagens de sobrevivência. A aplicação de hidrogel não apresentou efeitos negativos sobre o desenvolvimento das plantas, em nenhuma dos parâmetros avaliados. Estes resultados permitiram concluir que o uso do hidrogel teve bom desempenho em aumentar a sobrevivência das mudas de cajueiro-anão, não causando efeitos negativos no desenvolvimento destas.

Palavras-chave: *Anacardium occidentale* L. Condicionador de solo. Agricultura de Sequeiro. Sobrevivência de plantas.

ABSTRACT

The cashew tree is a plant of great economic importance for the Northeast region of Brazil, the largest national producer of cashew nuts. However, this is a region that suffers from rainfall irregularities, causing high levels of plant mortality, especially in the first year after planting. In this context, the use of soil conditioners is an alternative to reduce losses in the implantation of the orchard and the consequent need for replanting, avoiding the unevenness of the plants. The objective of this research was to verify the effect of the use of hydrogel polymer on the survival and development of dwarf cashew plants, in the first year of orchard, under rainfed regime. The experiment was carried out at the Experimental Field of Pacajus, of Embrapa Tropical Agroindustry, in an orchard implanted with the clone 'BRS 226' in March 2017. The data were collected from March 2017 to May 2018. The treatments were distributed in a randomized block design in a factorial scheme (5x2). The treatments were doses of hydrogel applied: 0.0L; 0.5L; 1.0L;1.5L;2.0L, applied to the bottom of the pit to a depth of 0.5m, or applied to the bottom of the pit made with an articulated hand digger of the "Wolf's mouth" type, at a depth of 0.3m. Plant deaths by treatment were monitored, taking the days until their occurrence as bare, conducting survival analysis using free software R and constructing survival curves obtained by the Kaplan Meier estimator, and subsequently submitting to the Log-Rank test, for verification of statistical difference. The height, stem diameter and canopy wingspan data were submitted ANOVA by the AgroEstat software. Development curves were also obtained for the seedling height and stem diameter characteristics. The results allowed to verify that the 1.0L dose of hydrogel in the bottom of the pit allowed greater survival, not showing deaths in the first year after planting and the treatments that received applications in the bottom of the pit survived more days and presented higher percentages of survival. The application of hydrogel had no negative effects on plant development, none of the evaluated parameters. The results allowed to conclude that the use of hydrogel had a good performance in increasing the survival of dwarf cashew tree plants, not having negative effects on its development.

Keywords: *Anacardium occidentale*. Soil conditioner. Rainfed agriculture. Plant survival.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1	– Croqui do Experimento no Campo Experimental de Pacajus	22
Figura 2	– Abertura das covas de plantio realizada por meio de trator e do implemento “broca de rosca”	22
Figura 3	– Solução de Hidrogel pronto para aplicação nas covas de plantio de cajueiro-anão	23
Figura 4	– Hidrogel aplicado no fundo da cova (à esquerda) e abertura de uma “coveta” com cavadeira manual articulada tipo “boca de lobo” no centro da cova (à direita)	24
Figura 5	– Distribuição das precipitações diárias no Campo Experimental de Pacajus - CE ao longo do experimento	25
Figura 6	– Curvas de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após o plantio no campo, em Pacajus-CE; obtidas pelo método de Kaplan Meier, em comparação com a testemunha (Tratamento 1), e valor p da comparação entre as curvas pelo teste de Log-Rank	27
Figura 7	– Comparação das curvas de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após o plantio em campo, por meio do método de Kaplan Meier para todos os tratamentos, em comparação com a testemunha, e valor p da comparação entre as curvas pelo teste de Log-Rank	30
Figura 8	– Comparação das curvas de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após o plantio em campo, por meio do método de Kaplan-Meier para todos os locais de aplicação (fundo da cova e coveta feita com boca-de-lobo) e valor p da comparação entre as curvas pelo teste de Log-Rank	31
Figura 9	– Curva de desenvolvimento das plantas para a característica de altura das plantas	33
Figura 10	– Curva de desenvolvimento das plantas para a característica de diâmetro do caule	34

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Descrição dos tratamentos	21
Tabela 2 – Sobrevivência de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após o plantio em campo submetidos à diferentes tratamentos com hidrogel. Pacajus, 2018. Distribuição dos tratamentos com seus respectivos números de plantas mortas, percentuais de sobrevivência, significâncias e valor <i>p</i>	26
Tabela 3 – Médias para os dois fatores referentes à variável “altura das plantas (AP)”	31
Tabela 4 – Médias para os dois fatores referentes à variável “diâmetro do caule (DC)”	32
Tabela 5 – Médias para os dois fatores referentes à variável “Envergadura da copa (EC)”	32

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANOVA	Análise de Variância
CEP	Campo Experimental de Pacajus
DAT	Dias Após o Transplântio
DBC	Delineamento em Blocos Casualizados
Embrapa	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
LCC	Líquido da Castanha de Caju

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REFERENCIAL TEÓRICO	16
2.1	<i>A cultura do cajueiro</i>	16
2.2	<i>Hidrogel</i>	17
2.3	<i>Análise de sobrevivência</i>	18
3	MATERIAIS E MÉTODOS	21
3.1	<i>Descrição da área</i>	21
3.2	<i>Delineamento experimental</i>	21
3.3	<i>Obtenção das mudas e preparo da área</i>	22
3.4	<i>Obtenção dos dados</i>	24
3.5	<i>Estatística</i>	25
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO	26
4.1	<i>Análise de sobrevivência</i>	26
4.2	<i>Desenvolvimento das plantas</i>	31
5	CONCLUSÃO	35
	REFERÊNCIAS	36

1. INTRODUÇÃO

O semiárido brasileiro, localizado em sua maioria no Nordeste do país e que caracteriza-se por apresentar problemas relacionados a déficit hídrico, tendo em vista que é uma região com altos níveis de insolação, o que acarreta altos valores de evapotranspiração potencial, além de também sofrer com alta variabilidade espacial e temporal dos eventos pluviométricos. A economia do semiárido brasileiro é fortemente baseada na agricultura familiar, onde predomina a não utilização de irrigação, correspondendo a cerca de 80% do total da força de trabalho. Devido à alta variabilidade espacial e temporal das chuvas, a agricultura assim manejada torna-se uma atividade de alto risco, ocorrendo grandes perdas no período de secas (TINÔCO *et al*, 2018). O não uso da irrigação na agricultura é denominado agricultura de sequeiro.

O cultivo do cajueiro é uma atividade agrícola de grande importância econômica e social para o Nordeste brasileiro, sobretudo para o Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte, pois ele é uma das principais culturas exploradas no semiárido. As plantas de cajueiro crescem bem sob condições de sequeiro, podendo ter produtividades diferentes de acordo com o clone utilizado, podendo variar de valores de 470 kg.ha⁻¹, em clones “BRS 226” até 1250 kg.ha⁻¹, nos clones Embrapa 51, em regime de sequeiro (BEZERRA *et al*, 2007; MELO *et al*, 2016).

O fato que possibilita que o cajueiro seja cultivado e apresente valores de produtividade considerável, mesmo sob regime de sequeiro, é que se trata de uma planta nativa do Nordeste, apresentando boa tolerância ao déficit hídrico. Porém, apesar de sua maior rusticidade, as mudas de cajueiro, no primeiro ano, são muito sensíveis à escassez de água, o que acarreta um número alto de mortes durante o estabelecimento da cultura. Para amenizar o problema, os produtores executam o plantio das mudas no campo durante o período chuvoso, de modo que estas venham a sofrer o mínimo de estresse hídrico possível. Contudo, como o período chuvoso varia entre três a cinco meses na região produtora, as mudas podem ser acometidas de severo estresse hídrico por até seis meses após no primeiro ano.

Sendo assim, algumas medidas são adotadas para minimizar as mortes de plantas no primeiro ano de plantio, como por exemplo, irrigações complementares nos primeiros meses que sucedem o período chuvoso. Por outro lado, sabe-se que o uso de condicionadores de solo já é utilizado como alternativa para o incremento da sobrevivência e desenvolvimento de mudas de diferentes espécies.

Assim, o presente trabalho objetivou verificar o efeito do uso de polímero hidroretentor (hidrogel) no aumento da sobrevivência de mudas de cajueiro anão durante o

primeiro ano do pomar, além do seu impacto no desenvolvimento vegetativo das plantas – altura, diâmetro do caule e envergadura da copa.

2.REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura do Cajueiro

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta da família das Anacardiáceas, nativa da região tropical, nativa da região Nordeste do Brasil, apresentando boa capacidade adaptativa a solos de baixa fertilidade, temperaturas elevadas e estresse hídrico (SERRANO; PESSOA, 2016). Classificada segundo Lineu, esta é uma planta de porte arbóreo, que apresenta folhas grandes e coriáceas, oblongas ou obovadas, flores minutas e reunidas em inflorescências bastante frouxas. Produz fruto e pseudofruto, sendo o fruto a castanha de caju, onde são extraídos principalmente a amêndoa e o líquido da castanha do caju. O pseudofruto forma-se a partir da hipertrofia do pedúnculo floral e pode ser consumido “*in natura*”, ou ser usado na fabricação de sucos, doces e geleias, entre outros.

O cajueiro é classificado em dois tipos, devido à alta variabilidade genética, levando em consideração principalmente o porte das plantas: o cajueiro comum (ou gigante), caracterizado por indivíduos de altura variável entre 8m e 15m e envergadura da copa podendo chegar a 20m (CRISÓSTOMO *et al.*, 2003). Por sua vez, o cajueiro-anão caracteriza-se por plantas de porte menor, tendo altura média de 4m e envergadura da copa entre 6m e 8m, contando ainda com grande precocidade etária e florescimento entre 6 e 18 meses (BARROS *et al.*, 1998 *apud* CRISÓSTOMO *et al.*, 2009).

A baixa produtividade de pomares com plantas gigantes deve-se a diversos fatores, como por exemplo: a propagação por sementes, o que favorece a heterogeneidade genética das plantas (BARROS *et al.*, 2000) e diminuindo o rendimento da cultura e dificultando a utilização de práticas de manejo cultural (poda) e fitossanitário (controle de pragas e doenças). Por sua vez, o cajueiro-anão provém de mudas enxertadas, com material vegetal obtido de clones desenvolvidos por meio de melhoramento genético. Melo *et al.* (2016) recomenda diversos clones que podem ser utilizados em escala comercial e experimental, como os CCP 76, CCP 274, BRS 226, dentre outros, dependendo das condições e região de cultivo e objetivo da produção (castanhas, pedúnculos para mesa ou indústria). Dentre estes clones, o BRS 226 destaca-se como um dos mais promissores para o cultivo em sequeiro e em ambientes de clima quente, baixa precipitação e solos arenosos e profundos. Melo *et al.* (2016) descrevem o clone como uma planta de porte baixo (< 3 metros) e resistente às doenças resinose e prodridão preta da haste, tendo peso médio de castanha de 10,2g , com amêndoa de 2,7g. O pedúnculo apresenta coloração amarela ou laranja clara e

apresenta peso médio de 102,6g, sendo rico em vitamina C, com valores que alcançam 13,8° BRIX, e sendo principalmente aproveitados pelas indústrias de suco.

Segundo dados do IBGE na Produção Agrícola Municipal, a região Nordeste do Brasil alcançou uma produção de 139,495 t de castanha de caju em 2018, o que representa um percentual de 98,64% da produção nacional deste ano, sendo os estados do Ceará, Piauí e Rio Grande do Norte os maiores produtores. Estes números demonstram o protagonismo da região, na produção nacional, assim como a importância da cultura para a região. Porém, no Nordeste, o cajueiro é culturalmente cultivado sob regime de sequeiro, devido a sua boa tolerância à seca. Porém, apesar desta tolerância, ainda há riscos à produção, tendo em vista que o nordeste brasileiro sofre com graves problemas de estiagem e que o sucesso das culturas em áreas não irrigadas depende do regime pluviométrico local (SILVA et al., 2011).

Dentre estes riscos está a taxa de mortalidade das mudas no primeiro ano. Barros et al. (1993) indicam que o transplântio das mudas deve ser feito no início do período chuvoso, quando o nível de umidade do solo é maior, a fim de diminuir o estresse hídrico, diminuindo, assim, o nível de mortalidade. Segundo os autores, o regime pluviométrico ideal para o cultivo racional do cajueiro está entre 800 mm e 1600 mm anuais.

2.2 Hidrogel

O hidrogel é um polímero hidroabsorvente ou hidrorretentor, composto de material sintético ou natural, que funciona como condicionante do solo, alterando alguns de seus parâmetros físicos e químicos. Ahmed (2015) diz que a definição mais comum do hidrogel é: uma rede de polímeros reticulados, retentor de água, produzidos a partir de uma reação simples de um ou mais monômeros. De acordo com Aouada e Mattoso (2009), os componentes do polímero podem se unir por meio de ligações químicas (covalentes) ou por interações físicas (ligações de Van Der Wals, pontes de hidrogênio), o que afeta sua interação com o meio. A maioria dos hidrogéis tradicionais é feita de produtos à base de acrilato, que são não biodegradáveis, sendo considerados, portanto, como poluentes do solo em potencial. Os polímeros sintéticos à base de poliacrilamida são apontados como os mais utilizados na agricultura brasileira (LIMA E SOUZA, 2011). Montesano *et al.* (2015), testaram o efeito de uma nova classe de polímeros à base de celulose, na capacidade de armazenamento de água no solo e no crescimento de plantas, obtendo resultados semelhantes aos dos hidrogéis sintéticos, porém com o diferencial de ser um produto biodegradável.

Originalmente, fabricado por uma empresa americana na década de 1950, o produto à base de poliacrilamida foi melhorado, após perda de patente em 1982, por outras empresas,

chegando a reter até 400 vezes do seu peso seco em água. Porém, seu uso não foi amplamente difundido devido ao alto preço de aquisição e déficit de pesquisas que justificassem seu uso para fins agrícolas (AZEVEDO et al., 2002).

Muitos pesquisadores verificaram que de fato, o hidrogel apresenta efeitos que bem contribuem para melhorar a produção agrícola. Efeitos benéficos dos hidrogéis podem ser verificados no trabalho de Oliveira *et al.* (2004), que ao avaliarem o efeito do polímero na retenção de umidade em diferentes texturas de solo verificaram que a utilização do gel ocasionou aumento de retenção de água em solos de textura franco-argilo-arenosa e argilosa até o valor de -1,0 MPa de potencial mátrico, sendo que, o aumento na retenção de água à medida que se aumentou a dose de polímero. Akhter *et al.*, (2011), também afirmam que a adição de hidrogel é benéfica ao crescimento de plantas, uma vez que aumenta a retenção hídrica em solos arenosos e aumentando a disponibilidade de água para as plantas, em regiões secas.

Barros *et al.*, (2017), analisando os efeitos de hidrogel no revestimento de sementes e o cultivo em sulcos na cultura do sorgo, em regime de sequeiro, verificaram que o uso do polímero apresenta efeitos benéficos no desenvolvimento vegetativo das plantas, porém, ocorreu redução na emergência de plantas oriundas do revestimento das sementes pelo polímero. Dranski *et al.*, (2013) concluíram que a aplicação de 7,0 g.cova⁻¹ de hidrogel na proporção de 0,5L de volume é a mais indicada para o plantio de mudas de pinhão-manso, devido à maior sobrevivência pós-plantio e ausência de efeitos negativos sobre o desenvolvimento das plantas.

2.3. Análise de sobrevivência

A análise de sobrevivência constitui uma metodologia estatística que verifica a probabilidade da ocorrência de um evento a um indivíduo dentro de um intervalo de tempo em que este é monitorado. Essa análise, usada, principalmente na área de saúde, onde surgiu, tem aplicação em diversas outras áreas como a engenharia e a agricultura. Kleinbaum e Klein (2012) citam que a principal variável a ser avaliada na análise de sobrevivência é o tempo até a ocorrência de um evento de interesse. Tal evento, segundo os autores, é denominado “falha”, pois geralmente é algo que representa proporções negativas ao indivíduo, como por exemplo, sua morte ou desenvolvimento de uma doença. Porém, não obrigatoriamente a “falha” é algo negativo, podendo ser a remissão de uma doença quando um paciente é submetido a um determinado tratamento, ou mesmo o início da floração de alguma planta.

Outro conceito importante nessa análise é a censura, que determina os dados referentes aos indivíduos que não apresentaram a “falha” dentro do período de acompanhamento, ou que morreram de causas não relacionadas ao estudo, ou mesmo que foram pararam de ser monitorados por algum motivo. Estes indivíduos, mesmo não apresentando “falha”, também são levados em consideração na análise. Giolo (1994) organiza diferentes tipos de censura de acordo com que situação a qual cada indivíduo foi submetido, indo desde casos mais simples, como os de Censura Tipo I Simples, aos de Censura tipo III. No Tipo I, cada indivíduo apresenta um tempo de sobrevivência T_i associado e o experimento conta com um tempo de acompanhamento T : Se $T_i < T$, ocorre a falha; Se $T_i > T$, o dado é censurado; Os tipo II são mais específicos, quando o indivíduo acompanhado é retirado do experimento devido a morte por causas externas, não relacionadas ao objetivo do estudo.

Em análise de sobrevivência, a variável de interesse é o tempo. Sendo assim, existem dois principais conceitos relacionados a essa variável: o tempo “ t ”, que se refere ao intervalo de tempo que os indivíduos foram observados, ou o tempo do estudo; e o tempo “ T ”, que é o tempo decorrido desde o tempo inicial até a ocorrência da falha para um determinado indivíduo. Estes tempos de vida são utilizados na construção da função de sobrevivência, denotada por $S(t)$. Esta função define a probabilidade de um indivíduo sobreviver à um espaço de tempo maior que um tempo t especificado. Isto é, a função $S(t)$ dá a probabilidade da variável T exceder o tempo t estabelecido (KLEINBAUM, KLEIN, 2012). Quando $t = 0$, a probabilidade é 1 e, à medida que t se afasta da origem, a probabilidade tende a 0.

O principal estimador da curva de sobrevivência de um grupo é o chamado estimador de Kaplan-Meier, desenvolvido em 1958 e que considera somente as falhas e as censuras, de forma independente e não obtendo uma função de risco (CÂNDOLO, 1988). As probabilidades são expressas nas chamadas “Curvas de Kaplan-Meier”, em que o eixo da abscissa representa o tempo e o eixo da ordenada representa a probabilidade de sobrevivência. Geralmente, em análises de sobrevivência, duas curvas são geradas e comparadas entre si. É possível obter a equivalência estatística entre estas curvas, por meio do Teste Log-rank. O Teste Log-Rank disponibiliza um valor p , levando em consideração as falhas observadas e esperadas. De acordo com Borges (2014), ao realizar a análise no *software* livre R, quando o valor $p > 0,05$, pode-se considerar que existe diferença significativa entre duas curvas de Kaplan-Meier.

A análise de sobrevivência vem sendo utilizada em estudos agrônômicos, por alguns autores como por exemplo: Santos *et al.*, (2018), avaliaram o efeito de diferentes revestimentos à base de Zeína e Ácido tânico, sobre o aumento do período de armazenamento

de goiabas (*Psidiumguajava* L.). Sousa *et al.*, (2019) avaliaram a resistência pós-colheita de melão (*Cucumis melo* L.) a estresses abióticos. Mazzone *et al.*, (2013) utilizaram análises de sobrevivência para analisar os efeitos de extrato de Nim (*Azadirachta indica* A. Juss) no controle de *Diatraea saccharalis* e na eclosão de *Cotesia flavipes*.

3. Material e Métodos

3.1. Descrição da área

A pesquisa foi realizada no Campo Experimental de Pacajus (CEP) - (4°11'16,596"S, 38°29'59,13"O), pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no município de Pacajus – CE, a 50km de Fortaleza, no período de março de 2017 e maio de 2018. É uma região que está inserida no semiárido, com altitude média de 79m e temperatura anual média em torno de 26°C (PINHO, 2018). Magalhães e Zanella (2011) indicam que o município de Pacajus apresenta média pluviométrica entre 1000 e 1500mm anuais. Os principais tipos de solos predominantes da unidade são Latossolos Vermelho Amarelos e Neossolos (LIMA *et al*,2002). Um pomar foi implantado com mudas enxertadas de cajueiro-anão clone ‘BRS 226’ em março de 2017, sob condições de sequeiro e em espaçamento 8,0 m x 6,0 m.

3.2. Delineamento Experimental

Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados (DBC) em esquema fatorial (5x2), sendo os fatores cinco doses de hidrogel aplicados em duas profundidades da cova de plantio. As covas foram abertas por meio de implemento conhecido como broca de rosca, as quais ficaram com 50 cm de diâmetro de abertura e 50 cm de profundidade. Cada parcela experimental era composta por seis plantas, organizadas em quatro blocos. A descrição dos tratamentos consta na tabela 1, bem como o croqui do experimento na figura 1.

Tabela 1: Descrição dos tratamentos

Tratamento	Dose de hidrogel (L)	Profundidade
Tratamento 1 (Testemunha)	Sem Hidrogel	Sem Hidrogel
Tratamento 2	0,5 L	0,5 m*
Tratamento 3	1,0 L	0,5 m
Tratamento 4	1,5 L	0,5 m
Tratamento 5	2,0 L	0,5 m
Tratamento 6	0,5 L	0,3 m**
Tratamento 7	1,0 L	0,3 m
Tratamento 8	1,5 L	0,3 m
Tratamento 9	2,0 L	0,3 m

*Profundidade relativa à aplicação do hidrogel no fundo da cova;

**Profundidade referente à aplicação concentrada do hidrogel em abertura feita ao lado da muda utilizando cavadeira articulada, popularmente conhecida como boca-de-lobo, a profundidade de 0,2m.

Figura 1 - Croqui do experimento no Campo Experimental de Pacajus. Os blocos delimitados pelas diferentes cores.

T2	T2	T2	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T1	T1	T4	T4	T8	T8	T3	T3	MANGUEIRAS
T2	T2	T2	T7	T7	T7	T6	T6	T6	T1	T1	T4	T4	T8	T8	T3	T3	
T9	T4	T3	T2	T8	T2	T5	T1		T1	T1	T4	T4	T8	T8	T3	T3	
T9	T4	T3	T2	T8	T2	T5	T1		T7	T4	T9	T3	T6	T9		T5	
T9	T4	T3	T2	T8	T2	T5	T1		T7	T4	T9	T3	T6	T9		T5	
T9	T4	T3	T2	T8	T2	T5	T1		T7	T4	T9	T3	T6	T9		T5	
T9	T4	T3	T2	T8	T2	T5	T1		T7	T4	T9	T3	T6	T9		T5	
T9	T4	T3	T2	T8	T2	T5	T1		T7	T4	T9	T3	T6	T9		T5	
T6	T5	T7	T1	T8		T4											
T6	T5	T7	T1	T8		T4											
T6	T5	T7	T1	T8		T4											
T6	T5	T7	T1	T8		T4											
T6	T5	T7	T1	T8		T4											
T6	T5	T7	T1	T8		T4											
T7	T5	T3	T6	T2	T1	T9	T8	CAJUEIRO MARLOS									
T7	T5	T3	T6	T2	T1	T9	T8										
T7	T5	T3	T6	T2	T1	T9	T8										
T7	T5	T3	T6	T2	T1	T9	T8										
T7	T5	T3	T6	T2	T1	T9	T8										
T7	T5	T3	T6	T2	T1	T9	T8										

3.3. Obtenção das mudas e preparo da área

As mudas utilizadas no experimento foram de cajueiro anão clone “BRS 226”, produzidas por meio de enxertia e em tubetes (19 cm de altura, 5,2 cm de diâmetro interno na base do cone, totalizando 288 cm³ de volume), produzidas no viveiro do Campo Experimental de Pacajus, da Embrapa Agroindústria Tropical. A área total do experimento foi de 1,152 ha, seguindo espaçamento de 8,0m x 6,0m.

O plantio das mudas ocorreu no dia 14 de março de 2017. A abertura das covas deu-se com auxílio de uma perfuratriz ou trado mecânico, acoplado ao trator, tendo todas a profundidade de 0,5m por 0,5m de diâmetro.

Figura 2 - Abertura das covas de plantio realizado por meio de trator e do implemento “broca de rosca”. Autor: Luiz Augusto Lopes Serrano.



O hidrogel utilizado foi uma formulação comercial, sendo um copolímero de acrilamida e acrilato de potássio de granulometria média. O polímero tem aparência de um pó branco que, quando hidratado expande e assume a forma de gel transparente. O produto foi diluído no momento da aplicação seguindo especificação do fabricante, que é de $2,5\text{g.L}^{-1}$, e distribuído hidratado nas covas, variando o volume aplicado e o local da aplicação de acordo com cada tratamento: no fundo (0,5 m de profundidade) ou abaixo da muda (0,3 m de profundidade).

Para os tratamentos em que o hidrogel foi aplicado abaixo das mudas, as covas foram abertas, os adubos de plantio foram misturados ao solo e logo depois as covas foram fechadas. No momento de plantio, utilizou-se, uma cavadeira articulada, popularmente conhecida como “boca-de-lobo”, abrindo uma “coveta” com 30 cm de profundidade. Na “coveta” foi aplicada a solução no fundo com posterior plantio da muda. A adubação de plantio foi realizada conforme resultados da análise de solo, sendo aplicados os fertilizantes superfosfato simples granulado, cloreto de potássio, FTE BR12 e calcário.

Durante todo o período experimental, os tratos culturais utilizados seguiram as recomendações técnicas para o cultivo de cajueiro-anão (SERRANO;OLIVEIRA, 2013). Realizou-se adubação com 50g de ureia por planta, três meses após o transplantio das mudas. O controle de pragas, quando necessário, foi feito por aplicação de inseticidas com turbo atomizador tratorizado. Foram aplicados os produtos Sumithion (2ml.L^{-1}) e Agritoato (2ml.L^{-1}) para controle da mosca branca (*Bemisia tabaci*) e de Assist (5ml.L^{-1}) para controle de cochonilha.

Figura 3 - Solução de Hidrogel pronto para aplicação nas covas de plantio de cajueiro-anão. Autor: Luiz Augusto Lopes Serrano.



Figura 4 - Hidrogel aplicado no fundo da cova (à esquerda) e abertura de uma “coveta” com cavadeira articulada do tipo “boca de lobo” no centro da cova (à direita). Autor: Luiz Augusto Lopes Serrano.



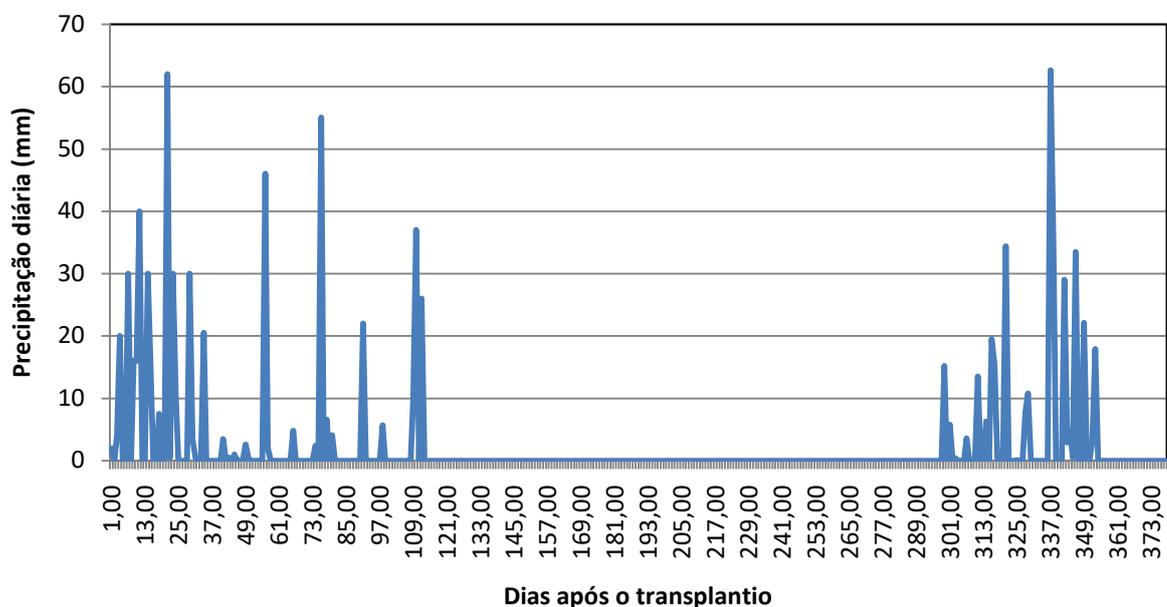
3.4. Obtenção dos dados

A mortalidade das plantas foi avaliada mensalmente, tendo início aos 72 dias após o transplântio e se repetindo aos 105, 134, 167, 195, 225, 258, 283, 318 e 378 DAT (dias após o transplântio), contemplando assim, o período de um ano.

Os dados referentes à altura (medida do colo da planta à extremidade superior da folha), e diâmetro do caule (medido a 0,20m da superfície do solo) também foram avaliados mensalmente e dentro do primeiro ano, utilizando-se na ANOVA os dados referentes a março de 2018, um ano após o transplântio das mudas para o campo. Para envergadura da copa, os dados avaliados na ANOVA foram obtidos unicamente em Abril de 2018.

Também foram colhidos dados de precipitação diária durante o período de monitoramento do experimento, apresentados na figura 5.

Figura 5 - Distribuição das precipitações diárias no Campo Experimental de Pacajus – CE ao longo do experimento.



3.5. Estatística

Na análise de sobrevivência obtiveram-se curvas de sobrevivência pelo método do estimador de Kaplan-Meier, submetendo-as ao teste Log-Rank para verificar a diferença estatística entre as curvas. Toda a análise foi realizada por meio do *software* livre R. O desenvolvimento das plantas foi avaliado com base nas curvas de desenvolvimento obtidas no Excel e a ANOVA com dois fatores, utilizando o software estatístico AgroEstat, sendo as médias submetidas ao teste de Tukey em nível de 5% de significância.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análise de sobrevivência

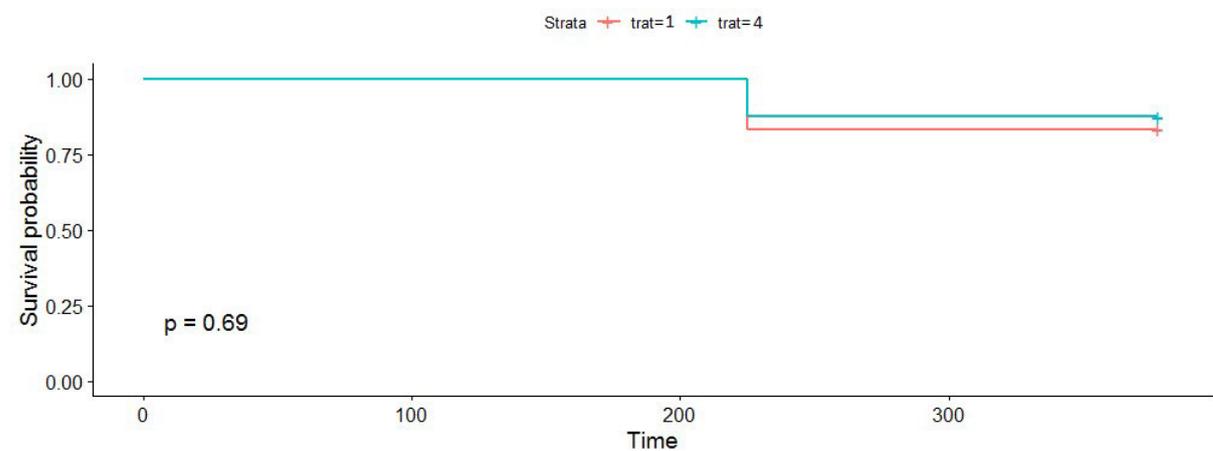
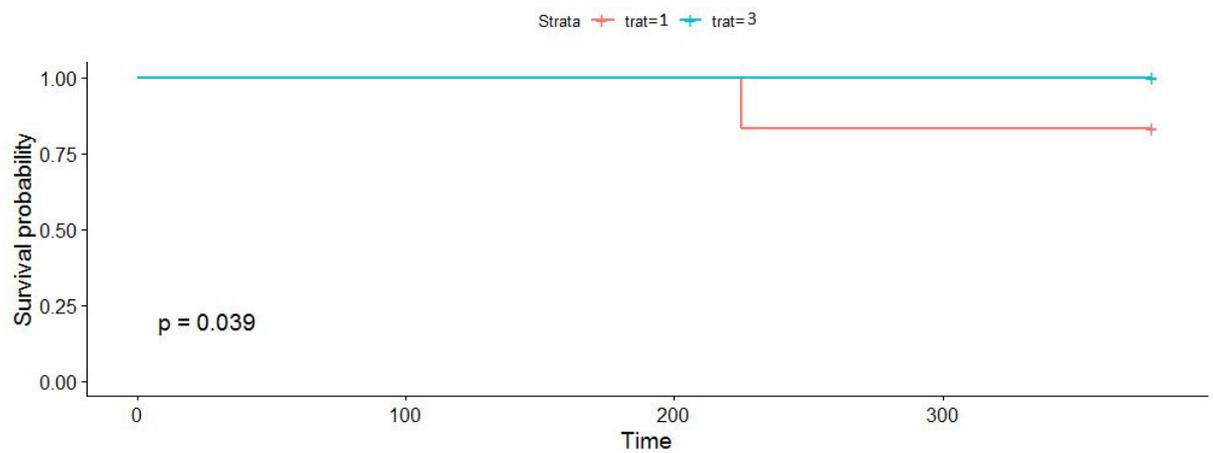
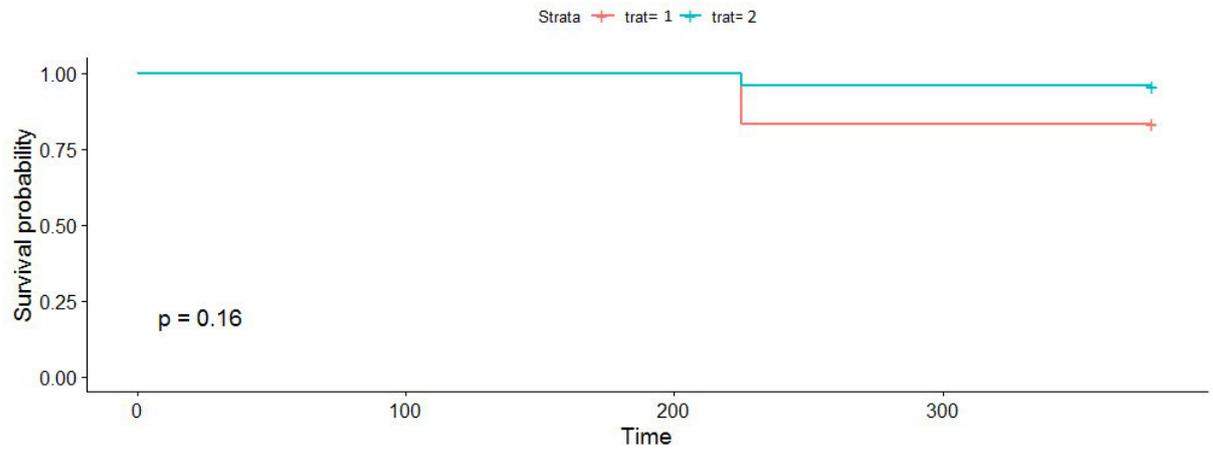
Na análise de sobrevivência das mudas verificou-se que somente um dos tratamentos apresentou diferença significativa em comparação ao tratamento testemunha, conforme se observa na Tabela 2. Na Figura 2 constam as curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para cada tratamento, em comparação com a testemunha, e valor p da comparação entre as curvas pelo teste de Log-Rank.

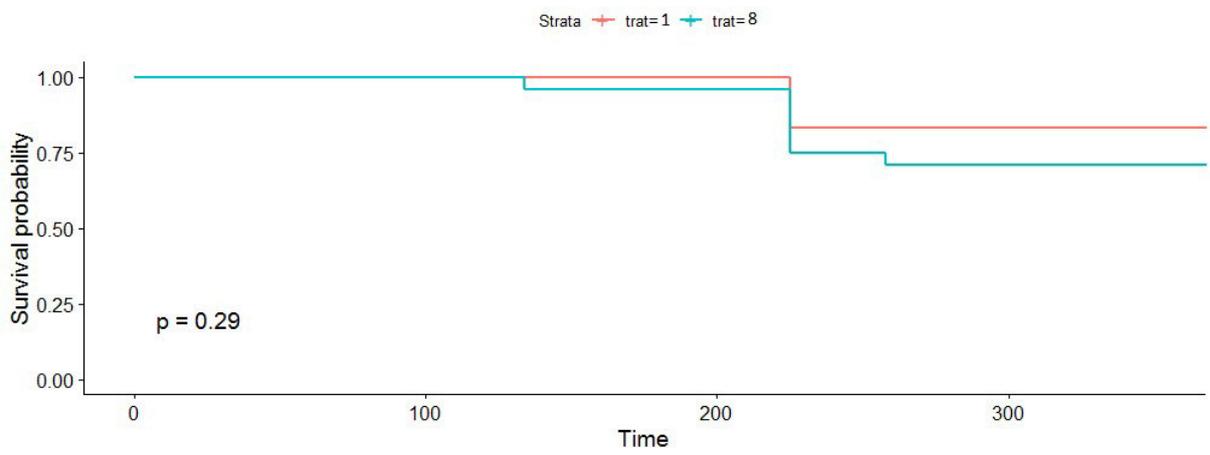
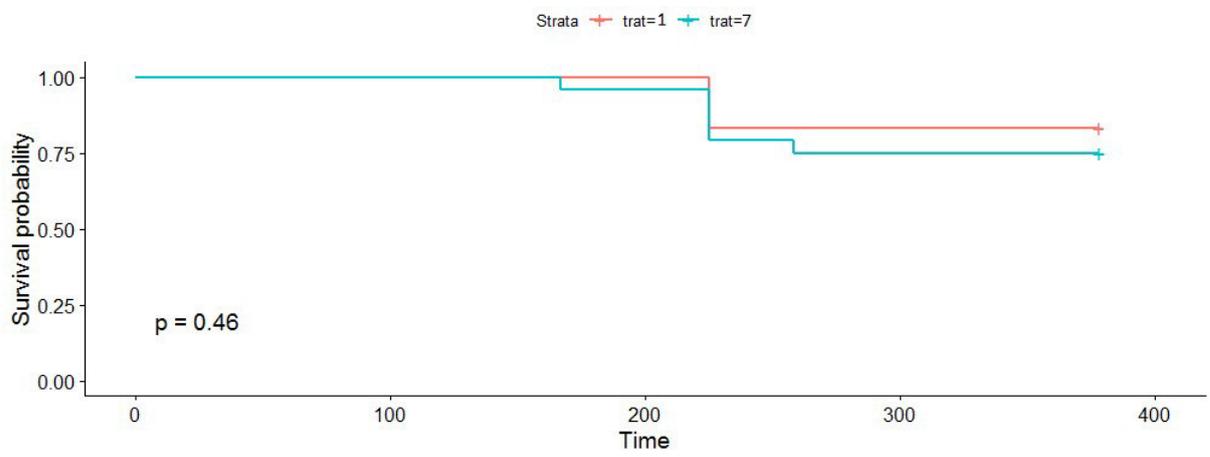
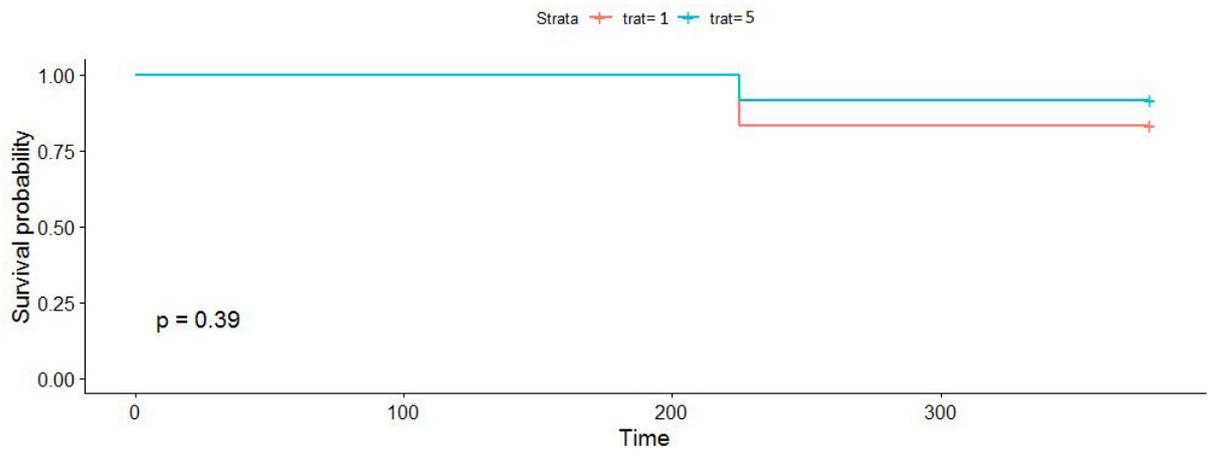
Tabela 2 – Sobrevivência de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após o plantio em campo submetidos à diferentes tratamentos com hidrogel. Pacajus, 2018. Distribuição dos tratamentos com seus respectivos números de plantas mortas, percentuais de sobrevivência, significâncias e valor p .

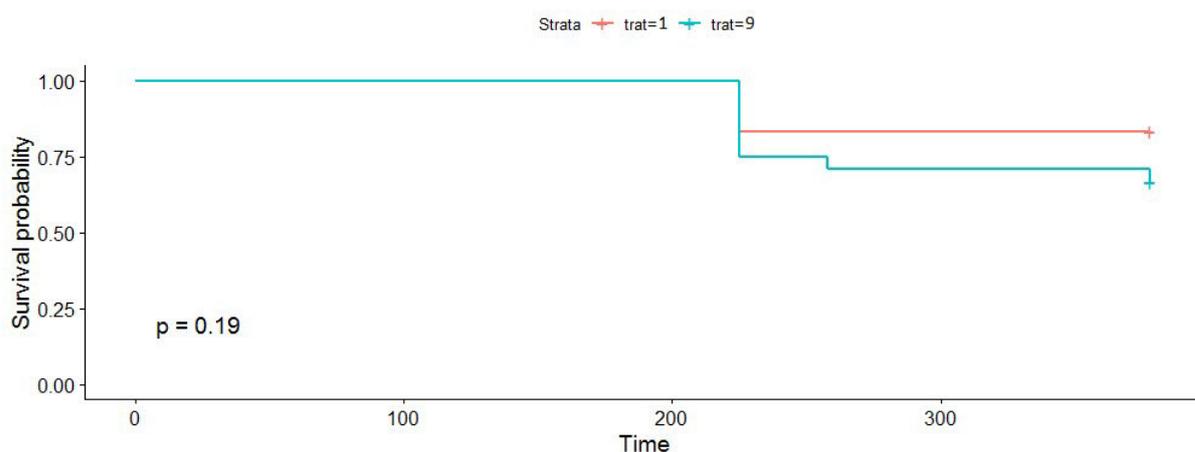
Tratamentos	Dose (L)	Aplicação	Número de mortes	Sobrevivência	Significância	Valor p^*
1	0	-	4	83,3%	Controle	**
2	0,5	Fundo (0,5m)	1	95,8%	NS	0,16
3	1,0	Fundo (0,5m)	0	100%	S	0,04
4	1,5	Fundo (0,5m)	3	87,5%	NS	0,69
5	2,0	Fundo (0,5m)	2	91,7%	NS	0,39
6	0,5	Boca de lobo (0,2m)	4	83,3%	NS	**
7	1,0	Boca de lobo (0,2m)	6	75%	NS	0,46
8	1,5	Boca de lobo (0,2m)	7	70,8%	NS	0,29
9	2,0	Boca de lobo (0,2m)	8	66,7%	NS	0,19

NS: Não Significativo.S:Significativo.*Valores p obtidos através do teste de Log-Rank. Fonte: elaborada pelo autor.

Figura 6 - Curvas de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' após o plantio no campo em Pacajus-CE; obtidas pelo método de Kaplan-Meier, em comparação com a testemunha (Tratamento 1), e valor p da comparação entre as curvas pelo teste de Log-Rank.





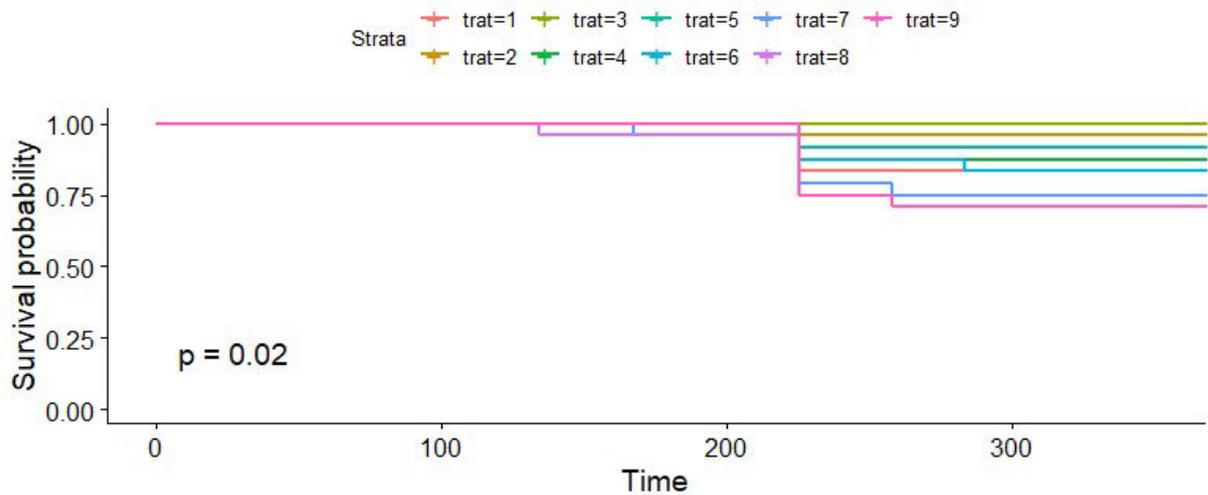


Fonte: Autor.

Quando analisadas as curvas separadamente, verificou-se que o único tratamento em que não houve ocorrência de nenhuma morte de planta dentro do período de monitoramento do experimento, foi o tratamento 3, que corresponde à aplicação de 1L de hidrogel hidratado no fundo da cova de 0,5m.

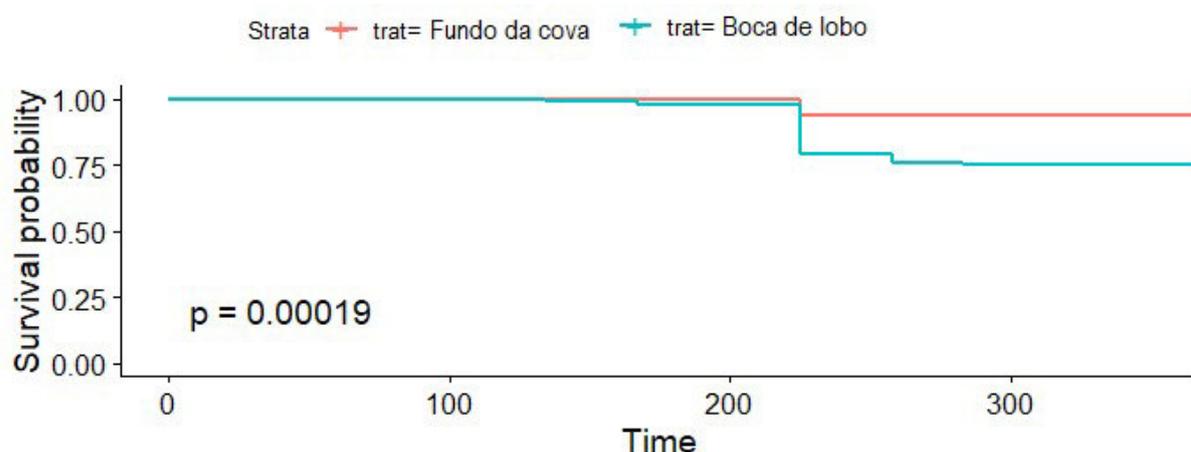
Os resultados obtidos na análise de sobrevivência corroboram com estudos de sobrevivência aplicados à mudas de plantas como do próprio cajueiro por Costa *et al.*(2019), que constatou maior sobrevivência de mudas de cajueiro cultivadas em substrato com hidrogel e adubadas com farinha de ossos. Também no estabelecimento de pinhão-manso, o hidrogel promoveu maior sobrevivência de mudas e melhor estabelecimento no campo (DRANSKI *et al.*, 2013). Foi verificado também que a dosagem de 5glitro⁻¹de hidrogel, aplicado em volume de 1L no fundo da cova, foi a combinação mais promissora no incremento da sobrevivência das mudas. Bartieres *et al.* (2016) também concluem que o uso do hidrogel promove incremento da sobrevivência em detrimento de plantas que não contaram com adição deste condicionador.

Figura 7 - Comparação das curvas de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após o plantio em campo, por meio do método de Kaplan-Meier para todos os tratamentos, em comparação com a testemunha, e valor p da comparação entre as curvas pelo teste de Log-Rank.



Na Figura 7 se observa que a maioria das mortes ocorreu aos 225 DAT, diferindo nos tratamentos 7 e 8, que apresentaram mortes mais precoces, aos 167 e 134 DAT, respectivamente. Observando os dados de pluviometria, nota-se que as mortes de plantas iniciaram-se neste período coincidindo com um período seco (veranico) iniciado aos 117 DAT e que durou até os 304 DAT, tendo duração total de 117 dias, que englobam as datas de todas as mortes que ocorreram. Sendo assim, observa-se que para os tratamentos com aplicação do hidrogel ao fundo da cova começaram a apresentar mortalidade aos 225 DAT, tendo valor médio de probabilidade de sobreviver ao tempo t de 378 dias de 93,8%. Já os tratamentos que contaram com a aplicação concentrada logo abaixo das mudas, as mortes iniciaram em média após 187,7 DAT, tendo probabilidade média de sobreviver ao tempo t de 378 DAT de 74%. Os resultados demonstram que os tratamentos com aplicação no fundo da cova (0,5m de profundidade) apresentaram atraso nas mortes em 37,3 dias, com 19,8% mais chances de as mudas sobreviverem no primeiro ano. A figura 8 apresenta a comparação de curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier pelo teste de Log-Rank, onde comprova-se que os tratamentos onde o hidrogel foi aplicado no fundo da cova de plantio mostrou-se estatisticamente superior aos tratamentos que contaram com a aplicação do polímero em coveta aberta com a boca-de-lobo, apresentando valor- p significativo, igual a 0,00019 ($<0,05$).

Figura 8 - Comparação das curvas de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após o plantio em campo, por meio do método de Kaplan-Meier para todos os locais de aplicação (fundo da cova e coveta feita com boca-de-lobo) e valor p da comparação entre as curvas pelo teste de Log-Rank.



4.2. Desenvolvimento das plantas durante o primeiro ano pós-plantio

Quanto ao desenvolvimento das plantas, não se observou efeito significativo dos tratamentos (dose de hidrogel e profundidade de aplicação), para as características de altura das plantas e diâmetro do caule, com as médias comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de significância.

Tabela 3 - Efeitos da aplicação de diferentes doses de hidrogel em diferentes profundidades sobre o desenvolvimento de mudas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ após

Fator A (Dose)	AP
Fator A2 (0,5L)	84,0 a
Fator A4 (1,5L)	81,4 a
Fator A1 (0L)	78,2 a
Fator A5 (2L)	78,1 a
Fator A3 (1L)	76,5 a
DMS (5%)	17,56
Fator B (Forma de aplicação)	AP
Fator B2 (Boca de lobo)	80,7 a
Fator B1 (Fundo da cova)	78,6 a
DMS (%)	7,8

CV = 15,12%

Tabela 4 - Médias para os dois fatores referentes à variável “diâmetro do caule (DC)”

Fator A (Dose)	DC
Fator A4 (1,5L)	26,4 a
Fator A2 (0,5L)	25,4 a
Fator A1 (0L)	23,8 a
Fator A3 (1L)	23,2 a
Fator A5 (2L)	23,0 a
DMS (5%)	7,6

Fator B (Forma de aplicação)	DC
Fator B2 (Boca de lobo)	24,8 a
Fator B1 (Fundo)	23,9 a
DMS (%)	3,4

CV = 21,25%

Tabela 5 - Médias para os dois fatores referentes à variável “envergadura da copa (EC)”

Fator A (Dose)	EC
Fator A4 (1,5L)	78,7 a
Fator A2 (0,5L)	77,6 a
Fator A1 (0L)	69,1 a
Fator A5 (2L)	68,2 a
Fator A3 (1L)	66,3 a
DMS (5%)	32,9

Fator B (Forma de aplicação)	DC
Fator B2 (Boca de lobo)	73,3 a
Fator B1 (Fundo)	70,6 a
DMS (%)	14,6

CV = 31,33%

Resultados semelhantes foram obtidos por Marques *et al.*, (2013), avaliando os efeitos do hidrogel como substituto da irrigação para mudas de café em condições de telado, observaram que o desenvolvimento da muda igualou-se estatisticamente ao tratamento

irrigado, na dose de 2g de hidrogel em pó por saco de polietileno, mostrando que, nas condições do experimento, o hidrogel logrou êxito em substituir a irrigação, na fase inicial da cultura. Os autores observaram também que a maior dose avaliada, de 3g do hidrogel em pó por saco de polietileno, foi o tratamento que apresentou maior relação de matéria seca, porém apresentou menor desenvolvimento da planta. Este fato foi associado à formação de grumos de gel dentro do saco de polietileno, o que pode vir a corroborar com o fato dos tratamentos com maiores doses de hidrogel deste experimento terem apresentado menor sobrevivência das plantas em relação à dose ótima aplicada. Navroski (2015) observou que a dose de $4,5\text{gL}^{-1}$ de hidrogel eleva o crescimento e a qualidade de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden, incorporado ao substrato para o crescimento das mudas.

Adentrando ao escopo da cajucultura, Silva (2017) obteve resultados semelhantes aos obtidos neste trabalho, para as condições de cajueiro com irrigação suplementar no município de Paraipaba, no Ceará. Segundo o autor, o hidrogel não apresentou efeito significativo sobre as variáveis de número de folhas e altura das mudas, tendo encontrado que a dose de 0,31g de hidrogel por cova como sendo a dose mínima que apresenta resultados positivos quanto ao menor consumo de água.

Foi possível obter também as curvas de desenvolvimento da cultura para dois dos parâmetros avaliados neste trabalho, relativas ao tratamento de maior sobrevivência, sendo o modelo linear o que melhor ajustou-se às características.

Figura 9 - Curva de desenvolvimento das plantas para as características de altura de plantas.

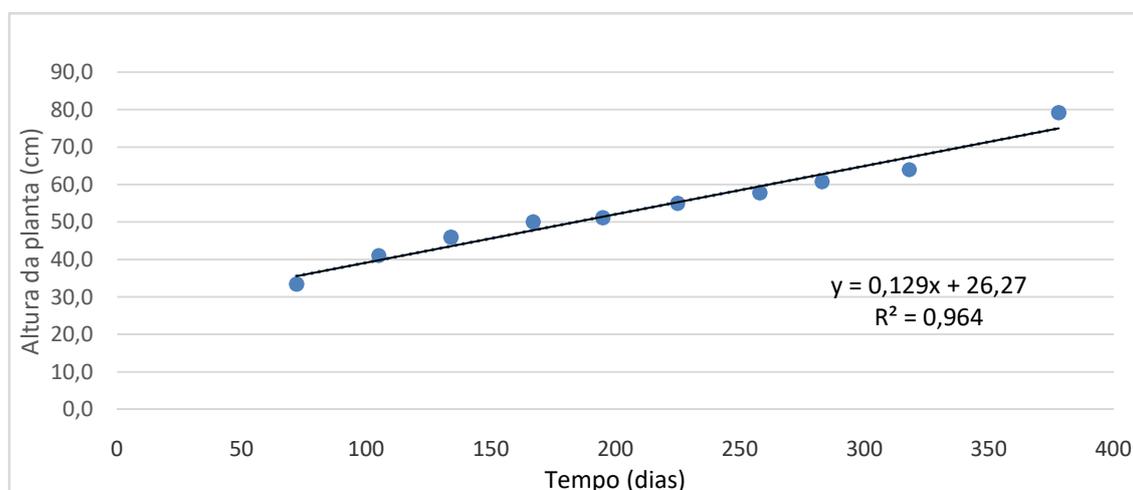
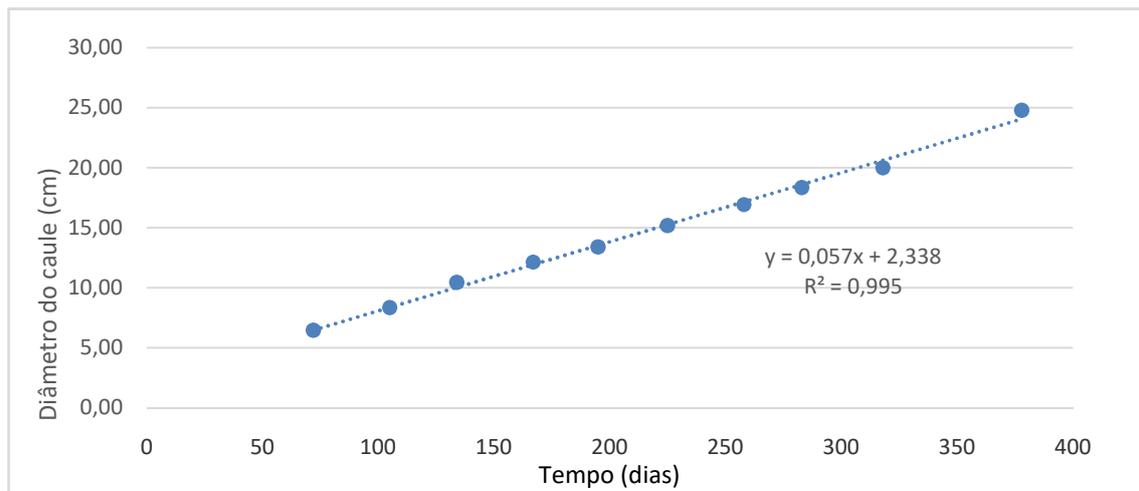


Figura 10 - Curva de desenvolvimento das plantas para a característica de diâmetro do caule.



5. CONCLUSÃO

A aplicação de hidrogel contribuiu de forma positiva no incremento da taxa de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão, clone “BRS 226”, sob condições de sequeiro.

A aplicação de 1,0L de gel hidratado no fundo da cova de plantio de 0,50 m de profundidade se mostrou a melhor alternativa, não apresentando nenhum evento de morte no primeiro ano de pomar.

6. REFERÊNCIAS

AHMED, Enas M.. Hydrogel: preparation, characterization, and applications. : Preparation, characterization, and applications. **Journal Of Advanced Research**, [s.l.], v. 6, n. 2, p. 105-121, mar. 2015. Elsevier BV. DOI:<http://dx.doi.org/10.1016/j.jare.2013.07.006>.

AKHTER, J. et al. Effects of hydrogel amendment on water storage of sandy loam and loam soils and seedling growth of barley, wheat and chickpea. **Plant, Soil And Environment**, [s.l.], v. 50, n. 10, p. 463-469, 10 dez. 2011. Czech Academy of Agricultural Sciences. <http://dx.doi.org/10.17221/4059-pse>.

AOUADA, Fauze Ahmad; MATTOSO, Luiz Henrique Capparelli. **Hidrogéis Biodegradáveis**: uma opção na aplicação como veículos carreadores de sistemas de liberação controlada de pesticidas. São Carlos: Embrapa, 2009

BARROS, Angélica Fátima de; PIMENTEL, Leonardo Duarte; ARAUJO, Eduardo Fontes; MACEDO, Leandro Roberto de; MARTINEZ, Herminia Emilia Prieto; BATISTA, Vanessa Aparecida Pereira; PAIXÃO, Mateus Queiroz da. Super absorbent polymer application in seeds and planting furrow: it will be a new opportunity for rainfed agriculture. : it will be a new opportunity for rainfed agriculture. **Semina: Ciências Agrárias**, [s.l.], v. 38, n. 4, p. 1703-1714, 4 ago. 2017. Universidade Estadual de Londrina.

BARROS, Levi de Moura et al. **DESEMPENHO DE CLONES DE CAJUEIRO ANÃO EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO**. Fortaleza: Embrapa, 2000.

BARROS, Levi de Moura; PIMENTEL, Carlos Roberto Machado; CORREA, Maria Pinheiro Fernandes; MESQUITA, Antonio Lindemberg Martins. **Recomendações Técnicas para a Cultura do Cajueiro-anão- precoce**. Fortaleza: Embrapa, 1993.

BARTIERES, Edinéia Messias Martins; CARNEVALI, Natália Hilgert de Souza; LIMA, Elizeu de Souza; CARNEVALI, Thiago Oliveira; MALLMANN, Viviane. Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, [s.l.], v. 36, n. 86, p. 145, 30 jun. 2016. Embrapa Florestas. <http://dx.doi.org/10.4336/2016.pfb.36.86.990>.

BEZERRA, Marlos A. et al . Physiology of cashew plants grown under adverse conditions. **Braz. J. Plant Physiol.**, Londrina , v. 19, n. 4, p. 449-461, Dec. 2007 . Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1677-04202007000400012&lng=en&nrm=iso>. access on 18 Aug. 2020. <http://dx.doi.org/10.1590/S1677-04202007000400012>.

BORGES, Alexandra Isabel Monteiro. **Análise de sobrevivência com o R**. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Matemática, Universidade da Madeira, Funchal, 2014.

CÂNDOLO, Cecília. **Análise de Sobrevivência em Problemas de Riscos Competitivos**. 1988. 97 f. Tese (Doutorado) - Curso de Estatística, Instituto de Matemática, Estatística e Ciência da Computação, Unicamp, Campinas, 1988.

COSTA, José Eldo. et al. **O uso de hidrogel promove maior sobrevivência do cajueiro anão precoce adubado com farinha de ossos?** In: XV SEMANA DE AGRONOMIA: EMPREENDEDORISMO E PERSPECTIVAS NAS CIÊNCIAS AGRÁRIAS, 2019, Areia, PB, 2019.

CRISÓSTOMO, L. A. et al. **Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003.

CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo. et al. Cajueiro anão-precoce. In: CRISÓSTOMO, Lindbergue Araújo et al (org.). **Adubando para Alta Produtividade e Qualidade: fruteiras tropicais do Brasil.** Fruteiras Tropicais do Brasil. Fortaleza: Embrapa, 2009. Cap. 3. p. 50-66.

DRANSKI, João A. L. et al. **Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação e formulações de hidrogel.** *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, v. 5, n. 17, p.537-542, 22 fev. 2013.

GIOLO, Suely Ruiz. **MODELOS DE ANÁLISE DE SOBREVIVÊNCIA PARA EXPERIMENTOS DOSE- RESPOSTA.** 1994. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Estatística, Matemática, Estatística e Ciências da Computação, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1994.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Produção Agrícola Municipal**, 2019.

KLEINBAUM, David G.; KLEIN, Mitchel. **Survival analysis: a self-learning text.** 3. ed. Atlanta: Springer, 2012.

LIMA, Antonio Agostinho Cavalcanti; OLIVEIRA, Francisco Nelsieudes Sombra; AQUINO, AntonioRenes Lins de. **Classificação e Aptidão dos Solos do Campo Experimental de Pacajus, Ceará, para a Agricultura.** Fortaleza: Embrapa, 2002.

LIMA, R. M. F.; SOUZA, V. V. Polímeros Biodegradáveis: aplicação na agricultura e sua utilização como alternativa para a proteção ambiental. **Revista Agrogeoambiental.** v. 3, n. 1, p. 75-82, 2011.

MACÊDO, Marcelo Lima. **Viabilidade econômica do cultivo irrigado do cajueiro anão precoce na agricultura familiar.** 2013. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Agronomia, Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2013. Disponível em: http://repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/18630/1/2013_dis_mlmacedo.pdf. Acesso em: 25 mar. 2020.

MAGALHAES, Gledson Bezerra; ZANELLA, Maria Elisa. **COMPORTAMENTO CLIMÁTICO DA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA (dynamics of climate of Metropolitan Region of Fortaleza).** *Mercator*, Fortaleza, v. 10, n. 23, p. 129 a 145, dec. 2011. ISSN 1984-2201.

MARQUES, Patricia Angélica Alves; CRIPA, Marcos Antônio de Melo; MARTINEZ, Eduardo Henrique. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de caféiro. **Cienc. Rural**, Santa Maria , v. 43, n. 1, p. 1-7, Jan. 2013 . DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000129>.

MAZZONETTO, Fábio; CORBANI, Renato Zapparoli; DALRI, Alexandre Barcellos. Efeito de Extratos Aquosos de Azadirachta indica na Sobrevivência de Diatraeasaccharalis e do Parasitóide Cotesiaflavipes. **Revista Agrogeoambiental**, [S.l.], v. 5, n. 2, set. 2013. ISSN

2316-1817.

MELO, Dheyne Silva *et al.* Cultivares recomendadas de cajueiro. In: SERRANO, Luiz Augusto Lopes (org.). **Sistemas de produção**. 2. ed. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2016. p. 33-43. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1052862/sistema-de-producao-do-caju>. Acesso em: 18 ago. 2020.

MONTEIRO NETO, João Luiz Lopes; ARAÚJO, Wellington Farias; CHAGAS, Edvan Alves; SIQUEIRA, Raphael Henrique da Silva; OLIVEIRA, Gabriela Almeida; RODRIGUEZ, Carlos Abanto. Hydrogels in Brazilian Agriculture. **Revista Agro@ambiente On-line**, [s.l.], v. 11, n. 4, p. 347, 3 out. 2017. Universidade Federal de Roraima. <http://dx.doi.org/10.18227/1982-8470ragro.v11i4.4130>.

MONTESANO, Francesco F.; PARENTE, Angelo; SANTAMARIA, Pietro; SANNINO, Alessandro; SERIO, Francesco. Biodegradable Superabsorbent Hydrogel Increases Water Retention Properties of Growing Media and Plant Growth. **Agriculture And Agricultural Science Procedia**, [s.l.], v. 4, p. 451-458, 2015. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.aaspro.2015.03.052>.

NAVROSKI, Márcio *et al.* INFLUENCIA DO HIDROGEL NO CRESCIMENTO E NO TEOR DE NUTRIENTES DAS MUDAS DE *Eucalyptus dunnii*. **FLORESTA**, [S.1], v.45, n.2, p.315-328, out. 2014. ISSN 1982-4688.

OLIVEIRA, Vitor Hugo de (ed.). **Cultivo de cajueiro anão precoce**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002.

OLIVEIRA, Rubens A. de. *et al.* Influência de um polímero hidroabsorvente sobre a retenção de água no solo. *Rev. bras. eng. agríc. ambient.*, Campina Grande, v.8, n.1, p. 160-163, Abr. 2004.

PINHO, Beatriz Moreira. **USO DE DIFERENTES SUBSTRATOS PARA A PRODUÇÃO DE MUDAS DE CAJUEIRO (*Anacardium occidentale* L.)**. 2018. 45 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Fitotecnia, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2018.

SANTOS, Talita M.; SOUZA FILHO, Men de Sá M.; SILVA, Ebenézer de O.; SILVEIRA, Márcia R.s. da; MIRANDA, Maria Raquel A. de; LOPES, Mônica M.a.; AZEREDO, Henriette M.c.. Enhancing storage stability of guava with tannic acid-crosslinked zein coatings. **Food Chemistry**, [s.l.], v. 257, p. 252-258, ago. 2018. Elsevier BV. <http://dx.doi.org/10.1016/j.foodchem.2018.03.021>.

SERRANO, Luiz Augusto Lopes; PESSOA, Pedro Felizardo Adeoadato de Paula. Aspectos econômicos da cultura do cajueiro. In: SERRANO, Luiz Augusto Lopes (org.). **Sistema de produção do caju**. 2. ed. Fortaleza: Embrapa, 2016. p. 2-10. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1052862/sistema-de-producao-do-caju>. Acesso em: 18 ago. 2020.

SILVA, Vicente P. R. da *et al.* . Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Rev. bras. eng. agríc. ambient.**, Campina Grande , v. 15, n. 2, p. 131-138, Fev. 2011 .

SILVA, Janderson Pedro da. **Uso do biocarvão e hidrogel na retenção hídrica e crescimento inicial do cajueiro precoce**. 2017. 51 f. TCC (Graduação) - Curso de Agronomia, Departamento de Engenharia Agrícola - Dena, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2017. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/31094>. Acesso em: 04 abr. 2020.

SOUSA, Aline Ellen Duarte de; LOPES, Mônica Maria de Almeida; MOREIRA, Antônio Deives Renan; MACEDO, José Jadilson Nunes; MOURA, Carlos FarleyHerbster; ARAGÃO, Fernando Antonio Souza de; ZOCOLO, Guilherme Julião; MIRANDA, Maria Raquel Alcântara de; SILVA, Ebenézer de Oliveira. Induction of postharvest resistance in melon using pulsed light as abiotic stressor. **ScientiaHorticulturae**, [s.l.], v. 246, p. 921-927, fev. 2019. Elsevier BV.

TINÔCO, Izabelly Cristina Mendes *et al.* Caracterização dos Padrões de Precipitação no Semiárido Brasileiro. In: ANUÁRIO do Instituto de Geociências - UFRJ. Rio de Janeiro: Ufrj, 2018. p. 397-409.