

Uso de condicionadores de solo em plantas de cajueiro-anão, clone “BRS 226”, em regime de sequeiro



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura e Pecuária*

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
248**

Uso de condicionadores de solo
em plantas de cajueiro-anão, clone
“BRS 226”, em regime de sequeiro

*Janderson Pedro da Silva
Rubens Sonsol Gondim
Aline de Holanda Nunes Maia
Raimundo Nonato Távora Costa
Alan Bernard Oliveira de Sousa*

Embrapa Agroindústria Tropical
Fortaleza, CE
2023

Unidade responsável pelo conteúdo e pela edição:

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.embrapa.br/agroindustria-tropical
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente
José Roberto Vieira Junior

Secretária-executiva
Celli Rodrigues Muniz

Secretária-administrativa
Eveline de Castro Menezes

Membros
Afrânio Arley Teles Montenegro, Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho, Christiana de Fátima Bruce da Silva, Francisco Nelsieudes Sombra Oliveira, José Roberto Vieira Júnior, Laura Maria Bruno, Roselayne Ferro Furtado, Sandra Maria Morais Rodrigues

Revisão de texto
José Cesamildo Cruz Magalhães

Normalização bibliográfica
Rita de Cassia Costa Cid

Projeto gráfico da coleção
Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica
José Cesamildo Cruz Magalhães

Fotos da capa
Rubens Sonsol Gondim

1ª edição
Publicação digital (2023): PDF

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Embrapa Agroindústria Tropical

Uso de condicionadores de solo em plantas de cajueiro-anão, clone "BRS 226", em regime de sequeiro / Janderson Pedro da Silva ... [et al.]. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2023.

PDF (43 p.) : il. ; (Boletim de pesquisa e desenvolvimento / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 1679-6543 ; 248).

1. *Anacardium occidentale*. 2. Biocarvão. 3. Polímero hidrorretentor. 4. Cajucultura. I. Silva, Janderson Pedro da. II. Gondim, Rubens Sonsol. III. Maia, Aline de Holanda Nunes. IV. Costa, Raimundo Nonato Távora. V. Sousa, Alan Bernard Oliveira de. VI. Série.

CDD 634.573

Sumário

Resumo.....	4
Abstract.....	6
Introdução.....	7
Material e Métodos.....	8
Resultados e Discussão.....	16
Conclusões.....	40
Agradecimento.....	41
Referências.....	41

Uso de condicionadores de solo em plantas de cajueiro-anão, clone “BRS 226”, em regime de sequeiro

Janderson Pedro da Silva¹

Rubens Sonsol Gondim²

Aline de Holanda Nunes Maia³

Raimundo Nonato Távora Costa⁴

Alan Bernard Oliveira de Sousa⁵

Resumo – Devido à sua estrutura porosa, os condicionadores de solo apresentam potencial para aumentar a retenção hídrica no solo e influenciar no crescimento e na produtividade das plantas. O presente estudo analisou o efeito do uso do biocarvão e de um polímero hidrorretentor no desenvolvimento e na produção de cajueiro-anão “BRS 226”, cultivado em regime de sequeiro, e no armazenamento de água no perfil do solo no Campo Experimental do Curu, Paraipaba, CE. O experimento foi realizado utilizando-se delineamento de blocos ao acaso com doses de 0,5; 1,0; 2,0; e 4,0 kg cova⁻¹ de biocarvão de lenha de cajueiro e doses de 20, 40, 60 e 80 g cova⁻¹ de hidrogel e controle. Foram instaladas duas baterias de tensiômetros nas profundidades de 0,15 m e 0,45 m do solo em cada tratamento para o monitoramento da umidade no solo. As variáveis de crescimento analisadas foram altura de plantas, diâmetro de caule e envergadura de copa. A produção foi avaliada pelo peso médio e a produtividade de castanhas e pedúnculos. Não se constatou efeito significativo dos condicionadores no desenvolvimento e na produção das plantas quando comparados com o controle, apresentando diferenças

¹ Engenheiro-agrônomo, mestre em Engenharia Agrícola pela Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

² Engenheiro-agrônomo, doutor em Recursos Hídricos, pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE

³ Engenheira-agrônoma, doutora em Fitotecnia, pesquisadora da Embrapa Meio Ambiente, Jaguariúna, SP

⁴ Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, professor titular da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

⁵ Engenheiro-agrônomo, doutor em Engenharia de Sistemas Agrícolas, professor adjunto da Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE

apenas entre doses. Houve acréscimos de umidade do solo na camada mais superficial (0 m - 0,30 m) no primeiro ano de observação. Entretanto, os níveis incrementais não justificam o uso em cultivo de cajueiro-anão de sequeiro em regiões onde a chuva se concentra em alguns meses do ano.

Termos para indexação: biocarvão, polímero hidrorretentor, *Anacardium occidentale* L., cajucultura.

Soil conditioners use on rainfed dwarf cashew trees “BRS 226” clone

Abstract – Due to their porous structure, soil conditioners have the potential to be used to increase soil water retention, plant growth and yield. The present study analyzed the effect of cashew tree wood biochar and a hydrophilic polymer on plant development and yield, as well as soil moisture, on a rainfed dwarf cashew orchard, clone “BRS 226”. The experiment was carried out in the Curu Experimental Station, Paraipaba, CE, using a randomized block design with 0.5; 1.0, 2.0 and 4.0 kg plant⁻¹ doses of cashew wood biochar and 20, 40, 60 and 80 g plant⁻¹ doses of hydrophilic polymer, as well as the control plot. Two batteries of tensiometers were installed at the soil depths of 0.15 and 0.45 m of each treatment to monitor soil moisture. The growth variables analyzed were plant height, stem thickness and canopy diameter. Plant production was measured by average weight and yield of cashew nuts and cashew pomes. There was no significant effect of conditioners application on plant development and production when compared to control. It was observed difference on yield only between doses. Soil moisture increase resulting from the application of the conditioners was observed in the most superficial layer (0-0.30 m), in the first year. However, the soil moisture increase levels suggest not to be recommendable its use in rain fed dwarf cashew tree crops in regions where rainfall is concentrated in a few months.

Index terms: biochar, hydrophilic polymer, *Anacardium occidentale* L., cashew crop.

Introdução

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma planta nativa dispersa pelas regiões Norte e Nordeste do Brasil e apresenta importante valor econômico (Muianga et al., 2016). Mesmo bem adaptado, principalmente às condições climáticas do Nordeste brasileiro, períodos prolongados de estiagem influenciam na baixa produtividade da cajucultura, uma vez que a maior parte das áreas de cultivo são de sequeiro (Macêdo; Costa; Nunes, 2018). Uma potencial alternativa para melhoria do desempenho agrônômico dessas áreas é a utilização de condicionadores de solos, que são insumos que melhoram as propriedades físicas, físico-químicas e biológicas do solo.

O biocarvão ou biochar é o produto do material carbonizado de uma combustão incompleta de substância orgânica que também pode ser definido como produto da matéria orgânica aquecida sob condições limitadas de oxigênio. Seu uso em terras agrícolas tem sido proposto para melhorar a fertilidade e mitigar os efeitos das mudanças climáticas, pois aumenta o sequestro de carbono, reduz as emissões de gases de efeito estufa (óxido nitroso e metano) e melhora a capacidade de retenção de água no solo. Apresenta, como um dos principais efeitos no solo, o aumento da capacidade de retenção hídrica (Ulyett et al., 2014), que, por sua vez, eleva a quantidade de água disponível nos solos para aproveitamento pelas plantas (Obia et al., 2016). Esse efeito pode trazer resultados promissores, como diminuição do volume de água aplicado nas culturas e efeitos positivos no crescimento e na produção (Akhtar et al., 2014).

Lim et al. (2016) concluíram que a condutividade hidráulica em solo saturado é influenciada pela dose de biocarvão, pelo tamanho das partículas e pela textura do solo. Observou redução da condutividade hidráulica (maior retenção hídrica) em solos arenosos e com partículas de biocarvão maior do que 2 mm. Já em solos argilosos, o biocarvão provocou aumento na condutividade hidráulica. Liu et al. (2017) definiram que tipos de biocarvão com maior intraporosidade e forma irregular favorecem a retenção hídrica em solos de textura grossa. Villagra-Mendoza e Horn (2018) confirmaram o efeito do biocarvão em solos de textura grossa, contribuindo para a formação de poros finos e médios, que são benéficos à retenção hídrica. A adição de biocarvão resultou em redução da condutividade hidráulica, constatada pelo

aumento do armazenamento de água no perfil mais superficial, em solos de textura arenosa. Resultado similar foi observado por Lim et al. (2016).

O aumento da retenção hídrica no solo e a redução da condutividade hidráulica ocorrem em função da dose aplicada e do tamanho da partícula de biocarvão (Edeh; Masek, 2021; Werdin et al., 2021). Edeh; Masek (2021) concluíram ainda que o aumento da retenção hídrica em solos arenosos e aumento da disponibilidade hídrica para as plantas pelo biocarvão é principalmente controlada pela sua intraporosidade e hidrofobicidade, enquanto a redução da condutividade hidráulica do solo é controlada pela interporosidade biocarvão-solo. Recomendam que, para o aumento da retenção hídrica em solos de textura grossa, sejam utilizados biocarvões de alta hidrofiliicidade com alta intraporosidade. A combinação dessas duas características tem potencial de utilização de biocarvão em menores quantidades com significativas mudanças na retenção hídrica do solo e na sua condutividade hidráulica, abrindo uma nova área de pesquisa.

O polímero hidrorretentor, também chamado de hidrogel, é formado por uma rede de polímeros reticulados, de origem sintética ou natural, com capacidade de absorver grandes volumes de água (Ahmed, 2015). Os trabalhos de Mazen; Radwan e Ahmed (2015) e Chehab et al. (2017) demonstram que o efeito do aumento da retenção hídrica do solo pode ser positivo no desenvolvimento e na produção das plantas.

Em cajueiro-anão, já há relatos de resultados de efeito positivo na sobrevivência de plantas no primeiro ano de implantação do pomar, quando são menos tolerantes ao estresse hídrico (Gondim et al., 2019) e na demanda de água de irrigação de salvação (Gondim et al., 2020).

Desse modo, o objetivo do presente estudo foi avaliar o efeito de dois condicionadores de solo, biocarvão e hidrogel, na retenção hídrica do solo e no desenvolvimento e na produção do cajueiro-anão “BRS 226” (*Anacardium occidentale* L.) submetido a um regime de sequeiro.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no Campo Experimental do Curu, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, localizado no município de Paraipaba, Ceará, cujas coordenadas geográficas são: latitude 3°29'6" S, longitude de

39°09'54" W. Segundo classificação de Köppen, o clima da região é tropical chuvoso (Aw), e a precipitação média da região é de aproximadamente 1.200 mm por ano. A condução do experimento ocorreu desde 2016, com irrigação de salvação no primeiro ano de plantio e a partir de 2017, sob sequeiro. As avaliações deste trabalho referem-se ao período de janeiro de 2017 a dezembro de 2019.

O resultado da análise física do solo encontra-se na Tabela 1, sendo classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, conforme o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (Embrapa, 2013) e Araújo et al. (2021).

Para a elaboração da curva característica de umidade no solo, foram coletadas três amostras indeformadas de solo na profundidade de 0,15 m e 0,45 m, utilizando-se o trado de Uhland, coincidindo com as profundidades em que os tensiômetros foram instalados. Para as menores tensões (2 kPa, 4 kPa, 6 kPa, 8 kPa e 10 kPa), utilizou-se mesa de tensão; e para as mais elevadas (33 kPa, 100 kPa, 300 kPa e 1.500 kPa), empregou-se a câmara de pressão de Richards. Os atributos físico-hídricos das diferentes camadas de solo se encontram presentes na Tabela 2.

Tabela 1. Análise física e de carbono orgânico do solo na área experimental, nas camadas de 0 m a 0,15 m; 0,15 m a 0,30 m; e 0,30 m a 0,60 m. Paraipaba, CE.

Camada (m)	Areia grossa	Areia fina	Silte	Argila	Carbono orgânico	Classificação textural
	(g kg ⁻¹)					
0 – 0,15	704,8	129,0	94,5	71,6	10,3	Areia franca
0,15 – 0,30	633,4	163,8	124,8	78,0	8,3	Franco-arenosa
0,30 – 0,60	556,4	194,3	123,2	126,0	6,3	Franco-arenosa

Tabela 2. Atributos físico-hídricos do solo em diferentes profundidades. Paraipaba, CE.

Profundidade (m)	θ_{cc} (cm ³ cm ⁻³)	θ_{mp} (cm ³ cm ⁻³)	θ_s (cm ³ cm ⁻³)	d_s (g cm ⁻³)
0,00 – 0,30	0,151	0,032	0,397	1,62
0,30 – 0,60	0,149	0,046	0,411	1,58

θ_{cc} – Umidade na capacidade de campo; θ_{mp} – Umidade no ponto de murcha permanente; θ_s – Umidade na saturação; d_s – Densidade do solo.

O biocarvão utilizado no experimento foi oriundo de resíduo da poda de cajueiro realizada no Campo Experimental de Pacajus, Embrapa Agroindústria Tropical, Pacajus, CE, submetido à combustão parcial na ausência de oxigênio em fornos de carvão rústicos na própria região. O resultado da análise química do biocarvão de lenha de cajueiro encontra-se na Tabela 3. A capacidade de retenção hídrica, determinada em funil de Haines (10 kPa), foi de 0,53 g g⁻¹ e 0,57 g g⁻¹ para os diâmetros de partícula de 4 mm e 2 mm, respectivamente (Gondim et al., 2018). O biocarvão foi triturado com o propósito de diminuição da granulometria para aproximadamente dois milímetros de diâmetro. Tanto o biocarvão como o polímero específico para agricultura (matéria-prima copolímero de acrilamida e acrilato de potássio) foram aplicados secos na cova.

As mudas utilizadas no experimento foram de cajueiro-anão “BRS 226” com 120 dias de idade, enxertadas aos 60 dias após a semeadura. As covas com dimensões de 0,40 m de profundidade por 0,40 m de diâmetro foram abertas com o auxílio de implemento perfurador de solo acoplado ao trator. Foi realizada calagem com 80 g cova⁻¹ de calcário dolomítico e adubação de fundação com 400 g cova⁻¹ de superfosfato simples, 50 g cova⁻¹ de cloreto de potássio e 50 g cova⁻¹ de FTE BR 12.

Em seguida, biocarvão e hidrogel foram homogeneizados ao solo retirado das covas e retornados para seu preenchimento no momento do plantio das mudas, ficando concentrados na camada do solo de 0 m a 0,4 m. As doses utilizadas de biocarvão de lenha de cajueiro aplicadas no momento do plantio foram 0,5 kg; 1,0 kg; 2,0 kg; e 4,0 kg por cova nos tratamentos T1, T2, T3 e T4, respectivamente. Já as doses do hidrogel, referentes aos tratamentos T5, T6, T7 e T8, foram, respectivamente, 20 g; 40 g; 60 g; e 80 g por cova e testemunha (T9) sem condicionador. Quarenta e cinco dias após o plantio, as plantas receberam adubação de formação com adição 130 g planta⁻¹ de ureia e 100 g planta⁻¹ de cloreto de potássio, divididos em duas parcelas, sendo a segunda trinta dias após a primeira.

O espaçamento utilizado foi de quatro metros entre plantas e oito metros entre fileiras, com bordaduras nas laterais da área. O delineamento estatístico utilizado foi o de blocos ao acaso, com nove tratamentos, quatro repetições e amostragem de cinco plantas por repetição. No total, foram estabelecidas 216 plantas.

Tabela 3. Análise química do biocarvão de lenha de cajueiro.

		Macronutriente (g kg ⁻¹)					Micronutriente (mg kg ⁻¹)					COT ^(*)		dS/m	
N	P	Ca	Mg	Na	S	K	Cu	Fe	Zn	Mn	(%)	pH	CE		
3,5	1,2	1,9	4,0	1,4	1,6	7,3	2,0	363	16	42	62,5	7,26	0,32		

(*) Carbono orgânico total.

Após o plantio, foram instaladas duas baterias de tensiômetros a aproximadamente 10 cm do caule, nas profundidades de 0,15 m e 0,45 m, de modo a se obter informações de tensão de água no solo e, portanto, da umidade presente nas camadas do solo de 0 m a 0,3 m e 0,3 m a 0,6 m, ao longo do tempo de desenvolvimento das plantas.

No primeiro ano de plantio, foram realizadas irrigações de salvação com a aplicação de um volume de cinco litros de água por planta, quando as leituras dos tensiômetros da profundidade de 0,15 m do tratamento atingissem a tensão de 60 kPa (Gondim et al., 2020). Nos anos seguintes, o cultivo foi conduzido em sequeiro.

No primeiro ano de produção (2017), procedeu-se à adubação de cobertura com aplicação de 529 g planta⁻¹ de superfosfato simples, 180 g planta⁻¹ de ureia e 170 g planta⁻¹ de cloreto de potássio. No segundo ano de produção (2018), foram aplicados 940 g cova⁻¹ de superfosfato simples, 220 g planta⁻¹ de ureia e 200 g planta⁻¹ de cloreto de potássio. Em 2019, 1.350 g cova⁻¹ de superfosfato simples, 220 g planta⁻¹ de ureia e 230 g planta⁻¹ de cloreto de potássio.

Os totais anuais de precipitações durante o experimento foram de 1.305,8 mm, 1.281 mm, 1.141 mm e 1.861 mm nos anos de 2016, 2017, 2018 e 2019, respectivamente. As distribuições mensais das precipitações nos anos decorridos durante o experimento estão representadas nas Figuras 1, 2, 3 e 4.

As avaliações biométricas de crescimento vegetativo foram realizadas anualmente, medindo-se as variáveis altura de plantas (AP) e envergadura de copas (EC) com o auxílio de uma trena; e o diâmetro de caule utilizando-se um paquímetro digital (DC).

Para a avaliação da produção, foram realizadas colheitas nos anos de 2017, 2018 e 2019, correspondentes ao primeiro, segundo e terceiro ano de produção. As variáveis avaliadas foram: peso médio da castanha (PMC) e produtividade de castanhas (PC); peso médio do pedúnculo (PMP) e produtividade de pedúnculos (PP).

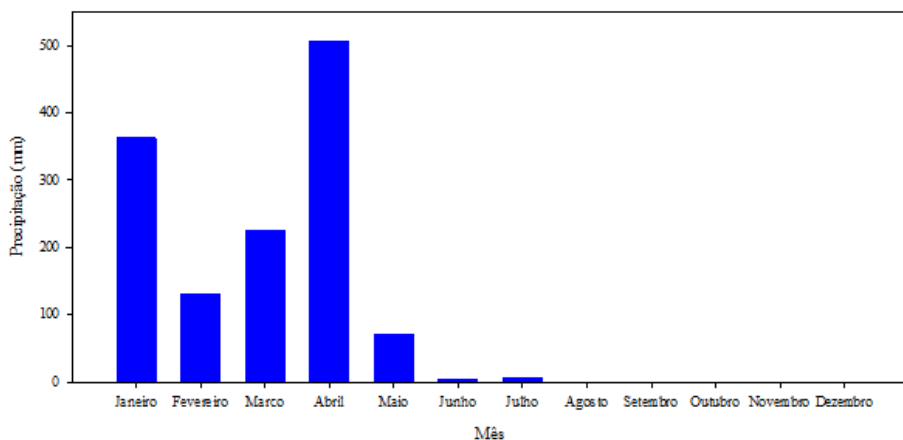


Figura 1. Distribuição mensal das precipitações registradas no Campo Experimental do Curu, localizado em Paraipaba, CE, no ano de 2016.

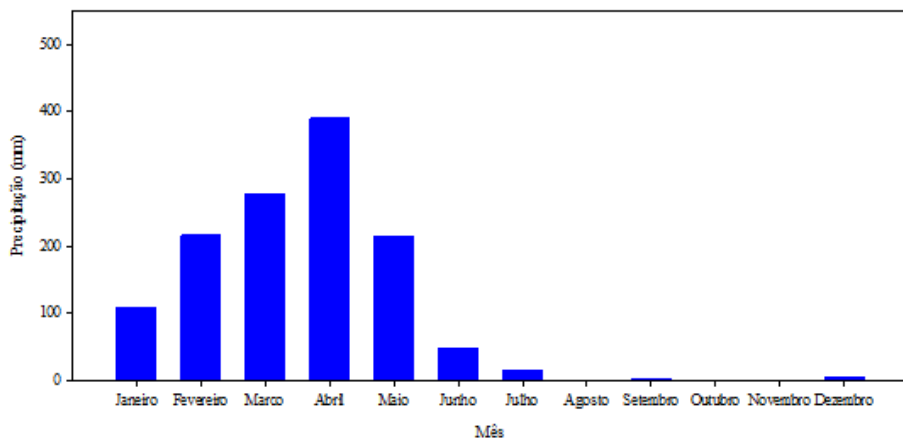


Figura 2. Distribuição mensal das precipitações registradas no Campo Experimental do Curu, localizado em Paraipaba, CE, no ano de 2017.

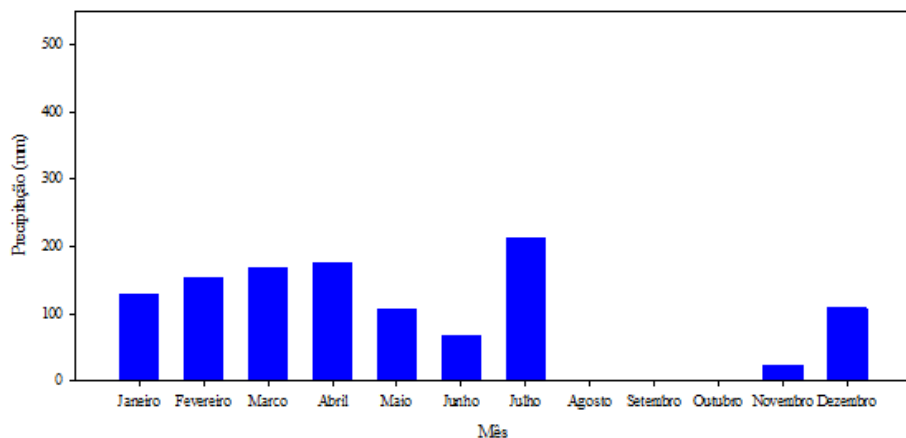


Figura 3. Distribuição mensal das precipitações registradas no Campo Experimental do Curu, localizado em Paraipaba, CE, no ano de 2018.

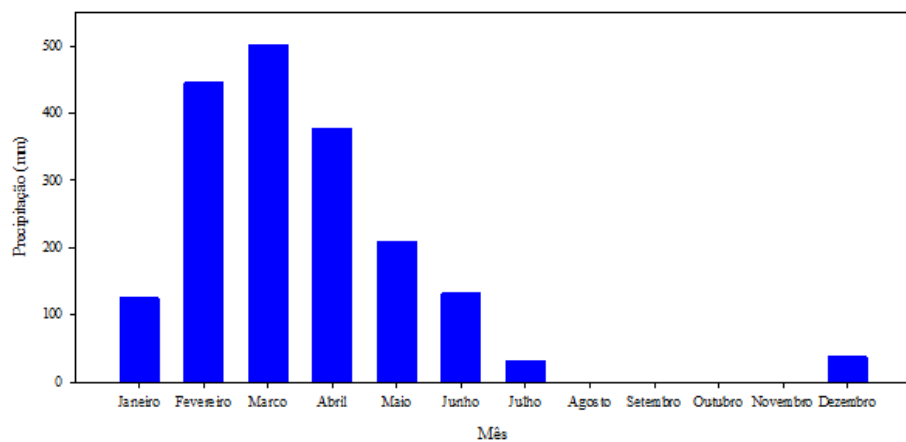


Figura 4. Distribuição mensal das precipitações registradas no Campo Experimental do Curu, localizado em Paraipaba, CE, no ano de 2019.

A curva característica de umidade no solo foi estimada pelo modelo de Van Genuchten (1980) (Equação 1), o qual possibilitou a determinação de conteúdos de água no solo a partir das leituras dos tensiômetros:

$$\theta = \theta_r + \frac{\theta_s - \theta_r}{[1 + (\alpha |\Psi_m|)^n]^m} \quad (1)$$

sendo,

θ – Conteúdo de água no solo ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$).

θ_r – Volume de água residual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$).

θ_s – Volume de água de saturação ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$).

Ψ_m – Potencial mátrico da água no solo (kPa).

α , n e m – Parâmetros de ajuste da curva.

O armazenamento total (AT) diário médio de água nos perfis de 0 m a 0,30 m e 0,30 m a 0,60 m do solo foi calculado utilizando-se a Equação 2, que estima o conteúdo de água no intervalo entre a umidade atual e umidade no ponto de murcha permanente.

$$AT = (\theta_{ua} - \theta_{pmp}) z \quad (2)$$

sendo,

CAD – Armazenamento total de água no perfil do solo considerado (mm).

θ_{ua} – Umidade atual ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$).

θ_{pmp} – Umidade no ponto de murcha permanente ($\text{cm}^3 \text{cm}^{-3}$).

z – profundidade do perfil (mm).

A análise de variância (Anova) da biometria e variáveis de produção das plantas foi realizada, em cada ano de avaliação, após verificação da normalidade dos resíduos pelo teste de Shapiro-Wilk e da homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett. Para as variáveis de produção de castanha e pedúnculo, foram realizadas Anovas para dados longitudinais, considerando-se conjuntamente as produções dos três anos (medidas repetidas na mesma parcela) e as correlações entre essas medidas. A seguir, foram utilizados testes t para comparações de interesse, como, por exemplo, contrastes entre doses para o mesmo condicionador, em cada ano ou independentemente

do ano. Nessas análises, foi utilizado o procedimento MIXED (*The MIXED Procedure*) do software estatístico SAS®/STAT (referência), incluindo o “repeated statement” para considerar a natureza longitudinal dos dados. Os modelos de regressão foram ajustados utilizando-se o pacote Expdes.pt do software estatístico e ambiente de programação R versão 4.0.2 para o efeito do biocarvão e do hidropolímero no armazenamento diário médio de água no perfil do solo.

Resultados e Discussão

O sumário das análises estatísticas (quadrados médios e valores de p) das variáveis biométricas (altura de plantas, diâmetro de caule e envergadura de copa) são apresentados na Tabela 4. Os valores de três anos de avaliação encontram-se nas Tabelas 5, 6 e 7. Foi possível observar que não houve diferenças significativas entre os tratamentos em no período analisado ($p > 0,05$), não havendo, portanto, efeito dos condicionadores no desenvolvimento das plantas.

Foi possível observar que a altura de planta no presente experimento (Tabela 5) difere da altura de planta estabelecida como referência, “BRS 226”, para todos os tratamentos. Enquanto que Vidal Neto et al. (2018) observaram, para o mesmo período de crescimento e clone utilizado, uma altura de 1,97 m no terceiro ano de produção, os resultados do presente trabalho apontam para um valor médio aproximadamente 1,0 m maior.

Os maiores valores de altura de plantas de cajueiro-anão “BRS 226” observados no presente estudo, quando comparados com os valores presentes em demais trabalhos, podem ser atribuídos ao adensamento utilizado na implementação do experimento, uma vez que um menor espaçamento entre plantas promoveu competição por luz, o que estimula seu crescimento vertical (Bizinoto et al., 2010; Pereira et al., 2011).

Tabela 4. Sumário da análise de variância (quadrados médios (QM), valores de F calculado, p e CV (%) para altura da planta (m), diâmetro do caule (cm) e envergadura da copa (m) de cajueiro-anão “BRs 226” em três anos de avaliação. Paraipaba, CE.

2017	QM	F; (p)	QM	F; (p)	QM	F; (p)
Fonte de variação	GL	Altura (m)	Diâmetro do caule (cm)	Envergadura da copa (m)		
Tratamento	8	0,018	0,87; (0,55)	2,353	1,99; (0,09)	0,187
Bloco	3	0,140		6,274		0,291
Resíduo	24	0,020		1,177		0,097
CV (%)		10,28		12,73		18,88
2018						
Tratamento	8	0,226	1,60; (0,18)	1,6731	1,24; (0,32)	0,089694
Bloco	3	0,082		7,7705		0,308539
Resíduo	24	0,423		1,3514		0,101974
CV (%)		6,15		7,65		8,01
2019						
Tratamento	8	0,163	1,63; (0,17)	1,1498	1,55; (0,19)	0,32006
Bloco	3	0,084		2,3324		0,17128
Resíduo	24	0,299		0,7422		0,25914
CV (%)		3,83		5,25		10,5

Tabela 5. Médias de altura das plantas (m) de cajueiro-anão “BRS 226”. Paraipaba, CE.

Avaliação	Biocarvão (kg cova ⁻¹)		Polímero hidroretentor (g cova ⁻¹)					Controle		
	0,5	1,0	2,0	4,0	20	40	60	80	–	CV (%)
2017	1,48 ^a	1,47 ^a	1,41 ^a	1,30 ^a	1,34 ^a	1,40 ^a	1,50 ^a	1,34 ^a	1,41 ^a	10,28
2018	2,24 ^a	2,14 ^a	2,21 ^a	2,11 ^a	1,99 ^a	2,16 ^a	2,29 ^a	2,12 ^a	2,18 ^a	6,15
2019	3,07 ^a	2,92 ^a	2,93 ^a	2,80 ^a	2,86 ^a	2,89 ^a	2,90 ^a	2,92 ^a	2,96 ^a	3,83

Médias do mesmo ano seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os valores de envergadura da copa (Tabela 6) observados pelo presente trabalho para plantas no terceiro ano produtivo são maiores do que os observados por Vidal Neto et al. (2018). Segundo os autores, o diâmetro da copa para “BRS 226”, no sexto ano produtivo, é de aproximadamente 4,35 m. Salienta-se o fato de as plantas terem apresentado um diâmetro médio maior do que o observado na literatura de referência já no terceiro ano produtivo, possivelmente por causa das podas de condução, que podem ter estimulado uma rebrota intensa no ano seguinte. Diâmetros do caule estão apresentados na Tabela 7.

O fato de não se constatar o efeito dos condicionadores no desenvolvimento das plantas em regime de sequeiro pode ser associado à rusticidade das plantas de cajueiro, que apresentam elevada adaptação frente às condições de sequeiro, mantendo suas taxas metabólicas e fisiológicas estáveis ao longo dos anos monitorados, evitando, assim, danos à estrutura das plantas (Lima et al., 2010).

O sumário das análises estatísticas com relação aos pesos médios de castanhas e pedúnculos (quadrados médios e valores de F calculado e p) são apresentados nas Tabelas 8, 9 e 10. A análise dessas variáveis de produção demonstrou não haver diferença estatística significativa entre os tratamentos com condicionador quando comparados com a testemunha ($p > 0,05$), não sendo detectado, portanto, efeito significativo da aplicação dos condicionadores de solo.

Cavalcanti; Vidal Neto e Barros (2013) citam que o clone de cajueiro-anão “BRS 226” possui peso médio de castanha de 9,7 g, destacando sua capacidade como um dos clones de cajueiro com maior potencial produtivo e de peso médio de castanhas. O peso médio das castanhas (Tabela 9) no último ano de análise encontra-se inferior aos 10,5 g descritos por Vidal Neto et al. (2018) no terceiro ano para o clone “BRS 226”.

Tabela 6. Médias de envergadura da copa (m) de cajueiro-anão “BRS 226”. Paraipaba, CE.

Avaliação	Biocarvão (kg cova ⁻¹)					Polímero hidrorretentor (g cova ⁻¹)					Controle	CV (%)
	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	20	40	60	80	–		
2017	2,32 ^a	2,47 ^a	2,40 ^a	2,13 ^a	2,39 ^a	2,28 ^a	2,90 ^a	2,34 ^a	2,57 ^a	2,34 ^a	2,57 ^a	12,88
2018	3,80 ^a	3,96 ^a	3,80 ^a	4,10 ^a	3,90 ^a	3,89 ^a	4,19 ^a	4,07 ^a	4,16 ^a	4,07 ^a	4,16 ^a	8,01
2019	4,48 ^a	4,75 ^a	4,76 ^a	5,49 ^a	4,62 ^a	4,80 ^a	4,87 ^a	4,97 ^a	4,88 ^a	4,97 ^a	4,88 ^a	10,5

Médias do mesmo ano seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 7. Médias de diâmetro do caule (cm) medido a 5 cm do solo de cajueiro-anão “BRS 226”. Paraipaba, CE.

Avaliação	Biocarvão (kg cova ⁻¹)					Polímero hidrorretentor (g cova ⁻¹)					Controle	CV (%)
	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	20	40	60	80	–		
2017	8,68 ^a	9,00 ^a	8,84 ^a	8,08 ^a	7,79 ^a	7,08 ^a	9,53 ^a	8,47 ^a	9,25 ^a	8,47 ^a	9,25 ^a	12,73
2018	14,95 ^a	15,98 ^a	14,60 ^a	15,19 ^a	14,38 ^a	14,95 ^a	16,45 ^a	15,11 ^a	15,10 ^a	15,11 ^a	15,10 ^a	7,65
2019	16,80 ^a	16,80 ^a	16,09 ^a	16,84 ^a	15,48 ^a	16,01 ^a	17,20 ^a	16,18 ^a	16,40 ^a	16,18 ^a	16,40 ^a	5,25

Médias do mesmo ano seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Tabela 8. Sumário da análise de variância (quadrados médios e valores de F calculado e p) para peso médio (g) e produtividade (kg ha⁻¹) de castanhas e pedúnculos de plantas de cajueiro-anão "BRS 226" em três anos de avaliação (2017, 2018 e 2019). Paraipaba, CE.

2017					
Fonte de variação	GL	Peso médio castanha (g)	Valores F; p	Peso médio pedúnculo (g)	Valores F; p
Tratamento	8	0,896	1,70; (0,15)	230,52	1,33; (0,27)
Bloco	3	0,201		85,14	
Resíduo	24	0,526		172,67	
CV (%)		9,25		15,13	
2018					
Tratamento	8	0,235	0,83; (0,58)	129,164	0,87; (0,55)
Bloco	3	2,059		99,469	
Resíduo	24	0,282		148,457	
CV (%)		6,11		13,62	
2019					
Tratamento	8	0,073	0,84; (0,56)	230,590	2,25; (0,06)
Bloco	3	0,253		33,418	
Resíduo	24	0,086		102,404	
CV (%)		3,10		8,98	

Tabela 9. Peso médio por castanha (g) de cajueiro-anão “BRS 226” por tratamento, utilizando-se diferentes doses de biocarvão e hidrogel para os anos de produção estudados. Paraipaba, CE.

Avaliação	Biocarvão (kg cov ^{a-1})					Polímero hidrorretentor (g cov ^{a-1})					Controle	CV (%)
	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	20	40	60	80	80		
2017	8,23 ^a	7,98 ^a	7,44 ^a	7,06 ^a	7,78 ^a	7,68 ^a	7,78 ^a	7,78 ^a	8,74 ^a	7,84 ^a	9,25	
2018	8,31 ^a	8,96 ^a	8,49 ^a	8,99 ^a	8,49 ^a	8,68 ^a	8,68 ^a	8,68 ^a	8,96 ^a	8,63 ^a	6,11	
2019	9,43 ^a	9,36 ^a	9,52 ^a	9,72 ^a	9,29 ^a	9,39 ^a	9,37 ^a	9,61 ^a	9,51 ^a	3,10		

Tabela 10. Peso médio de pedúnculos (g) de cajueiro-anão “BRS 226” em sequeiro, por tratamento, utilizando-se diferentes doses de biocarvão e hidrogel para os anos de produção estudados. Paraipaba, CE.

Avaliação	Biocarvão (kg cov ^{a-1})					Polímero hidrorretentor (g cov ^{a-1})					Controle	CV (%)
	0,5	1,0	2,0	4,0	8,0	20	40	60	80	80		
2017	88,69 ^a	99,28 ^a	80,37 ^a	78,30 ^a	93,75 ^a	87,37 ^a	78,41 ^a	93,50 ^a	81,90 ^a	15,13		
2018	94,06 ^a	89,30 ^a	91,02 ^a	86,06 ^a	94,25 ^a	86,46 ^a	89,25 ^a	96,85 ^a	77,77 ^a	13,62		
2019	99,48 ^a	103,05 ^a	116,35 ^a	120,60 ^a	115,30 ^a	109,00 ^a	118,15 ^a	120,85 ^a	111,78 ^a	8,98		

Médias do mesmo ano seguidas pela mesma letra na linha não diferem estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A Figura 5 apresenta as produtividades de castanha para biocarvão (A) e hidrogel (B) nos anos de 2017, 2018 e 2019 (primeiro, segundo e terceiro ano de produção, quatro anos após o transplântio) e a produtividade acumulada dos três anos consecutivos.

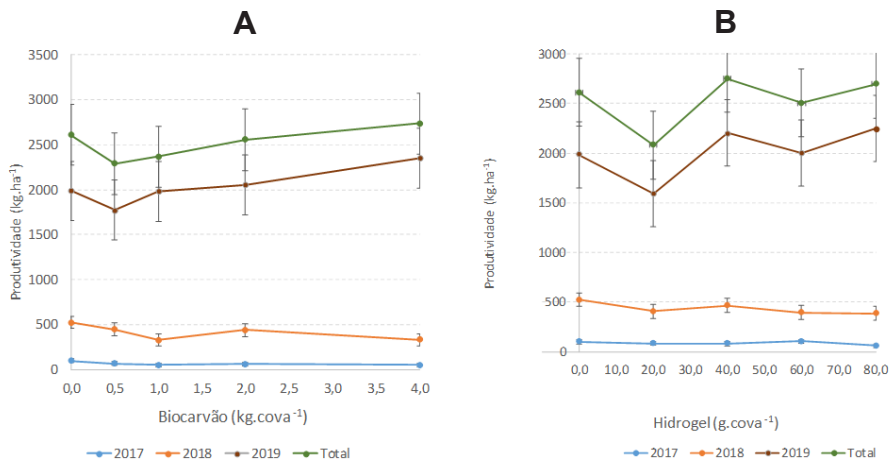


Figura 5. Produtividades de castanha (kg ha⁻¹) nos tratamentos com biocarvão (A) e hidrogel (B) nos anos de 2017, 2018 e 2019; e total acumulado nos três anos consecutivos de produção, quatro anos após o transplântio. Paraipaba, CE.

As produtividades médias de castanha no terceiro ano de produção são superiores às relatadas por Vidal Neto et al. (2018), assim como o cultivo adensado irrigado relatado por Montenegro et al. (2021) para o segundo ano de produção, o qual obteve em torno de 1.000 kg ha⁻¹.

A Tabela 11 apresenta o resultado da análise de variância (valores de F calculado e p) para produtividade de castanhas (kg ha⁻¹) pelo teste de contrastes de plantas de cajueiro-anão, clone "BRS 226", em três anos de avaliação (2017, 2018 e 2019). Houve diferença significativas (p < 0,05) apenas nos dois primeiros anos de produção (2017 e 2018).

Tabela 11. Sumário da análise de variância (valores de F calculado e p) para produtividade de castanhas (kg ha^{-1}) de plantas de cajueiro-anão, clone “BRS 226”, em três anos de avaliação (2017, 2018 e 2019). Paraipaba, CE.

Fonte de variação	GL numerador	GL denominador	F	p
Bloco	3	24	3912,98	< 0,0001
Ano	2	54	148,84	< 0,0001
Tratamento	8	24	0,68	0,7030
Tratamento (*ano)	16	54	1,30	0,2318
	24			
Tratamento (2017)	8	54	2,62	0,0170
Tratamento (2018)	8	54	3,8	0,0013
Tratamento (2019)	8	54	1,38	0,2276
	24			

A Tabela 12 apresenta as médias de produtividades de castanha (kg ha^{-1}) nos tratamentos com biocarvão (BC) e hidrogel (HG) em 2017, 2018 e 2019, relativas ao primeiro, segundo e terceiro anos de produção (quatro anos após o transplântio), assim como a diferença para o tratamento controle. Quando a diferença entre médias é negativa (ex.: dif = -49,82), a produção do primeiro tratamento no par comparado (BC1,0 x controle), no caso o BC1,0, é menor do que a do segundo (BC1,0 < controle).

Tabela 12. Médias de produtividades de castanha (kg ha^{-1}) nos tratamentos com biocarvão (BC) e hidrogel (HG) em 2017, 2018 e 2019, relativos ao primeiro, segundo e terceiro ano de produção (quatro anos após o transplante), assim como as diferenças comparadas com o tratamento controle. Paraipaba, CE.

Ano	Tratamento	Média (kg ha^{-1})	Erro padrão da média	Diferença para o controle
2017	BC.0,5	66,90	9,62	-33,10
2017	BC.1	50,17	38,20	-49,82
2017	BC.2	59,53	128,34	-40,47
2017	BC.4	50,20	1,05	-49,80
2017	SEM.0	100,00	14,06	
2017	HG.20	84,68	135,90	-15,31
2017	HG.40	80,93	154,57	-19,07
2017	HG.60	105,33	24,12	5,33
2017	HG.80	60,73	137,88	-39,27
2018	BC.0,5	447,61	56,96	-77,31
2018	BC.1	330,27	77,42	-194,65
2018	BC.2	440,28	18,28	-84,64
2018	BC.4	332,41	21,14	-192,51
2018	SEM.0	524,92	35,50	
2018	HG.20	405,75	89,83	-119,17
2018	HG.40	467,06	43,48	-57,86
2018	HG.60	395,93	163,07	-128,99
2018	HG.80	387,35	165,15	-137,57

Tabela 12. Continuação.

Ano	Tratamento	Média (kg ha ⁻¹)	Erro padrão da média	Diferença para o controle
2019	BC.0,5	1774,78	203,56	-211,90
2019	BC.1	1985,70	231,92	-0,98
2019	BC.2	2056,38	237,46	69,70
2019	BC.4	2353,40	736,21	366,72
2019	SEM.0	1986,68	233,19	
2019	HG.20	1592,42	131,53	-394,26
2019	HG.40	2203,70	362,78	217,02
2019	HG.60	2003,18	62,12	16,50
2019	HG.80	2246,59	343,52	259,91

A Tabela 13 apresenta os resultados da análise de contrastes entre as médias de produtividade de castanha (kg ha⁻¹) nos tratamentos com biocarvão (BC) e hidrogel (HG) em 2017, 2018 e 2019, relativos ao primeiro, segundo e terceiro ano de produção (quatro anos após o transplante).

Foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos com biocarvão nas doses 1,0 e 4,0 kg cova⁻¹ e o controle. O controle produziu mais do que os dois, nos anos de 2017 ($p < 0,072$) e 2018 ($p < 0,025$), sendo a média do controle superior à média de cada tratamento citado em cerca de 50 e 190 kg ha⁻¹, respectivamente. Já no terceiro ano de colheita (2019), não se constatou diferença estatisticamente significativa entre os tratamentos.

Tabela 13. Teste de contrastes para produtividades de castanha (kg ha^{-1}) nos tratamentos com biocarvão (BC) e hidrogel (HG) em 2017, 2018 e 2019, relativos ao primeiro, segundo e terceiro anos de produção (quatro anos após o transplântio). Paraipaba, CE.

Ano	Contraste	Diferença	Erro padrão	Estatística t	Valor p
2017	BC-0,5 x controle	-33,10	26,445	-1,25	0,2228
2017	BC-1,0 x controle	-49,82	26,445	-1,88	0,0717
2017	BC-2,0 x controle	-40,47	26,445	-1,53	0,1390
2017	BC-4,0 x controle	-49,80	26,445	-1,88	0,0719
2017	BC0,5 x BC1,0	16,72	26,445	0,63	0,5332
2017	BC0,5 x BC2,0	7,37	26,445	0,28	0,7830
2017	BC0,5 x BC4,0	16,70	26,445	0,63	0,5337
2017	BC1,0 x BC2,0	-9,35	26,445	-0,35	0,7266
2017	BC1,0 x BC4,0	-0,02	26,445	0,00	0,9993
2017	BC2,0 x BC4,0	9,33	26,445	0,35	0,7273
2017	HG-20 x controle	-15,31	26,445	-0,58	0,5680
2017	HG-40 x controle	-19,07	26,445	-0,72	0,4778
2017	HG-60 x controle	5,33	26,445	0,20	0,8420
2017	HG-80 x controle	-39,27	26,445	-1,48	0,1506
2017	HG.20 x HG.40	3,76	26,445	0,14	0,8882
2017	HG.20 x HG.60	-20,64	26,445	-0,78	0,4427
2017	HG.20 x HG.80	23,96	26,445	0,91	0,3740
2017	HG.40 x HG.60	-24,40	26,445	-0,92	0,3653
2017	HG.40 x HG.80	20,20	26,445	0,76	0,4525
2017	HG.60 x HG.80	44,60	26,445	1,69	0,1047

Tabela 13. Continuação.

Ano	Contraste	Diferença	Erro padrão	Estatística t	Valor p
2018	BC-0.5 x controle	-77,31	79,023	-0,98	0,3377
2018	BC-1.0 x controle	-194,64	79,023	-2,46	0,0213
2018	BC-2.0 x controle	-84,64	79,023	-1,07	0,2948
2018	BC-4.0 x controle	-192,51	79,023	-2,44	0,0226
2018	BC0,5 x BC1,0	117,33	79,023	1,48	0,1506
2018	BC0,5 x BC2,0	7,32	79,023	0,09	0,9269
2018	BC0,5 x BC4,0	115,19	79,023	1,46	0,1579
2018	BC1,0 x BC2,0	-110,01	79,023	-1,39	0,1767
2018	BC1,0 x BC4,0	-2,14	79,023	-0,03	0,9786
2018	BC2,0 x BC4,0	107,87	79,023	1,37	0,1849
2018	HG-20 x controle	-119,16	79,023	-1,51	0,1446
2018	HG-40 x controle	-57,86	79,023	-0,73	0,4711
2018	HG-60 x controle	-128,99	79,023	-1,63	0,1157
2018	HG-80 x controle	-137,56	79,023	-1,74	0,0945
2018	HG.20 x HG.40	-61,30	79,023	-0,78	0,4455
2018	HG.20 x HG.60	9,83	79,023	0,12	0,9021
2018	HG.20 x HG.80	18,40	79,023	0,23	0,8178
2018	HG.40 x HG.60	71,13	79,023	0,90	0,3770
2018	HG.40 x HG.80	79,71	79,023	1,01	0,3232
2019	HG.60 x HG.80	8,58	79,023	0,11	0,9145

Tabela 13. Continuação.

Ano	Contraste	Diferença	Erro padrão	Estatística t	Valor p
2019	BC-0,5 x controle	-211,90	485,927	-0,44	0,6667
2019	BC-1,0 x controle	-0,98	485,927	0,00	0,9984
2019	BC-2,0 x controle	69,69	485,927	0,14	0,8872
2019	BC-4,0 x controle	366,72	485,927	0,75	0,4578
2019	BC0,5 x BC1.0	-210,92	485,927	-0,43	0,6681
2019	BC0,5 x BC2.0	-281,59	485,927	-0,58	0,5677
2019	BC0,5 x BC4.0	-578,62	485,927	-1,19	0,2454
2019	BC1,0 x BC2.0	-70,67	485,927	-0,15	0,8856
2019	BC1,0 x BC4.0	-367,70	485,927	-0,76	0,4566
2019	BC2,0 x BC4.0	-297,02	485,927	-0,61	0,5468
2019	HG-20 x controle	-394,26	485,927	-0,81	0,4251
2019	HG-40 x controle	217,02	485,927	0,45	0,6592
2019	HG-60 x controle	16,49	485,927	0,03	0,9732
2019	HG-80 x controle	259,91	485,927	0,53	0,5977
2019	HG.20 x HG.40	-611,28	485,927	-1,26	0,2205
2019	HG.20 x HG.60	-410,76	485,927	-0,85	0,4063
2019	HG.20 x HG.80	-654,17	485,927	-1,35	0,1908
2019	HG.40 x HG.60	200,52	485,927	0,41	0,6835
2019	HG.40 x HG.80	-42,89	485,927	-0,09	0,9304
2019	HG.60 x HG.80	-243,41	485,927	-0,50	0,6210

A produtividade média de pedúnculos dos tratamentos no último ano variou entre 18.080 kg ha⁻¹ (T1) e 28.280 kg ha⁻¹ (T6) no ano de 2019 para o espaçamento utilizado no experimento (8 x 4). Montenegro et al. (2021), já no segundo ano de produção, relatam que obtiveram em torno de 10.000 kg ha⁻¹ de pedúnculo para o clone “BRS 226” em cultivo irrigado.

A Tabela 14 apresenta o resultado da análise de variância (valores de F calculado e p), considerando-se a natureza longitudinal dos dados para a variável produtividade de pedúnculos (T ha⁻¹) de plantas de cajueiro-anão “BRS 226”, em três anos de avaliação (2017, 2018 e 2019). Houve diferença significativas (p < 0,05) apenas em 2018, segundo ano de colheita.

Tabela 14. Análise de variância (valores de F calculado e p), considerando-se a natureza longitudinal dos dados para a variável produtividade de pedúnculos (T ha⁻¹) de plantas de cajueiro-anão “BRS 226” em três anos de avaliação (2017, 2018 e 2019). Paraipaba, CE.

Fonte de variação	GL numerador	GL denominador	FValue	ProbF
Tratamento	8	24	3,12	0,0146
Bloco	3	24	4,29	0,0148
Ano	2	54	612,07	<.0001
Tratamento (*ano)	16	54	1,61	0,0968
	24			
Tratamento (2017)	8	54	0,85	0,5675
Tratamento (2018)	8	54	2,8	0,0115
Tratamento (2019)	8	54	0,91	0,513
	24			

A Tabela 15 apresenta o teste de contrastes para produtividades de pedúnculos ($T\ ha^{-1}$) nos tratamentos com biocarvão (BC) e hidrogel (HG) em 2017, 2018 e 2019, relativos ao primeiro, segundo e terceiro anos de produção (quatro anos após o transplântio); e o total acumulado de 2017 a 2019. Quando a diferença entre as médias é negativa (ex. dif = -5,57), a produção média do primeiro tratamento no par comparado (ex. BC0,5 x controle) é menor do que a do segundo (média BC0,5 é considerada menor do que a média do controle).

No ano de 2017, não houve efeito de dose para nenhum dos condicionadores (BC e HG) ($p > 0,05$). Já em 2018, a média do controle foi superior às das doses 0,5 e 4,0 $kg\ cov^{-1}$ de BC ($p < 0,03$) e não diferiu das demais doses (1,0 e 2,0 $kg\ cov^{-1}$) ($p > 0,05$); e a média da dose 2,0 $kg\ cov^{-1}$ foi superior às das doses 0,5; 1,0 e 4,0 $kg\ cov^{-1}$ de biocarvão. Nesse mesmo ano (2018), a média do controle não diferiu da média para nenhuma das doses de hidrogel ($p > 0,05$) e a média da dose 60 $g\ cov^{-1}$ foi superior às médias das demais doses (20, 40 e 80 $g\ cov^{-1}$).

Quando é considerada a produção total acumulada dos três anos de produção apenas dos tratamentos que receberam algum condicionador de solo, a produção média dos tratamentos com hidrogel é superior em 2,7 $T\ ha^{-1}$ à média dos tratamentos com biocarvão.

Para o condicionador biocarvão, a produção total acumulada (2017 a 2019) para as doses 0,5; 1,0; e 4,0 $kg\ cov^{-1}$ foi inferior em cerca de 6-8 $T\ ha^{-1}$ à produção total do controle ($p < 0,05$). Já a produção para a dose 2,0 $kg\ cov^{-1}$ foi superior à das doses 0,5 e 1,0 $kg\ cov^{-1}$ em cerca de 6 $T\ ha^{-1}$ ($p < 0,03$) e à da dose de 4,0 $kg\ cov^{-1}$ em 9 $T\ ha^{-1}$ ($p = 0,0023$). No entanto, esse total não diferiu do total do controle ($p = 0,82$).

Para o condicionador hidrogel, a produção total para quaisquer das doses não diferiu do controle ($p > 0,17$). A produção para dose HG 60 $g\ cov^{-1}$ foi superior em cerca de 5,3 $T\ ha^{-1}$ à produção da dose 20 e 80 $g\ cov^{-1}$. No entanto, essa produção não diferiu do controle ($p = 0,55$).

Tabela 15. Teste de contrastes para produtividades de pedúnculos ($T\ ha^{-1}$) nos tratamentos com biocarvão (BC) e hidrogel (HG) em 2017, 2018 e 2019, relativos ao primeiro, segundo e terceiro ano de produção, quatro anos após o transplântio; e total acumulado de 2017 a 2019. Paraipaba, CE.

Ano	Comparação	Dif. entre médias	Erro padrão	Valor t	Probt	Ordem
2017	BC-0.5 x controle	-0,32	0,30	-1,09	0,2803	1
2017	BC-1.0 x controle	-0,41	0,30	-1,40	0,1682	5
2017	BC-2.0 x controle	-0,40	0,30	-1,34	0,1853	8
2017	BC-4.0 x controle	-0,49	0,30	-1,64	0,1059	10
2017	BC-0.5 x BC-1.0	0,09	0,30	0,31	0,7606	2
2017	BC-0.5 x BC-2.0	0,07	0,30	0,25	0,8027	3
2017	BC-0.5 x BC-4.0	0,16	0,30	0,55	0,5818	4
2017	BC-1.0 x BC-2.0	-0,02	0,30	-0,06	0,9562	6
2017	BC-1.0 x BC-4.0	0,07	0,30	0,25	0,8052	7
2017	BC-2.0 x BC-4.0	0,09	0,30	0,30	0,7631	9
2017	HG-20 x controle	-0,13	0,30	-0,45	0,6558	11
2017	HG-40 x controle	-0,14	0,30	-0,46	0,6462	15
2017	HG-60 x controle	0,04	0,30	0,15	0,8815	18
2017	HG-80 x controle	-0,36	0,30	-1,20	0,2357	20
2017	HG-20 x HG-40	0,00	0,30	0,01	0,9894	12
2017	HG-20 x HG-60	-0,18	0,30	-0,60	0,5523	13
2017	HG-20 x HG-80	0,22	0,30	0,75	0,4559	14
2017	HG-40 x HG-60	-0,18	0,30	-0,61	0,5435	16
2017	HG-40 x HG-80	0,22	0,30	0,74	0,4639	17
2017	HG-60 x HG-80	0,40	0,30	1,35	0,1829	19

Tabela 15. Continuação.

Ano	Comparação	Dif. entre médias	Erro padrão	Valor t	Probt	Ordem
2018	BC-0.5 x controle	-5,57	2,46	-2,26	0,0276	21
2018	BC-1.0 x controle	-4,01	2,46	-1,63	0,1087	25
2018	BC-2.0 x controle	0,97	2,46	0,39	0,6945	28
2018	BC-4.0 x controle	-6,41	2,46	-2,61	0,0118	30
2018	BC-0.5 x BC-1.0	-1,56	2,46	-0,63	0,5296	22
2018	BC-0.5 x BC-2.0	-6,54	2,46	-2,66	0,0103	23
2018	BC-0.5 x BC-4.0	0,85	2,46	0,34	0,7322	24
2018	BC-1.0 x BC-2.0	-4,98	2,46	-2,03	0,0477	26
2018	BC-1.0 x BC-4.0	2,40	2,46	0,98	0,3331	27
2018	BC-2.0 x BC-4.0	7,38	2,46	3,00	0,0040	29
2018	HG-20 x controle	-3,33	2,46	-1,36	0,1807	31
2018	HG-40 x controle	-2,06	2,46	-0,84	0,4053	35
2018	HG-60 x controle	2,14	2,46	0,87	0,3869	38
2018	HG-80 x controle	-2,79	2,46	-1,14	0,2609	40
2018	HG-20 x HG-40	-1,27	2,46	-0,52	0,6069	32
2018	HG-20 x HG-60	-5,48	2,46	-2,23	0,0300	33
2018	HG-20 x HG-80	-0,54	2,46	-0,22	0,8266	34
2018	HG-40 x HG-60	-4,21	2,46	-1,71	0,0928	36
2018	HG-40 x HG-80	0,73	2,46	0,30	0,7673	37
2018	HG-60 x HG-80	4,94	2,46	2,01	0,0496	39
2019	BC-0.5 x controle	0,39	0,93	0,42	0,6786	41
2019	BC-1.0 x controle	-1,32	0,93	-1,42	0,1605	45

Tabela 15. Continuação.

Ano	Comparação	Dif. entre médias	Erro padrão	Valor t	Probt	Ordem
2019	BC-2.0 x controle	0,03	0,93	0,03	0,9735	48
2019	BC-4.0 x controle	-1,50	0,93	-1,62	0,1114	50
2019	BC-0.5 x BC-1.0	1,71	0,93	1,84	0,0713	42
2019	BC-0.5 x BC-2.0	0,36	0,93	0,38	0,7030	43
2019	BC-0.5 x BC-4.0	1,89	0,93	2,03	0,0468	44
2019	BC-1.0 x BC-2.0	-1,35	0,93	-1,46	0,1511	46
2019	BC-1.0 x BC-4.0	0,18	0,93	0,20	0,8459	47
2019	BC-2.0 x BC-4.0	1,53	0,93	1,65	0,1044	49
2019	HG-20 x controle	-0,25	0,93	-0,27	0,7846	51
2019	HG-40 x controle	-0,18	0,93	-0,19	0,8462	55
2019	HG-60 x controle	-0,61	0,93	-0,66	0,5101	58
2019	HG-80 x controle	-0,55	0,93	-0,59	0,5570	60
2019	HG-20 x HG-40	-0,07	0,93	-0,08	0,9367	52
2019	HG-20 x HG-60	0,36	0,93	0,39	0,6993	53
2019	HG-20 x HG-80	0,29	0,93	0,32	0,7530	54
2019	HG-40 x HG-60	0,43	0,93	0,47	0,6416	56
2019	HG-40 x HG-80	0,37	0,93	0,40	0,6936	57
2019	HG-60 x HG-80	-0,07	0,93	-0,07	0,9428	59
2017- 2019	Biocarvão x Hidrogel	-2,70	1,32	-2,05	0,0520	61
2017- 2019	BC-0.5 x controle	-5,50	2,64	-2,08	0,0483	62
2017- 2019	BC-1.0 x controle	-5,74	2,64	-2,17	0,0400	63

Tabela 15. Continuação.

Ano	Comparação	Dif. entre médias	Erro padrão	Valor t	Probt	Ordem
2017-2019	BC-2.0 x controle	0,60	2,64	0,23	0,8211	64
2017-2019	BC-4.0 x controle	-8,40	2,64	-3,18	0,0041	65
2017-2019	BC-0.5 x BC-1.0	0,24	2,64	0,09	0,9282	66
2017-2019	BC-0.5 x BC-2.0	-6,11	2,64	-2,31	0,0298	67
2017-2019	BC-0.5 x BC-4.0	2,90	2,64	1,10	0,2842	68
2017-2019	BC-1.0 x BC-2.0	-6,35	2,64	-2,40	0,0245	69
2017-2019	BC-1.0 x BC-4.0	2,66	2,64	1,00	0,3252	70
2017-2019	BC-2.0 x BC-4.0	9,00	2,64	3,40	0,0023	71
2017-2019	HG-20 x controle	-3,72	2,64	-1,41	0,1721	72
2017-2019	HG-40 x controle	-2,38	2,64	-0,90	0,3771	73
2017-2019	HG-60 x controle	1,57	2,64	0,60	0,5572	74
2017-2019	HG-80 x controle	-3,70	2,64	-1,40	0,1749	75
2017-2019	HG-20 x HG-40	-1,34	2,64	-0,51	0,6163	76
2017-2019	HG-20 x HG-60	-5,30	2,64	-2,00	0,0566	77
2017-2019	HG-20 x HG-80	-0,03	2,64	-0,01	0,9923	78

Tabela 15. Continuação.

Ano	Comparação	Dif. entre médias	Erro padrão	Valor t	Probt	Ordem
2017-2019	HG-40 x HG-60	-3,95	2,64	-1,50	0,1479	79
2017-2019	HG-40 x HG-80	1,32	2,64	0,50	0,6230	80
2017-2019	HG-60 x HG-80	5,27	2,64	1,99	0,0577	81

Observou-se efeito similar ao do presente trabalho em outras áreas de produção de frutíferas. Eyles et al. (2015), estudando o efeito de biocarvão de *Acacia* sp. em um pomar de macieiras (*Malus domestica*) irrigadas na Austrália, observaram, ao final de um período de quatro anos de análise, que o biocarvão não influenciou nas variáveis de produção de frutos. Concluíram que plantas perenes, que necessitam de grande aporte de nutrientes e água durante seu desenvolvimento, não são beneficiadas pelo uso de biocarvão e consideraram que o condicionador de solo deve apresentar resultados mais promissores em cultivos de ciclo mais curto e áreas de cultivo com maior escassez hídrica.

Bass et al. (2016) observaram, em experimento na Austrália, utilizando biocarvão de madeira de *Salix* sp. em área cultivada com bananeira (*Musa* sp.), que, embora o uso do condicionador tenha elevado a capacidade de retenção hídrica do solo, ocorreu uma diminuição na produção de bananas, atribuindo esse efeito à retenção de nutrientes nos poros que o biocarvão pode ocasionar, destacando que seu uso nem sempre garante melhorias na produção.

Keivanfar et al. (2019), utilizando diferentes doses de polímero absorvente em plantas de macieira (*Malus domestica* cv. Borkh) na região semiárida do Irã, com uso de irrigação, puderam observar que não houve diferença na produção de frutos nos dois anos de análise, mesmo com aumento da capacidade de retenção hídrica do solo, atribuindo o resultado encontrado a uma possível diminuição da movimentação de nutrientes do solo causada pelo polímero.

A capacidade máxima de armazenamento de água no solo estimada pelo modelo de Van Genuchten (1980), entre a capacidade de campo e o ponto de murcha, na camada de 0 m a 0,30 m, foi de 35,6 mm; e na camada de 0,30 m a 0,60 m atingiu 30,7 mm. Os armazenamentos totais diários médios de água no perfil do solo observados nas camadas de 0 m a 0,30 m são apresentados na Tabela 16; e 0,30 m a 0,60 m na Tabela 17.

As regressões do armazenamento de água no perfil do solo (camadas de 0 m a 0,3 m), em função das doses aplicadas dos condicionadores, foram significativas no ano de 2017 (Figura 6), tanto para o biocarvão (quadrático; $p < 0,10$) como para o hidrogel (linear; $p < 0,05$). Entretanto, o efeito aditivo da aplicação resulta em acréscimos pequenos de umidade do solo, conforme pode-se observar pelos coeficientes das equações de regressão (0,09; 0,04; e 0,0007), que representam a quantidade de condicionadores (eixo x), não se justificando o uso em cultivo de cajueiro-anão de sequeiro em regiões com chuvas concentradas em poucos meses do ano, como o local do experimento.

Na camada do perfil do solo de 0,30 cm a 0,60 cm, assim como nos demais anos (2018 e 2019), em ambas as camadas do perfil do solo, as doses de condicionadores (biocarvão de cajueiro e polímero hidrorretentor) não resultaram em efeitos relevantes no aumento do armazenamento total diário médio de água, dispensando a sua utilização no cajueiro-anão cultivado em sequeiro, em locais de chuva concentrada em poucos meses do ano, situação em que o solo é submetido a prolongados períodos de escassez hídrica.

Valores de armazenamento de água no perfil do solo superiores no ano de 2019 podem ser relacionados à maior precipitação naquele ano (1.861 mm), com melhor distribuição do que nos demais anos (Tabelas 16 e 17). Vale considerar, entretanto, resultados de efeito positivo na sobrevivência de plantas no primeiro ano de implantação do pomar, quando são menos tolerantes ao estresse hídrico (Gondim et al., 2019) e na demanda de água de irrigação de salvação (Gondim et al., 2020).

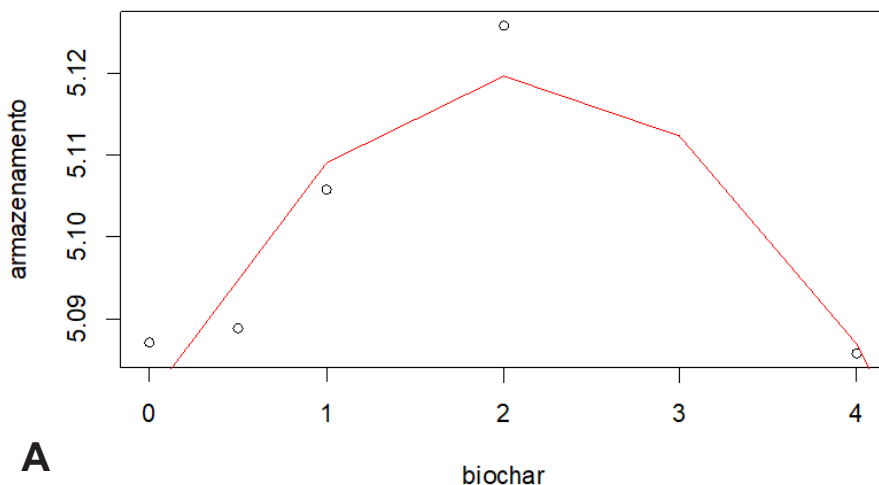
Em trabalhos futuros, convém testar, ainda, a aplicação de quantidade adicional de condicionadores, à medida que o sistema radicular se desenvolve, assim como em cultivos irrigados, quando o solo é mantido úmido; enquanto em sequeiro a umidade disponível é logo absorvida pelo sistema radicular ou lixiviada para camadas mais profundas do solo e exaurida da zona radicular.

Tabela 16. Precipitação anual (Ppt., mm) e armazenamento total diário médio (mm) na camada de 0 m a 0,30 m do perfil do solo nos três anos do experimento. Paraipaba, CE.

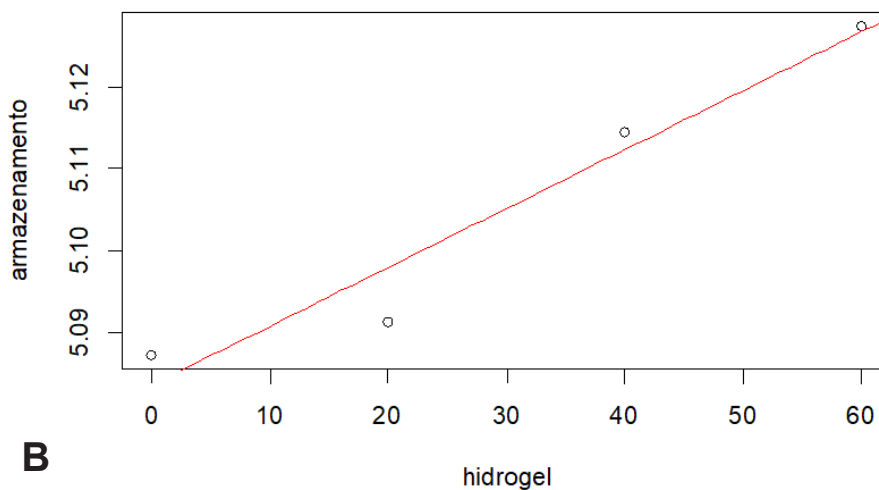
Ano	Ppt. (mm)	Tratamento								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
2017	1281	5,09±0,02	5,11±0,03	5,13±0,07	5,09±0,02	5,09±0,01	5,11±0,06	5,13±0,08	5,10±0,04	5,09±0,03
2018	1141	5,43±0,87	6,03±1,66	6,42±2,53	5,70±1,87	6,90±3,11	5,45±0,94	5,94±1,85	6,92±3,61	5,94±1,97
2019	1861	7,94±4,60	6,75±3,65	7,84±3,12	7,12±3,19	6,87±3,08	6,34±2,07	8,66±4,73	6,63±3,58	7,49±3,29

Tabela 17. Precipitação anual (Ppt., mm) e armazenamento total diário médio (mm) na camada de 0,30 m a 0,60 m do perfil do solo nos três anos do experimento. Paraipaba, CE.

Ano	Ppt. (mm)	Tratamento								
		T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8	T9
2017	1281	5,30±0,11	5,26±0,07	5,26±0,08	5,29±0,10	5,28±0,14	5,31±0,15	5,26±0,07	5,24±0,05	5,21±0,21
2018	1141	5,25±0,06	5,28±0,20	5,29±0,14	5,38±0,39	7,06±2,98	5,40±0,47	5,43±0,44	5,31±0,33	5,46±0,39
2019	1861	6,57±2,69	6,06±1,60	6,74±2,20	6,62±2,28	8,81±3,26	6,78±2,43	5,43±0,44	5,31±0,33	6,64±2,74



Armazenamento total diário médio de água (mm) no perfil do solo de 0 m a 0,30 m com biocarvão.
 $Y = -0,09x^2 + 0,04x + 5,08$; $R^2 = 0,86$; $p = 0,07$.



Armazenamento total diário médio de água (mm) no perfil do solo de 0 m a 0,30 m com hidrogel.
 $Y = 0,0007x + 5,0835$; $R^2 = 0,94$; $p = 0,03$.

Figura 6. Modelos de regressão para descrever a relação entre (A) dose de biocarvão (kg) e (B) hidrogel (g); e armazenamento diário médio de água no perfil (mm) nas camadas de 0,0 m a 0,3 m. Paraipaba, CE, 2017.

Por outro lado, o efeito de aumento do acúmulo de água no solo encontrado pelo uso do biocarvão foi observado por Suliman et al. (2017) em solo arenoso, os quais, ao utilizarem biocarvões de diferentes fontes e com diferentes temperaturas de fabricação, observaram um incremento de 30,22% no armazenamento de água no solo, quando comparado com solos sem o condicionador. Atribuíram esse resultado à elevação da porosidade do solo causada pelo uso do biocarvão, que, por sua vez, está diretamente ligada à matéria-prima e ao método de fabricação do condicionador.

Já Banedjschafie e Durner (2015), ao utilizarem um polímero hidroabsorvente em solo de textura arenosa, observaram que a utilização do condicionador de solo promoveu um aumento de 18% da água disponível para as plantas, utilizando 1% do polímero no solo, atribuindo esse efeito ao aumento da porosidade causada pelo condicionador.

Conclusões

O biocarvão de lenha de cajueiro produzido de forma rústica em fornos artesanais, assim como o polímero hidrorretentor, não exerceram efeitos significativos no desenvolvimento de plantas de cajueiro-anão “BRS 226” cultivado em sequeiro.

Na produção, houve diferenças significativas entre doses, mas os tratamentos mais produtivos não diferiram significativamente do controle, não se justificando o uso dos condicionadores aplicados no solo somente por ocasião do plantio, em cultivo de cajueiro-anão de sequeiro, com o objetivo de aumentar a produtividade das plantas.

Quanto ao armazenamento diário médio de água no perfil do solo, o uso de condicionadores, nas quantidades testadas, somente apresentou efeito na camada mais superficial (0 m a 0,30 m) e no primeiro ano de cultivo em sequeiro. Entretanto, o efeito aditivo da aplicação resulta em acréscimos pequenos de umidade do solo, não se justificando o uso em cultivo de cajueiro-anão de sequeiro em locais com concentração de chuva somente em alguns meses do ano.

Agradecimento

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro para o desenvolvimento deste estudo.

Referências

- ARAÚJO, T. A. A.; TOMA, R. S.; GONDIM, R. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; SILVA, J. P. da. **Caracterização e classificação de solos do campo experimental do Curu, Paraipaba, CE.** Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2021. 16 p. Embrapa Agroindústria Tropical. (Documentos, 196). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/228788/1/DOC-196.pdf>. Acesso em: 24 maio 2022.
- AHMED, E. M. Hydrogel: Preparation, characterization, and applications: a review. **Journal of Advanced Research**, v. 6, p. 105-121, 2015.
- AKHTAR, S. S.; LI, G.; ANDERSEN, M. N.; LIU, F. Biochar enhances yield and quality of tomato under reduced irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 138, p. 37-44, 2014.
- BANEDJSCHAFIE, S.; DURNER, W. Water retention properties of a sandy soil with superabsorbent polymers as affected by aging and water quality. **Journal of Plant Nutrition and Soil Science**, v. 178, p. 798-806, 2015.
- BASS, A. M.; BIRD, M. I.; KAY, G.; MUIRHEAD, B. Soil properties, greenhouse gas emissions and crop yield under compost, biochar and co-composted biochar in two tropical agronomic systems. **Science of The Total Environment**, v. 550, p. 459-470, 2016.
- BIZINOTO, T. K. M. C.; OLIVEIRA, E. G. de; MARTINS, S. B.; SOUZA, S. A. de; GOTARDO, M. Cultivo da mamoneira influenciada por diferentes populações de plantas. **Bragantia**, v. 69, p. 367-370, 2010.
- CAVALCANTI, J. J. V.; VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. de M. Avanços, desafios e novas estratégias do melhoramento genético do cajueiro no Brasil. In: ARAUJO, J. P. P. (ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações.** Brasília, DF: Embrapa, 2013. p. 151-174.
- CHEHAB, H.; TEKAY, M.; MECHRI, B.; JEMAI, A.; GUIAA, M.; MAHJOUR, Z.; BOUJNAH, D.; LAAMARI, S.; CHIHAOUI, B.; ZAKHAMA, H.; HAMMAMI, M.; DEL GIUDICE, T. Effect of the Super Absorbent Polymer Stockosorb® on leaf turgor pressure, tree performance and oil quality of olive trees cv. Chemlali grown under field conditions in an arid region of Tunisia. **Agricultural Water Management**, v. 192, p. 221-231, 2017.

EDEH, I. G.; MASEK, O. The role of biochar particle size and hydrophobicity in improving soil hydraulic properties. **European Journal of Soil Science**, v. 1, p. 1-14, 2021.

EMBRAPA Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica. 3. ed. 2013. 353 p.

EYLES, A.; BOUND, S. A.; OLIVER, G.; CORKREY, R.; HARDIE, M.; GREEN, S.; CLOSE, D. C. Impact of biochar amendment on the growth, physiology and fruit of a young commercial apple orchard. **Trees: Structure and Function**, v. 29, p. 1817-1826, 2015.

GONDIM, R. S.; MUNIZ, C. R.; LIMA, C. E. P.; SANTOS, C. L. A. dos. Explaining the water-holding capacity of biochar by scanning electron microscope images. **Revista Caatinga**, v. 31, p. 972-979, 2018.

GONDIM, R. S.; SERRANO, L. A. L.; MAIA, A. de H. N.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. das C.; BARROS, L. de M.; SILVA, J. P. da; ARAÚJO, T. A. **Uso do Biocarvão como Fator de Sobrevivência e Desenvolvimento de Plantas Enxertadas de Cajueiro-anão no Primeiro Ano de Implantação do Pomar**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2019. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 195). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/208167/1/BP-195.pdf>. Acesso em: 04 fev. 2023.

GONDIM, R. S.; SERRANO, L. A. L.; MAIA, A. de H. N.; 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.

KEIVANFAR, S.; GHAZVINI, F.; GHASEMNEZHAD, M.; MOUSAVI, A.; KHALEDIAN, M. R. Effects of regulated deficit irrigation and superabsorbent polymer on fruit yield and quality of 'granny smith' apple. **Agriculturae Conspectus Scientificus**, v. 84, p. 383-389, 2019.

LIM, T. J.; SPOKAS, K. A.; FEYEREISEN, G.; NOVAK, J. M. Predicting the impact of biochar additions on soil hydraulic properties. **Cremosphere**, v. 142, p. 136-144, 2016.

LIMA, M. de A.; BEZERRA, M. A.; GOMES FILHO, E.; PINTO, C. de M.; ENÉAS FILHO, J. Trocas gasosas em folhas de sol e sombreadas de cajueiro-anão em diferentes regimes hídricos. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 41, n. 4, p. 654-663, 2010.

LIU, Z.; DUGAN, B.; MAISELLO, C. A.; GONNERMANN, H. M. Biochar particle size, shape, and porosity act together to influence soil water properties. **Plos One**, v. 12, p. 1-19, 2017.

MACÊDO, M. L.; COSTA, R. N. T.; NUNES, K. G. Viabilidade econômica do cultivo irrigado do cajueiro-anão precoce na agricultura familiar. **Irriga**, Botucatu, v. 23, p. 55-71, 2018.

MAZEN, A. M.; RADWAN, D. E. M.; AHMED, A. F. Growth responses of maize plants cultivated in sandy soil amended by different superabsorbant hydrogels. **Journal of Plant Nutrition**, v. 38, p. 325-337, 2015.

MONTENEGRO, A. A. T.; MIRANDA, F. R. de; MOREIRA, F. V. de O.; SILVA, R. V.; SANTOS, F. J. R. dos. **Produtividade de clones de cajueiro-anão cultivados em sistemas superadensados no segundo ano de cultivo**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2021. 28 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 220). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/224768/1/BP-220.pdf>. Acesso em: 18 fev. 2023.

MUIANGA, C. A.; MUNIZ, J. A.; NASCIMENTO, M. da S.; FERNANDES, T. J.; SAVIAN, T. V. Descrição da curva de crescimento de frutos do cajueiro por modelos não lineares. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 38, p. 22-32, 2016.

OBIA, A.; MULDER, J.; MARTINSEN, V.; CORNELISSEN, G.; BØRRESEN, T. In situ effects of biochar on aggregation, water retention and porosity in light-textured tropical soils. **Soil and Tillage Research**, v. 155, p. 35-44, 2016.

PEREIRA, S. P.; BARTHOLO, G. F.; BALIZA, D. P.; SOBREIRA, F. M.; GUIMARÃES, R. J. Crescimento, produtividade e bienalidade do cafeeiro em função do espaçamento de cultivo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 152-160, fev. 2011.

SULIMAN, W.; HARSH, J. B.; ABU-LAIL, N. I.; FORTUNA, A. M.; DALLMEYER, I.; GARCIA-PÉREZ, M. The role of biochar porosity and surface functionality in augmenting hydrologic properties of a sandy soil. **Science of the Total Environment**, v. 574, p. 139-147, 2017.

ULYETT, J.; SAKRABANI, R.; KIBBLEWHITE, M.; HANN, M. Impact of biochar addition on water retention, nitrification and carbon dioxide evolution from two sandy loam soils. **European Journal of Soil Science**, v. 65, p. 96-104, 2014.

VAN GENUCHTEN, M. T. Closed-form equation for predicting the hydraulic conductivity of unsaturated soils. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 44, p. 892-898, 1980.

VILLAGRA-MENDOZA, K.; HORN, R. Effect of biochar addition on hydraulic functions of two textural soil. **Geoderma**, v. 326, p. 88-95, 2018.

WERDIN, J.; CONN, R.; FLETCHER, T. D.; RAYNER, J. P.; WILLIAMS, N. S. G.; FARRELL, C. Biochar particle size and amendment rate are more important for water retention and weight of green roof substrates than differences in feedstock type. **Ecological Engineering**, v. 171, 106391, 2021.

VIDAL NETO, F. das C.; ROSSETTI, A. G.; BARROS, L. de M.; CAVALCANTI, J. J. V.; MELO, D. S. **Desempenho agrônomico de clones de cajueiro no litoral do Ceará**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2018. 23 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 163). Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/177952/1/BPD18012.pdf>.

Acesso em: 18 fev. 2023.

Embrapa

Agroindústria Tropical

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA E
PECUÁRIA



CGPE 018420