

Fortaleza, CE / Abril, 2024

OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL



## Sobrevivência e desenvolvimento vegetativo de plantas de cajueiro-anão, clone 'BRS 226', em cultivo de sequeiro com uso de hidrogel

Rubens Sonsol Gondim<sup>(1)</sup>, Francisco das Chagas Vidal Neto<sup>(2)</sup>, Luiz Augusto Lopes Serrano<sup>(3)</sup>, Carlos Alberto Kenji Taniguchi<sup>(4)</sup>, Dheyne da Silva Melo<sup>(5)</sup>, André Luiz Teixeira de Melo<sup>(6)</sup> e Raimundo Nonato Távora Costa<sup>(7)</sup>

<sup>(1)</sup> Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. <sup>(2)</sup> Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. <sup>(3)</sup> Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. <sup>(4)</sup> Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. <sup>(5)</sup> Pesquisador, Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE. <sup>(6)</sup> Assistente de projetos, GTA Levantamentos, Fortaleza, CE. <sup>(7)</sup> Professor, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE.

**Resumo** – O cajueiro é uma planta de grande importância socioeconômica para a região Nordeste do Brasil, maior produtora nacional de castanha-de-caju. Contudo, esta é uma região que apresenta irregularidade pluviométrica, causando altos níveis de mortalidade das plantas, principalmente no primeiro ano após o plantio no campo. Nesse 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 entre as plantas. O objetivo desta pesquisa foi verificar o efeito do uso de polímero de hidrogel na sobrevivência e no desenvolvimento de plantas de cajueiro-anão, no primeiro ano do pomar, em cultivo de sequeiro. O experimento foi realizado no Campo Experimental de Pacajus, Ceará, da Embrapa Agroindústria Tropical. Um pomar foi implantado em março de 2017, utilizando-se mudas do clone de cajueiro-anão 'BRS 226' providas de tubetes cônicos estriados de 300 mL (0,19 m de comprimento), plantadas em espaçamento 8 x 6 m. Os tratamentos foram distribuídos em delineamento em blocos casualizados (DBC), em esquema fatorial (4x2) mais testemunha com doses de uma solução com hidrogel 0,0; 0,5 L; 1,0 L; 1,5 L; 2,0 L, aplicadas em duas diferentes profundidades: no fundo da cova aberta (0,50 m de profundidade) ou aplicados no fundo da coveta feita no centro da cova (0,20 m de profundidade, logo abaixo da muda). A partir do plantio, foram registradas as mortes das plantas por tratamento, tomando-se como base o número de dias até a ocorrência. A análise de sobrevivência foi obtida pelo estimador de Kaplan Meier e, posteriormente, submetida ao teste de *Log-Rank* para verificação de diferença estatística. As características biométricas das plantas foram avaliadas até os 14 meses após o plantio no campo. Os resultados mostraram que a dose da solução de 1,0 L de hidrogel no fundo da cova (0,50 m) garantiu maior sobrevivência, não apresentando mortes de plantas no primeiro ano após o plantio. A aplicação de hidrogel teve bom desempenho em aumentar a sobrevivência das plantas de cajueiro-anão, não causando efeitos negativos em seu desenvolvimento.

**Termos para indexação:** *Anacardium occidentale* L., polímero hidrorretentor, cova de plantio, altura de plantas.

### Embrapa Agroindústria Tropical

Rua Pernambuco, 2270, Pici  
CEP 60.511-110 Fortaleza, CE  
Fone: (85) 3391-7100  
[www.embrapa.br/agroindustria-tropical](http://www.embrapa.br/agroindustria-tropical)  
[www.embrapa.br/fale-conosco/sac](http://www.embrapa.br/fale-conosco/sac)

#### Comitê Local de Publicações

Presidente  
José Roberto Vieira Junior  
Secretária-executiva  
Celli Rodrigues Muniz  
Membros  
Afrânio Arley Teles Montenegro,  
Aline Saraiva Teixeira, Francisco  
Nelsieudes Sombra Oliveira,  
Helenira Ellery Marinho  
Vasconcelos, Kirley Marques  
Canuto, Laura Maria Bruno,  
Marlon Wagner Valentim Martins,  
Roselayne Ferro Furtado, Sandra  
Maria Morais Rodrigues

Revisão de texto  
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica  
Rita de Cassia Costa Cid  
(CRB-3/624)

Projeto gráfico  
Leandro Sousa Fazio

Diagramação  
José Cesamildo Cruz Magalhães  
Publicação digital: PDF

Todos os direitos reservados à Embrapa.

## Survival and vegetative development of rainfed dwarf cashew plants 'BRS 226' clone using hydrophilic polymer

**Abstract** – The cashew tree is a plant of great economic importance for the Northeast region of Brazil, the largest cashew nuts national producer. However, this is a region that suffers from rainfall irregularities, causing high levels of plant mortality, especially in the first year after field planting. In this context, the use of soil conditioners is an alternative to reduce losses on orchards implantation and the need for replanting, as well as to achieve plant standard uniformity. The objective of this research was to evaluate the effect of hydrophilic polymer on survival and development of rainfed dwarf cashew plants (clone 'BRS 226') in the first year of the orchard. The experiment was carried out at the Pacajus Experimental Field, belonged to Embrapa Agroindústria Tropical, implanted in March 2017, using cashew plants propagated in striated conical tubes (0.19 m length) and transplanted to field in a 8 m x 6 m spacing. The treatments were distributed in a randomized block design in a factorial scheme (4x2) plus testimony, with doses of the polymer: 0.0 L; 0.5 L; 1.0 L; 1.5 L; 2.0 L, with two applications strategies: in the pit bottom at 0.5 m or at 0.2 m depth of a small pit opened in the pit center. After planting, plant deaths by treatment were monitored, considering the number of days until their occurrence. A survival analysis using curves elaboration by the Kaplan Meier estimator, and subsequently submitted to the Log-Rank test, for the verification of statistical difference. Biometric plant characteristics data were collected until fourteen months after field planting. The results demonstrated greater plant survival, with no verified deaths, in the first year after planting by the treatment that received applications of 1,0 L of the hydrophilic polymer in the bottom of the pit (0,5 m). The results allowed to conclude that the use of hydrogel had a good performance on increasing the survival of rainfed dwarf cashew tree plants, with no negative effects on its development.

**Index terms:** *Anacardium occidentale* L., hydrophilic polymer, planting pit, plant height.

## Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma espécie brasileira originária do litoral Norte/Nordeste. Por ser adaptado ao clima quente e ao estresse hídrico, seu cultivo comercial expandiu-se facilmente do litoral para várias regiões do sertão semiárido

nordestino, com destaque para os sertões do Ceará, do Piauí, do Rio Grande do Norte, de Pernambuco e da Bahia. Quanto mais distante do litoral, observa-se uma redução na pluviosidade anual; assim, o período chuvoso, ideal para o cultivo do cajueiro, é encurtado em várias regiões. Aliado a isso, para facilitar a logística de transporte, as mudas de cajueiro são basicamente produzidas em embalagens com baixa capacidade volumétrica, destacando-se os tubetes de 300 mL e as sacolas plásticas de aproximadamente 1.000 mL (Serrano et al., 2019).

Plantios tardios, mesmo estando dentro do período indicado no Zoneamento Agrícola de Risco Climático para a cultura do caju (Brasil, 2020), vêm apresentando perdas de mudas superiores aos 25%, considerado como limite, causando consequente prejuízo aos cajucultores. Sendo assim, algumas medidas são adotadas pelos produtores para minimizar as mortes de plantas no primeiro ano do pomar, como por exemplo, irrigação de salvamento nos meses que sucedem o período chuvoso, caracterizados principalmente por “molhação” manual ou tratorizada das plantas durante seis a oito meses de período seco após o plantio em campo (Serrano; Oliveira, 2013).

O uso de condicionadores de solo vem sendo estudado como alternativa para o incremento da sobrevivência e desenvolvimento de mudas de diferentes espécies, com destaques para as culturas do cafeeiro, pinhão-manso mamoeiro e eucalipto (Marques et al., 2013; Dranski et al., 2013; Nomura et al., 2019; Felipe et al., 2020).

O condicionador mais utilizado é o denominado hidrogel, um polímero hidro absorvente ou gel hidro retentor, considerado condicionante do solo que retém água em sua estrutura, sendo elaborado a partir de material sintético ou natural. Ahmed (2015) diz que a definição mais comum do hidrogel é uma rede de polímeros reticulados retentores de água.

Barros et al. (2017), analisando os efeitos do hidrogel no revestimento de sementes e o uso em sulcos na cultura do sorgo em regime de sequeiro, verificaram efeitos benéficos no desenvolvimento vegetativo das plantas.

Dranski et al. (2013) concluíram que a aplicação de 7,0 g/cova de hidrogel na forma hidratada em 0,5 L de volume é a mais indicada para o plantio de mudas de pinhão-manso, devido à maior sobrevivência das plantas pós-plantio e ausência de efeitos negativos sobre o desenvolvimento das plantas.

Várias formas de aplicação de hidrogel também foram avaliadas. Dranski et al. (2013) testaram a imersão do sistema radicular em hidrogel previamente hidratado e aplicação de 0,5 L diretamente

na cova. Neves et al. (2021) avaliaram quanto à forma de aplicação, se seco ou pré-hidratado. Gondim et al. (2020) utilizaram diferentes doses de hidrogel não hidratado e Sousa et al. (2022) usaram diferentes concentrações do polímero hidratado.

O presente trabalho objetivou verificar a melhor forma de aplicação do polímero hidro retentor (hidrogel) no plantio do cajueiro-anão, clone 'BRS 226', sobre a sobrevivência e o desenvolvimento das plantas no primeiro ano após o plantio no campo.

## Material e métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental de Pacajus (4°11'16,59" S; 38°29'59,13" O), pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no município de Pacajus, CE, entre março de 2017 e maio de 2018. A região ocupa uma zona de transição entre o litoral e o semiárido, com altitude média de 79 m e temperatura anual média em torno de 26 °C (Pinho, 2018). Os resultados da análise granulométrica do solo da área experimental encontram-se na Tabela 1, tendo classificação morfogenética como Neossolo (Lima et al., 2002).

**Tabela 1.** Análise granulométrica do solo na área experimental em Pacajus, CE.

Camada (m)	Areia (g kg <sup>-1</sup> )	Silte (g kg <sup>-1</sup> )	Argila (g kg <sup>-1</sup> )
0,0 – 0,3	932	38	30
0,3 – 0,6	920	39	41

Um pomar foi instalado em delineamento em blocos casualizados completos (DBC), em esquema fatorial 4x2 mais a testemunha, sendo quatro doses de hidrogel aplicados em duas profundidades da cova de plantio: 0,2 m, correspondente a logo abaixo da muda plantada; e 0,5 m no fundo da cova. Constou de seis plantas por parcela, organizadas em quatro blocos, totalizando 216 plantas avaliadas. A descrição dos tratamentos consta na Tabela 2.

As mudas utilizadas no experimento foram de cajueiro-anão, clone 'BRS 226', produzidas em tubetes com capacidade de 300 mL e 0,19 cm de altura. A área total do experimento foi de 1,15 hectare, seguindo o espaçamento de 8,0 x 6,0 m. O plantio das mudas no campo ocorreu no dia 14 de março de 2017, após a abertura das covas, realizada pelo implemento "broca perfuradora" acoplado ao trator (Figura 1). As covas possuíam, respectivamente,

diâmetro e profundidade de 0,5 m (Figura 1). Ao solo das covas foram misturados 70 g de calcário dolomítico mais fertilizantes fontes de fósforo (300 g de superfostato simples), micronutrientes (50 g de FTE BR12) e potássio (50 g de cloreto de potássio), conforme Crisóstomo (2013).

**Tabela 2.** Descrição dos tratamentos em quantidade e forma de aplicação do hidrogel. Pacajus, CE.

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



Fotos: Rubens Somsol Gondim

**Figura 1.** Abertura das covas realizada pela broca perfuradora acoplada ao trator (A); e cova de plantio aberta com 0,5 m de diâmetro e de profundidade (B).



Foi utilizada uma formulação comercial de hidrogel (Hydroplan-EB® HyB), um copolímero de acrilamida e acrilato de potássio de granulometria média. O produto foi diluído no momento da aplicação seguindo especificação do fabricante, que é de 2,5 g L<sup>-1</sup> de água, e distribuído hidratado nas covas, variando o volume aplicado e a profundidade de aplicação, de acordo com cada tratamento. Para os tratamentos

com aplicação no fundo da cova (0,5 m), esta foi fechada após o volume de hidrogel ser adicionado (Figura 2A). Nos demais tratamentos, as covas foram completamente fechadas; posteriormente, no centro foram abertas as covetas de 0,2 m (Figura 2B). No fundo das covetas, foram aplicadas as soluções de hidrogel, seguidas do plantio das mudas e do fechamento (Figuras 2C e 2D).



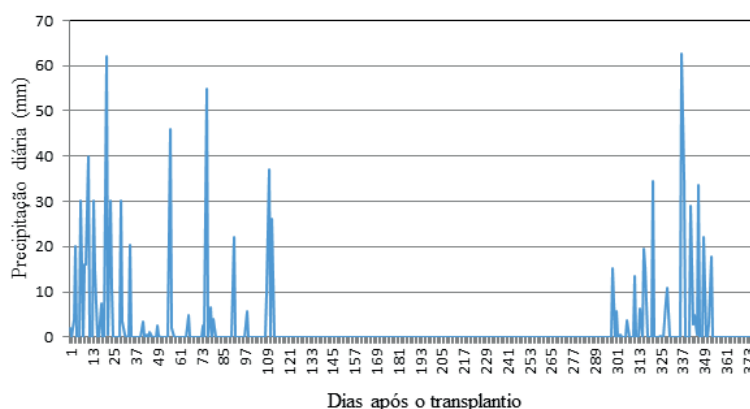
Fotos: Luiz Augusto Lopes Serrano

**Figura 2.** Cova fechada com o solo adubado (A); abertura da coveta de 0,20 m de profundidade no centro da cova (B); aplicação do tratamento com hidrogel no fundo da coveta de 0,2 m de profundidade (C); e plantio da muda de cajueiro-anão 'BRS 226' (D).

Durante todo o período experimental, os tratamentos culturais utilizados seguiram as recomendações técnicas para o cultivo de cajueiro-anão (Serrano; Oliveira, 2013). Realizaram-se as adubações de cobertura com ureia e cloreto de potássio em três parcelas, conforme as recomendações (Crisóstomo, 2013).

O controle de pragas, quando necessário, foi feito por aplicação de inseticidas registrados com o uso de turbo atomizador tratorizado.

Os dados de precipitação diária durante o período do experimento foram coletados no próprio Campo Experimental e estão apresentados na Figura 3.



**Figura 3.** Distribuição das precipitações diárias no Campo Experimental de Pacajus, CE, durante o experimento.

### Análise de sobrevivência

A mortalidade das plantas foi avaliada mensalmente, tendo início aos 72 dias após o plantio (DAP) e reavaliada aos 105, 134, 167, 195, 225, 258, 283, 318 e 378 DAP, completando-se, assim, o período de um ano e 13 dias.

As características de crescimento avaliadas foram: altura das plantas, diâmetro do caule (0,20 m do solo) e envergadura da copa, as quais foram acompanhadas durante o primeiro ano. Para avaliar o desenvolvimento das plantas, foram realizados, a 95% de probabilidade, os testes de Shapiro-Wilk para verificação da normalidade dos resíduos; de O'Neill & Mathews para verificação da homogeneidade das variâncias; ANOVA; e teste de médias por Dunnett, utilizando-se o programa livre R, pacote ExpDes.pt.

## Resultados e discussão

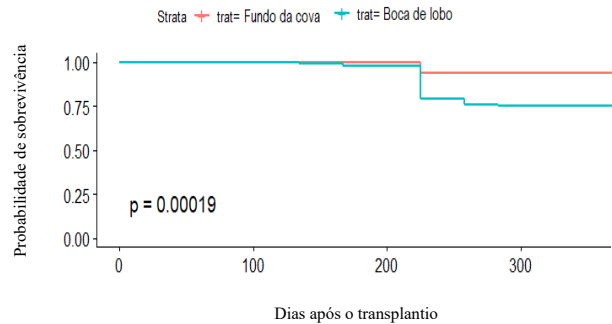
### Análise de sobrevivência

O principal estimador da probabilidade de sobrevivência de um grupo é o chamado estimador de Kaplan-Meier, que considera somente as falhas e as censuras, considerando-as de forma independente e 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 essas curvas por meio do Teste de *Log-rank*, que disponibiliza um valor *p*, levando-se em consideração as falhas observadas e esperadas. Segundo Borges (2014), a análise de sobrevivência no software livre R permite identificar diferença significativa entre duas curvas de Kaplan-Meier (valor  $p < 0,05$ ).

Desse modo, a análise de sobrevivência neste trabalho obteve as curvas de sobrevivência pelo método de Kaplan-Meier, que foram, em seguida, submetidas ao teste *Log-Rank* para verificar a diferença estatística entre as curvas. Toda a análise foi desenvolvida por meio do software livre R – pacote Survival.

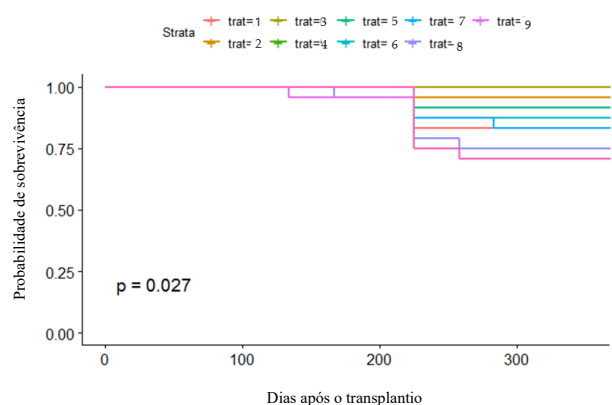
As curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier pelo teste de *Log-Rank* (tempo em dias no eixo x e probabilidade de sobrevivência no eixo y), que comparam os tratamentos nos quais o hidrogel foi aplicado no fundo da cova de plantio, a 0,5 m de profundidade, e nas covetas a 0,2 m de profundidade

(Figura 4), mostraram diferenças significativas, sendo estatisticamente superiores nos tratamentos em que a aplicação do polímero foi feita no fundo da cova (0,5 m de profundidade) ( $p = 0,00019 < 0,05$ ).



**Figura 4.** Comparação das curvas de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' para profundidades de aplicação do hidrogel (0,5 m, fundo da cova ou 0,2 m na coveta); e valor  $p = 0,00019$  da comparação entre as curvas pelo teste de *Log-Rank*.

Observou-se que a maioria das mortes ocorreu a partir de 225 dias após o plantio (DAP), diferindo nos tratamentos 7 e 8, que apresentaram mortes mais precoces aos 167 e 134 DAP, respectivamente (Figura 5). Observando-se os dados de pluviometria (Figura 3), nota-se que as mortes de plantas começaram justamente no início do período seco na região produtora do Nordeste, a partir dos 117 DAP (julho) e que durou até os 304 DAP (dezembro), totalizando 187 dias, período no qual todas as mortes ocorreram.

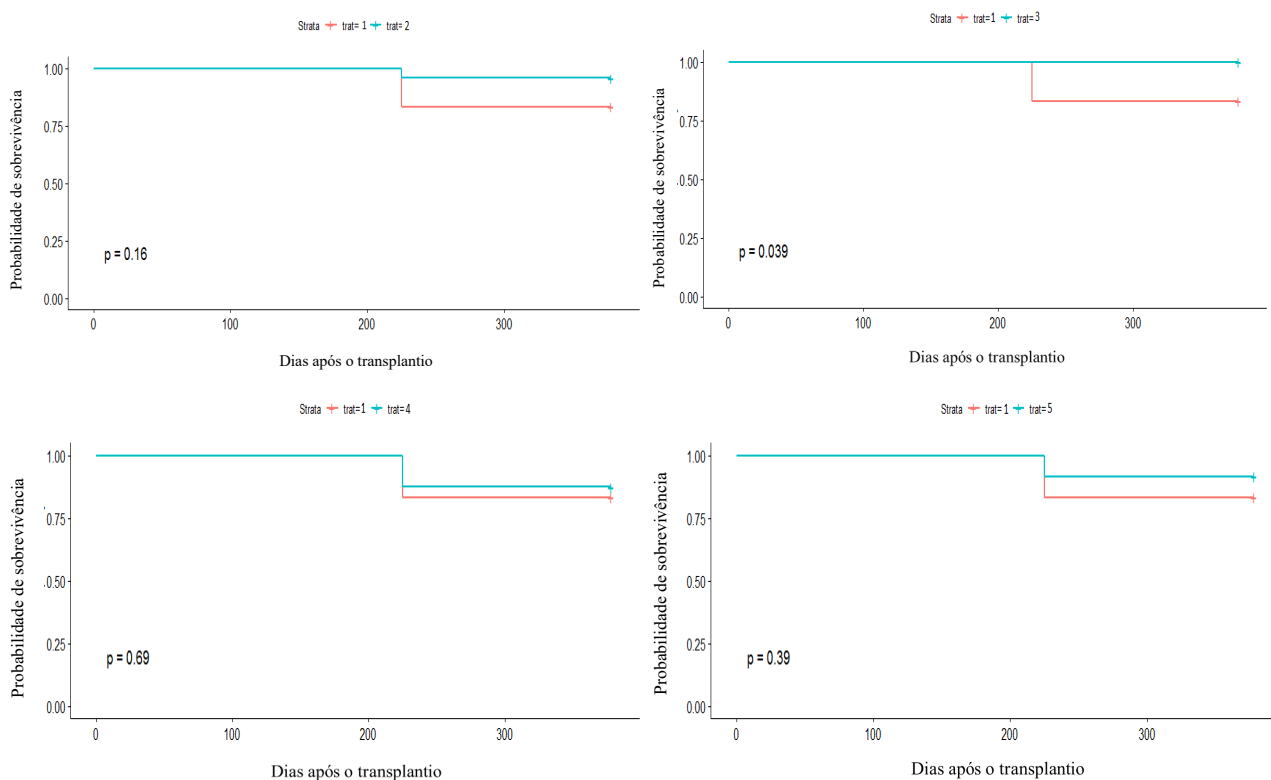


**Figura 5.** Comparação das curvas de sobrevivência de plantas de cajueiro-anão, clone 'BRS 226', por meio do método de Kaplan-Meier para todos os tratamentos, em comparação com a testemunha ( $p = 0,027$ ), pelo teste de *Log-Rank*, sendo: trat.1 = testemunha; trat.2 = 0,5 L; trat.3 = 1,0 L; trat.4 = 1,5 L; trat.5 = 2,0 L (aplicados a 0,5 m de profundidade); e trat.6 = 0,5 L; trat.7 = 1,0 L; trat.8 = 1,5 L; trat.9 = 2,0 L (aplicados a 0,2 m de profundidade).

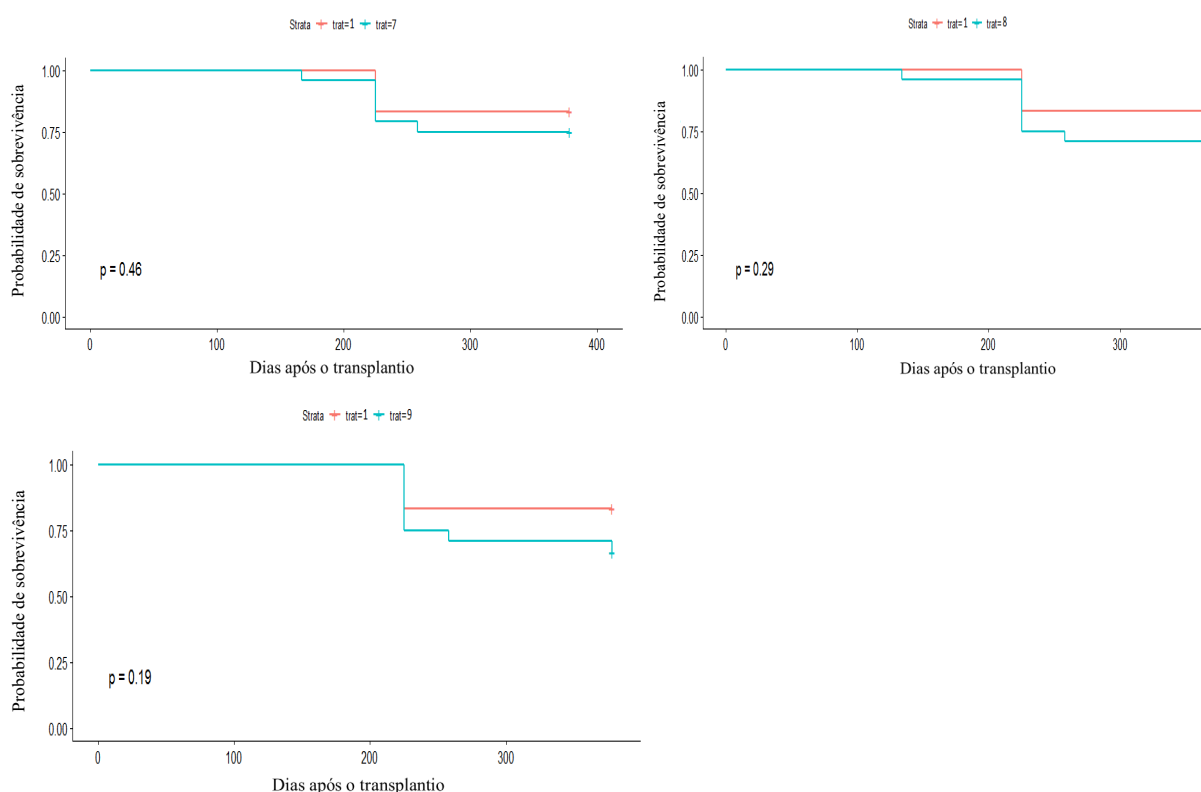
Os tratamentos com aplicação do hidrogel no fundo da cova (0,5 m) começaram a mostrar mortalidade somente aos 225 DAP, apresentando probabilidade de 93,8% média de sobreviver ao tempo  $t$  de 378 dias, enquanto nos tratamentos que contaram com a aplicação de hidrogel a 0,2 m de profundidade as mortes começaram primeiro, em média após 188 DAP, tendo probabilidade média de sobreviver ao tempo  $t$  de 378 DAP de 74,0%. Os resultados demonstram que esses tratamentos com aplicação de hidrogel no fundo da cova (0,5 m de profundidade) apresentaram atraso nas mortes em 37,3 dias, com 19,8% mais chances das mudas sobreviverem no primeiro ano. Infere-se que o produto tenha mais efetividade em maior profundidade, pois espera-se que, após o plantio, o sistema radicular do cajueiro

se desenvolva rapidamente em profundidade, uma vez que os solos são de textura arenosa e profundos. Ademais, a superfície do solo no período seco apresenta temperaturas elevadas quando expostos diretamente à radiação solar, fato que também estimula o aprofundamento do sistema radicular.

A fim de identificar os tratamentos que se diferenciavam estatisticamente da testemunha (tratamento 1), esta foi comparada individualmente com cada tratamento específico. Verificou-se que o único tratamento que apresentou sobrevivência significativamente superior à testemunha, não ocorrendo nenhuma morte de planta no período de monitoramento do experimento, foi o tratamento 3 ( $p = 0,039$ ), correspondente à aplicação de 1 L de hidrogel hidratado no fundo da cova de 0,5 m (Figura 6).



**Figura 6.** Curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para cada tratamento, em comparação com a testemunha, e respectivos valores  $p$  pelo teste de *Log-Rank*, sendo: trat.1 = testemunha; trat.2 = 0,5 L; trat.3 = 1,0 L; trat.4 = 1,5 L; trat.5 = 2,0 L (todos aplicados a 0,5 m de profundidade).



**Figura 6.** (Continuação). Curvas de sobrevivência de Kaplan-Meier para cada tratamento, em comparação com a testemunha, e respectivos valores  $p$  pelo teste de *Log-Rank*, sendo: trat.6 = 0,5 L; trat.7 = 1,0 L; trat.8 = 1,5 L; trat.9 = 2,0 L (todos aplicados a 0,2 m de profundidade).

Os resultados de cada tratamento para número de plantas mortas, percentagem de sobrevivência e valores  $p$  pelo teste de *Log-Rank* encontram-se na Tabela 3. Os resultados obtidos na análise de sobrevivência corroboram os estudos de sobrevivência

aplicados a mudas de plantas como do próprio cajueiro por Costa et al. (2019), e no estabelecimento de pinhão-manso (Dranksi et al., 2013), em que o hidrogel promoveu maior sobrevivência de mudas e melhor estabelecimento do pomar no campo.

**Tabela 3.** Tratamentos com respectivos número de mortes de plantas, percentuais de sobrevivência e valores  $p$  pelo teste de *Log-Rank*, resultante da comparação com o tratamento testemunha.

Profundidade de aplicação	Tratamento	Dose (L)	Número de mortes	Sobrevivência (%)	Valor $p$
Sem aplicar	1	0,0	4	83,3	–
	2	0,5	1	95,8	0,16
0,5 m Fundo da cova	3	1,0	0	100	0,04(*)
	4	1,5	3	87,5	0,69
	5	2,0	2	91,7	0,39
0,2 m	6	0,5	4	83,3	(°)
	7	1,0	6	75,0	0,46
Fundo da coveta	8	1,5	7	70,8	0,29
	9	2,0	8	66,7	0,19

(\*) Significativo ( $p < 0,05$ ); (°) mortalidade idêntica à testemunha (sem valor  $p$ ), portanto, sem comparação.



Verificou-se, também, que a dosagem de 5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel em água, com aplicação de 1 L dessa solução no fundo da cova, foi a combinação de quantidade e forma de aplicação mais promissora no incremento da sobrevivência das mudas de eucalipto, segundo Bartieres et al. (2016), que também concluíram que o uso do hidrogel promoveu maior sobrevivência quando comparado com plantas que não contaram com adição do condicionador.

### Biometria das plantas

Quanto ao desenvolvimento vegetativo das plantas (Figura 7), não foi observado efeito significativo dos tratamentos (dose de hidrogel e profundidade de aplicação) em nenhuma das características avaliadas (altura das plantas, diâmetro do caule e envergadura da copa), nem da interação entre os fatores (Tabelas 4, 5 e 6).



Foto: Luiz Augusto Lopes Serrano

**Figura 7.** Desenvolvimento geral das plantas de cajueiro três meses após o final da avaliação.

**Tabela 4.** Análise de variância e teste F para altura de plantas (AP) em centímetro (cm) um ano após o plantio no campo em Pacajus, CE.

	GL	SQ	QM	Fc	Valor p
Bloco	3	1.772,0	590,7	3,9314	0,02050
Profundidade de aplicação	2	13,9	6,8	0,0463	0,95481
Hidrogel	3	571,0	190,3	1,2667	0,30814
Profundidade x Hidrogel	3	104,8	34,93	0,2325	0,87280
Resíduo	24	3.605,0	150,24		
Total	35	6.067,7			
CV	15,36%				
Profundidade de aplicação	Médias				
0,2 m	79,76 <sup>a</sup>				
0,5 m	80,26 <sup>a</sup>				
Testemunha	78,17 <sup>a</sup>				

CV: coeficiente de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor calculado associado ao teste F de Snedecor; e p: probabilidade associada ao teste F.



Esses níveis de altura de plantas de cajueiro do mesmo clone ('BRS 226') são um pouco superiores aos relatados por Gondim et al. (2020) (70,5 cm a 76,6 cm) aos 375 dias após o plantio com aplicação de hidrogel seco misturado ao solo da cova de plantio. Por outro lado, Gondim et al. (2020) relataram diâmetro de caule (40,7 mm a 47,7 mm) de plantas de cajueiro, clone 'BRS 226', aos 375 dias após o transplântio, superiores aos mensurados neste trabalho (24,2 mm a 24,6 mm), conforme Tabela 5.

As medidas de envergadura da copa estão apresentadas na Tabela 6. Gondim et al. (2020) relataram valores de envergadura da copa entre 81,3 cm e 114,6 cm aos 374 DAP, superiores aos determinados neste trabalho, possivelmente em virtude de menos estresse hídrico submetido às plantas, que contavam com sensores de umidade no solo para a irrigação de salvação.

**Tabela 5.** Análise de variância e teste F para diâmetro do caule (DCA) em milímetro (mm), um ano após o plantio em Pacajus, CE.

	GL	SQ	QM	Fc	Valor p
Bloco	3	289,06	96,35	3,3440	0,03
Profundidade de aplicação	2	3,33	1,66	0,0568	0,94
Hidrogel	3	133,69	44,56	1,5466	0,22
Profundidade x Hidrogel	3	4,81	1,60	0,0556	0,98
Resíduo	24	691,54	28,81		
Total	35	1.122,43			
CV		21,96			
Profundidade de aplicação					
0,2 m		24,75 <sup>a</sup>			
0,5 m		24,28 <sup>a</sup>			
Testemunha		23,85 <sup>a</sup>			

CV: coeficiente de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor calculado associado ao teste F de Snedecor; e p: probabilidade associada ao teste F.

**Tabela 6.** Análise de variância e teste F para envergadura da copa (ECO) em centímetros (cm), um ano após o plantio em Pacajus, CE.

	GL	SQ	QM	Fc	Valor p
Bloco	3	3.694,7	1.231,6	2,31087	0,10173
Profundidade de aplicação	2	63,4	31,7	0,05952	0,94235
Hidrogel	3	2.141,7	716,9	1,33950	0,28499
Profundidade x Hidrogel	3	89,0	29,7	0,05568	0,98230
Resíduo	24	12.790,9	532,9		
Total	35	18.779,7			
CV		31,92%			
Profundidade de aplicação					
0,2 m		73,4 <sup>a</sup>			
0,5 m		71,9 <sup>a</sup>			
Testemunha		69,1 <sup>a</sup>			

CV: coeficiente de variação; GL: graus de liberdade; SQ: soma dos quadrados; QM: quadrado médio; Fc: valor calculado associado ao teste F de Snedecor; e p: probabilidade associada ao teste F.

Marques et al. (2013), avaliando os efeitos do hidrogel como substituto da irrigação para mudas de cafeeiro em condições de telado a pleno sol, com sombrite de 50% no município de Presidente Prudente, SP, observaram uma dose ótima de 2 g de hidrogel em pó por saco de polietileno aplicado no momento do plantio. O desenvolvimento da muda foi estatisticamente igual ao tratamento irrigado. Demonstraram também que, nas condições do experimento, o hidrogel logrou êxito em substituir a irrigação na fase inicial da cultura. Observaram, ainda, que a maior dose avaliada, de 3 g do hidrogel em pó por saco de polietileno, resultou em maior relação de matéria seca, porém menor desenvolvimento da planta. Esse fato foi associado à formação de grumos de gel dentro do saco de polietileno, o que pode vir a corroborar a menor sobrevivência das plantas em relação à dose ótima aplicada.

Navroski et al. (2014) demonstraram que a dose de 4,5 g L<sup>-1</sup> de hidrogel seco incorporado ao substrato elevou o crescimento e a qualidade de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden plantadas em tubetes e submetidas à irrigação constante de 4 mm dia<sup>-1</sup>.

Por fim, considera-se que a forma de aplicação do hidrorretentor merece ser contextualizada às condições de cultivo (protegido ou campo aberto), ao clima, ao tipo de substrato, em tubete, em sacos plásticos ou solo em campo aberto e regime de suprimento hídrico (sequeiro ou irrigado). Os resultados deste trabalho poderão ser aplicados para plantios de cajueiro-anão em regime de sequeiro.

## Conclusões

A aplicação de hidrogel contribui de forma positiva na taxa de sobrevivência de mudas de cajueiro-anão 'BRS 226' em condições de sequeiro. Não houve, entretanto, favorecimento no desenvolvimento vegetativo das plantas.

Recomenda-se a aplicação de 1 L de hidrogel hidratado, seguindo especificação do fabricante (2,5 g L<sup>-1</sup>), aplicado no fundo da cova de plantio, a 0,50 m de profundidade.

## Agradecimentos

Os autores agradecem aos empregados do Campo Experimental da Embrapa Agroindústria Tropical, localizado em Pacajus, Ceará, pela dedicação e pelo empenho.

## Referências

- AHMED, E. M. Hydrogel: preparation, characterization, and applications. **Journal of Advanced Research**, v. 6, n. 2, p. 105-121, 2015.  
DOI: <https://doi.org/10.1016/j.jare.2013.07.006>.
- BARROS, A. F. de; PIMENTEL, L. D.; ARAUJO, E. F.; MACEDO, L. R. de; MARTINEZ, H. E. P.; BATISTA, V. A. P.; PAIXÃO, M. Q. 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**, v. 38, n. 4, p. 1703-1714, 2017.
- BARTIERES, E. M. M.; CARNEVALI, N. H. de S.; LIMA, E. de S.; CARNEVALI, T. O.; MALLMANN, V. Hidrogel, calagem e adubação no desenvolvimento inicial, sobrevivência e composição nutricional de plantas híbridas de eucalipto. **Pesquisa Florestal Brasileira**, v. 36, n. 86, p. 145, 2016.
- BORGES, A. I. M. **Análise de sobrevivência com o R**. 2014. 78 f. Dissertação (Mestrado em Matemática) - Universidade da Madeira, Funchal.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Portaria nº 405, de 16 de dezembro de 2020. **Diário Oficial da União**: seção 1, Ed. 241, p. 26, 2020.
- CÂNDOLO, C. **Análise de sobrevivência em problemas de riscos competitivos**. 1988. 97 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- COSTA, J. E.; RODRIGUES, E. V.; COSTA, B. B.; CUNHA, M. D. de S.; SANTOS, E. de S.; SANTOS NETO, J. F. dos. O uso de hidrogel promove maior sobrevivência do cajueiro anão precoce adubado com farinha de ossos? **Revista Craibeiras de Agroecologia**, v. 4, n. 2, 2019. Disponível em: <https://www.seer.ufal.br/index.php/era/article/view/9236>. Acesso em: 19 fev. 2020.
- CRISÓSTOMO, L. A. Clima, solo, nutrição mineral e adubação para o cajueiro-anão precoce. In: ARAÚJO, J. P. P. (ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 43-59.
- DRANSKI, J. A. L.; PINTO JUNIOR, A. S.; CAMPAGNOLO, M. A.; MALAVASI, U. C.; MALAVASI, M. M. Sobrevivência e crescimento do pinhão-mansão em função do método de aplicação e formulações de hidrogel. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 5, n. 17, p. 537-542, 2013.  
DOI: <https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000500011>.

FELIPPE, D.; NAVROSKI, M. C.; AGUIAR, N. S.; PEREIRA, M. de O.; MORAES, C.; AMARAL, M. Crescimento, sobrevivência e trocas gasosas de mudas de *Eucalyptus dunnii* Maiden submetidas a regimes de irrigação e aplicação de hidrogel. **Revista Forestal Mesoamericana Kurú**, v. 17, n. 40, p. 11-20, 2020.

GONDIM, R. S.; SERRANO, L. A. L.; MAIA, A. de H.; SILVA, J. P. da. Hydrophilic polymer changes the water demand in the implementation of a dwarf cashew orchard. **Engenharia Agrícola**, v. 40, p. 344-35, 2020.

LIMA, A. A. C.; OLIVEIRA, F. N. S.; AQUINO, A. R. L. **Classificação e aptidão dos solos do Campo Experimental de Pacajus, Ceará, para a agricultura**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002, 20 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 53). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPAT-2010/7376/1/Dc-053.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2020.

MARQUES, P. A. A.; CRIPA, M. A. de M.; MARTINEZ, E. H. Hidrogel como substituto da irrigação complementar em viveiro telado de mudas de cafeeiro. **Ciência Rural**, v. 43, n. 1, p. 1-7, 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012005000129>.

NAVROSKI, M.; ARAÚJO, M. M.; REININGER, L. R. S.; MUNIZ, M. F. B.; PEREIRA, M. de O. Influência do hidrogel no crescimento e no teor de nutrientes das mudas de *Eucalyptus dunnii*. **Floresta**, v. 45, n. 2, p. 315-328, 2014. DOI: <https://doi.org/10.5380/uf.v45i2.34411>.

NEVES, O. S. C.; AVRELLA, E. D.; PAIM, L. P.; FIOR, C. S. Retenção de água em substratos com hidrogel: influência das características do material e nível de adubação. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 4, p. 1751-1767, 2021.

NOMURA, M.; FILHO, J. M. P.; COSTA, E. M.; PEREIRA, L. S.; VENTURA, M. V. A. Avaliação de diferentes quantidades de hidrogel na produção de mudas de mamão papaya. **Agronomic Journal**, v. 3, n. 1, p. 19-25, 2019.

PINHO, B. M. **Uso de diferentes substratos para a produção de mudas de cajueiro (*Anacardium occidentale* L.)**. 2018. 45 f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. de. Aspectos botânicos, fenologia e manejo da cultura do cajueiro. In: ARAÚJO, J. P. P. **Agronegócio caju: práticas e inovações**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 77-165.

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; HAWERROTH, F. J.; TANIGUCHI, C. A. K.; MARTINS, T. da S.; FEITOSA, M. M. **Recipientes, substratos e adubo de liberação controlada na produção de mudas enxertadas de cajueiro-anão 'CCP 76'**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. 39 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 193). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/204025/1/BP-193.pdf>. Acesso em: 14 jan. 2020.

SOUSA, N. I. G.; SOUSA, A. B. O. de; LACERDA, C. F. de; SALES, J. R. das; MESQUITA, R. O.; CAVALCANTE, E. S.; CANJÁ, J. F.; CAMARA, W. A. R. Hydrogel as mitigator of salt stress during the establishment of *Tagetes patula* L. seedlings. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 26, n. 11, p. 807-814, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v26n11p807-814>.