



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA
BAIANO *CAMPUS* GUANAMBI

TARCIZO VILAS BOAS SANTOS SILVA

**Palma forrageira “Gigante” consorciada com guandu em arranjos e
épocas de colheita no Semiárido**

GUANAMBI
BAHIA - BRASIL
2021



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DA EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA BAIANO
CAMPUS GUANAMBI

TARCIZO VILAS BOAS SANTOS SILVA

Palma forrageira “Gigante” consorciada com guandu em arranjos e época de colheita no Semiárido

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, *Campus* Guanambi, como parte das exigências do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido, para obtenção do título de Mestre Profissional.

Orientador: Dr. Carlindo Santos Rodrigues.

GUANAMBI
BAHIA - BRASIL
2021

Catálogo: Roberta Pinheiro Ferraz - CRB-5/1596
IF Baiano, Campus Guanambi

S586p Silva, Tarcizio Vilas Boas Santos

Palma forrageira “Gigante” consorciada com guandu em arranjos e épocas de colheita no Semiárido. / Tarcizio Vilas Boas Santos Silva.– Guanambi, Ba., 2021.

76f.: il.

Dissertação (Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido), Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano, Campus Guanambi, 2021.

Orientador: Carlindo Santos Rodrigues.

1. *Opuntia ficu-indica*. 2. *Cajanus cajan*. 3. Consorciação de cultura. 4. Caatinga. I. Título.

CDU: 633



**Ministério da Educação
Secretaria de Educação Profissional e Tecnológica
Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano
Campus Guanambi**

Termo de Certificação Técnica 1/2021 - GBI-CESM/GBI-CGE/GBI-DDE/GBI-DG/RET/IFBAIANO

**TERMO DE APROVAÇÃO
DEFESA DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**PALMA FORRAGEIRA "GIGANTE" CONSORCIADA COM GUANDU EM ARRANJOS E
ÉPOCA DE COLHEITA NO SEMIÁRIDO**

por

TARCIZO VILAS BOAS SANTOS SILVA

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado às 14 horas 00 min, do dia 26 de março de 2021 como requisito para a conclusão do Curso de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Baiano – Campus Guanambi. O candidato foi arguido pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho APROVADO.

Banca examinadora:

Dr. Carlindo Santos Rodrigues (Professor Orientador), Presidente, e pelos seguintes membros: Dr. Geovergue Rodrigues de Medeiros, Dra. Felizarda Viana Bebé, Dr. Abdon Santos Nogueira

Documento assinado eletronicamente por:

- Geovergue Rodrigues de Medeiros, Geovergue Rodrigues de Medeiros - Outros - Insa - Instituto Nacional do Semi-Árido (01263896001993) em 01/09/2021 09:34:24.
- Carlindo Santos Rodrigues, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO em 12/04/2021 00:26:21.
- Felizarda Viana Bebe, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO em 10/04/2021 17:15:33.
- Abdon Santos Nogueira, DIRETOR - CD0002 - CSI-DG em 10/04/2021 13:17:40.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 09/04/2021. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse https://suap.ifbaiano.edu.br/autenticar_documento/ e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 183651

Código de Autenticação: 48ea0c8358



Aos meus avós materno, Antônio Dias dos Santos (*in memorian*) e Laura Campos Santos (*in memorian*). Aos meus avós paterno, Francisco Vilas Boas da Silva (*in memorian*) e Honorata Dias da Silva, pelo incentivo sempre dado a cada jornada e serem fundamentais na minha escolha profissional.

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus ...

A meu pai, Mario Luis Santos Silva e sua companheira, Edina Santos Souza, por todo apoio, carinho e dedicação.

A minha mãe, Zilda Campos Santos por todo apoio, carinho e dedicação.

As minhas filhas, Tainá Almeida Vilas Boas e Iris Gabriella Santana Silva, pela torcida, ter suportado minhas ausências e estresse, além de serem a fonte inspiradora de minha vida.

A minha amada esposa, Cinara Oliveira Almeida Vilas Boas pelo amor, paciência, apoio, incentivo, ter suportado as ausências, os estresses e principalmente, as palavras de encorajamento e aconchego nos momentos de dificuldades.

A meus irmãos, Vagner Vilas Boas Santos Silva, Laise Vilas Boas Santos Silva e Diego Souza Oliveira, sobrinhos, Vicente Gonçalves Viana, Vagner Vilas Boas Santos Silva Junior, Antônio Francisco Vilas Boas Dias de Oliveira, Laura Beatriz Silva Vilas Boas e Davi Vilas Boas Oliveira, por todo apoio, carinho e dedicação.

A meus sogros, Antônio Almeida Filho (*in memoriam*), Maria da Conceição Oliveira Almeida e cunhados, Antônio Mauricio Oliveira Almeida, Samara Oliveira Almeida, Uilson Barbosa Oliveira e Taís dos Santos Silva pelo apoio e incentivo.

Aos demais familiares (tios, tias, primos e primas) que me apoiaram, torceram e vibraram a cada etapa vencida.

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlindo Santos Rodrigues pela orientação, amizade, voto de confiança, parceria, paciência e apoio. Será sempre um referencial em minha vida acadêmica e profissional.

Aos coorientadores, Jovan de Jesus e Felizarda Viana Bebé, pela confiança e contribuições dada durante todo o processo.

Aos colegas e amigos da turma 2018.1 do Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido.

Ao Programa de Mestrado Profissional em Produção Vegetal no Semiárido e todos os professores do programa que contribuíram na formação científica.

Aos membros da banca Abdon Santos Nogueira, Felizarda Viana Bebé e Geovergue Medeiros pela contribuição técnica científica, no aprimoramento desse trabalho.

Ao Instituto Federal Baiano *Campus* Santa Inês por todo apoio dado na execução do projeto.

A todos os docentes do *Campus* Santa Inês, que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa jornada, sendo representados pelos Profs. Nelson Vieira Filho e Clovis Vaz Sampaio Filho.

A todos os técnicos do *Campus* Santa Inês, que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa jornada, sendo representados pelos técnicos Fabio Oliveira Barreto e Geisiane Novais de Santana.

A todos os terceirizados do *Campus* Santa Inês, que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa jornada, sendo representados pelos servidores, Sivanildo de Jesus Santos (Risadinha) e Francisco Mário Costa Ribeiro (Chico vigilante).

Aos discentes do *Campus* Santa Inês, que de alguma forma contribuíram e fizeram parte dessa jornada, sendo representados pelos discentes Pedro Alves e Joedson da Silva.

Enfim, à cada um, mesmo não citado nesta ocasião, mas que direta ou indiretamente, tenha contribuindo nessa jornada.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	9
2 REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1 Desafios da produção agropecuária no Semiárido brasileiro	10
2.2 Forrageiras adaptadas ao Semiárido	11
2.3 Estratégias sustentáveis para produção de forragem no Semiárido.....	16
3 OBJETIVOS	20
3.1 Objetivo Geral	19
3.2 Objetivos específicos	19
REFERÊNCIAS	21
Capítulo 1 - Morfometria e biomassa de palma forrageira “Gigante”, colhida em três épocas pós-plantio, e de feijão guandu em cultivo consorciado no Semiárido.	27
Capítulo 2- Produtividade e eficiência de uso da terra de palma forrageira “Gigante” consorciada em diferentes arranjos com feijão guandu no Semiárido.	53

RESUMO

O Semiárido brasileiro é caracterizado pela irregularidade das chuvas, com baixas precipitações, altas temperaturas e ventos fortes. Grande parte das propriedades rurais estão inseridas na agricultura familiar com pouca ou até nenhuma assistência técnica. A produção pecuária é concentrada na época das chuvas, devido à baixa oferta de forragem em períodos de escassez de precipitações. Neste contexto, existem plantas adaptadas ao Semiárido, que consigam produzir satisfatoriamente durante o período seco, se destacam no nordeste brasileiro. A palma forrageira *Opuntia Ficu-indica*, devido ao metabolismo ácido das crassuláceas, possibilita o uso eficiente da água, e destaca na produção de forragem no Semiárido. Outra planta que é o guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) vem se destacando como forrageira, preenchendo lacunas deixadas pelas gramíneas em períodos de seca no Semiárido. A busca por sistemas que melhor atenda as particularidades de pequenas propriedades no semiárido é primordial. Com isso o uso efetivo da terra em sistema de consórcio, possibilita o cultivo de duas ou mais culturas no mesmo espaço durante o mesmo período. O consórcio da palma forrageira com o feijão guandu apresentou resultados satisfatórios.

Palavras-chave: Caatinga; *Cajanus cajan*; *Opuntia Ficu-indica*.

ABSTRACT

The intercropping of forage cactus with pigeon pea can promote an increase in total biomass productivity, regardless of the planting arrangement and post-planting harvest of the cactus or the residual height after cutting the pigeon pea. Therefore he, the objective was to evaluate the morphometry and biomass production of “Gigante” palm and pigeon pea BRS Mandarin in two planting forms and arrangements with three palm harvests and three pigeon pea residual heights. The experiment was carried out at the IF Baiano Campus Santa Inês. Experimental design in randomized blocks, with three replications in a split-plot scheme, in which the plots consisted of a combination of single or double row arrangement, with single or intercropped planting, with forage cactus harvested at 12, 18 and 24 months post-planting and pigeon pea cut with residue height of 15, 30 and 45 cm after cutting. In the palm, the length (CC), width (LC) and thickness of the cladodes (EsC) were evaluated; number of cladodes (NC); plant height (AP) and plant width (LP); cladode area index (IAC); and biomass production (PBP). Pigeonpea height and width and number of branches, leaf area index (LAI) and biomass production (PBG) were evaluated. Palm showed a significant difference in the variables in relation to post-planting harvest (PPC), and pigeon pea did not show any significant difference. The palm and pigeon pea intercropping does not interfere in the morphometry and productivity of the crops.

Keywords: Rainfed Agriculture; Consortium; Productivity.

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Semiárido brasileiro é composto por 1.262 municípios, estando esses nos estados do Maranhão, Piauí, Ceará, Rio Grande do Norte, Paraíba, Pernambuco, Alagoas, Sergipe, Bahia e Minas Gerais (BRASIL, 2017). Sua principal característica é o clima, devido à irregularidade das chuvas, baixas precipitações, altas temperaturas, irradiação excessiva e ventos fortes, constituindo fatores de estresse, limitando o desenvolvimento das principais atividades econômicas (BARROS et al., 2016).

Nesta região predomina uma vegetação arbustiva, sendo em sua maioria caducifólias, reduzindo consideravelmente a oferta de forragens, afetando principalmente a produção pecuária. E neste contexto, a agricultura familiar ainda carece de formações técnicas para convivência no bioma.

Sendo assim, é de extrema necessidade a compreensão do comportamento e adaptação das culturas no cenário em que as mudanças climáticas são cada vez mais evidentes com o objetivo principal em melhorar o desempenho agrícola em relação às secas recorrentes (TOMBESI et al., 2018). As espécies vegetais encontradas na caatinga em abundância apresentam características fisiológicas e morfológicas que possibilitam seu estabelecimento e sobrevivência nesse ambiente.

Dentre esses atributos fisiológicos, destaca-se o metabolismo ácido das crassuláceas (MAC), processo de carboxilação (noturna) seguido da descarboxilação (diurna), sendo a última responsável pelo suprimento de CO₂ para o ciclo C3 (KERBAUY, 2013), contribuindo significativamente para redução da perda de água, tornando as plantas CAM tolerantes ao déficit hídrico (MATOS et al., 2019). Outras estratégias fisiológicas com objetivo de superar o período de escassez de água (seca) são a perda de uma parte ou às vezes total das folhas, perda de raízes superficiais, com desenvolvimento das raízes mais profundas em busca de água (TAIZ; ZEIGER, 2010), armazenamento de água no caule e nas partes verdes, como observado na barriguda e nas cactáceas respectivamente, ou nas raízes, como no umbuzeiro, amburana, pacoté e outras (MAIA, 2004).

Uma referência de planta com mecanismo MAC, dentre as forrageiras utilizadas no Semiárido é a palma forrageira, cultura importantíssima para a agropecuária em

regiões áridas e semiárida, além de apresentar quantidades satisfatórias de ácidos orgânicos e energia, tornando a principal fonte alimentar dos rebanhos no período seco. Por muitas vezes a palma é considerada um “silo vivo” por se manter estável no pico da estação seca, quando há escassez de forragem (QUEIROGA et al., 2020). A palma forrageira *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill, cv “Gigante”, tem se destacado como uma realidade para a convivência em regiões semiáridas, tendo em vista sua adaptação às condições de déficit hídrico e irregularidade de chuvas (CHIACCHIO; MESQUITA; SANTOS, 2006).

Já o feijão guandu, destaca-se com potencial em preencher lacunas deixadas por gramíneas em períodos de baixas produtividades, apresentando qualidade mesmo em períodos de poucas chuvas. Ademais, apresenta elevados teores de proteína bruta na folha (SEIFFERT; S. THIAGO, 1983), proporcionando melhoria a dieta dos animais.

No contexto da agricultura familiar, predominante no Semiárido, com pequenas áreas para o cultivo e principalmente para os produtores de baixa renda, maior atenção deve ser dada para um sistema de produção sustentável, de forma a otimizar o uso da terra. No sistema consorciado, há diversas possibilidades de combinações, podendo variar as culturas envolvidas, a população total, a densidade populacional de cada cultura e o arranjo das culturas dentro do consórcio.

Além da otimização do uso efetivo da terra, o consórcio de forrageiras pode proporcionar outros benefícios para agropecuária, como o cultivo de plantas forrageira que se complementam nutricionalmente para a dieta dos animais. Como é o caso da palma forrageira, rica em ácidos orgânicos, energia e água e o feijão guandu, rico em proteína bruta e fibra efetiva. Destarte, o produtor poderá compor dietas para atender as exigências nutricionais do seu rebanho, reduzindo custos com insumos externos como milho e soja.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 Desafios da produção agropecuária no Semiárido brasileiro

O Censo Agropecuário 2017 revela que um terço dos produtores familiares existentes na região semiárida não tem acesso à informação técnica, os que tem acesso, a grande maioria é pela televisão 71,6%, o rádio 28,1% e reuniões técnicas e seminários 8,6% (SILVA et al., 2020). Essa dificuldade de acesso ao conhecimento técnico contribui para baixos índices zootécnicos, tornando na maioria das propriedades, uma produção de subsistência.

Silva et al., (2020) ainda ressalta que 78,8% dos estabelecimentos rurais no semiárido do nordeste brasileiro estão inseridos na agricultura familiar, sendo 34,9% com áreas inferiores a cinco hectares. Esses dados reforçam a necessidade de desenvolvimento de difusão de tecnologias para produção agropecuária adequadas à agricultura familiar, com ênfase na otimização do uso da terra. Por outro lado, associado à essas questões sociais e agrárias, os fatores climáticos são os mais incisivos e impactantes nos sistemas de produção, incidindo diretamente na produção de forragem.

A região semiárida é caracterizada pela estação chuvosa e a seca, que se distribuem de maneira irregular, concentradas num curto período chuvoso, seguido de um longo período sem chuvas (PERAZZO et al., 2013). Essa condição climática, limita a produção de forragem nessa região, que ocupa 11,39% do território nacional e 60% do Nordeste (BARROS et al., 2016). É uma região composta por uma vegetação de espécies nos estratos herbáceo, arbóreo e arbustivo, sendo o arbóreo-arbustivo em sua maioria caducifólias, ficando sem folhas no início e ao longo do período seco (PARENTE et al., 2019). Com isso a oferta de forragens reduz drasticamente, prejudicando a produção agropecuária.

Dos 95,5% dos estabelecimentos familiares que tiveram produção no período de 2012 a 2017, as quantidades produzidas variaram bastante e a principal finalidade da produção agropecuária desses estabelecimentos (68,6%) foram destinadas ao consumo próprio e de pessoas com laços de parentescos com o produtor (IBGE/SIDRA, 2019).

Portanto, a baixa disponibilidade de forragem na região semiárida do nordeste brasileiro, bem como a falta de manejos adequados dos animais, utilização inadequada dos recursos forrageiros existentes na região, pouco aproveitamento de forragens, em forma de silagem e feno, nos períodos das chuvas, e os altos custos das rações têm limitado o desempenho das atividades pecuárias (LIMA WANDERLEY et al., 2002).

No entanto, os dados do Censo Agropecuário de 2017 revela que a agricultura familiar era responsável por 72,0% do rebanho de caprinos, 71,0% do rebanho de ovinos, 76,1% do rebanho de suínos e 54,3% do rebanho de bovinos, correspondendo a mais de 7,7 milhões de cabeças no Semiárido. Além disso, a agricultura familiar produzia 63,4% do leite de vaca, 79,8% do leite de cabra e 79,6% do mel de abelha comercializado. A agricultura não familiar predominava, entre outros, no setor de avicultura, com 62,2% da produção de aves e 79% da produção de ovos de galinha (IBGE/SIDRA, 2019).

Com isso é possível afirmar que o semiárido do nordeste brasileiro é composto basicamente por produtores da agricultura familiar e que mesmo na falta de assistência técnica especializada e enfrentando anos consecutivos de secas severas, os índices produtivos têm apresentado melhoras significativas. Entretanto, esse cenário tem sido possível em função da resiliência do produtor no semiárido, de acordo com (TEIXEIRA, 2016), atualmente é possível encontrar algumas famílias, que, por herança ou experiência de agricultura na região, desenvolveram algumas técnicas de cultivos mais apropriadas ao meio ambiente do que outras. Havendo dessa forma uma valorização das culturas que melhor se adaptam às condições climáticas da região, podendo ser otimizada a partir da pesquisa, desenvolvimento e difusão de tecnologias sustentáveis de produção.

2.2 Forrageiras adaptadas ao Semiárido

A fenologia de crescimento das plantas, subsidia com informações relevantes para a compreensão da dinâmica dos ecossistemas florestais, auxiliando na determinação do melhor ponto de colheita e principalmente no manejo de espécies nativas (FARIA et al., 2015; PARENTE et al., 2019). Em outras palavras, estudar e compreender o comportamento das plantas em seu habitat natural ou fora dele,

identificando se determinada planta consegue ou não sobreviver, produzir e reproduzir em condições naturais satisfatórias.

As plantas comumente apresentam modificações na dinâmica de crescimento devido às condições de estresse salino, hídrico ou térmico (NUNES et al., 2019). O estresse hídrico, promove redução da área foliar da planta, fechamento dos estômatos, assim como senescência acelerada (TOMBESI et al., 2018). As espécies vegetais encontradas no Bioma Caatinga em abundância, apresentam características morfofisiológicas que possibilita seu estabelecimento e sobrevivência em ambiente de condições semiáridas.

O comportamento fisiológico de maior evidência e importância que proporciona ótimo desempenho em condições de extrema restrição de água é observado em espécies das famílias das cactáceae, bromeliaceae, euforbiaceae etc. O metabolismo ácido das crassuláceas (MAC) contribui significativamente para redução da perda de água, tornando as plantas MAC tolerantes a déficit hídrico (MATOS et al., 2019), essas plantas podem acumular um grama de matéria seca utilizando 125 gramas de água, apresentando razão de 3 a 5 vezes maior que a de uma planta C3 típica (TAIZ; ZEIGER, 2013).

Essas características são importantes para manutenção da produção de forragem ao longo do ano na região Semiárida. Ademais, essas forrageiras são encontradas nos diferentes estratos da caatinga, possibilitando equilíbrio entre o consumo de forragens herbáceas e arbóreas para alimentação dos animais durante o ano, uma vez que, um tipo dessas forragens, não mantem os animais em bom estado nutricional durante todo o ano (PEREIRA FILHO; BAKKE, 2010).

Nesse sentido, em pastejo no campo, os animais consomem desde folhas a ramos finos (até 5mm de diâmetro). Entretanto, para fins de conservação da forragem, é possível utilizar ramos de até 10 mm, sendo necessário cortar, triturar, ferrar, esfarelar e armazenar para alimentar os animais durante a estação seca. Dentre as forrageiras nativas, o sabiá (*Mimosa caesalpiniiifolia*) e a jurema-preta (*Mimosa tenuiflora*) são as plantas arbóreas da Caatinga que melhor admite o corte de seus ramos (PEREIRA FILHO; BAKKE, 2010). Não obstante, espécies forrageiras adaptadas ao semiárido vem sendo estudadas, levando em consideração suas

características de resistência a seca, bem como, seu potencial nutricional como a Leucena (*Leucaena leucocephala*), Moringa (*Moringa oleifera* Lam), Pornunça (*Manihot sp*), Gliricidia (*Gliricidia sepium*), Capim-buffel (*Cenchrus ciliaris* (L)), Capim Massai (*Panicum maximum cv. Massai*), Capim Urocloa (*Urochloa mosambicensis*), Sorgo forrageiro (*Sorghum bicolor* [L.] Moench), Feijão Guandu (*Cajanus cajan*), Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill e *Nopalea cochinilifera* Salm Dyck) e outras espécies.

A palma forrageira, por ser uma cultura adaptada às condições climáticas da região Semiárida brasileira, tornou-se uma atividade de grande importância para o desenvolvimento socioeconômico do Nordeste (CAVALCANTE et al., 2014), devido a seu mecanismo fisiológico, referente à absorção, aproveitamento e perda de água (PINHEIRO et al., 2014). Ademais, a palma tem sistema radicular superficial, predominante nas camadas superiores do solo, conseguindo absorver água com eficiência mesmo com baixos níveis de precipitações (SNYMAN, 2006).

Diante desses aspectos, soma-se a resistente à seca, com alta rusticidade e eficiência do uso de água, sendo amplamente introduzida ao processo produtivo da região semiárida (RAMOS et al., 2014). Associado as características supracitadas, a resistência a fatores abióticos adversos, depende também da plasticidade fenotípica das espécies. Comumente, as plantas apresentam modificações na dinâmica de crescimento em resposta às condições de estresse hídrico, salino ou térmico (NUNES et al., 2019).

Dentre as características estruturais responsivas às variações abióticas, destacam-se o índice de área do cladódio, altura e largura do dossel e número de cladódios totais são características essenciais na análise da capacidade reprodutiva (NUNES et al., 2019). Quantidade e espessura do cladódio (NEDER et al., 2013), altura e largura do dossel (SILVA et al., 2010) influenciam diretamente na produção de biomassa da palma forrageira. Em condições de sequeiro o número de cladódios e o índice da área do cladódio são as características morfológicas que mais influenciaram o rendimento da palma (PINHEIRO et al. 2014), tendo em vista que o índice da área do cladódio determina a interceptação de radiação solar pela planta (DONATO et al. 2014). Sendo assim, conhecer e compreender como se comportam essas variáveis, pode ser uma importante informação para entendimento das

respostas da cultura a ambientes e manejos de cultivo diferentes (NUNES et al., 2019).

Na prática a palma forrageira tem sido conduzida em condições de sequeiro, com a maioria dos produtores realizando o primeiro corte com 4 a 5 anos após o plantio (RAMOS et al., 2014). Entretanto, as recomendações têm sido para realização do primeiro corte acontecer a partir de dois anos após o plantio (FARIAS et al., 2000; QUEIROGA et al., 2020). Ao longo do seu ciclo produtivo sofre modificações no crescimento e no desenvolvimento em resposta às alterações sazonais e interanuais das condições do ambiente e pertencentes ao mesmo gênero, espécies de palma em diferentes condições de cultivo apresentam diferentes respostas produtivas (SILVA et al., 2015).

Esses fatores tornaram a palma forrageira uma das principais fontes alimentares para os animais, principalmente durante o período seco, quando gramíneas e leguminosas nativas estão em condições de estresse hídrico, tornando uma importante aliada na sustentabilidade das atividades agropecuárias do Semiárido brasileiro (BEZERRA et al., 2014). Adiciona-se o fato de apresentar quantidade significativa de água, minerais, ácidos orgânicos e de carboidratos (PEREIRA NETO et al., 2016).

A palma é considerada uma forrageira de alta aceitabilidade pelos animais, possui em média elevados teores de carboidratos não fibrosos (61,8%) e nutrientes digestíveis totais (62,0%), e independente do gênero, apresenta baixos teores de matéria seca (11,7%), proteína bruta (4,3%) e fibra em detergente neutro (26,87%) (VALADARES, et al. 2018). Com isso, para que a necessidade nutricional mínima de um rebanho seja atendida, é importante inserir na dieta dos animais, alimentos ricos em, proteína e fibra efetiva de qualidade.

Considerando os aspectos de sustentabilidade dos sistemas de produção no Semiárido, principalmente na agricultura familiar, torna-se importante minimizar a entrada de insumos externos. Portanto, o cultivo de outras forrageiras tolerantes ao déficit hídrico, que complemente essa insuficiência de proteína bruta e fibra efetiva de qualidade da palma forrageira é uma alternativa de menor custo para o produtor que lhe garante autonomia na oferta de alimento para seu rebanho ao longo do ano.

Sendo assim o feijão guandu (*Cajanus cajan* (L.) Mill sp.) apresenta características que ao manejá-lo corretamente, poderá ser produzido na região semiárida. É uma leguminosa arbustiva, seu feno possui em média 14,2 % de proteína bruta e 63,6% de fibra em detergente neutro (VALADARES, et al., 2018). Planta de grande importância, principalmente para os países asiáticos e africanos, possui diversas utilidades e é encontrada com bastante frequência no Brasil, principalmente nos quintais das cidades do interior, sendo utilizada na alimentação humana, alimentação animal e recuperação de áreas degradadas (SPÓSITO et al., 2018). Por apresentar elevado potencial na produção de forragem, com alto valor nutritivo, vem sendo utilizado como suplemento proteico para os ruminantes (ARAÚJO et al., 2019).

O feijão guandu apresenta um sistema radicular profundo, sendo capaz de resistir a períodos de seca e reduzir a compactação dos solos (ARAÚJO et al., 2019). Apresenta bastante raízes finas secundárias, podendo atingir até 30 cm de profundidade, apresentam nódulos que contêm bactérias do gênero *Rhizobium*, que fixam simbioticamente nitrogênio atmosférico, sendo cedido à planta para a formação de seus aminoácidos e proteínas (SEIFFERT; S. THIAGO, 1983). O feijão guandu cresce bem em regiões com pluviosidade variando de 600 a 1000 mm (KINAMI, 2000) e 250 a 400 mm de chuva/ano (VIEIRA; VIEIRA; VIEIRA, 2001). Em solos profundos, férteis e até nos compactados (MAIOR JÚNIOR, 2006).

Outra característica que torna o feijão guandu adaptável à seca é o ajuste osmótico (MAIOR JÚNIOR, 2006). A planta extrai mais água do solo e perde menos água para a atmosfera, podendo manter seus estômatos um pouco mais abertos, para realizar a assimilação de CO₂ (PIMENTEL, 1998).

No entanto, Costa et al., (2003), pontuaram que, no manejo de leguminosas arbustivas, parâmetros relacionados com a resposta morfofisiológica e sobrevivência das plantas devem ser levadas em consideração, destacando, o estágio de crescimento, a altura de corte em que as plantas são colhidas e a fase fisiológica das plantas, os quais afetam o rendimento e a qualidade da forragem.

Pesquisadores apresentam diferentes alturas de corte do feijão guandu, sendo 0,40 cm (EMBRAPA, 2016; GODOY et al., 2005), 0,6 cm (PEREIRA et al., 2017) 0,15 cm (GUIMARÃES et al., 2017).

O feijão guandu ao ser cultivado como forragem para o consumo animal, as plantas devem apresentar satisfatória produção de fitomassa, ramos de diâmetro reduzido e flexíveis, menor sensibilidade a fotoperíodo, tolerância a cortes e desfolhas, e retenção de folhas durante períodos de déficit hídrico (SOUZA et al., 2007). A cultivar BRS Mandarin apresenta excelente potencial para alimentação animal, adubação verde e recuperação de pastagens degradadas, além de fácil implantação e manejo, inclusive em solos de fertilidade baixa e pode ser utilizado em apoio ao processo de produção de cana, na recuperação de áreas degradadas e no cultivo consorciado com milho e braquiária (EMBRAPA, 2016).

A elevada produtividade da forragem do feijão guandu pode ser utilizada como suplementação para o gado além de possui farinha de excelente qualidade para a suplementação de suínos e aves (GUIMARÃES et al., 2017). Associado aos benefícios apresentados, quando usadas para incorporação ao solo proporcionam o aumento do aporte de nitrogênio ao mesmo, via fixação biológica do nitrogênio atmosférico (OLIVEIRA et al., 2010).

As folhas, os ramos, as flores, as vagens e as sementes do guandu possuem 16 a 23% de proteína bruta e são consumidos voluntariamente a partir do início da floração, em quantidades que variam em torno de 35% do total de forragem ingerida (MAIOR JÚNIOR, 2006).

Com as características acima, é possível afirmar que a Guandu se adapta bem as condições do semiárido, sendo mais uma alternativa na produção de forragem de qualidade para manutenção dos rebanhos em épocas de estiagem, que junto com a palma, tornam possível um balanço nutricional do alimento, mais próximo da demanda para o rebanho.

2.3 Estratégias sustentáveis para produção de forragem no Semiárido

A alimentação dos rebanhos nos períodos secos no semiárido se limitam em grande maioria na produção e conservação de espécies forrageiras nativas ou introduzidas, no uso de alguns resíduos agroindustriais e na compra de ingredientes concentrados, sendo essas alternativas utilizadas de acordo com o perfil tecnológico, social e econômico do produtor, sendo que, nas condições de semiárido não existe um alternativa “milagrosa”, suas potencialidades e formas de uso podem ser

diferentes em função das particularidades específicas de cada propriedade (ARAÚJO; JUNIOR; OLIVEIRA, 2003)

Sendo assim, é importante o desenvolvimento de tecnologias para produção de forragem que minimizem essas limitações e atenda os mais diversos níveis tecnológicos de produtores no Semiárido. Uma das alternativas é a utilização de tecnologia de baixo custo na produção de forragens destinadas a alimentação animal associado ao uso eficiente da terra. Com isso, disponibilizando para o produtor alternativa de produção sustentável frente ao contexto histórico de exploração da vegetação nativa do Semiárido.

A Caatinga foi ocupada a partir da exploração extrativista de seus recursos naturais, que nos últimos anos tem alcançado índices preocupantes, pois atingem os mais diferentes setores como a extração da madeira, a caça indiscriminada de animais silvestres, a extração de mel de abelha, a colheita de frutos nativos, a retirada de plantas consideradas medicinais e como principais fatores, o superpastejo dos ruminantes e a agricultura itinerante vem degradando os ecossistemas da Caatinga (PEREIRA FILHO; SILVA; CÉZAR, 2013). Tornando essencial a busca por manejos sustentáveis como a possibilidade de conservação da forragem da caatinga produzida nas chuvas (FERREIRA et al., 2009) na forma de silagem (SILVA et al., 2004) e de feno (PEREIRA FILHO et al., 2003) como estratégia de suplementação com volumoso na época de estiagem (PEREIRA FILHO; SILVA; CÉZAR, 2013).

Embora o manejo sustentável da Caatinga se constitui como alternativa viável para produção de forragem no Semiárido, em muitas situações não é o suficiente para atender à demanda do rebanho, principalmente durante o período de estiagem. Destarte, faz-se necessário a manutenção do equilíbrio nutritivo dos animais ao longo do ano para obter bons índices zootécnicos (ALENCAR et al., 2015). Com isso, não se pode negligenciar que as plantas adaptadas às condições do semiárido brasileiro devem ser cultivadas pois, as mesmas, podem manter o equilíbrio na oferta alimentar ao longo do ano, reduzindo a falta de forragem no período seco (ALENCAR et al., 2015). Desse modo, um aprofundamento nas pesquisas com espécies presentes no semiárido, notadamente quanto ao seu valor qualitativo e quantitativo é de extrema necessidade para que dessa maneira se consiga a sustentabilidade do meio rural (PEREIRA et al., 2012; SANTOS et al., 2010). Por outro lado, essas pesquisas

precisam estar associadas a otimização do uso da terra, que em algumas situações a disponibilidade de áreas cultiváveis soma-se aos fatores limitantes nas pequenas propriedades do Semiárido.

A meta principal da pesquisa agropecuária, tem sido a busca por altos rendimentos com baixos custos de produção (CÂNDIDO et al., 2015; CARVALHO et al., 2011). No entanto, para os produtores de baixa renda e com pequenas áreas para o cultivo uma maior atenção deve ser dada o uso eficiente da terra – UET, sendo, o sistema consorciado uma possível solução para esta problemática, que consiste na exploração de diferentes espécies de plantas no mesmo tempo e espaço, podendo, o pequeno agricultor, garantir maior estabilidade de rendimento (SOUZA; MACEDO, 2007). De acordo com esses autores, este sistema normalmente não está associado com o uso de alta tecnologia e nem com a obtenção de altas produções.

No sistema consorciado, há diversas possibilidades de combinações, podendo variar as culturas envolvidas, a população total, a densidade populacional de cada cultura e o arranjo das culturas dentro do consórcio. Embora as informações obtidas no campo e, principalmente, com os agricultores possam eliminar muitas dessas possibilidades, indicando as combinações mais favoráveis e interessantes, muitos fatores e mecanismos podem estar operando no sistema, afetando as interações entre as espécies presentes e o desempenho do consórcio, tornando a pesquisa complexa (SOUZA; MACEDO, 2007).

Entretanto, a eficiência do consórcio depende diretamente do sistema de cultivo e das culturas envolvidas havendo a necessidade da complementação entre estas (BEZERRA NETO et al., 2003; e SILVA et al., 2013). Vários sistemas de distribuição espacial e/ou temporal também podem ser utilizados, o que torna os sistemas consorciados de plantio complexos, e requerendo ajustes mais finos que aqueles usados em monocultivos (SOUZA; MACEDO, 2007). Ademais, os espaçamentos em filas duplas, pode permitir a utilização de consórcio durante toda a vida da planta, corroborando a produção de outras culturas em consórcio, e a mecanização no controle das ervas daninhas (FARIAS et al., 2000).

A geração de tecnologias capazes de contribuir para o processo de transformação dessa realidade perpassa a exploração de culturas mais apropriadas a

suportarem os fatores de estresse abióticos predominantes nessas regiões (BARROS et al., 2016). Esse fato impulsiona e justifica a realização de pesquisas com objetivo de encontrar alternativas de manejo para viabilizar o desenvolvimento, pois sistemas tradicionais levam à redução na qualidade, resistência e resiliência dos solos do semiárido brasileiro (FIALHO et al., 2013).

Os sistemas de produção da agricultura familiar do semiárido buscam a diversificação dos cultivos locais (consórcio de milho e feijão) principalmente com cultivos forrageiros adaptados às condições de sequeiro da região. A palma-forrageira, por apresentar elevada adaptabilidade, tem sido um recurso utilizado para amenizar as dificuldades alimentares dos animais nas secas prolongadas (FARIAS et al., 2000; SILVA et al., 2013). A utilização de plantas forrageiras adaptadas ao semiárido, como o guandu em consórcio com a palma forrageira, poderá atender as exigências nutricionais dos ruminantes em períodos de seca nessas regiões.

Trabalhos de cultivos consorciados com guandu vem sendo realizados (GUIMARÃES et al., 2017; OLIVEIRA et al., 2011; PEREIRA et al., 2017). No entanto o consorcio dessa cultura com a palma forrageira com objetivo em atender as demandas nutricionais durante o período seco do ano são escassos, podendo ser mais uma alternativa de produção no semiárido brasileiro.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo Geral

Avaliar o consórcio de palma forrageira com feijão guandu em diferentes arranjos de cultivo no Semiárido, com três épocas de colheita pós-plantio da palma forrageira e em três altura de resíduo pós colheita do feijão guandu.

3.2 Objetivos específicos

- ✓ Avaliar produtividade dos sistemas de cultivo, com a colheita da palma forrageiras aos 12, 18 e 24 meses, após o plantio;
- ✓ Avaliar morfometria das cultivares nos diferentes sistemas;
- ✓ Avaliar a produtividade do guandu em três alturas de resíduo;
- ✓ Avaliar o uso efetivo da terra nos diferentes arranjos do consórcio e do cultivo solteira das forrageiras.

Referencias

ALENCAR, F. H. H. DE et al. Composição química e digestibilidade da pornunça sob duas Fontes de Adubação Orgânica E Cortes. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 215–222, set. 2015.

<https://doi.org/10.1590/1983-21252015v28n324rc> Acesso em: 24 fev. 2021.

ARAÚJO, B. DE A.; MOREIRA, F. J. C.; GUEDES, F. L. Emergência e crescimento inicial de feijão guandu em função dos substratos e salinidade da água de irrigação. **Revista Agraria Academica**, v. 2, n. 4, p. 90–101, 2019.

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1116304/emergencia-e-crescimento-inicial-de-feijao-guandu-em-funcao-dos-substratos-e-salinidade-da-aqua-de-irrigacao> Acesso em: 15 mai. 2021.

ARAÚJO, G. G. L. DE; JUNIOR, E. V. F.; OLIVEIRA, M. C. DE. Alternativas Atuais e Potenciais de Alimentação de Caprinos e Ovinos nos Períodos Secos no Semi-Árido Brasileiro. 2003.

<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/Alternativas%20Atuais%20e%20Potenciais%20de%20Alimenta%E7%E3o%20de%20Caprinos%20e%20OvinosID-wnpTKEsI3u.pdf> Acesso em 07 fev. 2021.

BARROS, J. L. DE et al. ORGÂNICA OPUNTIA ficus- indica ‘ GIGANTE ’ GROWN UNDER ORGANIC. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 53–65, 2016.

<https://doi.org/10.12971/5051> Acesso em 07 fev. 2021.

BEZERRA, B. G. et al. ZONEAMENTO AGROCLIMÁTICO DA PALMA FORRAGEIRA (*Opuntia sp.*) PARA O ESTADO DA PARAÍBA. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, v. 18, n. 7, p. 755–761, 2014.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662014000700013> Acesso em: 07 fev. 2021.

BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho agroeconômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, v. 21, n. 4, p. 635–641, dez. 2003.

<https://www.scielo.br/pdf/hb/v21n4/19428.pdf> Acesso em: 16 fev. 2021.

BRASIL. Ministério da Integração Nacional. **Resolução nº 115, de 23 de novembro de 2017**. Brasília: Gabinete do Ministro, 2017.

https://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: 10 fev. 2021.

CÂNDIDO, E. P. et al. Resposta econômica do confinamento de ovinos alimentados com silagens de diferentes cultivares de sorgo. **Ciência Rural**, v. 45, n. 1, p. 79–85, jan. 2015.

<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20140493> Acesso em: 14 fev. 2021.

CARVALHO, D. M. G. DE et al. Suplementos para ovinos mantidos em pastos de capim-marandu. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 2, p. 196–204, fev. 2011.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011000200012> Acesso em: 10 fev. 2021.

CAVALCANTE, L. A. D. et al. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes

densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 44, n. 4, p. 424–433, 2014.

<https://doi.org/10.1590/s1983-40632014000400010> Acesso em: 05 de mai. 2021.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. DOS. Palma forrageira : uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o Semi-árido baiano. **Bahia Agrícola**, v. 7, n. 3, p. 39–49, 2006.

http://www.seagri.ba.gov.br/sites/default/files/socioeconomia03_v7n3.pdf Acesso em: 10 fev. 2021.

COSTA, N. L. et al. Tecnologias para a Produção Animal em Rondônia - 1975/2001. v. 70, n. 9, p. 30, 2003.

<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/705972/1/cpafro-8963-doc70.pdf> Acesso em: 12 fev. 2021.

DONATO, P. E. R. et al. Morfometria e rendimento da palma forrageira “Gigante” sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 151–158, 2014.

<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v9i1a3252> Acesso em: 19 fev. 2021.

EMBRAPA. **Feijão Guandu - BRS Mandarin**.

<<https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/887/fejao-guandu---brs-mandarin>> Acesso em: 13 jan. 2021.

FARIAS, I. et al. Manejo de colheita e espaçamento da palma-forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no Agreste de Pernambuco. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 341–347, 2000.

<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2000000200013> Acesso em: 18 fev. 2021.

FERREIRA, A. L. et al. Produção e valor nutritivo da parte aérea da mandioca, maniçoba e pornunça. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 10, n. 1, p. 129–136, 2009.

<https://periodicos.ufba.br/index.php/rbspa/article/view/39730/22255> Acesso em: 22 fev. 2021.

FIALHO, J. S. et al. Soil quality, resistance and resilience in traditional agricultural and agroforestry ecosystems in Brazil’s semiarid region. **African Journal of Agricultural Research**, v. 8, n. 40, p. 5020–5031, 2013.

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/91497/1/Soil-quality.pdf>

Acesso em: 18 fev. 2021.

GODOY, R. et al. Avaliação agrônômica de linhagens selecionadas de guandu (*Cajanus cajan* (L.) Millsp). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 34, n. 1, p. 7–19, 2005.

<http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982005000100002> Acesso em: 09 fev. 2021.

GUIMARÃES, F. D. S. et al. Consórcio Guandu-Milho-Braquiária Para Integração Lavoura-Pecuária. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 4, n. 5, p. 22–27, 2017.

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/2218/1786> Acesso em: 16 fev. 2021.

IBGE/SIDRA. Sistema IBGE de Recuperação Automática. Censo Agropecuário 2017:

resultados definitivos. Rio de Janeiro: 2019.

https://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/index.html

Acesso em: 05 fev. 2021.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. Guanabara ed. Rio de Janeiro: 2013, 2013.

KINAMI, P. M. Pigeonpea breeding: objectives, experiences, and strategies for Eastern África. In: SILLM, S. N.; MERGEAL, G.; KINAMI, P. M. (Eds.). . **Status and Potential of Pigeonpea in Eastern and Southern África: proceedings of a regional workshop**. Andhra: ICRISAT, 2000. p. 21–32. ISBN 92-9066-432 -0. <http://erepository.uonbi.ac.ke/handle/11295/84225> Acesso em: 18 fev. 2021.

LIMA WANDERLEY, W. et al. Palma forrageira (*Opuntia ficus indica* Mill) em substituição à silagem de sorgo (*Sorghum bicolor* (L.) Moench) na alimentação de vacas leiteiras. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 31, n. 1, p. 273–281, 2002. <https://doi.org/10.1590/S1516-35982002000100030> Acesso em: 14 fev. 2021.

MAIA, G. N. **Caatinga: árvores e arbustos e suas utilidades**. 1ª ed. São Paulo: D&Z, 2004.

MAIOR JÚNIOR, S. G. S. **Efeitos de arranjos populacionais na produção de forragem de feijão guandu (*Cajanus cajan* (L) Millsp.) em região semi-árida**. 2006. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) - Universidade Federal de Campina Grande, Patos, 2006. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/9203> Acesso em: 08 fev. 2021.

MATOS, F. S. et al. **Folha Seca: Introdução á Fisiologia Vegetal**. 1ª ed. Curitiba: Editora Appris LTDA, 2019.

NEDER, D. G. et al. Correlations and path analysis of morphological and yield traits of cactus pear accessions. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 13, n. 3, p. 203–207, 2013. <https://doi.org/10.1590/S1984-70332013000300009> Acesso em: 04 fev. 2021.

NUNES, J. D. S. L. et al. Morfogênese da palma forrageira sob modificação do ambiente de crescimento. **Agrometeoros**, v. 27, n. 2, p. 367–375, 2019. <http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v27i2.26449> Acesso em: 05 fev. 2021.

OLIVEIRA, P. et al. Consórcio de milho com braquiária e guandu-anão em sistema de dessecação parcial. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1184–1192, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000010> Acesso em: 16 fev. 2021.

OLIVEIRA, P. et al. Sistema Santa Brígida – Tecnologia Embrapa: Consorciação de Milho com Leguminosas. **Technical Report** , 2010. <https://www.researchgate.net/publication/293768355> Acesso em: 14 fev. 2021.

PARENTE, H. N. et al. Caracterização do Semiárido Brasileiro: Fenologia, Etnobotânica e Produção de Forragem. In: SANTOS, E. M. et al. (org.). **Ensilagem No Nordeste Brasileiro**. Maeanhão: Editora da UFMA, 2019.

PERAZZO, A. F. et al. Características agronômicas e eficiência do uso da chuva em cultivares de sorgo no semiárido. **Ciência Rural**, v.43, n.10, p.1771-1776, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S0103-84782013001000007> Acesso em: 24 mai. 2021.

PEREIRA, D. S. et al. Produção De Forragens De Cana-De-Açúcar E Feijão-Guandu Cultivados Em Monocultivo E Consórcio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 80–87, 2017.
<https://doi.org/10.21206/bjsa.v7i4.421> Acesso em: 07 fev. 2021.

PEREIRA FILHO, J. M. et al. Efeito do tratamento com hidróxido de sódio sobre a fração fibrosa, digestibilidade e tanino do feno de jurema-preta (*Mimosa tenuiflora* Wild). **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 32, n. 1, p. 70–76, fev. 2003.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982003000100009> Acesso em: 05 fev. 2021.

PEREIRA FILHO, J. M.; BAKKE, O. A. Produção de Forragem de Espécies Herbáceas da Caatinga. In: BRASIL, Ministério do Meio Ambiente (Org.). **Uso sustentável e conservação dos recursos florestais da caatinga**. Brasília, 2010. p. 145–156.
https://www.researchgate.net/publication/306199606_Producao_de_forragem_de_especies_herbaceas_da_Caatinga Acesso em: 12 fev. 2021.

PEREIRA FILHO, J. M.; SILVA, A. M. DE A.; CÉZAR, M. F. Manejo da Caatinga para produção de caprinos e ovinos. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 14, n. 1, p. 77–90, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S1519-99402013000100010> Acesso em: 22 fev. 2021.

PEREIRA NETO, J. et al. Balanço hídrico e excreção renal de metabólitos em ovinos alimentados com palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* Salm Dyck). **Pesquisa Veterinária Brasileira**, v. 36, n. 4, p. 322–328, 2016.
<https://doi.org/10.1590/S0100-736X2016000400012> Acesso em: 04 fev. 2021.

PEREIRA, V. L. A. et al. Valor nutritivo e consumo voluntário do feno de faveleira fornecido a ovinos no semiárido pernambucano. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 3, p. 96–101, 2012.
https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/2122/pdf_15 Acesso em: 09 fev. 2021.

PIMENTEL, C. **Metabolismo de Carbono na Agricultura Tropical**. Rio de Janeiro: EDUR, 1998.

PINHEIRO, K. M. et al. Correlações do índice de área do cladódio com características morfogênicas e produtivas da palma forrageira. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 12, p. 939–947, 2014.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2014001200004> Acesso em: 16 fev. 2021.

QUEIROGA, V. P. et al. **Palma Forrageira (*Opuntia fucus-indica* (L.) Mill): tecnologias de plantio e utilização**. Campina Grande: AREPB. 2020. ISBN: 978.85-67494-35-7.

RAMOS, J. P. F. et al. Caracterização técnica dos sistemas de produção de palma forrageira em soledade, PB. **Revista Agropecuária Técnica**, v. 35, n. 1, p. 23–30, 2014.

<https://periodicos.ufpb.br/index.php/at/article/view/10165/10706> Acesso em: 21 fev. 2021.

SANTOS, M. V. F. DOS et al. Potential of Caatinga forage plants in ruminant feeding. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. suppl spe, p. 204–215, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001300023> Acesso em: 06 fev. 2021.

SEIFFERT, N. F.; S. THIAGO, L. R. L. LEGUMINEIRA: CULTURA FORRAGEIRA PARA PRODUÇÃO DE PROTEÍNA. **EMBRAPA Gado de Corte**, v. 13, 1983.
<http://old.cnpqg.embrapa.br/publicacoes/ct/ct13/index.html> Acesso em: 10 fev. 2021.

SILVA, M. M. C. DA et al. Avaliação do padrão de fermentação de silagens elaboradas com espécies forrageiras do estrato herbáceo da caatinga nordestina. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 33, n. 1, p. 87–96, fev. 2004.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982004000100012> Acesso em: 06 fev. 2021.

SILVA, R. M. A. DA et al. Características produtivas e socioambientais da agricultura familiar no semiárido brasileiro: evidências a partir do censo agropecuário de 2017. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 55, p. 314–338, 2020.
<http://dx.doi.org/10.5380/dma.v55i0.73745> Acesso em: 10 fev. 2021.

SILVA, T. G. F. et al. Crescimento e produtividade de clones de palma forrageira no semiárido e relações com variáveis meteorológicas. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 2, p. 10–18, 2015.
https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/3630/pdf_241 Acesso em: 07 fev. 2021.

SILVA, G. S. et al. Desempenho agrônomo de algodão orgânico e oleaginosas consorciados com palma forrageira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 9, p. 975–981, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S1415-43662013000900010> Acesso em: 10 fev. 2021.

SILVA, N. G. M. et al. Relação entre características morfológicas e produtivas de clones de palma-forrageira. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 39, n. 11, p. 2389–2397, 2010.
<https://doi.org/10.1590/S1516-35982010001100011> Acesso em: 07 fev. 2021.

SNYMAN, H. A. A greenhouse study on root dynamics of cactus pears, *Opuntia ficus-indica* and *O. robusta*. **Journal of Arid Environments**, v. 65, n. 4, p. 529–542, 1 jun. 2006.
<https://doi.org/10.1016/j.jaridenv.2005.10.004> Acesso em: 05 mai. 2021

SOUZA, J. P.; MACEDO, M. A. S. Análise de viabilidade agroeconômica de sistemas orgânicos de produção consorciada. **ABCustos**, v. 2, p. 60–82, 2007.
<https://www.abcustos.emnuvens.com.br/abcustos/article/view/14> Acesso em: 10 fev. 2021.

SOUZA, F. HENRIQUE D. et al. **Produção de sementes de guandu**. EMBRAPA, p. 68, 2007.
<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/47813/4/Documentos69.pdf>
Acesso em: 12 fev. 2021.

SPÓSITO, T. H. N. et al. Diferentes Adubações Na Cultura Do Feijão Guandu. **Colloquium Agrariae**, v. 14, n. Especial, p. 13–20, 2018.

<http://dx.doi.org/10.5747/ca.2018.v14.nesp.000251> Acesso em: 10 fev. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 4ª ed. Porto Alegre: ARTMED, 2010.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia Vegetal**. 5ª ed. Piracicaba: Artmed, 2013.

TEIXEIRA, M. N. O sertão semiárido: uma relação de sociedade e natureza numa dinâmica de organização social do espaço. **Revista Sociedade e Estado**, v. 31, n. 3, p. 769–780, 2016.

<https://doi.org/10.1590/s0102-69922016.00030010> Acesso em: 14 fev. 2021.

TOMBESI, S. et al. Effect of water stress “memory” on plant behavior during subsequent drought stress. **Environmental and Experimental Botany**, v. 150, n. March, p. 106–114, 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.envexpbot.2018.03.009> Acesso em: 07 fev. 2021.

VALADARES FILHO, S.C., LOPES, S.A. et al. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. **CQBAL 4.0**, 2018.

www.cqbal.com.br Acesso em 08 mar. 2021.

VIEIRA, R. F.; VIEIRA, C.; VIEIRA, R. F. **Leguminosas graníferas**. Viçosa, Ed. UFV. 206p. 2001.

Capítulo 1 - Morfometria e biomassa de palma forrageira “Gigante” e de feijão guandu em cultivo consorciado no Semiárido.

Resumo

O consórcio da palma forrageira com feijão guandu pode promover aumento na produtividade de biomassa total, independente do arranjo de plantio e da colheita pós-plantio da palma ou da altura residual pós-corte do guandu. Sendo assim, objetivou-se avaliar a morfometria e a produção de biomassa da palma “Gigante” e do guandu BRS Mandarin em duas formas de plantio e arranjos com três colheitas da palma e três alturas residuais do guandu. O experimento foi realizado no IF Baiano *Campus Santa Inês*. Delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições no esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas consistiram na combinação do arranjo fileira simples ou dupla, com plantio solteiro ou consorciado, com a palma forrageira colhida aos 12, 18 e 24 meses pós-plantio e o feijão guandu cortado com altura de resíduo de 15, 30 e 45 cm pós corte. Na palma, foram avaliados o comprimento (CC), largura (LC) e espessura dos cladódios (EsC); número de cladódios (NC); altura da planta (AP) e largura da planta (LP); índice da área do cladódio (IAC); e a produção de biomassa (PBP). O guandu foi avaliado a altura e largura do guandu e o número de ramos, índice da área foliar (IAF) e a produção de biomassa (PBG). A palma apresentou diferença significativa nas variáveis em relação a colheita pós-plantio (CPP), e o guandu não apresentou diferença significativa. O consórcio palma e guandu não interfere na morfometria e produtividade das culturas.

Palavras-chave: Agricultura de Sequeiro; Consórcio; Produtividade.

Abstract

The intercropping of forage cactus with pigeon pea can promote an increase in productivity and land use efficiency, regardless the planting arrangement and post-planting harvest of the cactus or the residual height after cutting of the pigeon pea. Thus, the objective was to evaluate the biomass production and the Effective Land Use (EUT) of the forage cactus “Gigante” and the pigeon pea BRS Mandarin in two forms of planting and arrangements with three harvests of forage cactus and three residual heights of the pigeon peas. The experiment was carried out at the IF Baiano Campus Santa Inês. Experimental design in randomized blocks, with three replications in a split-plot scheme, in which the plots consisted of a combination of single or double row arrangement, with single or intercropped planting, with forage cactus harvested at 12, 18 and 24 months post-planting and pigeon pea cut with residue height of 15, 30 and 45 cm after cutting. The biomass production in dry matter (PBMS) was evaluated; the dry matter content (%DM) and effective land use (ETU) of forage cactus and pigeon pea. There was interaction of dry matter content and planting in forage cactus. Pigeonpea, on the other hand, only showed a significant difference in the dry matter content for height of the residue. The intercropping system for these crops is viable in the Brazilian semiarid region.

Key words: Xerophilic foragers; Sustainable production; Effective Use of Land.

INTRODUÇÃO

A escassez e má distribuição das chuvas em regiões semiáridas tem induzido a busca por estratégias que permitam uma produção agrícola e pecuária de qualidade. Neste sentido, a adoção de sistemas de cultivos racionais aliado a tecnologias mais apropriadas com o uso de cultivares mais adaptadas a região, poderá melhorar a produtividade obtido pelos produtores (FURTADO et al., 2012). À vista disso, o consórcio de culturas, torna-se uma alternativa interessante, que pode gerar benéficos ecológicos e econômicos (PEREIRA et al., 2017).

Para que o sistema de consórcio atinja níveis tecnológicos desejados, deve ser considerado as espécies que vão compor o sistema, o arranjo do plantio e a população de plantas (OLIVEIRA FILHO et al., 2016). Na perspectiva das espécies a serem utilizadas, a palma forrageira é uma cactácea de grande importância para o Semiárido brasileiro por ser adaptada, apresenta o mecanismo ácido das crassuláceas, que permite maior eficiência no uso de água, além de possuir características anatômicas e morfofisiológicas favoráveis que evitam a perda de água pela transpiração (SILVA et al., 2015a). Já o feijão guandu (*Canjanus cajan*), se destaca entre as leguminosas forrageiras por servir como fonte de proteína para alimentação animal e desempenha um papel na ciclagem e fornecimento de nutrientes, além de se adaptar em solos de baixa fertilidade, altas temperaturas e a condições de seca (AZEVEDO et al., 2007).

Ainda que essas espécies apresentem características que possibilitem a adaptação às condições semiáridas, em cultivo consorciado estarão submetidas a fatores de estresse relacionado a competição intra e interespecífica, podendo comprometer o crescimento e a produção de biomassa individual da espécie. Esses efeitos morfofisiológicos podem ser agravados mais ainda em função do arranjo de plantio, época de colheita e altura de corte da planta. Por outro lado, cultivos consorciados têm demonstrado resultados superiores de produção de biomassa total por unidade de área. Em função dessa situação, torna-se interessante o estudo da morfometria e produção de biomassa de espécies cultivadas em consórcio.

A morfofisiológica está relacionada ao estudo das modificações anatômicas e fisiológicas que ocorrem nas espécies vegetais (NUNES et al., 2019). A influência

dessas modificações sobre o crescimento e o desenvolvimento das plantas é a base de estudo da morfogênese (VIVAS et al., 2019), que pode ser determinada por meio de dados estruturais (altura e largura da planta, quantidade de ramos ou de cladódios) ou de biomassa. Esse processo é utilizado no entendimento das respostas do crescimento das espécies sob diferentes condições ambientais (CUNHA et al., 2012), na proposição de manejos agrícolas (DIFANTE et al., 2011) e na elaboração de estratégias que assegurem a disponibilidade de forragem e a sustentabilidade dos ecossistemas (SALES et al., 2014).

Partindo do pressuposto que as características morfométricas de plantas em consórcio podem responder de forma diferenciada quando submetidas ao cultivo solteiro e em condições de diferentes arranjos, que por sua vez poderá influenciar a produtividade de biomassa individual e total, objetivou-se avaliar a morfometria e a produtividade de biomassa da palma forrageira “Gigante” e do feijão guandu BRS Mandarin em consórcio e solteiro.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de realização do experimento

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Baiano *Campus* Santa Inês, BR 420 (Rodovia Santa Inês – Ubaíra), Zona Rural, Bahia, Coordenadas Geográficas 13° 16' 22" S e 39° 48' 38" O, 481 m de altitude.

A tipologia climática, na classificação de Koppen, é BSh, com precipitação média anual de 643,6mm e déficit hídrico em todos os meses do ano e índice de aridez entre 13 e 75%, sendo maiores em agosto e setembro (NUNES et al., 2016). Para acompanhar os índices pluviométricos e a temperatura ambiente na área experimental, foi instalado uma estação meteorológica *data logger*, iniciando a coleta de dados em abril de 2019, (Figura 1), foi registrado o acumulado de 1151 mm ao longo de 20 meses de coleta.

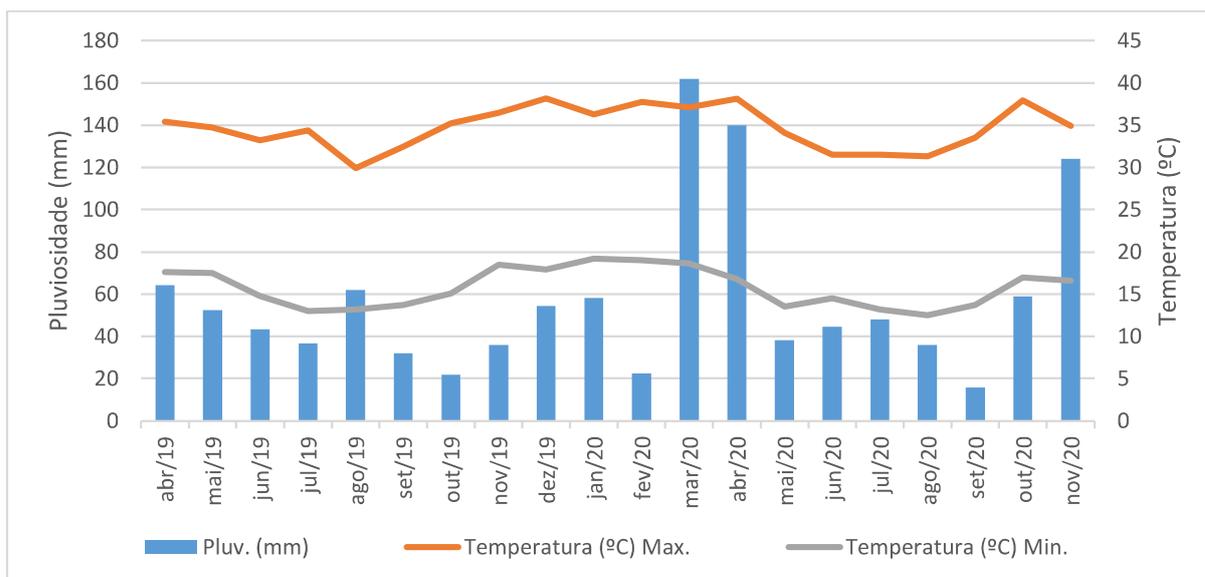


Figura 1 - Médias mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima de abril 2019 a novembro de 2020, na área experimental.

Delineamento experimental

O experimento foi instalado segundo delineamento em blocos casualizados, com três repetições no esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas consistiram na combinação do arranjo (fileira simples ou dupla) com o plantio (solteiro ou consórcio) de palma forrageira *cv.* Gigante com feijão guandu *cv.* BRS Mandarin, e a subparcela (época para palma forrageira e altura para o feijão guandu), com as seguintes parcelas a campo: Palma fileira simples; Feijão Guandu fileira simples; Palma fileira dupla; Feijão Guandu fileira dupla; Palma + Feijão Guandu fileira simples; Palma + Feijão Guandu fileira dupla, com a palma forrageira cortada aos 12, 18 e 24 meses pós-plantio e o feijão guandu com altura de resíduo de 15, 30 e 45 cm pós corte. Todos tratamentos tiveram densidade populacional de 20.000 (vinte mil) e 12.500 (doze mil e quinhentas) plantas por hectare de palma forrageira e feijão guandu, respectivamente.

Preparo da área e plantio

Na área experimental foram retiradas 10 amostras de solo simples a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm) dividido em duas subáreas, totalizando 2 amostras compostas por profundidade para análise química do solo para fins de fertilidade (Tabela1).

Tabela 1- Resultados de análise química do solo (profundidade de coleta de 0-20 cm e 20-40 cm) para fins de fertilidade. Santa Inês-Ba, 2018

Ref. de Amostragem	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	AL	Na	H+AL	SB	CTC	V	M_O
	Em água	mg/dm ³	Cmol/dm ³						%	g/kg			
Área 1 0-20	5,0	2	0,19	0,63	0,67	1,30	0,03	0,03	2,31	1,52	3,83	40	11,0
Área 1 20-40	4,9	2	0,10	0,78	0,70	1,48	0,04	0,03	1,98	1,61	3,59	45	11,0
Área 2 0-20	5,3	2	0,12	0,83	0,67	1,50	0,01	0,03	2,09	1,65	3,74	44	8,0
Área 2 20-40	5,2	2	0,28	0,86	0,61	1,47	0,02	0,05	2,20	1,79	3,99	45	7,0

Conforme resultado de análise do solo e demandas das culturas, foi realizada a correção da acidez com 1,4 Megagramas de calcário dolomítico (PRNT 85%) por hectare.

Posteriormente foi realizada a aração e gradagem, seguido da abertura dos sulcos para o plantio com os seguintes espaçamentos: {Palma fileira simples (2,0 x 0,25 m); Feijão Guandu fileira simples (2,0 x 0,40 m); Palma fileira dupla (3,0 x 1,0 x 0,25 m); Feijão Guandu fileira dupla (3,0 x 1,0 x 0,40 m); Palma + Feijão Guandu fileira simples (2,0 x 0,25 m + 2,0 x 0,40 m); Palma + Feijão Guandu fileira dupla (3,0 x 1,0 x 0,25 m + 3,0 x 1,0 x 0,40 m)}.

O plantio da palma forrageira “Gigante” (*Opuntia ficus indica*) foi realizado no dia 09 de novembro de 2018, período que antecedeu as chuvas na região (cerca de 30 dias de antecedência, para evitar apodrecimento das raquetes). Os cladódios utilizados para o plantio da palma foram selecionados de um único campo de palma ‘Gigante’ com cerca de dois anos sem colheita, situado no *Campus* Santa Inês, retirados da porção mediana da planta. Após a colheita os cladódios permaneceram na sombra durante 15 dias para a cura (cicatrização do corte) sendo posteriormente plantados. Durante o plantio utilizou-se uma régua de madeira com suporte para segurar as raquetes no espaçamento de 0,25 m.

Já o feijão guandu BRS Mandarin (*Cajanus cajan*) foi plantado no dia 05 de maio de 2019, utilizando-se de mudas preparadas por sementes fornecidas pela EMBRAPA Semiárido. As mudas de guandu, foram feitas a partir de sementes, plantadas em sacos plásticos, contendo substrato de areia vegetal e esterco bovino curtido, na proporção de 1:1. Após período de aclimação de 15 dias, as mudas foram

transplantadas para os berços, sendo utilizado 12 plantas por linha, quatro linhas no tratamento consorciado fileira dupla, cinco linhas no tratamento consorciado fileira simples e seis linhas nos demais tratamentos.

A adubação foi realizada conforme resultado da análise de solo e a demanda das culturas em bases agroecológicas. Para tanto, foi utilizado o pó de rocha como principal fonte de fósforo ($5,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$), casca de cacau ($5,45 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) como principal fonte de potássio, cama de frango ($3,6 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e esterco bovino ($13,85 \text{ Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) como principais fontes de nitrogênio. Divididos no plantio e em cobertura, sendo aplicado apenas no primeiro ano.

Tratos culturais e controle de pragas

O controle de ervas indesejadas foi feito sempre que necessário, sendo arrancada a mão entre as plantas e com auxílio de uma enxada entre as fileiras.

Durante o período de condução do experimento, surgiram algumas pragas, sendo utilizado para controle, métodos agroecológicos como: Aplicação de manipueira fresca no orifício que dá acesso as colônias de formigas do gênero *Acromyrmex*; Catação manual e aplicação do Dipel (*Bacillus thuringiensis*) e óleo de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), sendo duas aplicações com intervalo de 15 dias com objetivo do controle da lagarta (*Aricoris campestris*) e as (*Spodoptera frugiperda*, *eridania*, *cosmioides*, *albula*); Aplicação de óleo de Neem, a cada 15 dias, por 45 dias foi utilizado para controlar o percevejo de renda (*Leptopharsa heveae*).

Avaliações

Na palma forrageira, foram realizadas medições de comprimento, largura e espessura dos cladódios; número de cladódios; altura da planta e largura da planta. A altura e largura da planta, comprimento e a largura dos cladódios, foram mensuradas com o auxílio de uma fita métrica e a espessura do cladódio com o auxílio de um paquímetro digital. As respectivas mensurações foram realizadas em 144 plantas marcadas aleatoriamente, na ocasião das colheitas.

O índice de área do cladódio foi estimado com os dados obtidos do comprimento e largura. Primeiramente foi determinada a área do cladódio conforme método utilizado por (BARROS et al., 2016), Eq. 1.

$$AC = CC \times LC \times 0,693 \quad (1)$$

em que,

AC é a área do cladódio (cm²)

CC é o comprimento do cladódio (cm);

LC é a largura do cladódio; e,

0,693 é o fator de correção em função da forma de elipse do cladódio.

Em função da área dos cladódios da planta foi calculado o índice de área do cladódio (IAC). O IAC mensura a área total dos cladódios da planta, levando em consideração os dois lados do cladódio e divide pela área ocupada pela planta no solo (m² de área de cladódio m⁻² de solo), determinando dessa maneira a área fotossinteticamente ativa da planta.

As colheitas da palma forrageira foram realizadas com 12 meses (06/11/2019), dezoito meses (15/06/2020) e 24 meses (09/11/2020) pós-plantio. No momento da colheita todas as plantas da parcela útil foram colhidas com o auxílio de uma faca, realizando-se o corte dos cladódios, exceto o cladódio “mãe” (cladódio utilizado no plantio) e um cladódio primário. O corte foi realizado na junção entre os cladódios afim de não provocar danos no cladódio preservado. Todos os cladódios colhidos na parcela foram pesados para determinação da produção de biomassa da palma (Mg ha⁻¹).

Para as avaliações morfométricas do feijão guandu foram marcadas aleatoriamente duas plantas por tratamento, devidamente identificadas com etiquetas. Foram mensuradas, a altura e largura da planta com fita métrica e o número de hastes antes da colheita.

O corte do feijão guandu foi realizado, sempre que atingiram cerca de 50% do florescimento das plantas do *stand*. Após o corte, as plantas foram acondicionadas individualmente em sacolas plásticas e levadas para o Laboratório de Nutrição Animal, onde, foram divididas em limbo foliar, pecíolos, hastes e flor. Os limbos foliares foram scaneados e suas imagens submetidas a leitura do programa IMAGEJ, o resultado

da leitura é dado em centímetros quadrados, para obtenção do índice de área foliar (IAF, m² de folha m⁻² de solo) $IAF = AF/AS$, onde, AF é a área foliar e AS é a área do solo utilizada pela planta. Todas as estruturas vegetais foram pesadas para estimar a produtividade biomassa do guandu.

Análise estatística

Os resultados foram submetidos à análise estatística segundo delineamento em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas utilizando-se o PROC MIXED do SAS 9.1 de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + A_j + P_k + (A \times P)_{jk} + \varepsilon_{ijk} + SP_l + (A \times SP)_{jl} + (P \times SP)_{kl} + (A \times P \times SP)_{jkl} + \omega_{ijkl}$$

Onde Y_{ijklmn} é o valor variável dependente, μ é a média geral, b_i é o efeito aleatório de bloco ($i = 1, 2$ e 3), A_j = efeito fixo de arranjo ($j =$ fileira simples ou dupla); P_k = efeito fixo do plantio ($k =$ solteiro ou consórcio); $(A \times P)_{jk}$ = efeito fixo da interação; ε_{ijk} = erro aleatório para os tratamentos na parcela pressuposto $NID \sim (0, \sigma^2)$, e; SP_l é o efeito fixo do tratamento aplicado na subparcela (época para palma e altura para o guandu); $(A \times SP)_{jl}$ efeito fixo da interação entre arranjo e a subparcela, $(P \times SP)_{kl}$ efeito fixo da interação entre plantio e a subparcela, $(A \times P \times SP)_{jkl}$ efeito fixo da interação tripla e ω_{ijkl} erro aleatório associado a subparcela pressuposto $NID \sim (0, \sigma^2)$.

RESULTADOS

As variáveis comprimento, largura e número de cladódios responderam a interação arranjo x plantio x colheita pós-plantio. Já as variáveis espessura de cladódio e índice de área de cladódio responderam à interação plantio x colheita pós-plantio. Somente as variáveis altura da planta, largura da planta e produção de biomassa que apresentaram respostas a fator individual, corte pós-plantio (Tabela 2).

Tabela 2- Análise de significância da palma forrageira em cultivo de solteiro e consórcio, em arranjo de simples e dupla com épocas de colheita em 12, 18 e 24 meses, sendo as variáveis: Altura da planta, Largura da planta, Comprimento do cladódio, Largura do cladódio, Espessura do cladódio, Número de cladódios, Índice de área do cladódio e Produção de biomassa

Item	Arranjo (A)		Plantio (P)			Colheita Pós-plantio (CPP)			Valor - P								
	F.	F. Duplo	EPM	Solteiro		EPM	meses		A	P	CPP	A*P	A*CPP	P*CPP	A*P*CPP		
				12	18		24	meses								meses	
Altura da Planta (cm)	81,06	75,36	6,28	77,64	78,78	6,28	59,04	84,77	90,81	5,53	0,4687	0,8822	0,0001	0,9279	0,7036	0,7461	0,7831
Largura da Planta (cm)	97,27	90,33	6,65	95,77	91,83	6,65	80,58	93,96	106,87	6,49	0,412	0,6347	0,0029	0,9952	0,9233	0,2252	0,7965
Comprimento do Cladódio (cm)	29,50	29,81	0,70	29,78	29,53	0,70	24,81	32,44	31,72	0,723	0,6074	0,6854	0,0001	0,3346	0,1089	0,0865	0,0429
Largura do Cladódio (cm)	15,90	15,90	0,24	15,10	15,81	0,24	13,28	17,38	17,05	0,2488	0,9885	0,6030	0,0001	0,5502	0,1368	0,0831	0,0452

Espessura do Cladódio (mm)	19,38	19,67	0,36	18,95	20,10	0,36	10,05	23,02	25,50	0,41	0,5734	0,0525	0,0001	0,6977	0,3622	0,0008	0,4554
Número de Cladódios (Unidade)	11,50	9,57	0,87	10,51	10,56	0,87	8,40	10,75	12,46	0,71	0,1568	0,9733	0,0001	0,9911	0,397	0,0013	0,0321
Índice de Área do Cladódio	2,36	2,06	0,24	1,48	2,94	0,24	1,21	2,61	2,81	0,19	0,4114	0,0027	0,0001	0,9711	0,4861	0,0006	0,3367
Produção de Biomassa (Mg.ha ⁻¹)	158,42	135,96	18,05	146,87	147,51	18,05	37,50	174,74	229,33	16,59	0,3593	0,9786	0,0001	0,7191	0,7071	0,5834	0,6976

EPM = Erro padrão médio. P = Valor de significância.

A altura da palma forrageira não registrou diferença quando foram colhidas com 18 e 24 meses pós-plantio. No entanto, registraram alturas superiores, a palma forrageira colhida aos 12 meses pós-plantio em 34,98% e 30,35% de diferença, na devida ordem (Figura 2).

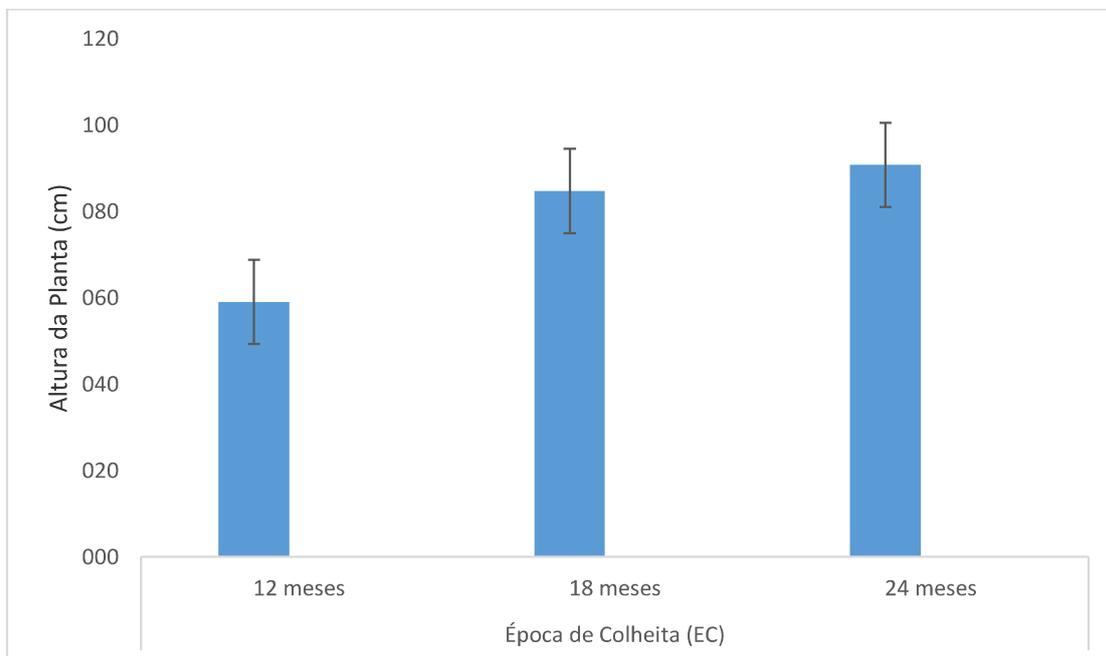


Figura 2 - Médias da altura da palma forrageira (cm), colhida com 12, 18 e 24 meses pós-plantio.

Quando colhida aos 24 meses pós-plantio, a palma forrageira apresentou o maior valor de largura da planta e o menor valor quando a colheita ocorreu aos 12 meses pós-plantio, correspondendo a uma magnitude de 24,60% diferença. Já a colheita aos 18 meses pós-plantio a largura da planta registrou valores intermediários, não diferindo das plantas colhidas aos 12 e 24 meses pós-plantio (Figura 3).

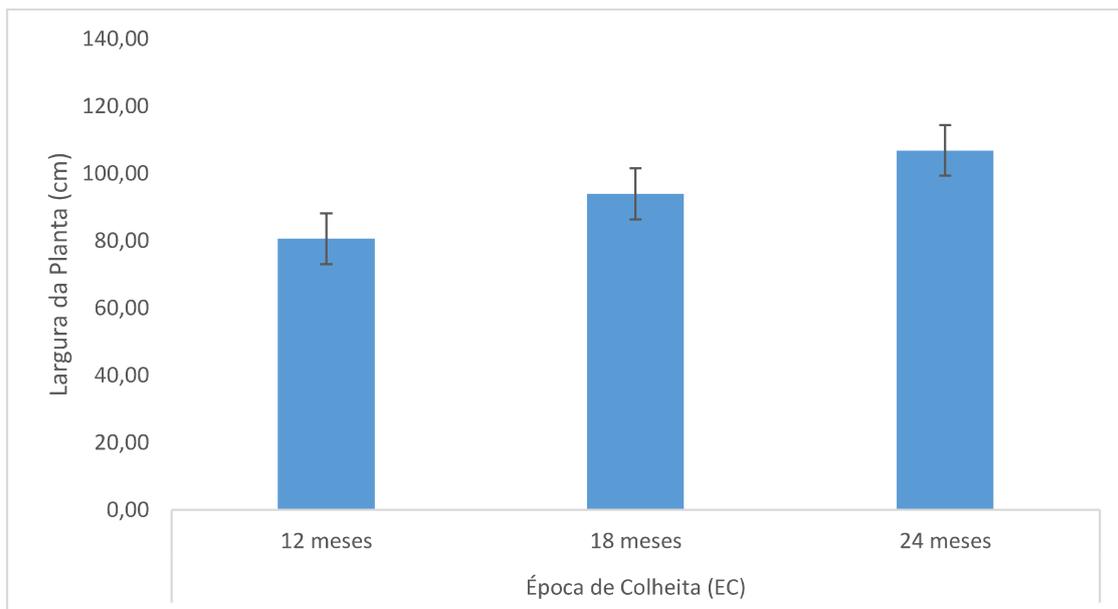


Figura 3 - Médias da largura da palma forrageira (cm), colhida com 12, 18 e 24 meses pós-plantio.

O comprimento do cladódio da palma forrageira, não apresentou diferença significativa para a combinação arranjo e plantio dentro das colheitas pós-plantio. Contudo, entre as colheitas pós-plantio foram registradas diferenças significativas para a combinação dos fatores arranjo e plantio. A palma forrageira, cultivada em fileira simples e plantio solteiro, que foi colhida aos 18 meses pós-plantio registrou comprimento do cladódio 26,41% superior ao comprimento do cladódio da palma colhida aos 12 meses pós-plantio. Quando colhidas aos 24 meses, o comprimento do cladódio apresentou tamanho intermediário, não diferindo da colheita aos 18 meses e 12 meses pós-plantio (Tabela 3).

Na condição de arranjo em fileira dupla e plantio solteiro da palma forrageira, as maiores médias de comprimento de cladódio foram observadas nas colheitas pós-plantio com 18 e 24 meses, não diferindo entre eles. Por outro lado, foram superiores a colheita de 12 meses pós-plantio em 25,6% e 25,29%, respectivamente com significância de $P = 0,0002$ (colheita em 18 meses pós-plantio) e $P = 0,0002$ (colheita em 24 meses pós-plantio) (Tabela 3).

Já no cultivo da palma forrageira em fileira simples e plantio consorciado, as maiores médias de comprimento de cladódio foram observadas nas colheitas com 24 e 18 meses pós-plantio, não diferindo entre eles. Entretanto, foram superiores ao

comprimento de cladódio na colheita em 12 meses pós-plantio em 24,51% e 19,54%, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias do comprimento do cladódio da palma forrageira solteira e em consórcio com feijão guandu em diferentes colheitas pós-plantio, arranjos de fileira simples e fileira dupla

Colheita Pós-plantio	Comprimento do Cladódio (cm)	
	F. Simples	F. Dupla
Solteiro		
12 meses	26,41 Ba	24,14 Ba
18 meses	33,66 Aa	32,45 Aa
24 meses	29,70 ABa	32,31 Aa
ConSORCIADO		
12 meses	24,45 Ba	24,23 Ba
18 meses	30,39 Aa	33,26 Aa
24 meses	32,39 Aa	32,48 Aa
EPM	1,07	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão médio.

No arranjo em fileira dupla e plantio consorciado da palma forrageira, apresentou padrão de resposta similar ao descrito anteriormente, com maiores médias de comprimento de cladódio observadas nas colheitas pós-plantio com 24 e 18 meses, não diferindo entre eles. Todavia, foram superiores ao corte em 12 meses pós-plantio em 25,40% e 27,15%, respectivamente (Tabela 3).

A largura do cladódio da palma forrageira, não apresentou diferença significativa para combinação arranjo e plantio dentro das colheitas pós-plantio. Entretanto, entre as colheitas pós-plantio foram registradas diferenças significativas para combinação dos fatores arranjo e plantio. A palma forrageira, cultivada em fileira simples e plantio solteiro, que foi colhida aos 18 meses pós-plantio registrou largura do cladódio 23,45% superior a largura do cladódio da palma colhida aos 12 meses pós-plantio. Quando colhida aos 24 meses pós-plantio, a largura do cladódio

apresentou tamanho intermediário, não diferindo da colheita em 12 e 18 meses pós-plantio (Tabela 4).

Tabela 4- Médias da largura do cladódio da palma forrageira solteira e em consórcio com feijão guandu em diferentes colheitas pós-plantio, arranjo de fileira simples e fileira dupla

Colheita Pós-plantio	Largura de Cladódio	
	Fileira simples	Fileira dupla
Solteiro		
12 meses	14,02 Ba	12,89 Ba
18 meses	18,32 Aa	17,28 Aa
24 meses	15,96 ABa	17,48 Aa
Consoiciado		
12 meses	12,77 Ba	13,42 Ba
18 meses	16,97 Aa	16,95 Aa
24 meses	17,39 Aa	17,37 Aa
EPM	0,5	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão médio.

Na condição de arranjo em fileira dupla e plantio solteiro da palma forrageira, as maiores médias de largura de cladódio foram observadas nas colheitas com 24 e 18 meses pós-plantio, não diferindo entre eles. No entanto, foram superiores a colheita com 12 meses pós-plantio em 26,26% e 25,40%, respectivamente (Tabela 4).

No plantio consorciado em fileira simples a largura do cladódio da palma forrageira registrada, foram maiores, quando colhidas aos 24 e 18 meses pós-plantio, não diferindo entre elas. Mas, foram superiores a largura do cladódio na colheita pós-plantio de 12 meses em 36,18% e 24,75%, respectivamente (Tabela 4).

Já no arranjo fileira dupla e plantio consorciado, as maiores médias foram registradas nas colheitas de 24 e 18 meses pós-plantio. Entretanto, foram superiores a largura do cladódio na colheita pós-plantio aos 12 meses em 22,74% e 20,83%, respectivamente (Tabela 4).

A espessura do cladódio foi maior para as plantas em plantio consorciado quando colhidas aos 24 meses pós-plantio (Tabela 5). No plantio solteiro, a espessura do cladódio não apresentou diferença, quando a palma forrageira foi colhida aos 18 e 24 meses pós-plantio. Entretanto, foram superiores, em detrimento da palma forrageira colhida aos 12 meses pós-plantio, respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias da espessura do cladódio, índice da área do cladódio da palma forrageira solteira e em consórcio com feijão guandu em diferentes épocas de colheita pós-plantio

Espessura do Cladódio (mm)			
Colheita Pós-plantio	Solteiro	ConSORCIADO	EPM
12 meses	9,51 Ba	10,59 Ca	
18 meses	23,74 Aa	22,30 Ba	0,57
24 meses	23,59 Ab	27,41 Aa	
Índice da Área do Cladódio			
12 meses	0,80 Ba	1,62 Ba	
18 meses	1,59 Ab	3,64 Aa	0,26
24 meses	2,06 Ab	3,57 Aa	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão médio.

No cultivo consorciado a espessura do cladódio foi maior, quando colhido aos 24 meses pós-plantio, em relação ao colhido com 12 meses pós-plantio, e com o colhido aos 18 meses pós-plantio, sendo este, também diferente com o colhido com 12 meses pós-plantio (Tabela 5).

O índice de área do cladódio foi maior para as plantas em plantio consorciado quando colhido aos 18 e 24 meses pós-plantio em relação ao plantio solteiro (Tabela 5). No plantio solteiro, o índice de área do cladódio não apresentou diferença, quando a palma forrageira foi colhida com 18 e 24 meses pós-plantio. Entretanto, foram superiores, em detrimento da palma forrageira colhida com 12 meses pós-plantio (Tabela 5).

No cultivo consorciado o índice de área do cladódio, a palma forrageira não apresentou diferença, quando colhida aos 18 e 24 meses pós-plantio. No entanto,

foram superiores, em relação a palma forrageira colhida aos 12 meses pós-plantio (Tabela 5).

O número de cladódio da palma forrageira, não apresentou diferença significativa para a combinação arranjo e plantio dentro das épocas de colheita pós-plantio. Contudo, entre as épocas de colheita foram registradas diferenças significativas para a combinação dos fatores arranjo e plantio. A palma forrageira, cultivada em fileira simples e plantio solteiro, que foi colhida aos 24 meses pós-plantio registrou número de cladódio 47,11% superior ao número de cladódio da palma colhida aos 12 meses pós-plantio e 36,68% superior ao número de cladódio quando colhida aos 18 meses pós-plantio. Quando colhida aos 12 meses pós-plantio, o número de cladódio apresentou quantidade intermediária, não diferindo da colheita aos 18 meses pós-plantio (Tabela 6).

Tabela 6- Média do número de cladódio da palma forrageira solteira e em consórcio com feijão guandu em diferentes épocas de colheita pós-plantio, arranjo de fileira simples e fileira dupla

Colheita Pós-plantio	Número de Cladódio	
	Solteiro	Consórcio
Fileira Simples		
12 meses	8,42 Ba	10,50 Aa
18 meses	10,08 Ba	12,50 Aa
24 meses	15,92 Aa	11,58 Aa
Fileira Dupla		
12 meses	7,83 Aa	6,83 Ba
18 meses	9,17 Aa	11,25 Aa
24 meses	11,67 Aa	10,67 ABa
EPM	1,37	

Médias seguidas de letras maiúsculas diferentes na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05). EPM = Erro padrão médio.

Na condição de arranjo em fileira dupla e plantio consorciado da palma forrageira, a maior média de número de cladódio foi registrada na época de colheita com 18 meses pós-plantio, com diferença na magnitude de 39,29% da palma

forrageira colhida aos 12 meses. Por outro lado, não foi registrado diferença significativa para a palma forrageira colhida entre as épocas de 18 e 24 meses pós-plantio, nem para o colhido entre 12 e 24 meses pós-plantio (Tabela 6).

A produtividade de biomassa da palma forrageira (Mg ha^{-1}), foi maior, quando colhida aos 24 meses pós-plantio, em relação a colhida com 18 e 12 meses pós-plantio, com magnitude de 23,80% e 611,55% respectivamente. A produtividade entre 12 e 18 meses pós-plantio apresentou magnitude de 465,97% (Figura 4).

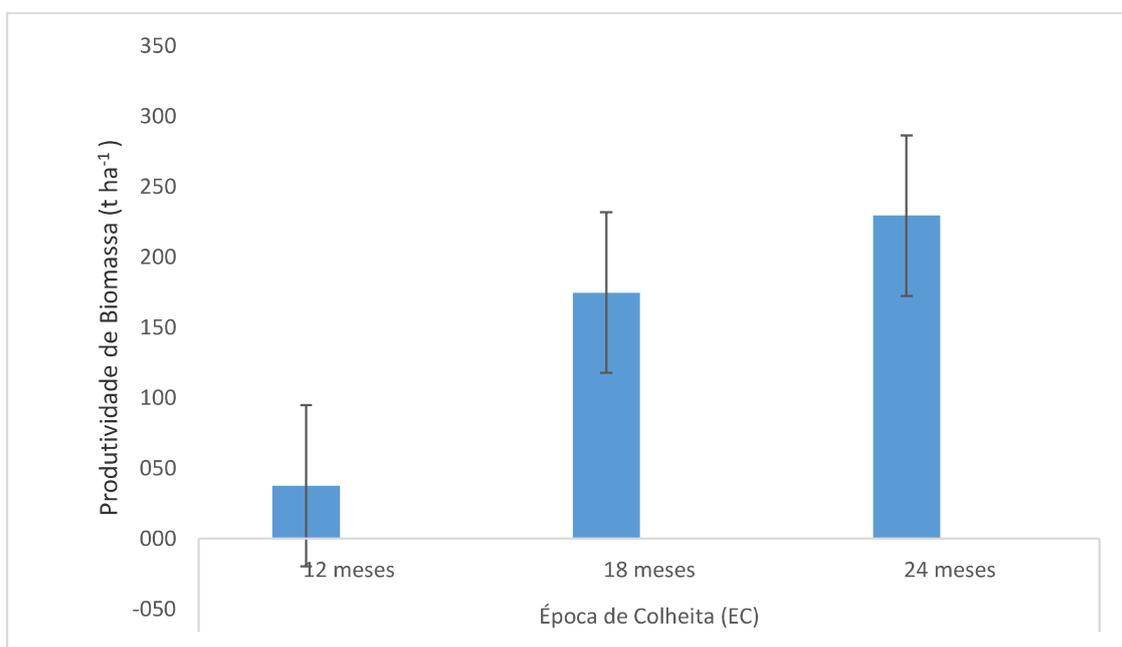


Figura 4 - Produtividade de Biomassa da palma forrageira (Mg ha^{-1}), cortada com 12, 18 e 24 meses pós-plantio.

As variáveis morfométricas (altura da planta, largura da planta, número de ramos e índice de área foliar) e de produtividade do feijão guandu não foram influenciadas pelo arranjo (fileira simples ou dupla), plantio (solteiro ou consorciado) e altura de resíduo pós corte (15, 30 e 45 cm de altura) (Tabela 7).

Tabela 7 - Análise de significância do feijão quando BRS Mandarin, em cultivo solteiro e consorciado, em arranjo de fileira simples e dupla com altura de resíduo com 15, 30 e 45 cm pós corte, sendo as variáveis: Altura da planta, Largura da planta, Número de ramos, Índice de área foliar, cládóio Produção de biomassa (Mg ha⁻¹) e Produção de Biomassa Total

Item	Arranjo (A)			Plantio (P)			Altura de Resíduo (AR)						Valor - P											
	F. Simples	F. Duplo	EPM	Solteiro	Consortiado	EPM	15 cm			30 cm			24 cm			EPM	A	P	A*P	AR	A*AR	P*AR	A*P*A R	
							EPM	EPM	EPM	EPM	EPM	EPM	EPM											
Altura da Planta (cm)	132,33	141,11	9,41	139,87	133,56	9,41	122,32	139,16	148,67	9,11	0,5278	0,6481	0,1703	0,0752	0,6054	0,8825	0,1208							
Largura da Planta (cm)	96,49	105,28	10,14	108,4	93,37	10,14	87,81	98,78	116,06	10,3	0,5572	0,3252	0,1232	0,1155	0,5968	0,7732	0,6018							
Número de Ramos	15,88	17,73	1,85	16,8	16,81	1,85	14,2	18,2	18,01	2,05	0,4995	0,9979	0,0875	0,2846	0,5418	0,6092	0,3319							
(Umidade)																								
Índice de Área Foliar	2,97	3,52	0,78	2,77	3,73	0,78	3,21	3,44	3,09	0,83	0,6292	0,4086	0,0746	0,948	0,2056	0,1671	0,3453							
Produção de Biomassa (Mg,ha ⁻¹)	7,82	1,51	6,88	1,48	7,04	1,49	7,66	1,59	8,41	1,58	6,88	1,49	0,5194	0,6657	0,142	0,4574	0,3067	0,479	0,3007					
Produção de Biomassa Total	26,19	2,75	22,14	2,63	22,52	2,66	25,8	2,72	2,54	2,65	24,6	2,42	0,3303	0,4239	0,1554	0,7177	0,5057	0,0763	0,1239					

EPM = Erro padrão médio. P = Valor de significância.

Nas características morfológicas do feijão guandu, foram registrados os valores médios de 136,72 cm para altura da planta, 100,88 cm para largura da planta, 16,80 para número de ramos, 3,25 para o índice de área foliar. Já a produtividade média de biomassa no primeiro ano foi de 7,35 Mg ha⁻¹ e a produtividade média de biomassa acumulada foi de 24,16 Mg ha⁻¹.

DISCUSSÃO

No presente trabalho, a altura e largura da palma forrageira não foi influenciada pelo arranjo, nem pelo sistema de plantio, apresentando maior altura e largura em função temporal, provavelmente relacionado ao crescimento contínuo da cultura, mesmo em condições restritas para seu desenvolvimento (Figuras 2 e 3).

Em trabalho com sombreamento, utilizando o cajá (*Spondias ssp.*) a 1,5 m de altura, (PEIXOTO, 2009), identificou influencia na produção de biomassa da palma forrageira. Nesse caso, trata-se de um consócio com uma frutífera em que em seu manejo não é realizada a remoção do total da copa, com isso podendo influenciar de forma significativa interceptação luminosa pela palma. Entretanto, no consócio palma forrageira com feijão guandu, foi estabelecido no manejo a colheita da parte aérea para produção e feno, na medida que atingisse 50% do florescimento, minimizando o impacto do sombreamento com o período de rebrotação de feijão guandu. Ademais, o feijão guandu, apresenta elevada desfolha em períodos mais quente. Momento em que a palma está em desenvolvimento elevado, sendo beneficiada com a cobertura morta no solo.

Por outro lado, a palma forrageira também não interferiu no crescimento e produtividade do guandu (Tabela 7), por ser uma planta de metabolismo C3, o guandu seguiu seu comportamento normal, com ciclo produtivo de desenvolvimento rápido entre o outono e a primavera, período em que é registrado temperatura mais baixas e precipitações constantes. Além disso, o crescimento lento da palma forrageira nos primeiros meses após o plantio, é decorrente do sistema radicular ainda em desenvolvimento e da baixa decomposição do adubo orgânico durante os primeiros meses pós adubação (SOUTO et al., 2005), promove um cultivo mais harmônico do consócio com o feijão guandu. Entre os cortes aos 18 e 24 meses após-plantio, é

observado longo período de dias, chegando a quase três meses de média de temperatura máxima relativamente baixa (Figura 1), provocando redução na velocidade de crescimento e não havendo emissão de novos cladódios durante esse período. Situação evidenciada por Silva et al., (2015b), relatam que durante longo período de temperatura baixa, a palma apresenta baixo acúmulo diário de energia térmica, necessitando de mais tempo para emissão de cladódio e apresentando um crescimento lento.

Observando os resultados do comprimento e largura dos cladódios (Tabelas 3 e 4), é possível afirmar que a média do comprimento e largura do cladódio apresenta comportamento semelhantes entre si, estando em tamanho propício para o corte a partir dos 18 meses ao comparar com as medidas apresentadas aos 24 meses após o plantio, pois, as medias registradas nessas duas épocas são estatisticamente iguais. Essas médias de largura e comprimento dos cladódios tem se apresentado como padrão em outros experimentos com palma forrageira “Gigantes”, 15,96 cm largura e 31,20 cm de comprimento (CAVALCANTE et al., 2014), 15,76 cm de largura e 29,53 cm de comprimento (PADILHA JUNIOR et al., 2016), 16,30 cm de largura e 30,99 cm de comprimento (DONATO et al., 2014), com os cortes realizados entre 600 e 650 dias pós-plantio.

A espessura do cladódio (Tabela 5) que está relacionada ao acúmulo de água, pode ser influenciada pela precipitação e ao número de cladódios emitidos. Segundo Donato et al., (2014), ao passo que surgem cladódios a média da espessura dos mesmos sofre regressão. Comportamento esse não observado no presente trabalho, no entanto ao observar os dados climáticos (Figura 1) e comparar com as médias de espessura do cladódio (Tabela 5), é possível notar um volume considerado de precipitação, seguida de uma queda nas médias das temperaturas máxima e mínima durante os dois meses que antecedem o corte dos 18 meses após o plantio. Para as colheitas realizadas aos 24 meses, o volume de chuva é inferior, com longo período de temperaturas mais baixas, se elevando durante o último mês que antecede a colheita. Com isso, observa-se menor espessura de cladódio no plantio solteiro em relação ao consorciado, possivelmente houve maior perda de água no plantio solteiro e menor no consorciado, devido ao microclima formado e a cobertura morta proporcionado pelo guandu.

O guandu junto com a palma forrageira, proporciona um microclima, que reduz a irradiação direta, diminuindo a perda de água, além da cobertura do solo proporcionado pela desfolha do guandu que ocorre em período longo de estiagem. A cobertura morta mantém a umidade no solo, reduzindo a variação de temperatura e evitando o surgimento de plantas espontâneas (CHEN et al., 2018).

O maior número do cladódio acontece na fileira simples aos 24 meses do plantio (Tabela 6), estando esse resultado relacionado ao arranjo no qual permite a planta desenvolver sem implicações para os lados e para cima, diferente do que ocorre com arranjos com fileiras mais próximas, mesmo que utilizando a mesma densidade. Para Donato et al., (2014) o arranjo 3,0 x 1,0 x 0,25 m, apresenta maior proximidade das filas de plantas em relação a 2,0 x 0,25 m, aumentando a competição entre as plantas e proporcionando mudanças na morfologia das mesmas. Outro sim, ao atingir níveis populacionais muito altos, reflete na competição entre as plantas por luz e nutrientes, diminuindo a produtividade (FONSECA et al., 2020).

As relações existentes entre comprimento, largura e número de cladódios, origina o índice de área do cladódio, que reflete a área fotossintética da planta. Essas relações demonstram bastante consistentes, uma vez que o índice de área do cladódio apresentou padrão similar às variáveis supracitadas em resposta ao corte pós-plantio (Tabela 5), com os maiores valores observados aos 18 e 24 meses. Esse comportamento, indica possível maturidade da palma forrageira Gigante para ser colhida a partir dos 18 meses pós-plantio, considerando que não ocorre variação nesse índice até o corte com 24 meses, semelhante à altura e largura da planta que também permaneceram estáveis a partir dos 18 meses (Figuras 2 e 3)

O índice da área do cladódio é semelhante ao resultado referente a espessura do cladódio, no entanto, no cultivo em consórcio dos 18 e 24 meses, o índice de área de cladódio são maiores que o solteiro. Resultado corrobora com o encontrado por (FONSECA et al., 2020), onde o aumento da densidade proporciona aumento do índice da área do cladódio. Esse padrão também condiz com plantas submetidas a condições de competição por luminosidade, em que ocorre aumento relativo da área foliar específica, apresentando folhas delgadas e menor densidade de massa, geralmente com a finalidade de potencializar a captação de luz disponível e aumentar a eficiência fotossintéticas (LAMBERS et al., 1998). Situação que pode estar

associado a condição de consórcio palma forrageira com feijão guandu, uma vez que o feijão guandu, nesse caso, atuou como planta dominante, com rápido crescimento pós corte no período favorável de umidade e temperatura, atingindo altura média de 133,56 cm (Tabela 7) enquanto a palma chegou no máximo a 106,87 cm no corte de 24 meses pós-plantio (Figura 3).

Quanto maior o índice de área de cladódio, maior a interceptação de luz o que resulta em maior a absorção de CO₂ (MENEZES et al., 2005), refletindo *a priori* em maior eficiência fotossintética e conseqüentemente em aumento em produtividade da planta. Ainda que no presente trabalho, a produtividade de biomassa da palma forrageira não tenha ocorrido interferência do arranjo, nem do sistema de plantio, apresentou maior produtividade aos 24 meses após o plantio, sendo essa 611,55% a mais que a produtividade de 12 meses de colheita, seguido da produtividade do corte realizado aos 18 meses pós-plantio que foi maior 465,97% que o corte de 12 meses (Figura 4).

Mesmo havendo diferença entre as produtividades de biomassa da palma colhida aos 18 e 24 meses pós-plantio (Figura 4), as médias encontradas são condizentes com as produtividades relatadas na literatura com a palma colhida aos 600 dias pós-plantio em diferentes sistemas de produção, 220 Mg.ha⁻¹ (OLIVEIRA et al., 2011), 241,75 Mg.ha⁻¹ (SILVA et al., 2014), 159,62 Mg.ha⁻¹ (FONSECA et al., 2020).

De acordo com Souza et al., (2019), a maioria dos produtores realizam o primeiro corte da palma com 4 anos após o plantio. No entanto, muitos pesquisadores, têm trabalhado com o primeiro corte sendo realizado com aproximadamente dois anos após o plantio (CAVALCANTE et al., 2014; CUNHA et al., 2012; DONATO et al., 2014; FONSECA et al., 2020; LÉDO et al., 2019). Entretanto, conforme já demonstrado, a palma forrageira “Gigante” aos 18 meses pós-plantio no presente trabalho, demonstrou média de produtividade similar ao relatado em outras pesquisas. Ademais, o padrão apresentado pelas características morfométricas, não diferiu da palma colhida aos 24 meses pós-plantio, ratificando assim, a possibilidade da palma forrageira Gigante ser colhida antes de completar dois anos de plantio no primeiro ciclo. Com isso, flexibiliza para o produtor, no caso de haver necessidade, a

possibilidade de utilização dessa forrageira a partir dos 18 meses pós-plantio na alimentação animal.

CONCLUSÃO

1 – O consórcio palma forrageira “Gigante” e feijão guandu BRS Mandarin, não interfere na morfometria e produtividade das culturas.

2 – O corte da palma forrageira “Gigante” aos 18 e 24 meses pós-plantio, não interfere nas características morfométricas e apresentam produtividades satisfatórias, independente do arranjo e plantio.

3 - A altura de resíduo pós corte, não interfere na morfometria e produtividade do feijão guandu BRS Mandarin.

4 – O índice da área do cladódio e a espessura do cladódio da palma forrageira “Gigante”, aumenta com a maior aproximação entre as plantas ao longo do crescimento no plantio consorciado com feijão guandu BRS Mandarin.

REFERÊNCIAS

AZEVEDO, R. L.; RIBEIRO, G. T.; AZEVEDO, C. L. L. Feijão guandu: uma planta multiuso. **Revista da FAPES**, v. 3, n. 2, p. 81–86, 2007.

<https://www.semanticscholar.org/paper/Feij%C3%A3o-Guandu%3A-Uma-Planta-Multiuso-Azevedo-Ribeiro/832eb5e37d5ae33a7fdb62dbb409e15421fa44e> Acesso em: 20 fev. 2021.

BARROS, J. L. DE et al. ORGÂNICA OPUNTIA ficus- indica ‘GIGANTE’ GROWN UNDER ORGANIC. **Revista Agrotecnologia**, v. 7, n. 2, p. 53–65, 2016.

<https://doi.org/10.12971/5051> Acesso em: 18 fev. 2021.

CAVALCANTE, L. A. D. et al. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. **Pesquisa Agropecuaria Tropical**, v. 44, n. 4, p. 424–433, 2014.

<https://doi.org/10.1590/S1983-40632014000400010> Acesso em: 05 mar. 2021.

CHEN, J. et al. Does maize and legume crop residue mulch matter in soil organic carbon sequestration? **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 265, p. 123–131, 1 out. 2018.

<https://doi.org/10.1016/j.agee.2018.06.005> Acesso em: 05 mar. 2021.

CUNHA, D. DE N. F. V. DA et al. Morfometria e acúmulo de biomassa em palma forrageira sob doses de nitrogênio. **Revista Brasileira de Saúde e Produção Animal**, v. 13, n. 4, p. 1156–1165, 2012.

<https://doi.org/10.1590/S1519-99402012000400005> Acesso em: 24 fev. 2021.

DIFANTE, G. DOS S. et al. Características morfogênicas e estruturais do capim-marandu submetido a combinações de alturas e intervalos de corte. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 40, n. 5, p. 955–963, maio 2011.

<https://doi.org/10.1590/S1516-35982011000500003> Acesso em: 24 fev. 2021.

DONATO, P. E. R. et al. Morfometria e rendimento da palma forrageira “Gigante” sob diferentes espaçamentos e doses de adubação orgânica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 9, n. 1, p. 151–158, 2014.

<https://doi.org/10.5039/agraria.v9i1a3252> Acesso em: 07 mar. 2021.

FONSECA, V. A. et al. ‘Gigante’ cactus pear cultivated at different population densities in a mechanizable arrangement. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 24, n. 11, p. 769–775, 2020.

<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v24n11p769-775> Acesso em: 10 mar. 2021.

FURTADO, G. D. F. et al. Produtividade e uso eficiente da terra no consórcio de mamona com gergelim e feijão-caupi no semiárido paraibano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 156–162, 2012.

<https://webcache.googleusercontent.com/search?q=cache:IW5MTAereBQJ:https://www.gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/1376+&cd=1&hl=pt-BR&ct=clnk&gl=br> Acesso em: 20 fev. 2021.

LAMBERS, H. et al. Root respiration of fast-and slow-growing plants, as dependent on genotype and nitrogen supply: A major clue to the functioning of slow-growing plants. *In: Inherent Variation in Plant Growth*. Physiological Mechanisms and Ecological Consequences; Backhuys Publishers: Kerkwerve, The Netherlands, 1998.

LÉDO, A. A. et al. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 119–125, 2019.

<http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n2p119-125> Acesso em: 07 mar. 2021.

MENEZES, R. S. C.; SIMÕES, D. A.; SAMPAIO, E. V. S. B. **A palma no nordeste do Brasil: Conhecimento atual e novas perspectivas de uso**. Recife: Universitária da UFPE, 2005.

NUNES, F. C. et al. Análise da variação pluviométrica no município de Santa Inês – BA Analysis of rainfall variation in the municipality of Santa Inês - BA. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 500–512, 2016.

NUNES, J. D. S. L. et al. Morfogênese da palma forrageira sob modificação do ambiente de crescimento. **Agrometeoros**, v. 27, n. 2, p. 367–375, 2019.

<http://dx.doi.org/10.31062/agrom.v27i2.26449> Acesso em: 20 fev. 2021.

OLIVEIRA, A. S. C. et al. A PALMA FORRAGEIRA: ALTERNATIVA PARA O SEMI-ÁRIDO. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 6, n. 3, p. 49–58, 2011.

<https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7435949> Acesso em: 07 mar. 2021.

OLIVEIRA FILHO, A. F. et al. Eficiência agrônômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciencia Agronomica**, v. 47, n. 4, p. 729–736, 2016.

<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/3927/1477> Acesso em: 20 fev. 2021.

PADILHA JUNIOR, M. C. et al. Características morfométricas e rendimento da palma forrageira 'Gigante' sob diferentes adubações e configurações de plantio. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 67, 2016.

<https://editoraverde.org/gvaa.com.br/revista/index.php/RVADS/article/view/3710>

Acesso em: 07 mar. 2021.

PEIXOTO, M. J. A. **Crescimento vegetativo, produção e composição químico-bromatológica da palma forrageira consorciada com cajá (Spondias spp)**. 2009.

Tese (Doutorado em Zootecnia) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2009.

<http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17061> Acesso em: 03 mar. 2021.

PEREIRA, D. S. et al. Produção De Forragens De Cana-De-Açúcar E Feijão-Guandu Cultivados Em Monocultivo E Consórcio. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, v. 7, n. 4, p. 80–87, 2017.

<http://dx.doi.org/10.21206/bjsa.v7i4.421> Acesso em: 20 fev. 2021.

SALES, E. C. DE J. et al. Características morfogênicas e estruturais da Brachiaria brizantha cv. Marandu submetida a diferentes doses de nitrogênio e alturas de resíduos. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 35, n. 5, p. 2673–2684, 2014.

<http://hdl.handle.net/11449/130100> Acesso em: 24 fev. 2021

SILVA, L. M. DA et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciencia Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064–2071, 2014.

<http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131305> Acesso em: 20 fev. 2021.

SILVA, T. G. F. DA et al. Exigência térmica e filocrono da emissão de cladódios da cactácea forrageira mais cultivada no mundo. **Congresso Brasileiro de Agrometeorologia**, v. 19, p. 942–946, 2015a.

SILVA, T. G. F. DA et al. Soil water dynamics and evapotranspiration of forage cactus clones under rainfed conditions. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 50, n. 7, p. 515–525, jul. 2015b.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2015000700001> Acesso em: 20 fev. 2021.

SOUTO, P. C. et al. Decomposição de esterco dispostos em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 29, n. 1, p. 125–130, 2005.

<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832005000100014> Acesso em: 03 mar. 2021.

SOUZA, A. J. T. et al. Caracterização Técnico-Produtiva Do Sistema De Cultivo De Palma Forrageira No Cariri Paraibano. **Journal of Neotropical Agriculture**, v. 6, n. 2, p. 64–71, 2019.

<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/1683/2856#> Acesso em: 07 mar. 2021.

VIVAS, M. et al. Maternal environment regulates morphological and physiological traits

in *Eucalyptus grandis*. **Forest Ecology and Management**, v. 432, n. October 2018, p. 631–636, 2019.
<http://dx.doi.org/10.1016/j.foreco.2018.10.016> Acesso em: 20 fev. 2021.

Capítulo 2- Produtividade e eficiência de uso da terra de palma forrageira “Gigante” consorciada com feijão guandu no Semiárido.

Resumo

O consórcio da palma forrageira com feijão guandu pode promover aumento na produtividade e a eficiência de uso da terra, independente do arranjo de plantio e da colheita pós-plantio da palma ou da altura residual pós-corte do guandu. Sendo assim, objetivou-se avaliar a produção de biomassa e o Uso Efetivo da Terra (UET) da palma forrageira “Gigante” e do feijão guandu BRS Mandarin em duas formas de plantio e arranjos com três colheitas da palma forrageira e três alturas residuais do feijão guandu. O experimento foi realizado no IF Baiano *Campus* Santa Inês. Delineamento experimental em blocos casualizados, com três repetições no esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas consistiram na combinação do arranjo fileira simples ou dupla, com plantio solteiro ou consorciado, com a palma forrageira colhida aos 12, 18 e 24 meses pós-plantio e o feijão guandu cortado com altura de resíduo de 15, 30 e 45 cm pós corte. Foram avaliados a produção de biomassa em matéria seca (PBMS); teor de matéria seca (%MS) e o uso efetivo da terra (UET) da palma forrageira e do feijão guandu. Ouve interação no teor de matéria seca e plantio na palma forrageira. Já o feijão guandu só apresentou diferença significativa no teor da matéria seca em função da altura do resíduo. O sistema de consorcio dessas culturas é viável no Semiárido brasileiro.

Palavras – chaves: Forrageiras xerófilas; Produção sustentável; Uso Efetivo da Terra.

Abstract

The intercropping of forage cactus with pigeon pea can promote an increase in productivity and land use efficiency, regardless the planting arrangement and post-planting harvest of the cactus or the residual height after cutting of the pigeon pea. Thus, the objective was to evaluate the biomass production and the Effective Land Use (EUT) of the forage cactus “Gigante” and the pigeon pea BRS Mandarin in two forms of planting and arrangements with three harvests of forage cactus and three residual heights of the pigeon peas. The experiment was carried out at the IF Baiano *Campus* Santa Inês. Experimental design in randomized blocks, with three replications in a split-plot scheme, in which the plots consisted of a combination of single or double row arrangement, with single or intercropped planting, with forage cactus harvested at 12, 18 and 24 months post-planting and pigeon pea cut with residue height of 15, 30 and 45 cm after cutting. The biomass production in dry matter (PBMS) was evaluated; the dry matter content (%DM) and effective land use (ETU) of forage cactus and pigeon pea. There was interaction of dry matter content and planting in forage cactus. Pigeonpea, on the other hand, only showed a significant difference in the dry matter content for height of the residue. The intercropping system for these crops is viable in the Brazilian semiarid region.

Key words: Xerophilic foragers; Sustainable production; Effective Use of Land.

INTRODUÇÃO

No semiárido brasileiro, o total anual de chuva é entre 450 e 800 mm, podendo, nos anos mais seco chover menos que 200 mm, sendo que na maioria das regiões com média em torno de 750 mm, concentrado no período curto de 3 a 5 meses, tendo uma estação seca com duração de 7 a 9 meses (SILVA, 2012). Essas condições climatológicas, limitam significativamente as condições de cultivos, sendo imprescindível a utilização de espécies nativas e adaptadas a déficit hídricos, altas temperaturas e solos de baixa fertilidade.

Por apresentar características morfofisiológicas que permitem eficiente aproveitamento da água, a palma forrageira tem sido alternativa viável para o cultivo em regiões semiáridas (SOUZA et al., 2020). Entretanto, outras culturas, desprovidas do metabolismo fisiológico MAC, apresentam características que possibilitam adaptação, com produtividade relevante, em regiões áridas e semiáridas.

O feijão guandu pode ser considerado uma dessas culturas, que mesmo com a perda de parte das folhas no período seco, consegue sobreviver e produzir massa verde durante o período das águas. Estando em condições de consórcio, com a palma, é possível que a resistência as condições adversas do semiárido seja ainda mais evidente. Nessa condição acontece uma transferência de água entre as raízes superficiais das duas culturas (CARVALHO et al., 2017).

Geralmente, as produções totais por hectare das culturas consorciadas são maiores do que em cultura solteira, mesmo quando a produção de cada componente individualmente é reduzida (VANDERMEER, 1981). Esta vantagem de produtividade pode ser expressa pela razão do uso eficiente da terra (UET) ou índice de equivalente de área (IEA), que indica a área de terra necessária, em monocultura, para produzir a mesma quantidade de um hectare de policultura ou consórcio, usando a mesma população de plantas e com o mesmo manejo. Se o valor UET ou IEA obtido é maior do que "1", consórcio é mais eficiente do que o monocultivo das culturas exploradas. O UET indica a eficiência biológica do consórcio por usar os recursos do ambiente, comparado com o cultivo isolado (MEAD; WILLEY, 1980).

Para que o sistema de consórcio atinja produtividade satisfatória, deve ser considerado as espécies que vão compor o sistema, o arranjo do plantio e a população

de plantas (OLIVEIRA FILHO et al., 2016). Nessas circunstâncias, ainda são escassas as pesquisas com consócio de palma forrageira com feijão guandu. Com isso, faz-se necessário mais estudo dessas culturas em consócio para que possa compreender o padrão de respostas das plantas, frente aos diferentes arranjos, bem como, o arranjo que proporcione aumento na produtividade e eficiência de uso da terra.

Sendo assim, objetivou-se com este trabalho avaliar a produtividade e o uso efetivo da terra no cultivo de palma forrageira “gigante” consorciada com feijão guandu em diferentes arranjos e épocas de colheita no Semiárido.

MATERIAL E MÉTODOS

Local de realização do experimento

O experimento foi realizado no Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia Baiano *Campus* Santa Inês, BR 420 (Rodovia Santa Inês – Ubaíra), Zona Rural, Bahia, Coordenadas Geográficas 13° 16' 22" S e 39° 48' 38" O, 481 m de altitude.

A tipologia climática, na classificação de Koppen, é BSh, com precipitação média anual de 643,6mm e déficit hídrico em todos os meses do ano e índice de aridez entre 13 e 75%, sendo maiores em agosto e setembro (NUNES et al., 2016). Para acompanhar os índices pluviométricos e a temperatura ambiente na área experimental, foi instalado uma estação meteorológica *datalogger*, iniciando a coleta de dados em abril de 2019, (Figura 1), foi registrado o acumulado de 1151 mm ao longo de 20 meses de coleta.

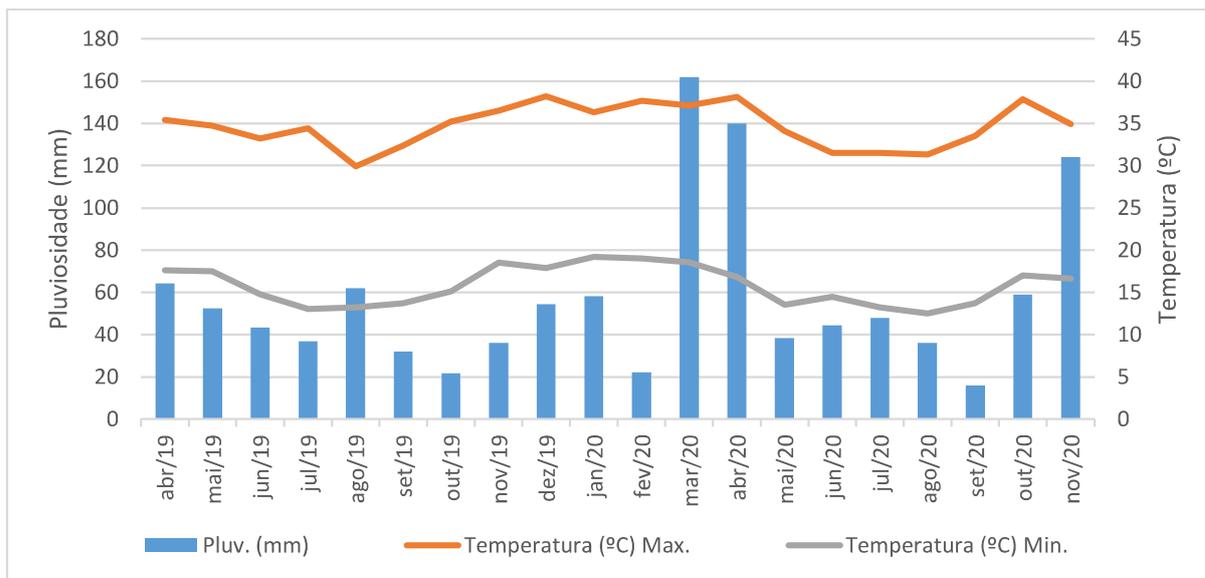


Figura 1 - Médias mensais de precipitação, temperatura máxima e temperatura mínima de abril 2019 a novembro de 2020, na área experimental.

Delineamento experimental

O experimento foi instalado segundo delineamento em blocos casualizados, com três repetições no esquema de parcelas subdivididas, em que as parcelas consistiram na combinação do arranjo (fileira simples ou dupla) com o plantio (solteiro ou consórcio) de palma forrageira *cv. Gigante* com feijão guandu *cv. BRS Mandarin*, e a subparcela (época para palma forrageira e altura para o feijão guandu), com as seguintes parcelas a campo: Palma fileira simples; Feijão Guandu fileira simples; Palma fileira dupla; Feijão Guandu fileira dupla; Palma + Feijão Guandu fileira simples; Palma + Feijão Guandu fileira dupla, com a palma forrageira cortada aos 12, 18 e 24 meses pós-plantio e o feijão guandu com altura de resíduo de 15, 30 e 45 cm pós corte. Todos tratamentos tiveram densidade populacional de 20.000 (vinte mil) e 12.500 (doze mil e quinhentas) plantas por hectare de palma forrageira e feijão guandu, respectivamente.

Prepara da área e plantio

Na área experimental foram retiradas 10 amostras de solo simples a duas profundidades (0-20 cm e 20-40 cm) dividido em duas subáreas, totalizando 2 amostras compostas por profundidade para análise química do solo para fins de fertilidade (Tabela1).

Tabela 8- Resultados de análise química do solo (profundidade de coleta de 0-20 cm e 20-40 cm) para fins de fertilidade. Santa Inês-Ba, 2018

Ref. de Amostragem	pH	P	K	Ca	Mg	Ca+Mg	AL	Na	H+AL	SB	CTC	V	M_O
	Em água	mg/dm ³	Cmol/dm ³						%	g/kg			
Área 1 0-20	5,0	2	0,19	0,63	0,67	1,30	0,03	0,03	2,31	1,52	3,83	40	11,0
Área 1 20-40	4,9	2	0,10	0,78	0,70	1,48	0,04	0,03	1,98	1,61	3,59	45	11,0
Área 2 0-20	5,3	2	0,12	0,83	0,67	1,50	0,01	0,03	2,09	1,65	3,74	44	8,0
Área 2 20-40	5,2	2	0,28	0,86	0,61	1,47	0,02	0,05	2,20	1,79	3,99	45	7,0

Conforme resultado de análise do solo e demandas das culturas, foi realizada a correção da acidez com 1,4 Megagramas de calcário dolomíticos (PRNT 85%) por hectare.

Posteriormente foi realizada a aração e gradagem, seguido da abertura dos sulcos para o plantio com os seguintes espaçamentos: {Palma fileira simples (2,0 x 0,25 m); Feijão Guandu fileira simples (2,0 x 0,40 m); Palma fileira dupla (3,0 x 1,0 x 0,25 m); Feijão Guandu fileira dupla (3,0 x 1,0 x 0,40 m); Palma + Feijão Guandu fileira simples (2,0 x 0,25 m + 2,0 x 0,40 m); Palma + Feijão Guandu fileira dupla (3,0 x 1,0 x 0,25 m + 3,0 x 1,0 x 0,40 m)}.

O plantio da palma forrageira “Gigante” (*Opuntia ficus indica*) foi realizado no dia 09 de novembro de 2018, período que antecedeu as chuvas na região (cerca de 30 dias de antecedência, para evitar apodrecimento das raquetes). Os cladódios utilizados para o plantio da palma foram selecionados de um único campo de palma ‘Gigante’ com cerca de dois anos sem colheita, situado no *Campus* Santa Inês, retirados da porção mediana da planta. Após a colheita os cladódios permaneceram na sombra durante 15 dias para a cura (cicatrização do corte) sendo posteriormente plantados. Durante o plantio utilizou-se uma régua de madeira com suporte para segurar as raquetes no espaçamento de 0,25 m.

Já o feijão guandu BRS Mandarin (*Cajanus cajan*) foi plantado no dia 05 de maio de 2019, utilizando-se de mudas preparadas por sementes fornecidas pela EMBRAPA Semiárido. As mudas de guandu, foram feitas a partir de sementes, plantadas em sacos plásticos, contendo substrato de areia vegetal e esterco bovino curtido, na proporção de 1:1. Após período de aclimação de 15 dias, as mudas foram

transplantadas para as covas, sendo utilizado 12 plantas por linha, quatro linhas no tratamento consorciado fileira dupla, cinco linhas no tratamento consorciado fileira simples e seis linhas nos demais tratamentos.

A adubação foi realizada conforme resultado da análise de solo e a demanda das culturas em bases agroecológicas. Para tanto, foi utilizado o pó de rocha como principal fonte de fósforo ($5,6 \text{ Mg ha}^{-1}$), casca de cacau ($5,45 \text{ Mg ha}^{-1}$) como principal fonte de potássio, cama de frango ($3,6 \text{ Mg ha}^{-1}$) e esterco bovino ($13,85 \text{ Mg ha}^{-1}$) como principais fontes de nitrogênio. Divididos no plantio e em cobertura, sendo aplicado apenas no primeiro ano.

Tratos culturais e controle de pragas

O controle de ervas indesejadas foi feito sempre que necessário, sendo arrancada a mão entre as plantas e com auxílio de uma enxada entre as fileiras.

Durante o período de condução do experimento, surgiram algumas pragas, sendo utilizado para controle, métodos agroecológicos como: Aplicação de manipueira fresca no orifício que dá acesso as colônias de formigas do gênero *Acromyrmex*; Catação manual e aplicação do Dipel (*Bacillus thuringiensis*) e óleo de Neem (*Azadirachta indica* A. Juss.), sendo duas aplicações com intervalo de 15 dias com objetivo do controle da lagarta (*Aricoris campestris*) e as (*Spodoptera frugiperda*, *eridania*, *cosmioides*, *albula*); Aplicação de óleo de Neem, a cada 15 dias, por 45 dias foi utilizado para controlar o percevejo de renda (*Leptopharsa heveae*).

Avaliações

As colheitas da palma forrageira foram realizadas com um ano (06/11/2019), um ano e meio (15/06/2020) e dois anos (09/11/2020) de implantação do sistema. Todas as plantas da parcela útil foram colhidas com o auxílio de uma faca, preservando o cladódio “mãe” (cladódio utilizado no plantio) e o cladódio primário. O corte foi realizado na junção entre os cladódios afim de não provocar danos no cladódio preservado.

Todos os cladódios colhidos na parcela foram acondicionados em caixas para realização da pesagem e determinação da produtividade de biomassa da palma forrageira (PBP) (Mg ha^{-1}).

O corte do feijão guandu foi realizado, sempre que atingiram mais de 50% do florescimento das plantas no *stand*. A altura de resíduo pós corte foi realizada conforme os respectivos tratamentos (15, 30 e 45 cm de altura). Após o corte as plantas foram pesadas para determinação da produtividade da biomassa do feijão guandu (PBF) (Mg ha^{-1}).

Foram coletadas subamostras de cada tratamento para posterior determinação do teor de matéria seca (MS) em laboratório. As subamostras de palma forrageira e feijão guandu foram submetidas à secagem em estufa de ventilação forçada a 55°C durante 72 horas. Em seguida, foram trituradas em moinhos de faca tipo Willey com peneira de 1 mm, em seguida foi realizada a determinação dos teores de matéria seca (Método, 934.01), conforme as metodologias descritas na AOAC, (1990). De posse da produtividade de biomassa de cada espécie e dos respectivos teores de matéria seca, foi possível determinar a produtividade de matéria seca dos tratamentos (Mg ha^{-1}).

O uso efetivo da terra (UET) conforme descrito por (BELTRÃO et al., 1984). Onde (Equação 01):

$$UET = \sum_{i+1}^m = \frac{Y_i}{Y_{ii}} \quad 01$$

Onde Y_i é o rendimento da cultura em consórcio e Y_{ii} o rendimento da cultura solteira.

Nas duas culturas tem-se (Equação 02):

$$URT = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} \quad 02$$

Onde:

Y_{ab} = rendimento da espécie *a* em consorciado com espécie *b*

Y_{aa} = rendimento da espécie *a* insolada

Y_{bb} = rendimento da espécie *b* insolada

Análise estatística

Os resultados das variáveis produtividade de matéria seca e teor de matéria da seca da palma e do guandu, foram submetidos à análise estatística segundo delineamento em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas utilizando-se o PROC MIXED do SAS 9.1 de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + A_j + P_k + (A \times P)_{jk} + \varepsilon_{ijk} + SP_l + (A \times SP)_{jl} + (P \times SP)_{kl} + (A \times P \times SP)_{jkl} + \omega_{ijkl}$$

Onde Y_{ijklmn} é o valor variável dependente, μ é a média geral, b_i é o efeito aleatório de bloco ($i = 1, 2$ e 3), A_j = efeito fixo de arranjo ($j =$ fileira simples ou dupla); P_k = efeito fixo do plantio ($k =$ solteiro ou consórcio); $(A \times P)_{jk}$ = efeito fixo da interação; ε_{ijk} = erro aleatório para os tratamentos na parcela pressuposto $NID \sim (0, \sigma^2)$, e; SP_l é o efeito fixo do tratamento aplicado na subparcela (época para palma e altura para o guandu); $(A \times SP)_{jl}$ efeito fixo da interação entre arranjo e a subparcela, $(P \times SP)_{kl}$ efeito fixo da interação entre plantio e a subparcela, $(A \times P \times SP)_{jkl}$ efeito fixo da interação tripla e ω_{ijkl} erro aleatório associado a subparcela pressuposto $NID \sim (0, \sigma^2)$.

O uso efetivo da terra foi apresentado na forma de análise descritiva dos dados considerando a combinação arranjo (simples e duplo) x colheita pós-plantio da palma (12, 18 e 24 meses) x altura de resíduo pós corte do guandu (15, 30 e 45 cm).

Os resultados da produtividade do consórcio, foi submetido à análise estatística segundo delineamento em blocos casualizados no esquema de parcelas subdivididas utilizando-se o PROC MIXED do SAS 9.1 de acordo com o modelo abaixo:

$$Y_{ijkl} = \mu + b_i + A_j + AR_k + (A \times AR)_{jk} + \varepsilon_{ijk} + SP_l + (A \times SP)_{jl} + (AR \times SP)_{kl} + (A \times AR \times SP)_{jkl} + \omega_{ijkl}$$

Onde Y_{ijklmn} é o valor variável dependente, μ é a média geral, b_i é o efeito aleatório de bloco ($i = 1, 2$ e 3), A_j = efeito fixo de arranjo ($j =$ fileira simples ou dupla); P_k = efeito fixo da altura de resíduo ($k = 15, 30$ ou 45 cm); $(A \times AR)_{jk}$ = efeito fixo da interação; ε_{ijk} = erro aleatório para os tratamentos na parcela pressuposto $NID \sim (0, \sigma^2)$, e; SP_l é o efeito fixo do tratamento aplicado na subparcela (época para palma e altura para o guandu); $(A \times SP)_{jl}$ efeito fixo da interação entre arranjo e a subparcela, $(AR \times SP)_{kl}$ efeito fixo da interação entre altura e a subparcela, $(A \times AR \times SP)_{jkl}$ efeito fixo da interação tripla e ω_{ijkl} erro aleatório associado a subparcela pressuposto $NID \sim (0, \sigma^2)$.

RESULTADOS

O teor de matéria seca da palma forrageira apresentou interação plantio x época de colheita. Já a produtividade apresentou respostas ao fator individual, colheita pós-plantio (Tabela 2).

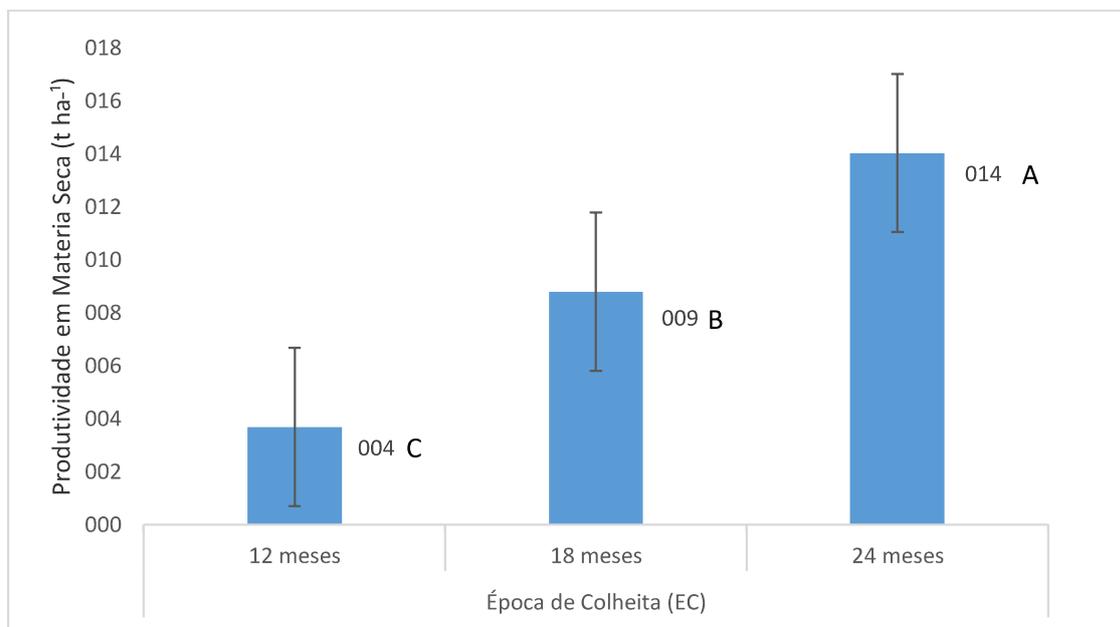
Tabela 2. Análise de significância da palma forrageira em cultivo de solteiro e consórcio, em arranjo de fileira simples e dupla com colheita em 12, 18 e 24 meses pós-plantio, sendo as variáveis: Produtividade da palma forrageira (Mg.MS.ha⁻¹) e Teor de matéria seca da palma forrageira (%)

Item	Arranjo (A)		EPM		Plantio (P)		EPM		Colheita Pós-plantio (CPP)			Valor - P						
	F. Simples	F. Duplo	8,06	1,09	8,97	8,69	1,09	12 meses	18 meses	24 meses	A	P	CPP	A*P	A*CPP	P*CPP	A*P*CPP	PP
Produtividade da Palma (Mg.MS ⁻¹ .ha ⁻¹)	9,61	8,06	1,09	8,97	8,69	1,09	3,68	8,80	14,03	0,99	0,3189	0,8511	0,0001	0,6953	0,9461	0,4028	0,7322	
% Matéria Seca da Palma	7,15	6,79	0,15	6,78	7,16	0,15	9,72	5,05	6,15	0,18	0,0954	0,0839	0,0001	0,1799	0,2156	0,0054	0,0684	

Fonte: Próprio autor.

EPM = Erro padrão médio. P = Valor de significância.

A produtividade da palma forrageira ($\text{Mg.MS}^{-1}.\text{ha}^{-1}$), foi maior, quando colhido aos 24 meses pós-plantio, em relação ao colhido com 18 e 12 meses pós-plantio com magnitude de 37,28% e 354,08% respectivamente. A produtividade entre 12 e 18 meses pós-plantio apresentou diferença de 58,18% (Figura 2).



Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figura 2 - Médias da produtividade em matéria seca da palma forrageira ($\text{Mg}.\text{ha}^{-1}$), colhida com 12, 18 e 24 meses pós-plantio.

O teor de matéria seca da palma forrageira, não apresentou diferença significativa para o plantio dentro das colheitas pós-plantio. Entretanto, no plantio solteiro, a porcentagem de matéria seca aos 12 meses após o plantio foi maior que a porcentagem apresentada aos 18 e 24 meses pós-plantio, enquanto as colheitas de 18 e 24 meses pós-plantio não apresentaram diferença significativa entre elas (Tabela 3).

No cultivo consorciado o teor de matéria seca da palma forrageira foi maior, quando colhido aos 12 meses pós-plantio, em relação ao colhido com 18 meses pós-plantio, e com o colhido aos 24 meses pós-plantio, sendo este, semelhante significativamente com o colhido aos 18 meses pós-plantio (Tabela 3).

Tabela 3 - Médias do teor de matéria seca da palma forrageira solteira e em consórcio com feijão guandu em diferentes colheitas pós-plantio, arranjo de fileira simples e fileira dupla

Colheita Pós Corte	Matéria Seca da Palma (%)	
	Solteiro	Consoiciado
12 meses	8,99 Aa	10,44 Aa
18 meses	5,12 Ba	4,98 Ba
24 meses	6,23 Ba	6,06 Ba
EPM	0,26	

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

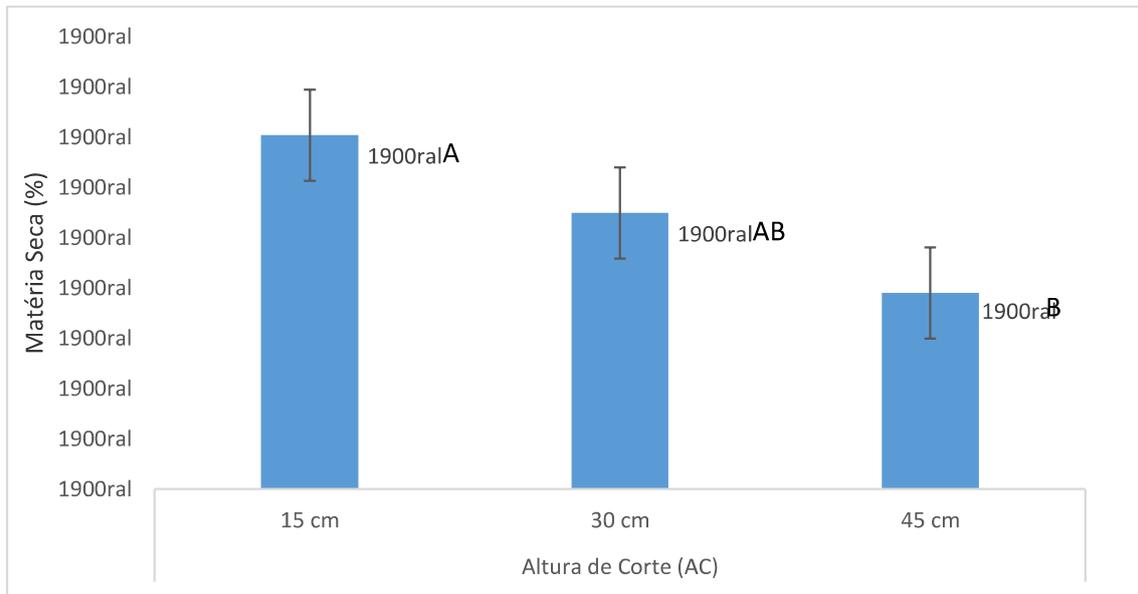
A variável teor de matéria seca do feijão guandu apresentou diferença significativa para a altura de resíduo pós corte. Enquanto, a produtividade de matéria seca do feijão guandu ($\text{Mg.MS}^{-1}.\text{ha}^{-1}$) não apresentou diferença significativa em nenhum dos fatores (Tabela 4).

Tabela 4 - Análise de significância do feijão guandu em arranjo de fileira simples e dupla e plantio solteiro e consórcio, com altura de resíduo pós corte de 15, 30 e 45 cm do solo, sendo as variáveis: Teor de matéria seca do feijão guandu (%), produtividade do feijão guandu ($\text{Mg}\cdot\text{M}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$)

Item	Arranjo (A)			Plantio (P)			Altura de Resíduo (AR)			Valor - P											
	F. Simples	EPM	F. Duplo	EPM Solteiro	EPM Cons.	EPM	15 cm		30 cm		45 cm		AR	A*P	A*AR	P*AR	A*P*AR				
							EPM	cm	EPM	cm	EPM	cm									
Produtividade do Feijão Guandu ($\text{Mg}\cdot\text{MS}^{-1}\cdot\text{ha}^{-1}$) ¹⁾	3,76	0,58	4,64	4,21	0,56	4,19	0,60	3,92	0,61	4,71	0,66	3,96	0,75	0,3275	0,9824	0,6400	0,1687	0,3103	0,8315	0,2708	
% MS do Feijão Guandu	32,89	0,66	34,06	0,65	33,54	0,66	33,42	0,65	35,04	0,64	33,49	0,67	31,9	0,64	0,2120	0,8887	0,0016	0,2965	0,3979	0,8517	0,2130

EPM = Erro padrão médio. P = Valor de significância.

O de matéria seca apresentado no guandu, foi maior, quando colhido com 15 cm de resíduo pós corte, em relação ao colhido com 45 cm, estando esse com percentual semelhante ao colhido com 30 cm de resíduo pós corte, que por sua vez é semelhante ao colhido com 15 cm de resíduo pós corte (Figura 3).



Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figura 3 - Médias do teor de matéria seca apresentada no feijão guandu, colhido com 15, 30 e 45 cm de altura de resíduo pós corte.

O uso de eficiência da terra, apresentou vantagem do consórcio da palma forrageira com feijão guandu sobre o cultivo solteiro. Chegando a registrar maiores coeficientes no arranjo em fileira simples comparando-a fileira dupla com magnitude de 61,98% colhido aos 24 meses pós-plantio, na altura de 15 cm de resíduo, seguido dos colhido aos 18 meses pós-plantio com altura de resíduo pós corte aos 15 e 45 cm, na magnitude de 45,6% e 32,1% respectivamente (Tabela 5).

Tabela 5 - Uso eficiente da terra da palma forrageira (UETp), uso eficiente da terra do guandu (UETg), uso eficiente da terra do sistema (UET), em função da palma forrageira e feijão guandu, testados em arranjo de fileira simples e duplo, colheita com 12, 18 e 24 meses após colheita e altura de resíduo pós corte de 15, 30 e 45 cm, em cultivo consorciado

Fileira Simples									
UET	12 meses			18 meses			24 meses		
	15 cm	30 cm	45 cm	15 cm	30 cm	45 cm	15 cm	30 cm	45 cm
UETp	1,48	1,56	1,41	1,44	2,07	2,15	1,29	1,89	1,67
UETg	3,87	2,64	4,20	4,81	2,88	6,20	7,02	2,83	5,20
UET	5,35	4,2	5,41	6,25	4,95	8,35	8,31	4,72	6,87
Fileira Dupla									
UET	12 meses			18 meses			24 meses		
	15 cm	30 cm	45 cm	15 cm	30 cm	45cm	15 cm	30 cm	45 cm
UETp	1,46	1,41	1,47	1,66	1,71	3,28	1,27	1,31	1,90
UETg	3,11	2,69	4,11	1,74	2,24	2,39	1,89	2,55	3,00
UET	4,57	4,10	5,58	3,40	3,95	5,67	3,16	3,86	4,90

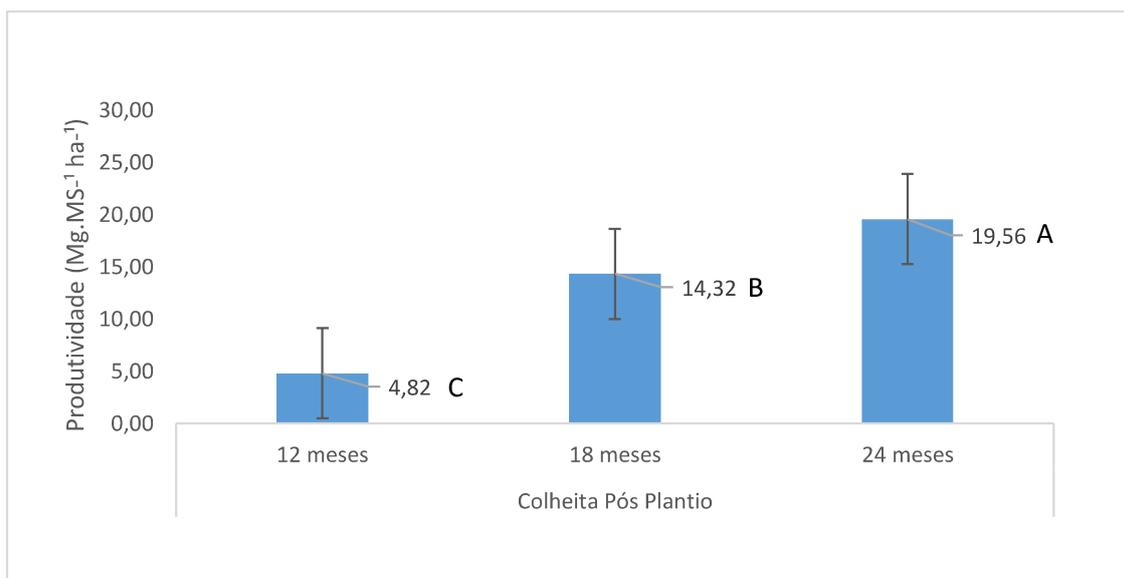
A produtividade em matéria seca do consórcio palma forrageira e feijão guandu, respondeu significativamente a colheita pós-plantio e altura de resíduo, sendo registrado interação arranjo x altura de resíduo (Tabela 6).

Tabela 6 - Análise de significância da produtividade do consórcio da palma forrageira e o feijão guandu (Mg. MS. Ha⁻¹), em arranjo de fileira simples e dupla com colheita em 12, 18 e 24 meses pós-plantio e altura de resíduo pós corte de 15, 30 e 45 cm

Item	Arranjo (A)			Colheita Pós-plantio			Altura de Resíduo			Valor - P						
	F.	F.	F.	12	18	24	15 cm	30	45 cm	A	CPP	AR	A*CPP	A*AR	CPP*AR	A*CPP*AR
Produtividade do consórcio	13,45	12,32	4,82	14,32	19,56	11,53	14,28	12,84	0,5050	0,0001	0,8057	0,0205	0,0006	0,1708	0,0667	
EPM	1,44	1,43	1,4	1,43	1,43	1,37	1,34	1,39								

EPM = Erro padrão médio. P = Valor de significância.

Quando colhido aos 24 meses pós-plantio, a produtividade do consórcio foi maior que a colheita aos 18 e 12 meses pós-plantio, correspondendo a uma magnitude de 26,79% e 405,81% respectivamente. A colheita aos 18 meses pós-plantio, apresentou maior que a colheita dos 12 meses, com magnitude de 297,1% de diferença (Figura 4).



Médias seguidas de letras diferentes, diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$).

Figura 4 - Médias da produtividade do consórcio, palma forrageira e feijão guandu (Mg. MS. ha⁻¹), coletada com 12, 18 e 24 meses pós-plantio.

A produtividade em matéria seca do consórcio de palma forrageira e feijão guandu, não apresentou diferença significativa ($P < 0,05$) para a combinação arranjo e altura de resíduo pós corte, dentro da mesma altura. Contudo, entre as alturas de resíduo pós corte no arranjo em fileira simples, a produtividade do consórcio foi maior quando cortado a 30 cm do solo com magnitude de 30,45% para o corte de 15 cm e 33,66% para corte de 45 cm de resíduo pós corte (Tabela 7).

Tabela 7 - Médias da produtividade do consórcio da palma forrageira e o feijão guandu ($\text{Mg.MS}^{-1}.\text{ha}^{-1}$), em arranjo de fileira simples e dupla com altura de resíduo pós corte de 15, 30 e 45 cm

Altura de Resíduo	Arranjo			
	F. Simples	EPM	F. Duplo	EPM
15 cm	11,90 Ba	1,64	11,17 Aa	1,60
30 cm	17,11 Aa	1,60	11,45 Aa	1,60
45 cm	11,35 Ba	1,79	14,34 Aa	1,64

Médias seguidas de letras maiúsculas na coluna e letras minúsculas na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). Médias seguidas de letras minúsculas diferentes na linha diferem entre si pelo teste de Tukey ($P < 0,05$). EPM = Erro padrão médio.

DISCUSSÃO

A produtividade de uma planta está associada a diversos fatores bióticos e abióticos que influenciam em sua dinâmica de acúmulo de biomassa. Consoante a essa premissa, observa-se que a produtividade da palma forrageira “Gigante” não foi influenciada pelo plantio (solteiro ou consorciado) e nem pelo arranjo (fileira simples ou dupla), tão pouco pelas suas interações (Tabela 2). Não obstante, a colheita pós-plantio exerceu essa influência, com maior produtividade observada aos 24 meses pós-plantio, seguida das produtividades de 18 e 12 meses pós-plantio, respectivamente (Figura 2).

A produtividade em matéria seca da palma forrageira foi semelhante a encontrada por (BARROS et al., 2016; LÉDO et al., 2019).

Já o teor de matéria seca da palma apresenta resposta inversamente proporcional ao padrão apresentado pela produtividade, com maiores valores na porcentagem de matéria seca da palma forrageira “Gigante” colhida com 12 meses pós-plantio (Tabela 3), tanto no plantio solteiro, quanto no consorciado. Observa-se que até os 12 meses pós-plantio é registrado 312,5 mm de pluviosidade, entre os 12 e 18 meses, o acúmulo é de 511,25 mm, sendo a maior concentração 340,25 mm ocorrido nos três últimos meses que antecede a colheita, por fim, a pluviosidade entre os 18 e 24 meses é de 203,25 mm, (Figura 1). Esse registro pluviométrico contribui na elucidação do padrão apresentado pelas plantas, uma vez que o teor de matéria

seca dos vegetais pode ser influenciado pelos períodos déficit hídrico em que as plantas são submetidas (SOUZA et al., 2020).

Além do metabolismo MAC, que confere às cactáceas a habilidade de tolerar ao déficit hídrico, essas plantas fazem uso de outras estratégias para minimizar a perda de umidade. Os cactos apresentam caules suculentos e com uma camada externa fotossintetizante, circundando tecidos não-fotossintetizantes que tem a finalidade de armazenamento de água (TAIZ; ZEIGER, 2009). Durante os períodos de maiores precipitações as plantas utilizam-se desses tecidos e estocam água, que será utilizada para manter a hidratação dos tecidos fotossintetizantes durante os períodos de restrição hídrica. Dessa forma, em partes, pode-se justificar os menores valores no teor de matéria seca registrados para palma forrageira Gigante colhida aos 18 e 24 meses pós-plantio (Tabela 3), épocas em que foram antecedidas por períodos de maiores precipitações, em detrimento da colheita da palma realizada aos 12 meses pós-plantio.

Associado a isso, também é possível considerar a eficiência que a palma forrageira possui para utilização da água, constituída de um sistema radícula com raízes superficiais e rápida resposta de emissão de novas raízes após período de restrição hídrica. Ademais, a palma forrageira colhida com 18 e 24 meses são plantas com maior maturidade e com sistema radicular mais estruturado e vigoroso, permitindo suportar situações de estresse hídrico (CUNHA et al., 2007). Essa eficiência de utilização da água, também possibilita à palma forrageira o aumento do número de cladódios em períodos favoráveis de umidade no solo. Geralmente são cladódios novos com maior conteúdo celular, repercutindo em menor teor de matéria seca (BARROS et al., 2016).

Mesmo com os menores teores de matéria seca para a palma forrageira colhida aos 18 e 24 meses, não implicou em baixa produtividade, sendo maior que a produtividade da palma forrageira colhida com 12 meses pós-plantio (Figura 2). Esse fato se explica pelo efeito compensatório da produtividade de biomassa verde.

Apesar de ter havido interação de plantio (solteiro e consorciado) com colheita pós-plantio (Tabela 3) para o teor de matéria seca da palma forrageira, não foi observado efeito significativo dentro do consócio palma forrageira x feijão guandu em

nem umas das épocas de colheita pós-plantio. Bem como, não houve influência do feijão guandu para a produtividade da palma forrageira (Figura 2), provavelmente, devido a densidade de cultivo em consórcio (32.500 plantas/ha). Uma vez que a palma forrageira apresenta respostas positiva ao cultivo adensado com até 80.000 plantas ha⁻¹ (SILVA et al., 2014).

Assim como a palma forrageira Gigante, o feijão guandu também não foi influenciado na produtividade em função do consórcio e do arranjo com a palma forrageira, bem como também não teve efeito para altura de resíduo pós-colheita, registrando produtividade média de 4,2 Mg ha⁻¹ (Tabela 4). Porém, o teor de matéria seca do guandu foi influenciado pela altura de resíduo pós-colheita. Quanto menor altura de resíduo pós-colheita, maior o teor de matéria seca (Figura 3). Justifica-se a diferença do teor de matéria seca em função da altura de resíduo com a diferença proporcional do volume de caule e folhas. Em que a maior proporção de folhas, com caules mais meristemáticos, ou seja, com menor proporção de parede celular e maior de conteúdo celular encontra-se nas partes superiores da planta, proporcionando menores teores de matéria seca, evidenciado nas plantas de feijão guandu colhidas com 45 cm de altura de resíduo. Já a parte mais basal da planta, tende a apresentar tecidos mais velhos e lignificados, conferir sustentação para planta, com isso, elevando os teores de matéria seca como observado para as plantas colhidas na altura de resíduo de 15 cm (Figura 3).

Quando se trabalha com sistemas consorciados, torna-se necessário compreender as vantagens existentes desses sistemas comparados aos convencionais, no caso o plantio solteiro. Nesse sentido, pesquisadores que desenvolvem trabalhos com esse tipo de sistema (ALEMAYEHU et al., 2017; BEZERRA NETO et al., 2007; DAPAAH et al., 2003; NJOKU et al., 2007), têm se utilizados do índice de utilização eficiente da terra (UET) para mensurar a eficiência biológica do consórcio em comparação com o cultivo isolado, uma vez que está associado com o uso dos recursos ambientais (MEAD; WILLEY, 1980).

Considerando que o índice de uso eficiente da terra é tido como a área relativa da terra sob condições de plantio isolado, que é requerida para proporcionar as produções alcançadas no consórcio Willey (1979), observa-se que o uso efetivo da terra no consórcio apresenta valores maiores que 1,0 em todas as combinações

(Tabela 5), indicando que o sistema consorciado alcançou maior produtividade por unidade de área em relação ao plantio solteiro. Ademais observa-se elevados valores do índice de uso eficiente da terra parciais da palma e do guandu, indicando que havia baixas pressões competitivas entre as culturas (DAPAAH et al., 2003), reforçando a hipótese de complementaridade no consórcio palma forrageira Gigante e feijão guandu Mandarin. Ratifica-se então a não ocorrência de significância do plantio consorciado para as produtividades da palma forrageira e do feijão guandu.

Proporcionalmente o índice de eficiência de uso da terra do consórcio em todos os arranjos e épocas, apresentou aumento de 67,75% e 32,44% em relação ao índice de uso de eficiência da terra das culturas em plantio solteiro. Quando observado os tratamentos no índice de uso eficiente da terra do consórcio, essa variação foi de 84,48% e 15,52% os maiores índices na época de colheita de 24 meses após o plantio (Tabela 5).

Observe que esse padrão é reforçado com os resultados da produtividade de matéria seca do consórcio (consórcio da palma forrageira e feijão guandu) (Figura 5), em que apresentou maior produtividade aos 24 meses após o plantio, sendo essa 405,81% a mais que a produtividade de 12 meses de colheita, seguido da produtividade da colheita realizada aos 18 meses pós-plantio que foi maior 297,1% que a colheita de 12 meses pós-plantio. Esse resultado segue padrão similar ao apresentado pela produtividade da palma forrageira (Figura 2), respeitando suas respectivas magnitudes. Ao analisar influência do feijão guandu na produtividade do consórcio, observa-se que sua contribuição foi maior quando colhido na altura de resíduo de 30 cm em fileira simples, não havendo diferença no arranjo em fileira dupla (média de 12,32 Mg.MS⁻¹.ha⁻¹) (Tabela 7).

Partindo do pressuposto em que a maioria dos produtores inseridos no Semiárido nordestino são titulados como produtores da agricultura familiar, com propriedades relativamente pequenas, o sistema de consórcio entre palma forrageira e feijão guandu, torna-se uma alternativa viável e sustentável. Uma vez que, considerando a primeira colheita da palma aos 24 meses após o plantio, com média de quatro colheitas da parte aérea do feijão guandu para produção de feno, é possível produzir cercar de 19 Mg de MS.ha⁻¹ (Figura 4), de forragem (feijão guandu e palma) em condições de sequeiro em bases agroecológicas. Possibilitando ao produtor

balancear uma dieta com feno de feijão guandu, que apresenta média de 13,83% PB e 49,31% NDT e palma forrageira com média de 4,91% PB e 75,91% NDT (VALADARES FILHO et al., 2018), para atender a demanda de forragem de cerca de 47 ovinos/caprinos de 45 kg por 6 meses, consumindo 5% do peso corporal, minimizando custos com concentrado e garantido alimento para o rebanho em períodos secos. Ademais, o aumento na eficiência de utilização da terra, o manejo fundamentado nas bases agroecológicas, ciclagem de nutriente, fixação biológica de nitrogênio, cobertura do solo com incorporação de matéria orgânica e redução de perda de umidade para atmosfera, são benefícios do consócio palma forrageira Gigante e feijão guandu Mandarin, que proporcionam a sustentabilidade do agroecossistema para o pequeno produtor no Semiárido.

CONCLUSÃO

1 - O consócio e o arranjo (fileira simples ou dupla) da palma forrageira “Gigante” e feijão guandu BRS Madarim, não interfere na produtividade de matéria seca das culturas.

2 – Apesar da altura de resíduo pós-colheita do feijão guandu BRS Mandarin não influenciar na produtividade, o teor de matéria seca da cultura é maior (34,04%) com altura de resíduo pós-colheita de 15 cm.

3 – O consócio da palma forrageira “Gigante” com o feijão guandu BRS Mandarin promove aumento no índice do uso efetivo da terra com produtividade de 19,56 Mg.MS.ha⁻¹, com a palma forrageira colhida aos 24 meses pós-plantio e quatro colheitas do feijão guandu nesse período.

REFERÊNCIAS

- ALEMAYEHU, A. et al. Maize-common bean intercropping to optimize maize-based crop production. **Journal of Agricultural Science**, v. 155, n. 7, p. 1124–1136, 2017. <https://doi.org/10.1017/S0021859617000193> Acesso em: 05 mar. 2021.
- AOAC, A. I. DE Q. A. **Official Methods of Analysis**. Associação de Químicos Analíticos Oficiais Inc, p. 1028–1039, 1990.
- BARROS, J. L. et al. Palma Forrageira ‘Gigante’ Cultivada com Adubação Orgânica. **Revista Agrotecnologia - Agrotec**, v. 7, n. 1, p. 53–65, 2016

<https://doi.org/10.12971/5051> Acesso em: 09 mar. 2021.

BELTRÃO, N. E. M. et al. Comparação entre indicadores agroeconômicos de avaliação de agroecossistemas consorciados e solteiros envolvendo algodão upland e feijão “caupi”. **EMBRAPA**, v. 15, p. 21, 1984.

<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/262650/comparacao-entre-indicadores-agroeconomicos-de-avaliacao-de-agroecossistemas-consorciados-e-solteiros-envolvendo-algodao-upland-e-feijao-caupi> Acesso em: 10 mar. 2021.

BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho de sistemas consorciados de cenoura e alface avaliados através de métodos uni e multivariados. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 514–520, 2007.

<https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000400005> Acesso em: 12 mar. 2021.

CARVALHO, A. V. T. et al. Soil moisture in forage cactus plantations with improvement practices for their resilience. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 7, p. 481–487, 2017.

<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p481-487> Acesso em: 05 mar. 2021.

CUNHA, F. F. et al. Avaliação do sistema radicular do capim-tanzânia submetido a diferentes níveis de irrigação e turnos de rega. **Engenharia na Agricultura**, v. 15, n. 3, p. 200–211, 2007.

https://www.researchgate.net/publication/237796770_Avaliacao_do_sistema_radicular_do_capim-tanzania_submetido_a_diferentes_niveis_de_irrigacao_e_turnos_de_rega Acesso em: 11 mar. 2021.

DAPAAH, H. K. et al. Yield stability of cassava, maize, soya bean and cowpea intercrops. **Journal of Agricultural Science**, v. 140, n. 1, p. 73–82, 2003.

<https://www.cambridge.org/core/journals/journal-of-agricultural-science/article/abs/yield-stability-of-cassava-maize-soya-bean-and-cowpea-intercrops/10D739E85FB312FED987544127833AB9> Acesso em: 12 mar. 2021.

LÉDO, A. A. et al. Yield and water use efficiency of cactus pear under arrangements, spacings and fertilizations. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 23, n. 2, p. 119–125, 2019.

<https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v23n6p413-418> Acesso em: 10 mar. 2021.

MEAD, R.; WILLEY, R. W. The concept of a land equivalent ratio and advantages in yields for intercropping. **Experimental Agriculture**, v. 16, p. 217–228, 1980.

<https://www.cambridge.org/core/journals/experimental-agriculture/article/abs/concept-of-a-land-equivalent-ratio-and-advantages-in-yields-from-intercropping/836E585AC6E04B4DD94F6C2305A26B07> Acesso em: 05 mar. 2021.

NJOKU, S. C. et al. Effect of intercropping varieties of sweet potato and okra in an ultisol of southeastern Nigeria. **African Journal of Biotechnology**, v. 6, n. 14, p. 1650–1654, 2007.

<https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/57738#:~:text=Intercropping%20generally%20increased%20okra%20plant,with%20other%20sweet%20potato%20cultivars.>

[&text=Both%20pod%20and%20tuber%20yields%20were%20not%20affected%20by%20intercropping](#) Acesso em: 12 mar. 2021.

NUNES, F. C. et al. Análise da variação pluviométrica no município de Santa Inês – BA Analysis of rainfall variation in the municipality of Santa Inês - BA. **Revista de Geociências do Nordeste**, v. 2, p. 500–512, 2016.

OLIVEIRA FILHO, A. F. et al. Eficiência agronômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 729–736, 2016.

<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/3927/0> Acesso em: 05 mar. 2021.

SILVA, J. A. **Palma Forrageira Cultivada Sob Diferentes Espaçamentos E Aduações Química**. 2012. Tese (Doutorado em Zootecnia) – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2012.

<http://www2.uesb.br/ppg/ppz/wp-content/uploads/2017/07/joao-abel-silva-ilovepdf-compressed.pdf> Acesso em: 01 mar. 2021.

SILVA, L. M. et al. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. **Ciência Rural**, v. 44, n. 11, p. 2064–2071, 2014.

<https://doi.org/10.1590/0103-8478cr20131305> Acesso em: 12 mar. 2021.

SOUZA, J. A. A.; SANTOS, D. B.; DONATO, S. L. R. Yield and survival rate of ‘ Gigante ’ cactus pear under regulated de cit irrigation using wastewater. **Research Square**, v. 1, p. 23, 2020.

<https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-63234/v1> Acesso em: 01 mar. 2021.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.. **Fisiologia vegetal**. Casteiló de la Plana :La Universitat Jauraé, 2009. p. 848-848.

VALADARES FILHO, S.C., LOPES, S.A. et al., **CQBAL 4.0**. Tabelas Brasileiras de Composição de Alimentos para Ruminantes. 2018.

<https://www.cqbal.com.br> Acesso em: 22 mai. 2021.

VANDERMEER, J. The Interference Production Principle: An Ecological Theory for Agriculture. **BioScience**, v. 31, n. 5, p. 361–364, 1981.

<https://www.jstor.org/stable/1308400?seq=1> Acesso em: 05 mar. 2021.

WILLEY, R_W. Intercropping-its importance and research needs: Part 1. Competition and yield advantages. *In: Field crop abstracts*. 1979. p. 1-10.