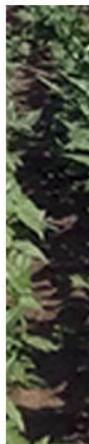
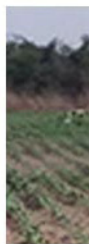


Sistema de Irrigação para a Produção de Coqueiro-Anão em Consórcio com Culturas Anuais



***Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Meio-Norte
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento***

**BOLETIM DE PESQUISA
E DESENVOLVIMENTO
145**

**Sistema de Irrigação para a
Produção de Coqueiro-Anão em
Consórcio com Culturas Anuais**

*Francisco José de Seixas Santos
Braz Henrique Nunes Rodrigues
João Avelar Magalhães
Humberto Umbelino de Sousa
Newton de Lucena Costa*

***Embrapa Meio-Norte
Teresina, PI
2022***

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Meio-Norte
Av. Duque de Caxias, 5.650, Bairro Buenos Aires
Caixa Postal 01
CEP 64008-480, Teresina, PI
Fone: (86) 3198-0500
Fax: (86) 3198-0530
www.embrapa.br/meio-norte
Serviço de Atendimento ao Cidadão(SAC)
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente
Rosa Maria Cardoso Mota de Alcantara

Secretário-Executivo
Jeadys Araújo de Oliveira

Membros
*Ligia Maria Rolim Bandeira, Edvaldo Sagrilo,
Orlane da Silva Maia, Luciana Pereira dos Santos
Fernandes, Francisco Jose de Seixas Santos, Paulo
Henrique Soares da Silva, João Avelar Magalhães,
Paulo Fernando de Melo Jorge Vieira, Alexandre
Kemenes, Ueliton Messias, Marcos Emanuel da
Costa Veloso, Jose Alves da Silva Câmara*

Supervisão editorial
Ligia Maria Rolim Bandeira

Revisão de texto
Francisco de Assis David da Silva

Normalização bibliográfica
Orlane da Silva Maia

Tratamento das ilustrações
Jorimá Marques Ferreira

Editoração eletrônica
Jorimá Marques Ferreira

Fotos da capa
Francisco José de Seixas Santos

1ª edição
1ª impressão (2022): formato digital

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 Meio-Norte

Sistema de irrigação para a produção de coqueiro-anão em consórcio com culturas anuais /
Francisco José de Seixas Santos ... [et al.]. – Teresina : Embrapa Meio-Norte, 2022.

PDF (40 p.) ; 16 cm x 22 cm. – (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento / Embrapa Meio-
Norte, ISSN 1413-1455 ; 145).

1. Coco. 2. Feijão de corda. 3. Milho. 4. Consorciação de cultura. 5. Irrigação localizada.
6. Irrigação por aspersão. 7. Sistema de cultivo. I. Santos, Francisco José de Seixas. II. Embrapa
Meio-Norte. III. Série.

CDD 634.61 (21. ed.)

Orlane da Silva Maia (CRB-3/915)

© Embrapa, 2022

Sumário

Resumo5

Abstract7

Introdução.....8

Material e Métodos10

Resultados e Discussão13

Conclusões36

Referências36

Sistema de Irrigação para a Produção de Coqueiro-Anão em Consórcio com Culturas Anuais

Francisco José de Seixas Santos¹

Braz Henrique Nunes Rodrigues²

João Avelar Magalhães³

Humberto Umbelino de Sousa⁴

Newton de Lucena Costa⁵

Resumo - A produção de coco no Nordeste é realizada, geralmente, por pequenos e médios produtores. Além dos problemas climáticos, a baixa produtividade dos coqueiros na região está relacionada principalmente ao nível tecnológico empregado no cultivo. O coqueiro pode ser cultivado em sistemas agrossilvipastoris, possibilitando outras fontes de renda para os produtores. A cultura do coqueiro adapta-se bem a diversos sistemas de irrigação, dependendo do tipo de cultivo: solteiro ou consorciado. O objetivo deste trabalho foi identificar um sistema de irrigação adequado ao sistema integrado de produção do coqueiro-anão consorciado com as culturas do feijão-caupi e do milho, em Parnaíba, PI. Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos por três sistemas de irrigação: i) irrigação por aspersão convencional fixa em conjunto com microaspersão; ii) irrigação por aspersão convencional fixa; iii) irrigação por microaspersão. Os espaçamentos entre plantas do coqueiro-anão (8 m x 7 m e 9 m x 9 m) compuseram as

¹Engenheiro-agrônomo, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

²Engenheiro agrícola, doutor em Irrigação e Drenagem, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

³Médico-veterinário, doutor em Zootecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Parnaíba, PI

⁴Engenheiro-agrônomo, doutor em Fitotecnia, pesquisador da Embrapa Meio-Norte, Teresina, PI

⁵Engenheiro-agrônomo, doutor em Produção Vegetal, pesquisador da Embrapa Roraima, Boa Vista, RR

subparcelas. As culturas anuais estudadas durante 2 anos foram o feijão-caupi e o milho cultivadas nessa sequência e em sucessão, com avaliação dos rendimentos produtivos na área total ocupada pela integração com a cultura do coqueiro-anão. As características biométricas das plantas de coqueiro (altura, circunferência do coleto, comprimento da terceira folha e número de folhas vivas) foram realizadas 32 meses após o plantio das mudas no campo, assim como a medição do número de inflorescências. Conclui-se que o sistema de irrigação por aspersão convencional fixa em conjunto com microaspersão é o mais adequado à exploração da cultura do coqueiro-anão integrada com as culturas do milho e do feijão-caupi, com melhor desenvolvimento das plantas de coqueiro na fase pré-produção em conjunto com as maiores produções das culturas anuais.

Termos para indexação: Feijão-caupi; milho; consorciação; irrigação localizada; aspersão.

Irrigation system for the production of dwarf coconut trees intercropped with annual crops

Abstract - Coconut production in the Northeast is generally carried out by small and medium-sized producers. In addition to the climatic problems, the low productivity of coconut trees in the region is mainly related to the technological level used in cultivation. Coconut palms can be cultivated in agroforestry systems, providing other sources of income for producers. The coconut crop adapts well to different irrigation systems, depending on the type of cultivation: single or intercropped. The objective of this work was to identify an irrigation system suitable for the integrated production system of dwarf coconut trees intercropped with cowpea and corn crops in Parnaíba, PI. A randomized block experimental design with arranged treatments was used in a split-plot scheme, with four replications. The treatments consisted of three irrigation systems: (i) fixed conventional sprinkler irrigation in conjunction with microsprinkler; (ii) fixed conventional sprinkler irrigation; and (iii) microsprinkler irrigation. The spacing between dwarf coconut plants (8 m x 7 m and 9 m x 9 m) composed the subplots. The annual crops studied for two years were cowpea and corn cultivated in this sequence and in succession, with evaluation of productive yields in the total area occupied by the integration with the dwarf coconut crop. Biometric characteristics of coconut plants (height, collar circumference, length of the 3rd leaf and number of live leaves) were performed 32 months after planting the seedlings in the field, as well as measuring the number of inflorescences. It is concluded that the conventional fixed sprinkler irrigation system in conjunction with micro-sprinkler is the most suitable for the exploration of the dwarf coconut culture integrated with the corn and cowpea cultures, with better development of coconut plants in the pre-season-production in conjunction with the largest productions of annual crops.

Index terms: cowpea; corn; intercropping; localized irrigation; sprinkler.

Introdução

A fruticultura na região Nordeste, incluindo o norte de Minas Gerais e do Espírito Santo, respondeu em 2019 por 26% do valor total da produção agrícola. Nesses estados, houve redução de área com fruticultura entre 2011 e 2019, sendo que após o período mais crítico de estiagem, foram poucas as espécies de frutíferas cultivadas que aumentaram o volume de produção (Vidal, 2020). Entre os anos de 2008 a 2018, as áreas de coqueirais do Nordeste reduziram, em média, 3,4% a.a. e a produção acompanhou a queda (-2,6% a.a.), já que a produtividade, com o crescimento médio de apenas 0,8% a.a., ao longo desse período, não foi suficiente para a reversão desse quadro (Brainer; Ximenes, 2020).

O aumento da produção brasileira de coco se deu numa proporção muito maior pela elevação da produtividade do que pela expansão das áreas, pois, enquanto a área cultivada com coqueiro cresceu 13,2% entre 1990 e 2015, a produção e a produtividade cresceram, respectivamente, 143,2% e 114,8%. Isso ocorreu por causa principalmente da utilização intensiva de insumos, de tecnologia, da implantação de grandes projetos em perímetros irrigados e da utilização das variedades de coqueiro-anão-verde e dos híbridos (Brainer, 2018). A produtividade dos coqueiros está relacionada à variedade explorada, à destinação do produto, à utilização de insumos, à adoção de tecnologia, além dos fatores edafoclimáticos, entre outros (Brainer; Ximenes, 2020).

A produção de coco no Nordeste é realizada, geralmente, por pequenos e médios produtores, enquanto nas demais regiões do Brasil o cultivo é feito, principalmente, pelas grandes e médias empresas agrícolas e agroindustriais. A baixa produtividade dos coqueiros na região Nordeste é por causa da influência da produção do coqueiro-gigante, menos produtivo do que o coqueiro-anão, cujos frutos são destinados mais ao mercado de coco seco (Brainer, 2018). Por outro lado, a produção do coqueiro-anão, cujos frutos são destinados ao mercado de coco-verde (água de coco), já superou a do coco seco, visto que, além de ser uma variedade mais

produtiva, seu cultivo é praticamente quase todo sob irrigação, atingindo maior produtividade média (Brainer; Ximenes, 2020).

Os sistemas agroflorestais, nos seus vários modelos, têm apresentado benefícios ecológicos e sociais, com indicativos de sustentabilidade e rentabilidade em várias partes do mundo (Pardini; Nori, 2011; Nascimento et al., 2014; Andrade et al., 2018; Buitrago-Guillen et al., 2018; González-Rojas et al., 2018; Cuevas-Reyes et al., 2020; Santoro et al., 2020). Entre esses sistemas, o ILPF (integração lavoura-pecuária-floresta) tem aplicabilidade para diferentes condições de clima, de solo, de topografia, do tamanho da propriedade, do modelo da empresa agrícola, da condição social dos atores e dos sistemas agropecuários da região Nordeste (Rangel et al., 2019). O coqueiro pode ser cultivado em sistemas agrossilvipastoris, contribuindo com a obtenção de outras fontes de renda para os pequenos e médios produtores (Reynolds, 1988; Feintrenie, 2006; Castro, 2013; Aquino, 2017; Brainer, 2018; Brainer; Ximenes, 2020). O consórcio com culturas de ciclo temporário constitui-se também numa prática que pode ser considerada como método de controle cultural das plantas daninhas (Olivier et al., 1994; Liebman; Davis, 2000; Fontes et al., 2015).

Nos sistemas integrados, são exploradas culturas com diferentes arquiteturas da parte aérea e as espécies florestais contribuem para diminuir a velocidade do vento e a temperatura na área cultivada, com mudanças no microclima e redução da evapotranspiração em razão da diminuição dos valores desses dois parâmetros climáticos (Andrade et al., 2018).

O uso de sistemas de irrigação no coqueiro com menores perdas de água e com maior uniformidade de aplicação e a adoção de estratégias de irrigação com leve ou moderado deficit estão entre as principais opções de aumentar a eficiência de uso da água na agricultura irrigada (Gomes do Ó et al., 2017).

A cultura do coqueiro adapta-se bem a diversos sistemas de irrigação. Em cultivo solteiro, recomenda-se o uso de sistemas de irrigação localizada, tais como, o gotejamento e a microaspersão, por serem mais eficientes na

aplicação de água e fertilizantes (fertirrigação). São caracterizados por aplicarem pequenas quantidades de água, com alta frequência de irrigação, geralmente diária (Miranda; Gomes, 2006; Sobral et al., 2009). Em cultivos consorciados nas entrelinhas dos coqueiros, outros sistemas de irrigação como a aspersão podem ser uma alternativa para a melhor eficiência de uso da água por unidade de área produzida.

A melhoria da eficiência do uso dos recursos hídricos por meio de estudos de uso múltiplo da água para geração concomitante de vários produtos agrícolas é fundamental para um crescimento sustentável da agricultura irrigada no Nordeste brasileiro. O manejo da água e do solo com uso múltiplo objetiva que todos os recursos sejam explorados de forma integrada, cujas relações entre os produtos gerados sejam complementares (Santos, 2009; Furtado, 2015; Rodrigues et al., 2018).

O objetivo deste trabalho foi identificar um sistema de irrigação adequado ao sistema integrado de produção do coqueiro-anão consorciado com as culturas do feijão-caupi e do milho, em Parnaíba, PI.

Material e Métodos

O experimento foi conduzido na Unidade de Execução de Pesquisa e Desenvolvimento da Embrapa Meio-Norte, em Parnaíba, PI (03°05' S; 41°46' W; e 46,8 m), situada na região de abrangência do Semiárido (Sudene, 2017).

O clima da região, de acordo com a classificação climática de Thornthwaite e Mather, é C1dA'a', caracterizado como subúmido seco, megatérmico, com pequeno excedente hídrico e uma concentração de 29,7% da evapotranspiração potencial no trimestre outubro, novembro e dezembro. A normal climatológica de precipitação total anual no período de 1978 a 2017 é de 1.011,6 mm. Em 2018, o total de precipitação foi de 1.251,2

mm, sem registros em agosto, setembro, outubro e novembro, entretanto o acumulado em dezembro foi de 173,0 mm, e os primeiros dados foram registrados em 04/12/2018 (Bastos et al., 2019). As precipitações em 2019 totalizaram 1.001,4 mm, com registros em todos os meses, exceto outubro. Os menores valores registrados foram: junho (0,2 mm), agosto (6,6 mm), setembro (20,8 mm), novembro (2,0 mm) e dezembro (12,4 mm). Em 2020, as precipitações até agosto totalizaram 1.407,2 mm. Dados obtidos da estação automática do INMET (A308) instalada no campo experimental da Embrapa em Parnaíba, a 400 m da área experimental, aproximadamente.

O solo da área experimental pertence à classe Latossolo Amarelo Distrófico, de textura média, fase caatinga litorânea e relevo plano e suave ondulado (Melo et al., 2004).

Utilizou-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, com os tratamentos arranjos em esquema de parcelas subdivididas, com quatro repetições. Os tratamentos primários foram constituídos por três sistemas de irrigação e as subparcelas foram compostas pelos espaçamentos entre plantas do coqueiro-anão (8 m x 7 m e 9 m x 9 m). A unidade experimental foi composta por quatro plantas de coqueiro-anão.

Os sistemas de irrigação avaliados foram:

1. Irrigação por aspersão convencional fixa em conjunto com microaspersão (A+M): aspersores vazão de 450 Lh^{-1} , pressão de serviço de 200 kPa, espaçamento de 10 m x 10 m, 100 unidades por hectare; microaspersores autocompensantes, rotativos, proteção contra insetos, sem redutor de raio, vazão de 20 Lh^{-1} , diâmetro molhado de 4,5 m, um emissor por planta. Tubulações: polietileno PEBD, DN 16, DE 20 mm, parede de 1,2 mm, PN 400 KPa, material não reciclado; cano PVC DN 25 mm, 32 mm, 50 mm e 75 mm, PN 40, soldável. Projetado para um tempo de funcionamento de 8 horas diárias;

2. Irrigação por aspersão convencional fixa (A): aspersores vazão de 450 Lh⁻¹, pressão de serviço de 200 kPa, espaçamento de 10 m x 10 m, 100 unidades por hectare. Tubulações: cano PVC DN 25 mm, 32 mm, 50 mm e 75 mm, PN 40, soldável. Projetado para um tempo de funcionamento de 8 horas diárias;
3. Irrigação por microaspersão (M): microaspersores autocompensantes, rotativos, proteção contra insetos, sem redutor de raio, vazão de 70 Lh⁻¹, diâmetro molhado de 4,5 m, um emissor por planta. Tubulações: polietileno PEBD, DN 16, DE 20 mm, parede de 1,2 mm, PN 400 KPa, material não reciclado; cano PVC DN 32 mm, PN 40, soldável. Projetado para um tempo de funcionamento de 16 horas diárias.

A quantidade de água aplicada foi definida, utilizando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) segundo o método de Penman Monteith/FAO e os Kcs estabelecidos para as fases de desenvolvimento do coqueiro-anão (Ferreira et al., 2011) e da cultura consorciada irrigada (feijão-caupi) (Andrade Junior et al., 2018). Assim as plantas de coqueiro receberam a mesma dotação diária de água, variando apenas o tempo de aplicação de acordo com o sistema testado.

As mudas de coqueiro-anão, com 10 meses de idade, foram transplantadas para a área experimental em outubro/2017, nos espaçamentos 8 m x 7 m e 9 m x 9 m. A adubação de fundação foi realizada apenas com superfosfato simples na quantidade de 400 g cova⁻¹. As adubações de formação foram executadas de acordo com Miranda et al. (2007), aplicadas de forma manual durante o ano em todas as parcelas.

As culturas anuais intercalares foram o feijão-caupi e o milho, cultivadas nessa sequência e em sucessão, as quais foram avaliadas durante 2 anos. Todas as áreas cultivadas foram delimitadas a partir de uma distância de 1,0 m das mudas. O milho foi sempre cultivado no período chuvoso da região (fevereiro a maio), ocupando todo o espaço disponível entre as mudas de coqueiro-anão. Utilizou-se o milho da variedade BRS Caatingueiro, que foi plantado no espaçamento de 1,2 m x 0,2 m, no início de março/2018. O feijão-caupi foi plantado com irrigação, ocupando toda a área cultivável nos sistemas que utilizavam aspersão. No sistema com apenas microaspersão,

a área cultivada foi definida pelo diâmetro molhado do microaspersor, que correspondeu a 7,07 m² por planta de coqueiro. O primeiro ciclo iniciou na segunda quinzena de novembro de 2017 com o plantio do feijão-caupi cultivar BRS Guariba no espaçamento 0,5 m x 0,2 m. A cronologia de plantio das culturas no segundo ciclo, a mesma do primeiro, teve início em novembro de 2018. As adubações e os tratos culturais e fitossanitários foram realizados de acordo com as diferentes culturas, conforme recomendações técnicas para as respectivas culturas.

Nas diferentes culturas anuais e ciclos de cultivo, foram analisados os rendimentos produtivos na área total ocupada pela integração com a cultura do coqueiro anão. A mortalidade das mudas de coqueiro nos diferentes sistemas de irrigação foi avaliada nos primeiros 4 meses de implantação do experimento e realizada a substituição das mudas mortas. As características biométricas das plantas de coqueiro (altura, circunferência do coleto, comprimento da terceira folha e número de folhas vivas) foram realizadas 32 meses após o plantio das mudas, assim como a medição do número de inflorescências.

Os resultados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os dados amostrados foram analisados por meio do pacote estatístico Infostat (Di Rienzo et al., 2012).

Resultados e Discussão

Nas Tabelas 1, 2, 3, 4 e 5, são expostos os custos atualizados e os materiais para implantação de 1 hectare irrigado, explorado comercialmente pela cultura do coqueiro anão integrado com culturas anuais, para os três sistemas de irrigação em avaliação e nos espaçamentos 8 m x 7 m e 9 m x 9 m. O dimensionamento desses sistemas objetiva facilitar uma análise econômico-financeira na definição do mais adequado à cocoicultura irrigada. Todos os sistemas de irrigação são com operacionalização e manutenção manuais, sem automação.

Tabela 1. Sistema de irrigação por aspersão convencional fixa em conjunto com microaspersão (A+M) para 1,0 ha de coqueiro-anão, espaçamento das plantas 8 m x 7 m.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Conjunto motobomba centrífuga 3,0 cv, vazão de 9,84 m ³ hora ⁻¹ , Hm de 36,7 mca, chave de partida de 220/380 V, sucção completa com manômetro de glicerina (0 - 10 atm)	Und	01	1.360,00	1.360,00
Polietileno PEBD, DN 16, DE 20 mm, parede de 1,2 mm, PN 400 KPa, material não reciclado.	m	1.700	0,85	1.445,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 50 mm, PN 40, soldável	Und	09	35,20	316,80
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 32 mm, PN 40, soldável	Und	150	30,90	4.635,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 25 mm, PN 40, soldável	Und	25	25,20	630,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 75 mm, PN 40, soldável	Und	20	70,00	1.400,00
Tubo de cano PVC, 6 m, 1½", roscável	Und	03	108,00	324,00
Microaspersores autocompensantes, rotativos, proteção contra insetos, sem redutor de raio, completo com haste de 40 cm e microtubo de 1,0 m, vazão de 20 Lh ⁻¹ , diâmetro molhado de 4,5 m	Und	200	5,06	1.012,00

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Aspersores, conexão ½" macho, vazão de 450 Lh ⁻¹ , pressão de serviço de 20 mca, diâmetro molhado de 16 m (100 cm acima do solo, ângulo de trajetória 24°), bocal de 2,79 mm, material plástico de alta densidade, resistente à corrosão a produtos químicos e a raios UV	Und	110	22,50	2.475,00
Filtro de disco 1 ½", 120 mesh ou 130 micra, para uma vazão de 20 m ³ h ⁻¹	Und	01	150,00	150,00
Injetor de fertilizantes tipo Venturi, entrada e saída de 1", pressão de entrada entre 15 e 50 mca, capacidade de sucção variando entre 50 e 200 Lh ⁻¹ , constituído de fibra de vidro e partes internas de plástico resistente a substâncias químicas	Und	01	110,00	110,00
Joelho PVC 1½", roscável	Und	22	11,70	257,40
Joelho PVC 1", roscável	Und	01	8,70	8,70
Tê PVC 75 mm x 1½"	Und	06	21,10	126,60
Tê PVC 50 mm x 1½"	Und	06	15,80	94,80
Tê PVC 50 mm	Und	12	8,60	103,20
Cap PVC 75 mm soldável	Und	01	9,00	9,00
Redução PVC 50 mm x 32 mm soldável	Und	24	4,40	105,60
Tê PVC 32 mm x 25 mm soldável	Und	80	5,65	452,00

Continua...

Tabela 1. Continuação.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Luva PVC LR 25 mm x 3/4" fêmea soldável	Und	110	2,10	231,00
Joelho PCV 32 mm soldável	Und	20	1,70	34,00
Redução PVC 32 mm x 25 mm soldável	Und	20	2,70	54,00
Tê PVC 1½" roscável	Und	10	12,90	129,00
Registro de esfera 1½", PVC, tipo luva de união	Und	06	38,00	228,00
Registro de esfera 1", PVC, tipo luva de união	Und	02	25,60	51,20
Registro de esfera ¾", PVC	Und	07	7,70	53,90
Registro de esfera ½", PVC	Und	02	7,00	14,00
União de polietileno DN 12 (DE 16 mm)	Und	50	0,30	15,00
Aranha de 6 saídas DN 15 (DE 20 mm), entrada 3/4"	Und	06	1,80	10,80
Colar de PVC 75 mm x 3/4"	Und	06	6,50	39,00
Redução 1½" x 1/2", PVC	Und	03	2,15	6,45
Redução 1½" x 1", PVC	Und	02	3,90	7,80
Fita veda-rosca 18 mm x 25 m	Und	10	5,90	59,00
Cola para PVC (75 g)	Und	20	4,80	96,00
TOTAL				16.044,25

Valores atualizados em novembro/2020.

Tabela 2. Sistema de irrigação por aspersão convencional fixa (A) para 1,0 ha de coqueiro-anão, espaçamentos das plantas 8 m x 7 m ou 9 m x 9m.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Conjunto motobomba centrífuga 2,0 cv, vazão de 9,0 m ³ hora ⁻¹ , Hm de 31,9 mca, chave de partida de 220/380 V, sucção completa com manômetro de glicerina (0 - 10 atm)	und	01	1.210,00	1.210,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 50 mm, PN 40, soldável	und	09	35,20	316,80
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 32 mm, PN 40, soldável	und	150	30,90	4.635,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 25 mm, PN 40, soldável	und	25	25,20	630,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 75 mm, PN 40, soldável	und	20	70,00	1.400,00
Tubo de cano PVC, 6 m, 1½", roscável	und	02	108,00	216,00
Aspersores, conexão ½" macho, vazão de 450 Lh ⁻¹ , pressão de serviço de 20 mca, diâmetro molhado de 16 m (100 cm acima do solo, ângulo de trajetória 24°), bocal de 2,79 mm, material plástico de alta densidade, resistente à corrosão a produtos químicos e a raios UV	und	110	22,50	2.475,00
Injetor de fertilizantes tipo Venturi, entrada e saída de 1", pressão de entrada entre 15 e 50 mca, capacidade de sucção variando entre 50 e 200 Lh ⁻¹ , constituído de fibra de vidro e partes internas de plástico resistente a substâncias químicas	und	01	110,00	110,00

Continua...

Tabela 2. Continuação.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Joelho PVC 1½", roscável	und	22	11,70	257,40
Joelho PVC 1", roscável	und	01	8,70	8,70
Tê PVC 75 mm x 1½"	und	06	21,10	126,60
Tê PVC 50 mm x 1½"	und	06	15,80	94,80
Tê PVC 50 mm	und	12	8,60	103,20
Cap PVC 75 mm soldável	und	01	9,00	9,00
Redução PVC 50 mm x 32 mm soldável	und	24	4,40	105,60
Tê PVC 32 mm x 25 mm soldável	und	80	5,65	452,00
Luva PVC LR 25 mm x 3/4" fêmea soldável	und	110	2,10	231,00
Joelho PCV 32 mm soldável	und	20	1,70	34,00
Redução PVC 32 mm x 25 mm soldável	und	20	2,70	54,00
Tê PVC 1½" roscável	und	10	12,90	129,00
Registro de esfera 1½", PVC, tipo luva de união	und	06	38,00	228,00
Registro de esfera 1", PVC, tipo luva de união	und	02	25,60	51,20
Registro de esfera ¾", PVC	und	01	7,70	7,70
Registro de esfera ½", PVC	und	02	7,00	14,00
Redução 1½" x 1/2", PVC	und	03	2,15	6,45
Redução 1½" x 1", PVC	und	02	3,90	7,80
Fita veda-roscas 18 mm x 25 m	und	10	5,90	59,00
Cola para PVC (75 g)	und	20	4,80	96,00
TOTAL				13.068,25

Valores atualizados em novembro/2020.

Tabela 3. Sistema de irrigação por microaspersão (M) para 1,0 ha de coqueiro-anão, espaçamento das plantas 8 m x 7 m.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Conjunto motobomba centrífuga 0,75 cv, vazão de 2,94 m ³ hora ⁻¹ , Hm de 33,3 mca, chave de partida de 220/380 V, sucção completa com manômetro de glicerina (0 - 10 atm)	Und	01	1.150,00	1.150,00
Polietileno PEBD, DN 16, DE 20 mm, parede de 1,2 mm, PN 400 KPa, material não reciclado	m	1.700	0,85	1.445,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 32 mm, PN 40, soldável	Und	20	30,90	618,00
Tubo de cano PVC, 6 m, 1½", roscável	Und	01	108,00	108,00
Microaspersores autocompensantes, rotativos, proteção contra insetos, sem redutor de raio, completo com haste de 40 cm e microtubo de 1,0 m, vazão de 70 Lh ⁻¹ , diâmetro molhado de 4,5 m	Und	200	5,06	1.012,00
Filtro de disco 1 ½", 120 mesh ou 130 micra, para uma vazão de 10 m ³ h ⁻¹	Und	01	94,00	94,00
Injetor de fertilizantes tipo Venturi, entrada e saída de 1", pressão de entrada entre 15 e 50 mca, capacidade de sucção variando entre 50 e 200 Lh ⁻¹ , constituído de fibra de vidro e partes internas de plástico resistente a substâncias químicas	Und	01	110,00	110,00

Continua...

Tabela 3. Continuação.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Joelho PVC 1½", roscável	Und	04	11,70	46,80
Joelho PVC 1", roscável	Und	01	8,70	8,70
Tê PVC 1½", roscável	Und	03	12,90	38,70
Adaptador PVC LR 50 x 1½"	Und	02	7,20	14,40
Registro de esfera 1½", PVC, tipo luva de união	Und	01	38,00	38,00
Registro de esfera 1", PVC, tipo luva de união	Und	02	25,60	51,20
Registro de esfera ¾", PVC	Und	07	7,70	53,90
Registro de esfera ½", PVC	Und	02	7,00	14,00
União de polietileno DN 12 (DE 16 mm)	Und	50	0,30	15,00
Aranha de 6 saídas DN15 (DE 20 mm), entrada ¾"	Und	06	1,80	10,80
Tê PVC 32 mm	Und	06	6,50	39,00
Redução PVC 32 mm x 25 mm soldável	Und	06	2,70	16,20
Luva PVC LR 25 mm x ¾" fêmea soldável	Und	06	2,10	12,60
Redução 1½" x 1/2", PVC	Und	03	2,15	6,45
Redução 1½" x 1", PVC	Und	02	3,90	7,80
Fita veda-rosca 18 mm x 25 m	Und	05	5,90	29,50
Cola para PVC (75 g)	Und	08	4,80	38,40
TOTAL				4.978,45

Valores atualizados em novembro/2020.

Tabela 4. Sistema de irrigação por aspersão convencional fixa em conjunto com microaspersão (A+M) para 1,0 ha de coqueiro-anão, espaçamento das plantas 9 m x 9 m.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Conjunto motobomba centrífuga 3,0 cv, vazão de 9,66 m ³ hora ⁻¹ , Hm de 36,8 mca, chave de partida de 220/380 V, sucção completa com manômetro de glicerina (0 - 10 atm)	Und	01	1.360,00	1.360,00
Polietileno PEBD, DN 16, DE 20 mm, parede de 1,2 mm, PN 400 KPa, material não reciclado	m	1.700	0,85	1.445,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 50 mm, PN 40, soldável.	Und	09	35,20	316,80
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 32 mm, PN 40, soldável	Und	150	30,90	4.635,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 25 mm, PN 40, soldável	Und	25	25,20	630,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 75 mm, PN 40, soldável	Und	20	70,00	1.400,00
Tubo de cano PVC, 6 m, 1½", roscável	Und	03	108,00	324,00
Microaspersores autocompensantes, rotativos, proteção contra insetos, sem redutor de raio, completo com haste de 40 cm e microtubo de 1,0 m, vazão de 20 L/h, diâmetro molhado de 4,5 m	Und	145	5,06	733,70

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Aspersores, conexão ½" macho, vazão de 450 Lh ⁻¹ , pressão de serviço de 20 mca, diâmetro molhado de 16 m (100 cm acima do solo, ângulo de trajetória 24°), bocal de 2,79 mm, material plástico de alta densidade, resistente à corrosão a produtos químicos e a raios UV	Und	110	22,50	2.475,00
Filtro de disco 1 ½", 120 mesh ou 130 micra, para uma vazão de 20 m³/h	Und	01	150,00	150,00
Injetor de fertilizantes tipo Venturi, entrada e saída de 1", pressão de entrada entre 15 e 50 mca, capacidade de sucção variando entre 50 e 200 Lh ⁻¹ , constituído de fibra de vidro e partes internas de plástico resistente a substâncias químicas	Und	01	110,00	110,00
Joelho PVC 1½", roscável	Und	22	11,70	257,40
Joelho PVC 1", roscável	Und	01	8,70	8,70
Tê PVC 75 mm x 1½"	Und	06	21,10	126,60
Tê PVC 50 mm x 1½"	Und	06	15,80	94,80
Tê PVC 50 mm	Und	12	8,60	103,20
Cap PVC 75 mm soldável	Und	01	9,00	9,00
Redução PVC 50 mm x 32 mm soldável	Und	24	4,40	105,60

Continua...

Tabela 4. Continuação.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Tê PVC 32 mm x 25 mm soldável	Und	80	5,65	452,00
Luva PVC LR 25 mm x 3/4" fêmea soldável	Und	110	2,10	231,00
Joelho PCV 32 mm soldável	Und	20	1,70	34,00
Redução PVC 32 mm x 25 mm soldável	Und	20	2,70	54,00
Tê PVC 1½" roscável	Und	10	12,90	129,00
Registro de esfera 1½", PVC, tipo luva de união	Und	06	38,00	228,00
Registro de esfera 1", PVC, tipo luva de união	Und	02	25,60	51,20
Registro de esfera ¾", PVC	Und	07	7,70	53,90
Registro de esfera ½", PVC	Und	02	7,00	14,00
União de polietileno DN 12 (DE 16 mm)	Und	50	0,30	15,00
Aranha de 6 saídas DN 15 (DE 20 mm), entrada 3/4"	Und	06	1,80	10,80
Colar de PVC 75 mm x 3/4"	Und	06	6,50	39,00
Redução 1½" x 1/2", PVC	Und	03	2,15	6,45
Redução 1½" x 1", PVC	Und	02	3,90	7,80
Fita veda-rosca 18 mm x 25 m	Und	10	5,90	59,00
Cola para PVC (75 g)	Und	20	4,80	96,00
TOTAL				15.765,95

Valores atualizados em novembro/2020.

Tabela 5. Sistema de irrigação por microaspersão (M) para 1,0 ha de coqueiro-anão, espaçamento das plantas 9 m x 9 m..

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Conjunto motobomba centrífuga 0,5 cv, vazão de 2,31 m ³ hora ⁻¹ , Hm 31,6 de mca, chave de partida de 220/380 V, sucção completa com manômetro de glicerina (0 - 10 atm)	Und	01	1.070,00	1.070,00
Polietileno PEBD, DN 16, DE 20 mm, parede de 1,2 mm, PN 400 KPa, material não reciclado	m	1.700	0,85	1.445,00
Tubo de cano PVC, 6 m, DN 32 mm, PN 40, soldável	Und	20	30,90	618,00
Tubo de cano PVC, 6 m, 1½", roscável	Und	01	108,00	108,00
Microaspersores autocompensantes, rotativos, proteção contra insetos, sem redutor de raio, completo com haste de 40 cm e microtubo de 1,0 m, vazão de 70 Lh ⁻¹ , diâmetro molhado de 4,5 m	Und	145	5,06	733,70
Filtro de disco 1 ½", 120 mesh ou 130 micra, para uma vazão de 10 m ³ h ⁻¹	Und	01	94,00	94,00
Injetor de fertilizantes tipo Venturi, entrada e saída de 1", pressão de entrada entre 15 e 50 mca, capacidade de sucção variando entre 50 e 200 Lh ⁻¹ , constituído de fibra de vidro e partes internas de plástico resistente à substâncias químicas	Und	01	110,00	110,00

Continua...

Tabela 5. Continuação.

Especificação	Unid	Quant	Valor Unitário (R\$)	Valor Total (R\$)
Joelho PVC 1½", roscável	Und	04	11,70	46,80
Joelho PVC 1", roscável	Und	01	8,70	8,90
Adaptador PVC LR 50 x 1½"	Und	02	7,20	14,40
Tê PVC 1½" roscável	Und	03	12,90	38,70
Registro de esfera 1½", PVC, tipo luva de união	Und	01	38,00	38,00
Registro de esfera 1", PVC, tipo luva de união	Und	02	25,60	51,20
Registro de esfera ¾", PVC	Und	07	7,70	53,90
Registro de esfera ½", PVC	Und	02	7,00	14,00
União de polietileno DN 12 (DE 16 mm)	Und	50	0,30	15,00
Aranha de 6 saídas DN 15 (DE 20 mm), entrada ¾"	Und	06	1,80	10,80
Tê PVC 32 mm	Und	06	6,50	39,00
Redução PVC 32 mm x 25 mm soldável	Und	06	2,70	16,20
Luva PVC LR 25 mm x ¾" fêmea soldável	Und	06	2,10	12,60
Redução 1½" x 1/2", PVC	Und	03	2,15	6,45
Redução 1½" x 1", PVC	Und	02	3,90	7,80
Fita veda-rosca 18 mm x 25 m	Und	05	5,90	29,50
Cola para PVC (75 g)	Und	08	4,80	38,40
TOTAL				4.620,35

Valores atualizados em novembro/2020

Os custos dos sistemas que fazem uso da aspersão (A+M e A), são os que apresentam os maiores valores, que variam de R\$ 16.044,25 a R\$ 15.765,95, dependendo do espaçamento das plantas de coqueiro, quando implantados em conjunto com a microaspersão. Instalado isoladamente, o custo da aspersão é R\$ 13.068,25, independentemente do espaçamento. Esses sistemas foram os mais impactados com a elevação dos custos, pois usam grandes quantidades de tubulações e conexões de PVC. Os custos dos sistemas de microaspersão (M) variaram dependendo do espaçamento das plantas de coqueiro, com valores de R\$ 4.620,35 (espaçamento de 9 m x 9 m) e R\$ 4.978,45 (espaçamento de 8 m x 7 m).

A taxa de mortalidade das mudas de coqueiro foi avaliada aos 4 meses de implantação do experimento. No sistema de irrigação por aspersão em conjunto com a microaspersão (M+A), não houve mortalidade de mudas, enquanto no passo que no sistema de irrigação por aspersão (A) a taxa foi de 15,62% e na microaspersão (M) a taxa de mortalidade foi de 18,75%.

As informações sobre o desenvolvimento vegetativo das plantas de coqueiro estão apresentadas nas Tabelas 6, 7, 8 e 9. Não houve interação ($P>0,05$) entre os sistemas de irrigação e os espaçamentos estudados quanto às características biométricas avaliadas. Entretanto, isoladamente, ocorreram diferenças estatísticas ($P<0,05$) entre os sistemas de irrigação em relação a todas as quatro características avaliadas. As plantas com os sistemas de irrigação aspersão+micro (A+M) e aspersão (A) apresentaram maior desenvolvimento biométrico aos 32 meses do que as plantas irrigadas por microaspersão (M), independentemente do espaçamento. Os maiores valores de altura das plantas (4,63 m e 4,32 m) estão semelhantes aos reportados por Matias et al. (2010), os quais obtiveram plantas com 4,60 m ao trabalharem com plantas aos 3 anos de idade, com aplicação de nitrogênio via fertirrigação na dose de 500 g de N por planta por ano.

Tabela 6. Altura (m) de plantas de coqueiro-anão em diferentes sistemas de irrigação e espaçamentos entre plantas. Parnaíba, Piauí, agosto de 2020.

Irrigação	Espaçamento		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	4,68	4,58	4,63 a
Aspersão	4,43	4,21	4,32 a
Micro	3,75	3,77	3,76 b
Média	4,29 A	4,19 A	
CV (%)	8,32		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

A circunferência do coleto das plantas dos sistemas que utilizaram a aspersão (94,78 cm e 90,05 cm) difere das que foram irrigadas apenas com microaspersores (79,57 cm), e os valores citados em relação aos sistemas com aspersão estão próximos aos 99,0 cm mensurados por Freitas et al. (2010), ao avaliarem os efeitos da aplicação de nitrogênio (500 g N/planta/ano), via fertirrigação, sobre o desenvolvimento vegetativo de plantas de coqueiro no terceiro ano.

Tabela 7. Circunferência do coleto (cm) de plantas de coqueiro-anão em diferentes sistemas de irrigação e espaçamentos entre plantas. Parnaíba, Piauí, agosto de 2020.

Irrigação	Espaçamento		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	95,75	93,81	94,78 a
Aspersão	91,58	88,52	90,05 a
Micro	79,69	79,44	79,57 b
Média	89,01 A	87,26 A	
CV (%)	7,38		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Quanto ao comprimento da terceira folha, também se verificaram diferenças entre os sistemas com aspersão (3,04 m e 2,84 m) e o sistema que utilizou apenas a irrigação localizada (2,57 m). O valor relatado em relação a esse parâmetro por Loiola et al. (2007) foi em média 1,82 m, em avaliação, aos 2 anos de idade, de vários híbridos de coqueiro, em diversos locais da região leste do Nordeste do Brasil. Em trabalho de Jucá et al. (2002), o comprimento da terceira folha em relação à cultivar Anão-Verde-de-Jiqui encontrado foi de 2,30 m, em plantas com 31 meses de idade e cultivadas em irrigação por microaspersão.

Tabela 8. Comprimento (m) da terceira folha de plantas de coqueiro-anão em diferentes sistemas de irrigação e espaçamentos entre plantas. Parnaíba, Piauí, agosto de 2020.

Irrigação	Espaçamento		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	3,02	3,06	3,04 a
Aspersão	2,90	2,77	2,84 a
Micro	2,57	2,57	2,57 b
Média	2,83 A	2,80 A	
CV (%)	6,95		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

O número de folhas vivas na microaspersão (13,65) foi menor do que nos outros sistemas de irrigação e encontra-se também abaixo do número obtido em plantas aos 21 meses de idade (14 a 15 folhas por planta), em estudo sobre o comportamento do coqueiro anão verde irrigado por microaspersão (dois microaspersores para cada coqueiro), cultivado em consorciação com as culturas do mamão e da banana, realizado por Fontes e Passos (2005). O número médio de folhas em plantas com 3 anos foi de 22,91 em trabalho realizado por Matias (2005), com aplicação de diferentes doses de N e K₂O.

Tabela 9. Número de folhas vivas por plantas de coqueiro-anão em diferentes sistemas de irrigação e espaçamentos entre plantas. Parnaíba, Piauí, agosto de 2020.

Irrigação	Espaçamento		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	16,75	16,94	16,85 a
Aspersão	16,63	15,67	16,15 a
Micro	14,04	13,25	13,65 b
Média	15,81 A	15,29 A	
CV (%)	6,73		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

O número médio de inflorescências está diretamente relacionado com o início da produção de frutos na cultura do coqueiro. Não houve interação ($P>0,05$) entre os sistemas de irrigação e os espaçamentos estudados quanto a esse parâmetro (Tabela 10). Entretanto, isoladamente, o sistema de irrigação por aspersão em conjunto com a microaspersão (A+M) apresentou dados diferenciados em relação aos outros dois sistemas de irrigação, com valor de 0,82. Esse valor é superior aos encontrados por Fontes e Passos (2005), 0,70 a 0,80, em coqueiros da variedade Anão Verde, avaliados aos 41 meses de idade, em sistema irrigado por microaspersão (dois microaspersores para cada coqueiro) e consorciados com fruteiras.

Na avaliação dos parâmetros de rendimento produtivo da cultura do feijão-caupi, não houve interação ($P>0,05$) entre os sistemas de irrigação e os espaçamentos estudados. Apenas isoladamente a produção de grãos verdes no espaçamento 8 m x 7 m foi superior ($P<0,05$) à produção no espaçamento 9 m x 9 m em 2018 (Tabela 11). Quando avaliados os sistemas de irrigação, existem diferenças significativas. As maiores produções (Tabelas 11, 12, 13 e 14) foram nas áreas com sistemas de irrigação

compostos pela aspersão, com valores muito acima do produzido na área só com microaspersão, pois a área disponível ao cultivo do feijão-caupi neste último sistema representava apenas 12,58% no espaçamento de 8 m x 7 m e 8,77% no espaçamento de 9 m x 9 m, da área 100% disponível em cultivo com aspersão. As operações mecanizadas de cultivo, possíveis apenas nas áreas com aspersão, também facilitam a condução e o desenvolvimento das plantas do feijão-caupi. Os dados de produção em 2019 foram maiores do que em 2018, possivelmente pelo efeito da rotação de culturas nas áreas experimentais.

Tabela 10. Número médio de inflorescências em plantas de coqueiro-anão em diferentes sistemas de irrigação e espaçamentos entre plantas. Parnaíba, Piauí, agosto de 2020.

Irrigação	Espaçamento		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	0,94	0,69	0,82 a
Aspersão	0,38	0,06	0,22 b
Micro	0,19	0,00	0,10 b
Média	0,50 A	0,25 A	
CV (%)	88,89		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha

As maiores produções de grãos verdes ($1.928,75 \text{ kg ha}^{-1}$, $1.987,50 \text{ kg ha}^{-1}$ e $2.426,25 \text{ kg ha}^{-1}$) estão semelhantes às obtidas por Bastos et al. (2013), com lâmina de irrigação de 250 mm, sistema de aspersão convencional fixo, aspersores espaçados em 12 m x 12 m e cultivar BRS Guariba.

Ao estudar a produção de grãos secos do feijão-caupi em 2019 ($2.303,13 \text{ kg ha}^{-1}$ e $1.638,13 \text{ kg ha}^{-1}$), verifica-se que são maiores do que as obtidas por Ramos et al. (2013), ao avaliar a cultivar BRS Guariba, com lâmina de irrigação de 350 mm. As produtividades de 2018 ($1.106,25 \text{ kg ha}^{-1}$ e $818,75 \text{ kg ha}^{-1}$) estão semelhantes às encontradas pelos autores anteriormente citados, com lâmina de irrigação de 250 mm.

Tabela 11. Produção de grãos verdes (kg ha^{-1}) feijão-caupi cultivar BRS Guariba em diferentes sistemas de irrigação e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2018.

Irrigação	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	812,50	1.062,50	937,50 b
Aspersão	1.550,00	2.425,00	1.987,50 a
Micro	1.64,61	277,45	221,03 c
Média	842,37 B	1.254,98 A	
CV (%)	29,80		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 12. Produção de grãos verdes (kg ha^{-1}) feijão-caupi cultivar BRS Guariba em diferentes sistemas de irrigação e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2019.

Irrigação	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	2.403,75	2.448,75	2.426,25 a
Aspersão	1.802,50	2.055,00	1.928,75 a
Micro	233,12	343,86	288,49 b
Média	1.479,79 A	1.615,87 A	
CV (%)	25,86		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 13. Produção de grãos secos (kg ha^{-1}) feijão-caupi cultivar BRS Guariba em diferentes sistemas de irrigação e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2018.

Irrigação	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	768,75	868,75	818,75 a
Aspersão	962,50	1.250,00	1.106,25 a
Micro	135,16	193,32	164,24 b
Média	622,14 A	770,69 A	
CV (%)	33,65		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 14. Produção de grãos secos (kg ha^{-1}) feijão-caupi cultivar BRS Guariba em diferentes sistemas de irrigação e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2019.

Irrigação	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	2.416,25	2.190,00	2.303,13 a
Aspersão	1.677,50	1.598,75	1.638,13 b
Micro	210,99	302,02	256,51 c
Média	1.434,91 A	1.363,59 A	
CV (%)	19,34		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Também na avaliação dos parâmetros de rendimento produtivo da cultura do milho, não houve interação ($P>0,05$) entre os sistemas de irrigação e os espaçamentos estudados, ressaltando que o milho foi cultivado em regime de sequeiro, no período chuvoso da região norte do estado do Piauí, ocupando toda a área agricultável entre as plantas de coqueiro-anão. As Tabelas 15 e 16 apresentam os dados de produção do número de espigas verdes por hectare em 2018 e 2019, respectivamente. Em 2018, não houve diferença estatística entre as três áreas cultivadas, entretanto em 2019 a área onde foi instalado o sistema de irrigação localizada apresentou produção inferior ($P<0,05$) no número de espigas. A possível explicação é que, no primeiro ano, a fertilidade natural estava igual para todas as áreas, no segundo ano, área com microaspersão, não ocorreu plantio integral com feijão-caupi, não havendo assim os benefícios da rotação e do efeito residual dos fertilizantes químicos.

Mesmo os maiores valores do número de espigas nos 2 anos de estudo estão abaixo dos apresentados por Costa et al. (2008), após trabalhar com o 'BRS Caatingueiro' na região semiárida, que correspondeu ao número de 88.000 espigas por hectare.

Tabela 15. Número de espigas verdes por hectare de milho variedade BRS Caatingueiro cultivado em sequeiro e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2018.

Área	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	39.062,50	35.416,67	37.239,59 a
Aspersão	37.500,00	39.062,50	38.281,25 a
Micro	38.541,67	36.979,17	37.760,42 a
Média	38.368,06 A	37.152,78 A	
CV (%)	15,67		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 16. Número de espigas verdes por hectare de milho variedade BRS Caatingueiro cultivado em sequeiro e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2019.

Área	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	37.500,00	44.375,00	40.937,50 a
Aspersão	37.500,00	39.375,00	38.437,50 a
Micro	22.500,00	26.250,00	24.375,00 b
Média	32.500,00 A	36.666,67 A	
CV (%)	20,90		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Nas Tabelas 17 e 18, são apresentados os dados de produção de grãos secos do milho variedade BRS Caatingueiro em 2018 e 2019. Nos 2 anos, a área ocupada pelo sistema de microaspersão apresentou valores significativamente menores ($3.768,24 \text{ kg ha}^{-1}$ e $1.306,25 \text{ kg ha}^{-1}$) do que as outras duas áreas, fato que também pode ser explicado pelo não aproveitamento dos benefícios da rotação de culturas. Os valores de produção estão semelhantes aos relatados por Carvalho et al. (2004) para o município de Parnaíba, em estudo do comportamento produtivo da variedade de milho Caatingueiro, avaliada em diferentes ambientes do Nordeste brasileiro, entre 1998 e 2003, cujos valores variaram de 3.459 kg ha^{-1} a 6.542 kg ha^{-1} .

Os sistemas de irrigação com instalação conjunta da aspersão e microaspersão apresentam custos iniciais mais elevados, R\$ 16.044,25 e R\$ 15.765,95, dependendo do espaçamento da cultura do coqueiro, entretanto não houve mortalidade inicial de mudas de coqueiro, o desenvolvimento vegetativo das plantas de coqueiro foi maior, o início do processo produtivo ocorreu em maior número de plantas e os dados produtivos das culturas anuais foram maiores, além de permitir a mecanização das operações de cultivo das culturas anuais.

Tabela 17. Produção de grãos secos (kg ha^{-1}) de milho variedade BRS Caatingueiro cultivado em sequeiro e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2018.

Área	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	4.609,38	5.111,98	4.860,68 a
Aspersão	4.427,08	5.309,90	4.868,49 a
Micro	3.653,67	3.882,81	3.768,24 b
Média	4.230,04 B	4.768,23 A	
CV (%)	12,59		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Tabela 18. Produção de grãos secos (kg ha^{-1}) de milho variedade BRS Caatingueiro cultivado em sequeiro e consorciado com coqueiros em dois espaçamentos. Parnaíba, PI, 2019.

Área	Espaçamento (m)		Média
	9 m x 9 m	8 m x 7 m	
Aspersão+Micro	3.025,00	2.975,00	3.000,00 a
Aspersão	3.300,00	2.875,00	3.087,50 a
Micro	1.325,00	1.287,50	1.306,25 b
Média	2.550,00 A	2.379,17 A	
CV (%)	32,65		

Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste Tukey a 5% de probabilidade, respectivamente, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha.

Assim, para melhor aproveitamento dos recursos naturais de solo, água e luz da produção integrada do coqueiro-anão com culturas anuais, esses sistemas são os tecnicamente recomendados.

Para Fontes (2015), durante a fase que antecede o início da produção do coqueiral, o produtor enfrenta dificuldades em relação ao seu fluxo de caixa, tendo em vista os elevados custos de implantação e os manejos cultural e fitossanitário da plantação. Nesse período, a utilização de culturas consorciadas constitui-se numa alternativa não somente para realizar o controle cultural das plantas daninhas, mas principalmente para reduzir os custos de produção em razão da renda adicional que poderá ser obtida.

O sistema de irrigação por aspersão possibilita também a exploração futura da área em ILPF. Segundo Rangel et al. (2017), sistemas de integração lavoura/pecuária/floresta (ILPF), visando ao aproveitamento mais racional da terra e o sinergismo entre seus componentes, vêm sendo difundidos nas áreas ocupadas pelos coqueirais, por meio de unidades de referência tecnológica (URTs) no Nordeste. Avanços na área foram realizados por Rodrigues et al. (2018) com trabalho de manejo eficiente de uso da água, adubação nitrogenada e clones de capim-elefante, implantado em área estabelecida com coqueiros híbridos cultivados por 15 anos, no espaçamento de 8,5 m x 8,5 m, com irrigação por aspersão, no Semiárido na região norte do Piauí.

Conclusão

O sistema de irrigação por aspersão convencional fixa em conjunto com microaspersão é o mais adequado à exploração da cultura do coqueiro-anão integrada com as culturas do milho e do feijão-caupi, com melhor desenvolvimento das plantas de coqueiro na fase de pré-produção em conjunto com as maiores produções das culturas anuais.

Referências

ANDRADE, A. C.; RODRIGUES, B. H. N.; MAGALHÃES, J. A.; SANTOS, F. J. de S. Integração lavoura-pecuária-floresta: indicativo de sustentabilidade. In: BORGES JÚNIOR, A.; CAMPOS, R. C.; LEITE, R. A. (org.). **Perspectivas para agropecuária sustentável**. Goiânia: Kelps, 2018. p. 335-364.

ANDRADE JUNIOR, A. S. de; BASTOS, E. A.; MONTEIRO, M. M. de S.; SILVA JUNIOR, J. S. da. Evapotranspiração e coeficiente de cultura do feijão-caupi sob sistema de cultivo convencional e plantio direto. **Agrômeteoros**, v. 26, n. 1, p. 191-199, 2018.

AQUINO, F. C. de. **Produção, características morfogênicas e estruturais de clones de capim-elefante sob disponibilidade variável de água em sistema agroflorestal**. 2017. 63 f. Dissertação (Mestrado em Ciência Animal) - Universidade Federal do Piauí, Teresina.

BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; RODRIGUES, B. H. N.; SANTOS, F. J. de S. **Boletim agrometeorológico de 2018 para o município de Parnaíba, Piauí**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2019. 34 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 267).

BASTOS, E. A.; RAMOS, H. M. M.; CARDOSO, M. J.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; NASCIMENTO, F. N. Produtividades de vagens, grãos e índice de grãos verdes de feijão-caupi sob diferentes lâminas de irrigação. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Feijão-caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais**. Recife: IPA, 2013. 6 p. CONAC 2012.

BRAINER, M. S. de C. P. **Produção de coco: o Nordeste é destaque nacional**. Fortaleza: BNB-ETENE, 2018. 25 p. (Caderno Setorial Etene, v. 3, n. 61).

BRAINER, M. S. de C. P.; XIMENES, L. T. **Produção de coco: soerguimento das áreas tradicionais do Nordeste**. Fortaleza: BNB-ETENE, 2020. 15 p. (Caderno Setorial Etene, v. 5, n. 127).

BUITRAGO-GUILLEN, M. E.; OSPINA-DAZA, L. A.; NARVÁEZ-SOLARTE, W. Sistemas silvopastoriles: alternativa en la mitigación y adaptación de la producción bovina al cambio climático. **Boletín Científico. Centro de Museos. Museo de Historia Natural**, v. 22, n. 1, p. 31-42, 2018.

CARVALHO, H. W. L. de; SANTOS, M. X. dos; SILVA, A. A. G. da; CARDOSO, M. J.; SANTOS, D. M. dos; TABOSA, J. N.; MICHEREFF FILHO, M.; LIRA, M. A.; BONFIM, M. H. C.; SOUZA, E. M. de; SAMPAIO, G. V.; BRITO, A. R. de M. B.; DOURADO, V. V.; TAVARES, J. A.; NASCIMENTO NETO, J. G. do; NASCIMENTO, M. M. A. do; TAVARES FILHO, J. J.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; CARVALHO, B. C. L. de. **Caatingueiro: uma variedade de milho para o Semi-Árido nordestino**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2004. 8 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 29).

CASTRO, C. N. A agricultura no Nordeste brasileiro: oportunidades e limitações ao desenvolvimento. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 77-89, 2013.

COSTA, C. T. F.; PEREIRA, L. G. R.; SANTOS, R. D. dos; NEVES, A. L. A.; ARAUJO, G. G. L. de; BARREIROS, D. C.; ARAGÃO, A. S. L. de. Produtividade e características agrônomicas de sete genótipos de milho na região do Sub-Médio do Vale do São Francisco. In: CONGRESSO NORDESTINO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 5.; SIMPÓSIO NORDESTINO DE ALIMENTAÇÃO DE RUMINANTES, 11.; SIMPÓSIO SERGIPANO DE PRODUÇÃO ANIMAL, 1., 2008, Aracaju. **Anais...** Aracaju: Sociedade Nordestina de Produção Animal; Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. 1 CD-ROM.

CUEVAS-REYES, V.; REYES JIMÉNEZ, J. E.; BORJA BRAVO, M., LOAIZA MEZA, A.; SÁNCHEZ-TOLEDANO, B. I.; MORENO GALLEGOS, T.; ROSALES NIETO, C. Evaluación financiera y económica de un sistema silvopastoril intensivo bajo riego. **Revista Mexicana de Ciencias Forestales**, v. 22, n. 62, p. 89-110, 2020.

DI RIENZO, J. A.; CASANOVES, F.; BALZARINI, M. G.; GONZALEZ, L.; TABLADA, M.; ROBLEDO, C. W. **InfoStat**. versión 2012. Córdoba: Grupo InfoStat: FCA: Universidad Nacional de Córdoba, 2012. Disponível em: <http://www.infostat.com.ar>. Acesso em: 12 nov. 2020.

FEINTRENIE, L. **Contribution à l'évaluation de systems of culture agroforestiers à base de cocotiers sur l'île de Malo (Vanuatu)**. 2006. 110 f. Monographie (Ingénieur en Agronomie Tropicale) - CNEARC-CIRAD, Montpellier.

FERREIRA, J. M. S.; FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; MIRANDA, F. R. de; CINTRA, F. L. D.; BASTOS, E. A. Cultivo tropical de fruteiras: Coco 'Anão'. **Informe Agropecuário**, v. 32, n. 264, p. 49-62, set./out. 2011.

FONTES, H. R. **Desenvolvimento de coqueiros híbridos em sistema consorciado**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2015. 5 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 184).

FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M. **Comportamento do coqueiro anão verde irrigado consorciado com frutíferas na região dos tabuleiros costeiros do Nordeste do Brasil**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2005. 4 p. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Comunicado técnico, 37).

FONTES, H. R.; PASSOS, E. E. M.; PROCÓPIO, S. de O. Efeito de sistemas de manejo, consorciação e adubação sobre o crescimento de coqueiros. **Magistra**, v. 27, n. 3/4, p. 462-469, 2015.

FREITAS, J. de A. D. de; MATIAS, S. S. R.; AQUINO, B. F. de. Influência de N e K no desenvolvimento e produção do coqueiro anão verde fertirrigado. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA, 39.; CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE INGENIERÍA AGRICOLA, 9., 2010, Vitória. **A engenharia agrícola e o desenvolvimento das propriedades familiares**: anais. Vitória: SBEA, 2010. 1 CD-ROM.

FURTADO, F. M. V. **Característica do solo, crescimento e composição química do capim-tifton sob adubação e irrigação com água residuária da piscicultura**. 2015. 62 f. Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

GOMES do Ó, L. M.; BEZERRA, M. A.; FARIAS, L. F. de; MIRANDA, F. R. de; LIMA, R. E. M.; CALVET, A. S. F. Produção e características dos frutos de coqueiro-anão sob diferentes lâminas de irrigação. In: INOVAGRI INTERNATIONAL MEETING, 4., 2017, Fortaleza. **Anais...** Fortaleza: INOVAGRI, 2017. PDF (8 p.).

GONZÁLEZ-ROJAS, M.; MURILLO-CRUZ, R.; ÁVILA ARIAS, C. Rentabilidad financiera de *Cedrela odorata* L. en sistemas agroforestales con café en Pérez Zeledón, Costa Rica. **Revista de Ciencias Ambientales**, v. 52, n. 1, p. 129-144, 2018.

JUCÁ, M. P.; GAÍVA, H. N.; PEREIRA, W. E.; MILESKI, A. Comportamento vegetativo de seis cultivares de coqueiro-anão (*Cocos nucifera* L.), em Santo Antônio de Leverger – MT. **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 24, n. 2, p. 463-467, 2002.

LIEBMAN, M.; DAVIS, A. S. Integration of soil, crop and weed management in low-external input farming systems. **Weed Research**, v. 40, n. 1, p. 27-47, 2000.

LOIOLA, C. M.; ARAGÃO, W. M.; COSTA, L. N. Comportamento morfológico-vegetativo de híbridos intervarietais de coqueiro em diversos locais da região leste do Nordeste. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MELHORAMENTO DE PLANTAS, 4., 2007, São Lourenço. **Anais...** São Lourenço: UFLA, 2007. 1 CD-ROM.

MATIAS, S. S. R. **Crescimento e produção do coqueiro anão em função de aplicações de nitrogênio e potássio via fertirrigação na região litorânea do Ceará**. 2005. 52 f. Dissertação (Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

MATIAS, S. S. R.; AQUINO, B. F. de; FREITAS, J. de A. D. de. Crescimento e produção de coqueiro anão verde fertirrigado com nitrogênio e potássio. **Scientia Agraria**, v. 11, n. 2, p. 141-148, 2010.

MELO, F. de B.; CAVALCANTE, A. C.; ANDRADE JÚNIOR, A. S. de; BASTOS E. A. **Levantamento detalhado dos solos da área da Embrapa Meio-Norte/UEP de Parnaíba**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2004. 25 p. (Embrapa Meio-Norte. Documentos, 89).

MIRANDA, F. R. de; GOMES, A. R. M. **Manejo da irrigação do coqueiro-anão**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2006. 8 p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Circular técnica, 25).

MIRANDA, F. R. de; GOMES, A. R. M.; OLIVEIRA, C. H. C. de; MONTENEGRO, A. A. T.; BEZERRA, F. M. L. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo do coqueiro anão-verde na região litorânea do Ceará. **Revista Ciência Agronômica**, v. 38, n. 2, p. 129-135, 2007.

NASCIMENTO, L. E. da S.; ROCHA, J. A.; MAGALHAES, J. A.; COSTA, N. de L.; NASCIMENTO, T. da S.; TOWNSEND, C. R. Subsídios técnicos para gestão ambiental em sistemas silvipastoris. **PUBVET**, v. 8, n. 6, ed. 255, art. 1686, 2014.

OLIVIER, J.; DANIEL, C.; BRACONNIER, S. Cultures vivrières associées à de jeunes cocotiers, exemples au Vanuatu. **Oléagineux**, v. 49, n. 3, p. 91-107, 1994.

PARDINI, A.; NORI, M. Agro-silvo-pastoral systems in Italy: integration and diversification. **Pastoralism: Research, Policy and Practice**, v. 1, n. 26, p. 1-10, 2011.

RAMOS, H. M. M.; BASTOS, E. A.; ANDRADE JUNIOR, A. S. de; CARDOSO, M. J.; NASCIMENTO, F. N. Eficiência do uso da água e produtividade de grãos do feijão-caupi sob diferentes regimes hídricos. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Feijão-Caupi como alternativa sustentável para os sistemas produtivos familiares e empresariais**. Recife: IPA, 2013. CONAC 2012.

RANGEL, J. H. de A.; MORAES, S. A. de; SOUZA, S. F. de; AMARAL, A. J. do; PIMENTEL, J. C. M. Integração lavoura pecuária floresta na região Nordeste do Brasil. In: BUNGENSTAB,

D. J.; ALMEIDA, R. G. de; LAURA, V. A.; BALBINO, L. C.; FERREIRA, A. D. (ed.). **ILPF: inovação com integração de lavoura, pecuária e floresta**. Brasília, DF: Embrapa, 2019. cap. 39, p. 643-652.

RANGEL, J. H. de A.; MUNIZ, E. N.; SOUZA, S. F. de. Integração lavoura, pecuária, floresta: o coqueiro como parte do sistema. In: SEMINÁRIO SOBRE MANEJO SUSTENTÁVEL PARA A CULTURA DO COQUEIRO, 2017, Aracaju. **Resultados de pesquisas e estudos de casos: anais**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. p. 108-124.

REYNOLDS, S. G. Some factors of importance in the integration of pastures and cattle with coconuts (*Cocos nucifera*). **Journal of Biogeography**, v. 15, n. 1, p. 31-39, 1988.

RODRIGUES, B. H. N.; MAGALHAES, J. A.; SANTOS, F. J. de S.; ANDRADE, A. C.; FOGACA, F. H. dos S.; COSTA, N. de L.; ARAUJO NETO, R. B. de. **Produção e composição química do capim-elefante irrigado e adubado, sob sombreamento de coqueiros**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2018. 30 p. (Embrapa Meio-Norte. Boletim de pesquisa e desenvolvimento, 118).

SANTORO, A.; VENTURI, M.; BERTANI, R.; AGNOLETTI, M. A review of the role of forests and agroforestry systems in the FAO Globally Important Agricultural Heritage Systems (GIAHS) Programme. **Forests**, v. 11, n. 860, p. 1-26, 2020.

SANTOS, F. J. de S. **Cultivo de tilápia e uso de seu efluente na fertirrigação de feijão-vigna**. 2009. 153 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande.

SOBRAL, L. F.; FREITAS, J. A. D. de; HOLANDA, J. S. de; FONTES, H. R.; CUENCA, M. A. G.; RESENDE, R. S. Coqueiro-anão verde. In: CRISÓSTOMO, L. A.; NAUMOV, A. (org). **Adubando para alta produtividade e qualidade: fruteiras tropicais do Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2009. p. 89-103.

SUDENE. Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017. **Diário Oficial da União**, edição 232, seção 1, p. 26-27,34, 5 dez. 2017. Disponível em: https://www.in.gov.br/materia/-/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/739568/do1-2017-12-05-resolucao-n-115-de-23-de-novembro-de-2017-739564. Acesso em: 27 jan. 2018

VIDAL, F. **Fruticultura na área de atuação do BNB: produção, mercado e perspectivas**. Fortaleza: BNB-ETENE, 2020. 9 p. (Caderno Setorial Etene, v. 5, n. 136).



Meio-Norte

MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO

