



**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO
TOCANTINS**

CAMPUS ARAGUATINS

CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ADAILTON RODRIGUES SANTOS

**EFEITO DO ARRANJO POPULACIONAL SOBRE GENÓTIPO LOCAL DE
FEIJÃO-CAUPI EM CONDIÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL NO
EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**

ARAGUATINS-TO

2018

ADAILTON RODRIGUES SANTOS

**EFEITO DO ARRANJO POPULACIONAL SOBRE GENÓTIPO LOCAL DE
FEIJÃO-CAUPI EM CONDIÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL NO
EXTREMO NORTE DO TOCANTINS**

Trabalho de Conclusão de Curso
apresentado à Coordenação do Curso de
Licenciatura Em Ciências Biológicas do
Instituto Federal de Educação, Ciência e
Tecnologia do Tocantins - *Campus*
Araguatins, como exigência à obtenção
do grau de Licenciado em Ciências
Biológicas.

Orientador: Prof. Dr. Sérgio Alves de
Sousa

Coorientador: Prof. Esp. Evandro Carlos
Fischer

ARAGUATINS-TO

2018

Santos, Adailton Rodrigues

Efeito do arranjo populacional sobre genótipo local de feijão-caupi em condição de um sistema agroflorestal no extremo Norte do Tocantins / Adailton Rodrigues Santos. – Araguatins, 2018.
38 f.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas - Licenciatura) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, Campus Araguatins, 2018.

Orientador (a): Prof. Dr. Sérgio Alves de Sousa

Coorientador (a): Prof. Esp. Evandro Carlos Fischer

1. *Vigna unguiculata* 2. População de plantas 3. Produtividade I. Título



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO TOCANTINS
CAMPUS ARAGUATINS
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

FOLHA DE APROVAÇÃO

TÍTULO: “EFEITO DO ARRANJO POPULACIONAL SOBRE GENÓTIPO LOCAL DE FEIJÃO-CAUPI EM CONDIÇÃO DE UM SISTEMA AGROFLORESTAL NO EXTREMO NORTE DO TOCANTINS”

AUTOR: ADAILTON RODRIGUES SANTOS

ORIENTADOR: Prof. Dr. Sérgio Alves de Sousa

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Tocantins, *Campus Araguatins*, como parte das exigências para a conclusão do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas.

Aprovado (a) em 09 / 03 / 2018.

Sérgio Alves de Sousa

Prof. Dr. Sérgio Alves de Sousa
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Evandro Carlos Fischer

Prof. Esp. Evandro Carlos Fischer
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

Miguel Camargo da Silva

Prof. Me. Miguel Camargo da Silva
Instituto Federal do Tocantins – IFTO, *Campus Araguatins*

À minha família: Minha mãe dona Vilma Monteiro Santos e meu pai seu Antonio Rodrigues da Silva (in memorian), minha amada esposa Valéria Rodrigues de Sousa e meus filhos Luís Gustavo Rodrigues Santos e Ana Luísa Rodrigues Santos por sempre acreditarem e me apoiarem na busca de meus sonhos.

Dedico.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me dar força e coragem para poder superar todos os obstáculos para que eu pudesse concluir mais uma etapa da minha vida.

Aos meus pais por todo apoio durante esses anos de caminhada e por sempre acreditarem que era capaz de chegar até aqui e por todos os ensinamentos que fazem ser quem eu sou.

A minha amada esposa Valéria Rodrigues de Sousa pelo o amor, carinho, paciência e apoio nos momentos difíceis.

A minhas avós por todo o amor e carinho direcionados a mim, amo muito vocês e sempre vou ter em meu coração.

Aos meus tios, seu Francisco Suzano Costa pelos ensinamentos e por sempre me acolher tão bem e em especial dona Eva Santos Costa pelo carinho e por sempre me incentivar e me apoiar nos momentos difíceis, meu muito obrigado, vou sempre lhe considerar como uma segunda mãe.

Aos meus primos Aparecida Santos Costa, Letícia Santos Costa, Tony Santos Costa, Gilson Santos Costa e a todos os meus amados sobrinhos do qual tenho muito carinho.

A minha Comadre e meu afilhado Ítalo por quem tenho grande carinho.

Ao meu orientador Professor Dr. Sérgio Alves de Sousa pela orientação e por todos os ensinamentos transmitidos e acima de tudo pela paciência e comprometimento por minha pessoa.

Ao meu coorientador Professor Esp. Evandro Carlos Fischer pelos ensinamentos e por também ter contribuído para que esse trabalho fosse possível.

Ao IFTO, funcionários e demais professores que tive o prazer de conhecer ao longo do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas, sempre serei grato por tudo a vocês, obrigado pela contribuição de cada um.

A todos os meus amigos que conquistei durante esses anos de IFTO, em especial meus grandes colegas Jorlando Ferreira, Leandro Campos, Valdene Barbosa, Ana Flavia Avelino, Celiane Reis, Rayara Matos, Crislany Neres e aos meus colegas de República Anchieta Raphael Abreu, Wendel Bezerra, Cide Moreira e Walison Lima e a todos aqueles que também contribuíram direta ou indiretamente.

Muito Obrigado!

Os que se encantam com a prática sem a ciência são como os timoneiros que entram no navio sem timão nem bússola, nunca tendo certeza do seu destino.

Leonardo da Vinci

RESUMO

O arranjo populacional inadequado tem influência direta nos componentes morfológicos e de produção do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.), o que pode ser um dos fatores para sua baixa produtividade. Objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar o efeito de diferentes arranjos populacionais sobre um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha) em condição de um Sistema Agroflorestal em fase de implantação no município de Araguatins, Tocantins, para que a partir dos resultados se possa recomendar o correto espaçamento entre linhas e a densidade populacional de plantas ideal para o genótipo avaliado. O experimento foi realizado no setor de fruticultura do IFTO - Campus Araguatins onde foi utilizado o delineamento em blocos ao acaso em esquema fatorial de 4x2 (4 densidades populacionais de plantas e 2 espaçamentos entre fileiras) em um total de 8 tratamentos e 3 repetições. Os espaçamentos entre fileiras utilizados foram 0,6 m e 1,0 m e as densidades populacionais foram de 4, 6, 8 e 10 plantas/m linear. As parcelas foram constituídas por 4 linhas de cultivo de 3 m de comprimento cada. A área útil foi constituída das duas linhas centrais, desconsiderando 0,5 m de cada extremidade da linha de cultivo. As características avaliadas foram dias para florescimento (DF), dias para maturação de vagens (DMV), número de vagens por planta (NVP), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG). Houve interação significativa apenas para o caractere número de vagens por plantas (NVP), onde a combinação entre a menor densidade e o maior espaçamento proporcionou um maior número de vagens. Na análise isolada, o maior espaçamento proporcionou um florescimento e amadurecimento das vagens mais rápido. Já o aumento do número de plantas proporcionou um florescimento mais tardio. A produtividade de grãos sofreu influência direta das densidades testadas, de modo que, houve uma redução da produção à medida que se aumentou o número de plantas. O rendimento do genótipo testado foi bem superior as de outros trabalhos com feijão-caupi o que demonstra o grande potencial do mesmo para a região do bico do papagaio. O mesmo também se adaptou bem ao Sistema Agroflorestal no qual foi implantado.

Palavras-chaves: *Vigna unguiculata*. População de plantas. Produtividade.

ABSTRACT

The inadequate population arrangement has a direct influence on the morphological and production components of cowpea (*Vigna unguiculata* L. Walp.), Which may be one of the factors for its low productivity. The objective of this work was to evaluate the effect of different population arrangements on a local genotype of cowpea (Manteguiinha) in the condition of an Agroforestry System in the implantation phase in the city of Araguatins, Tocantins, so that from the results can recommend the correct line spacing and the ideal plant population density for the evaluated genotype. The experiment was carried out in the fruit growing sector of the IFTO – Campus Araguatins where a randomized complete block design was used in a 4x2 factorial scheme (4 plant densities and 2 row spacings), in a total of 8 treatments and 3 replications. The spacings between rows used were 0.6m and 1.0m and population densities were 4, 6, 8 and 10 plants / linear m. The plots were constituted by 4 crop lines of 3m length each. The useful area consisted of the two central lines, disregarding 0.5m of each end of the cultivation line. The evaluated characteristics were days for flowering (DF), days for pod ripening (DMV), number of pods per plant (NVP), grain index (GI), number of grains per pod (NGV), length of pod (CV), mass of one hundred grains (MCG) and grain yield (PG). There was significant interaction only for the number of pods per plant (NVP), where the combination between the lowest density and the largest spacing provided a larger number of pods. In the isolated analysis, the greater spacing provided a faster flowering and ripening of the pods. Already the increase in the number of plants provided a later flowering. Grain productivity was directly influenced by the densities tested, so that production decreased as the number of plants increased. The yield of the tested genotype was much higher than that of other studies with cowpea, which shows the great potential of the same for the region of bico do papagaio. It also adapted well to the Agroforestry System in which it was implanted.

Keywords: *Vigna unguiculata*. Population of plants. Productivity.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 - Município de Araguatins Tocantins.	13
Figura 2 - Local de implantação do experimento no setor de fruticultura do IFTO, Araguatins, Tocantins, 2017.....	19
Figura 3 - Croqui da área experimental de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), em um Sistema Agroflorestal em implantação, Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.	20
Figura 4 - Precipitação e temperatura referente ao período de desenvolvimento e reprodução de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.....	21
Figura 5 - Número de vagens por planta de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha) em função do espaçamento entre linhas e da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.....	26
Figura 6 - Dias para o florescimento a partir da emergência de um genótipo local de feijão-caupi em função da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.	28
Figura 7 - Produtividade de grãos de um genótipo local de feijão-caupi em função da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.	29
Figura 8 - Índice de grãos de um genótipo local de feijão-caupi em função da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.....	30

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - População de plantas por hectare em função do arranjo populacional de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.	21
Tabela 2 - Dados referentes à irrigação da área experimental de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.....	23
Tabela 3 - Análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), número de vagens por planta (NVP), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.	25
Tabela 4 - Médias de dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha) em função do espaçamento entre linhas, Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.	26

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 Caracterização da região de estudo	13
2.2 Caracterização da cultura.....	14
2.3 Sistemas Agroflorestais (SAFs).....	16
2.4 Arranjos Populacionais	17
3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	19
3.1 Local de implantação do experimento	19
3.2 Delineamento experimental.....	21
3.3 Plantio e tratos culturais	22
3.4 Caracteres analisados	24
3.5 Análise dos dados.....	24
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	32
REFERÊNCIAS.....	33

1 INTRODUÇÃO

O feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L. Walp.) é utilizado de várias formas, mas é comumente aproveitado como grãos secos para o consumo humano (SILVA, 2009). É uma cultura de grande importância para as populações das regiões Norte e Nordeste, principalmente para aquelas mais carentes, pois este constitui-se em uma das principais culturas alimentares dessas populações (BEZERRA et al., 2012).

Segundo dados da CONAB (2017a), no Brasil a safra 2016/2017 de feijão-caupi teve uma estimativa de 725,3 mil toneladas, correspondendo a 21,56% do total de feijão do país. Neste montante, o Nordeste se destaca como a maior região produtora com 426,5 mil toneladas (58,80%). A região Norte representa apenas um pequeno percentual se comparado a produção total do país (10,79%) totalizando 78,3 mil toneladas. O Tocantins aparece como o maior produtor da região Norte com 52 mil toneladas (66,41%), porém, em relação à produção nacional o estado é responsável apenas por 7,16%.

A produção de feijão-caupi vem principalmente da agricultura familiar, mas recentemente tem despertado o interesse de grandes agricultores. Freire Filho et al. (2011) destacam que seu cultivo vem se expandindo para a região dos Cerrados onde é incorporado aos arranjos produtivos após as culturas da soja e do arroz como safrinha ou, em alguns locais, até mesmo como a cultura principal.

Neste cenário de crescimento uma alternativa de enorme potencial aos agricultores familiares é a utilização do feijão-caupi em Sistemas Agroflorestais (SAFs), pois esse tipo de sistema permite melhor aproveitamento dos recursos disponíveis e conseqüentemente um maior ganho econômico, visto que, trata-se de um sistema onde na mesma área são combinadas culturas anuais com árvores e/ou animais (IASEB, 2009).

Embora a cultura apresente toda essa importância e crescente evolução, as produtividades obtidas em todos os sistemas de cultivo, seja convencional (monocultivos) ou em Sistemas Agroflorestais, ainda são consideradas baixas. Além do potencial genético pouco explorado, a baixa produtividade do feijão-caupi também pode estar associada à práticas tradicionais de cultivo como o arranjo populacional inadequado. Segundo Santos (2014) o arranjo populacional de plantas tem influência direta na morfofisiologia, nos componentes de produção e no rendimento do feijão-caupi. Trabalhos feitos por Busanello et al. (2013) e Takasu et

al. (2014) também mostraram que os diferentes arranjos populacionais possuem influência nos caracteres agronômicos de culturas como milho e soja.

Observa-se desta forma que existem diversos trabalhos em relação a determinação do arranjo populacional adequado em diferentes culturas como soja, milho, feijão, sorgo (BUSO et al., 2012; SANTOS et al., 2013b; BALBINOT JÚNIOR et al., 2015; SILVA et al., 2017), porém, esse tipo de estudo ainda é incipiente para a cultura do feijão-caupi, principalmente na região do extremo Norte do Tocantins, onde não há registro de estudo nesse sentido. Diante desta carência de informações sobre recomendações de arranjo populacional adequado para a cultura do feijão-caupi, é de fundamental importância a realização de estudos, que sirvam de referência para os produtores locais.

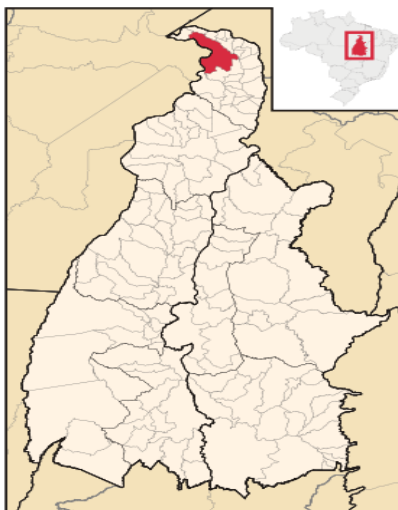
Desta forma, objetivou-se com a realização deste trabalho avaliar o efeito de diferentes arranjos populacionais sobre um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha) em condição de um Sistema Agroflorestal em fase de implantação no município de Araguatins, Tocantins, para que a partir dos resultados se possa recomendar o correto espaçamento entre linhas e a densidade populacional de plantas ideal para o genótipo avaliado.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Caracterização da região de estudo

Araguatins está localizada no extremo Norte do Tocantins em uma região conhecida como Bico do Papagaio que abrange 25 municípios (Figura 1). Apresenta clima do tipo Aw (tropical) segundo a classificação de Köppen, com chuvas no verão e inverno seco. A pluviosidade média anual é de 1675 mm, sendo o mês de julho o mais seco com média de apenas 16 mm de precipitação e março o mais chuvoso, com média de 304 mm. A temperatura média é de 26.4 °C, sendo setembro o mês mais quente do ano com uma temperatura média de 26.9 °C (KOPPEN, 1948; CLIMATE-DATA.ORG, 2017).

Figura 1 - Município de Araguatins Tocantins.



Fonte: Câmara Municipal de Araguatins (2018).

Os principais tipos de solos predominantes na região do Bico do Papagaio são os Latossolos Vermelho-Amarelos e os Neossolos Quartzarênicos que ocupam aproximadamente 60% da área e predominam nas zonas de relevo plano e suave ondulado, além dos Podzólicos Vermelho-Amarelos e Cambissolos que ocupam em torno de 40% da área e aparecem nos locais de relevo mais acidentado (LIMA, 1999).

O estado do Tocantins possui como principais atividades econômicas a agricultura e a pecuária, com muitas cadeias produtivas. Esses setores possuem como grande destaque a bovinocultura e à produção de grãos (DANTAS, 2015). Na

região do Bico do Papagaio ganha destaque a pecuária como principal atividade econômica, no entanto, a agricultura familiar também é bastante praticada, principalmente nos vários assentamentos espalhados pela região. Nesses locais o feijão-caupi é uma das principais culturas produzidas.

A produção de feijão-caupi na região do Bico do Papagaio é oriunda principalmente de pequenos agricultores que na sua grande parte o cultivam para sua própria subsistência. Segundo dados da CONAB (2017b) a produção nessa região é estimada em 2,9 mil toneladas, representando 5,57% de todo o feijão-caupi produzido no Estado, uma produção considerada baixa se comparada a outras regiões do país.

2.2 Caracterização da cultura

O feijão-caupi é uma dicotiledônea pertencente ao filo Magnoliophyta, à classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabacea, gênero *Vigna* e espécie *Vigna unguiculata* (L.) Walp. (EMBRAPA, 2007). Provavelmente tem origem no continente africano, tanto que as formas selvagens não são encontradas fora da África. No Brasil teria sido introduzido inicialmente pela Bahia e depois foi se disseminando por todo o País (FREIRE FILHO, 1988; FREIRE FILHO et al., 2011).

Apresenta um ciclo que varia dependendo da cultivar. Seu ciclo pode ser classificado como superprecoce (onde sua maturação ocorre até os 60 dias), precoce (entre 61 e 70 dias), médio (entre 71 e 90 dias), médio-precoce (entre 71 e 80 dias), médio-tardio (entre 81 e 90 dias) e tardio (a partir de 91 dias após a semeadura). Seu florescimento é atingindo em torno de 30 dias após a germinação, podendo até levar mais tempo dependendo da cultivar (FREIRE FILHO et al., 2005).

Dependendo da região do país, o feijão-caupi pode ser conhecido por diferentes nomes populares como feijão-de-corda, feijão-de-praia, feijão-da-estrada, feijão-de-rama, feijão-fradinho ou feijão macáassar, entre outros (NEVES et al., 2011).

Trata-se de uma espécie com alto valor nutritivo e desta forma constitui a alimentação básica de populações de baixa renda principalmente do Norte e Nordeste brasileiro sendo uma excelente fonte de proteínas, aminoácidos, carboidratos, vitaminas e minerais, além de possuir grande quantidade de fibras, gorduras e não conter colesterol (ANDRADE JUNIOR et al., 2002).

A produção de feijão-caupi no mundo no ano de 2016 segundo estimativas da FAO foi superior a 6,9 milhões de toneladas em uma área de aproximadamente 12,3 milhões de hectares, sendo o continente africano o maior produtor responsável por 96,4% desse total (FAO, 2016). No Brasil atualmente a maior produtora e consumidora de feijão-caupi é a região Nordeste (EMBRAPA, 2016). A região teve uma produção estimada para safra 2016/2017 em torno de 426,5 mil toneladas em uma área de 1,1 milhões de hectares. Já a região Norte teve uma produção estimada em 78,3 mil toneladas com destaque para o Tocantins como maior produtor com cerca de 52 mil toneladas (CONAB, 2017a).

O feijão-caupi é muito cultivado na agricultura familiar, porém, seu cultivo vem crescendo cada dia mais graças aos avanços nos programas de melhoramento genético e o surgimento de novas cultivares. Sua produção, que se concentra nas regiões Norte e Nordeste, vem se expandindo para a região Centro-Oeste, principalmente para o Estado do Mato Grosso (FREIRE FILHO et al., 2011).

Apesar dos avanços e surgimento de novas cultivares cada vez mais competitivas, a produtividade do feijão-caupi no Brasil ainda é muito baixa devido a falta de adoção de tecnologias adequadas nos cultivos (ALMEIDA, 2014). Isso pode ser observado no estado do Mato Grosso que apesar de não possuir a maior área colhida apresenta a maior produção devido ao emprego de tecnologias adequadas, diferente de outros estados como o Ceará e o Piauí que possuem as maiores áreas colhidas, porém, as menores produções (EMBRAPA, 2016).

A cultura do feijão-caupi necessita de algumas exigências em relação a fatores climáticos, tipo de solo e épocas de plantio. A região de cultivo precisa ter uma precipitação mínima de 300 mm. A faixa de temperatura ideal para o desenvolvimento da cultura é de 18 a 34°C. Pode ser cultivado em quase todos os tipos de solos, merecendo destaque os Latossolos Amarelos, Latossolos Vermelho-Amarelos, Argissolos Vermelho-Amarelos e Neossolos Flúvicos. De um modo geral, desenvolve-se em solos com regular teor de matéria orgânica, soltos, leves e profundos, arejados e dotados de média a alta fertilidade. Para solos com baixo teor de fertilidade é necessário que se faça a adubação conforme exigência da cultura (ANDRADE JUNIOR et al., 2002).

A época de plantio considerada ideal para as variedades de feijão-caupi é a metade do período chuvoso de cada região para as variedades de ciclo médio (71 a 90 dias) e dois meses antes de terminar o período chuvoso para as variedades de

ciclo superprecoce (55 a 60 dias). Com isto evita-se que a colheita seja feita em períodos com maior probabilidade de ocorrência de chuvas. O plantio pode ocorrer em áreas preparadas convencionalmente, em áreas preparadas sob cultivo mínimo (reduzido) e sob sistema de plantio direto que é um sistema de implantação de cultura em solo não revolvido e protegido por cobertura morta (ANDRADE JUNIOR et al., 2002).

Outro tipo de sistema que pode ser implementado com a cultura do feijão-caupi são os Sistemas Agroflorestais (SAFs) que são sistemas que combinam a integração de culturas agrícolas com árvores e animais, numa dinâmica ecológica e gestão dos recursos naturais que diversificam e sustentam a produção com maiores benefícios socioeconômicos e ambientais para todos aqueles que usam o solo em diferentes escalas (MICCOLIS et al., 2016).

2.3 Sistemas Agroflorestais (SAFs)

De um modo simples pode-se dizer que os Sistemas Agroflorestais são sistemas de produção agrícola que combinam cultivos anuais e outras plantas com árvores e/ou animais, cultivadas em uma mesma área fazendo assim com que haja um melhor aproveitamento dos recursos disponíveis (CENTRO ECOLÓGICO, 2014).

Esse tipo de sistema onde são utilizadas diversas espécies vegetais em um mesmo lugar ajuda a recuperar solos degradados e favorece o desenvolvimento das plantações. Isso acontece porque vegetais de espécies distintas utilizam diferentes tipos de nutrientes do solo e fornecem matérias orgânicas diversas. Assim, o que é mais consumido por um tipo de vegetal é compensado pelo outro, criando uma troca entre eles e assim se tem um melhor aproveitamento dos recursos naturais sem prejudicar tanto o meio ambiente como é o caso dos sistemas de monocultivos convencionais (IASEB, 2009).

Os Sistemas Agroflorestais enfrentam grandes barreiras e limitações que impede com que técnicos e agricultores familiares utilizem esse tipo de sistema. Algumas destas dificuldades são: baixo acesso a informação; baixa disponibilidade de mão de obra; fatores limitantes do meio físico; baixo acesso a insumos; falta de planejamento adequado do Sistema Agroflorestal e limitações financeiras. Por outro lado, esse tipo de Sistema possui inúmeras vantagens como, por exemplo, podem ajudar a proteger e alimentar a biodiversidade, minimizar os efeitos das mudanças

climáticas, controle da erosão e do assoreamento, ciclagem de nutrientes, aumentando assim a fertilidade do solo, melhorando suas propriedades físicas, biológicas e químicas (MICCOLIS et al., 2016).

Analisando o comportamento do cultivo de feijão-caupi e milho em um Sistema Agroflorestal no Estado do Tocantins, Silva (2011) observou que a produtividade obtida pelo feijão-caupi foi superior à média nacional, demonstrando ser uma opção viável de agroecossistema produtivo com bases agroecológicas.

Os Sistemas Agroflorestais, portanto, se mostram bastantes viáveis para a região do bico do papagaio, visto que, a produção agrícola e em especial a do feijão-caupi é bem baixa, o que permitirá uma melhor utilização das áreas plantadas e conseqüentemente um aumento no ganho econômico. No entanto, deve-se sempre levar em consideração um planejamento de acordo com cada situação e objetivos que se quer alcançar evitando-se assim eventuais prejuízos. Por tanto, deve-se manejá-lo e conduzi-lo, sempre levando em conta os hábitos de crescimento e necessidade de insolação que cada planta precisa para seu desenvolvimento e produção (IASEB, 2009).

2.4 Arranjos Populacionais

O Arranjo Populacional é a combinação de espaçamentos e densidades de plantas, ou seja, é a forma como as plantas estão distribuídas na área, o espaçamento entre linhas e a distribuição de plantas na linha. A adequada combinação desses fatores proporciona uma distribuição mais uniforme das plantas na linha de semeadura, possibilitando melhor utilização da luz, água e nutrientes (ASSIS, 2014).

O espaçamento entre linhas e a densidade populacional de plantas por metro linear tem grande influência nos caracteres de produção do feijoeiro. Trabalhos realizados por Bezerra et. al. (2008) e por Santos et. al. (2013b) demonstraram que a diminuição do espaçamento entre linhas e o aumento da densidade populacional afetaram significativamente os caracteres de produção da cultura de feijão estudada.

A população é um fator determinante para o arranjo das plantas no ambiente de produção e influencia no seu crescimento. Dessa forma, a melhor população de plantas deve possibilitar além de alta produtividade agrícola, altura de

planta e de inserção de primeira vagem adequada à colheita mecanizada e plantas que não acamem (BERBERT; HAMAWAKI, 2008)

Silva et al. (2008) afirmam que a implantação correta e o uso de maiores populações de plantas proporcionam ao produtor rural a maximização do rendimento de grãos e dos lucros com a cultura do milho. O mesmo foi observado por Cruz et al. (2016) em trabalhos com soja, onde a produtividade aumenta a medida que utiliza-se uma maior densidade populacional de plantas.

Desta forma, para uma certa condição de solo, clima, variedade e tratamentos culturais, há um número ideal de plantas por unidade de área para se alcançar a produtividade máxima. Por tanto, dependendo da cultura, a escassez ou excesso de plantas irá afetar direta e negativamente a produção desejada, o que nesse caso pode gerar prejuízo para o produtor (ANDRADE JUNIOR et. al., 2002).

3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Local de implantação do experimento

O estudo foi realizado no período da entressafra de 2017, entre os meses de junho e setembro. O experimento foi implantado no Setor de Fruticultura do Instituto Federal do Tocantins, *Campus* de Araguatins, situado na região do Bico do Papagaio no extremo norte do Tocantins. A área do experimento (Figura 2) está localizada na latitude 5°38'54.5"S e longitude 48°04'34.7"W com 116m de altitude (MAPCOORDINATES.ORG, 2018).

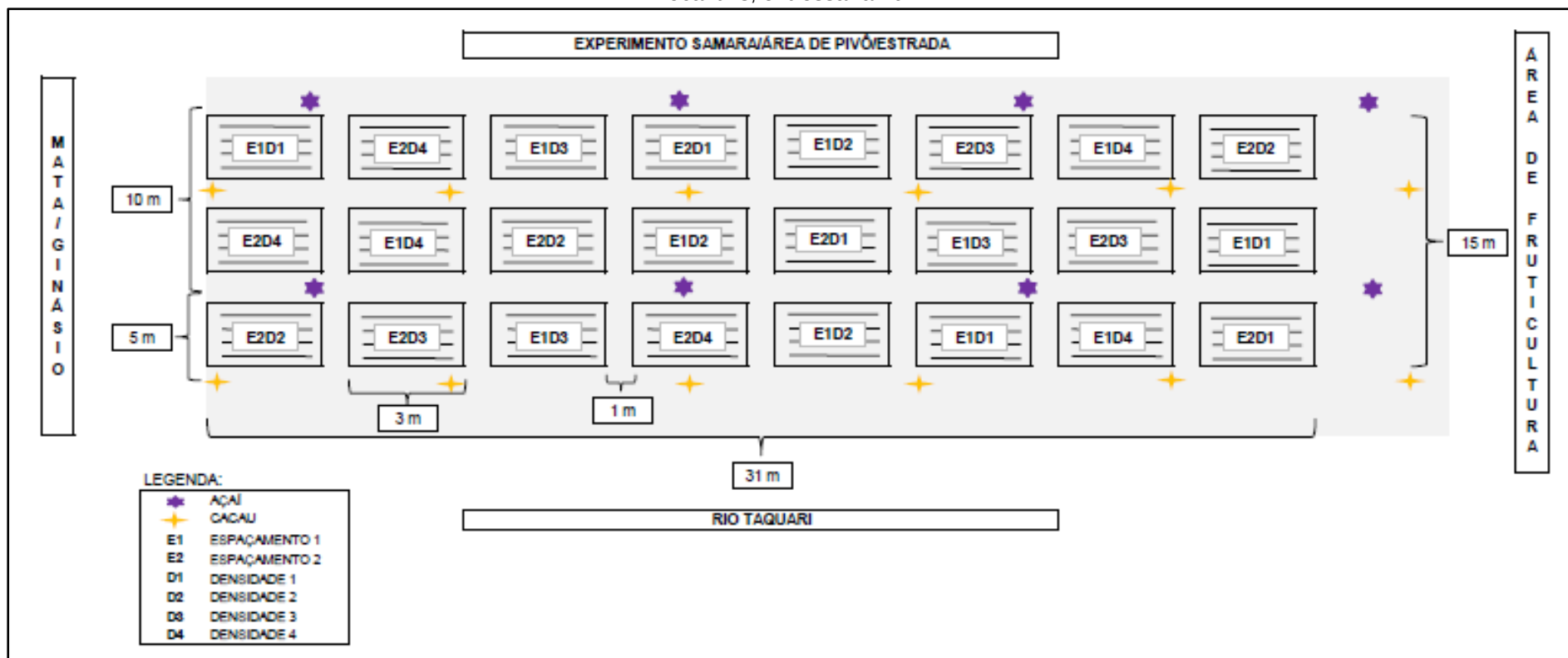
Figura 2 - Local de implantação do experimento no setor de fruticultura do IFTO, Araguatins, Tocantins, 2017.



Fonte: Google Maps (2018).

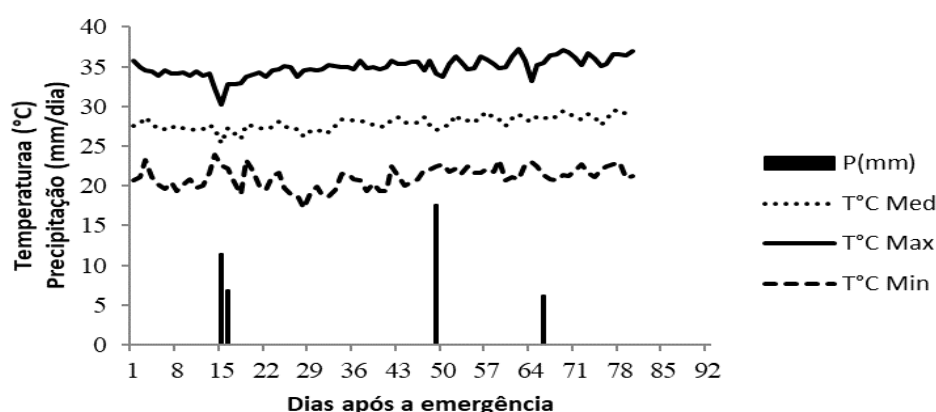
O experimento foi conduzido em uma área onde se encontra um Sistema Agroflorestal (SAF) com 3 (três) anos de implantação (Figura 3), constituído por fileiras de açaí, com altura média de 56,08 cm, espaçadas entre si por 10 m e fileiras de cacau, com altura média de 23,75 cm, distantes das fileiras de açaí por 5 m. As linhas de cultivo do feijão-caupi foram plantadas no espaço livre entre as fileiras de açaí e cacau em uma área que totaliza 465 m².

Figura 3 - Croqui da área experimental de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), em um Sistema Agroflorestal em implantação, Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.



Na Figura 4 estão os dados climatológicos referentes à precipitação e temperatura durante o período de desenvolvimento e reprodução do genótipo de feijão-caupi utilizado no experimento.

Figura 4 - Precipitação e temperatura referente ao período de desenvolvimento e reprodução de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.



Fonte: INMET (2017).

3.2 Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso em esquema fatorial de 4x2 (4 densidades populacionais de plantas e 2 espaçamentos entre fileiras), em um total de 8 tratamentos e 3 repetições. Os espaçamentos entre fileiras utilizados foram 0,6 m e 1,0 m e as densidades populacionais foram de 4, 6, 8 e 10 plantas/m linear, que correspondem às populações de plantas por hectare mostradas na Tabela 1.

Tabela 1 - População de plantas por hectare em função do arranjo populacional de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.

Espaçamentos	Densidades de Plantas (m^{-1})			
	4	6	8	10
0,60 m	66.666	100.000	133.333	166.666
1,00 m	40.000	60.000	80.000	100.000

Estes arranjos foram escolhidos levando em consideração recomendações para o cultivo de feijão-caupi, tanto de cultivares modernas como rústicas que é o caso do genótipo Manteguinha que foi utilizado. As unidades experimentais foram constituídas por 4 linhas de cultivo de 3 m de comprimento

cada. A área útil foi constituída das duas linhas centrais, desconsiderando 0,5 m de cada extremidade da linha de cultivo.

O genótipo utilizado é conhecido regionalmente como Manteguinha e foi escolhido por ser bastante cultivado na região. As sementes foram adquiridas no comércio local.

3.3 Plantio e tratos culturais

O preparo do solo foi realizado com duas gradagens. Antes da implantação do experimento foi feito uma análise de solo para identificar as possíveis necessidades de nutrientes para a cultura. Para esta análise foram coletadas amostras de solo na profundidade de 0 - 20 cm em diferentes pontos da área utilizada. A análise do solo indicou os valores de pH em H₂O= 5,5; P (Mehlich)= 3,96 mg dm⁻³; K= 64 mg dm⁻³; Ca= 2,2 cmol_c dm⁻³; Mg= 1 cmol_c dm⁻³; Al= 0,3 cmol_c dm⁻³; H+Al= 0,83 cmol_c dm⁻³; S= 3,36 cmol_c dm⁻³; T= 4,19 cmol_c dm⁻³; V= 80,30%; M.O (%)= 1,19; areia= 57,37%; argila= 18,84% e silte= 23,79%.

A recomendação de adubação foi realizada de acordo com as características físicas e químicas do solo e seguindo recomendações para a cultura (MELO et al., 2005). No plantio, foram aplicados no sulco 200 kg ha⁻¹ de adubo formulado 4 – 30 – 10 (NPK) que equivale a 8 kg ha⁻¹ de N, 60 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 20 kg ha⁻¹ de K₂O. Na adubação de cobertura aos 20 dias após a emergência (DAE) foram aplicados 12 kg ha⁻¹ de N que correspondeu a 27 kg ha⁻¹ de uréia.

O plantio foi feito de forma manual no dia 13 de Junho de 2017 utilizando-se enxadas para abrir os sulcos além de barbantes e estacas de madeira para marcação. Foi utilizado também uma régua de madeira para auxiliar na disposição do número adequado de plantas por metro linear que se desejava obter em cada tratamento. A semeadura foi realizada com um número excedente de sementes, sendo distribuídas 2 sementes por cova e 12 dias após a emergência foi realizado um desbaste deixando-se apenas uma planta em cada cova para que se obtivesse exatamente o número de plantas desejado em cada densidade testada.

O controle de plantas daninhas foi realizado manualmente através de capinas utilizando enxadas. Já o controle de pragas foi realizado por meio de inseticidas do grupo Piretróide (deltametrina) na dosagem de 30 ml/100 L de água e outro do grupo Neonicotinóide (Imidacloprido) na dosagem de 360 g ha⁻¹.

O sistema de irrigação utilizado foi o de gotejamento. Foram utilizadas fitas de gotejamento da marca comercial Amanco. O modelo utilizado apresenta espaçamento entre gotejadores de 20 cm e vazão média de 1,4 litros/hora à 6 mca de pressão. O espaçamento entre linhas foi de 50 cm, com o propósito de irrigar a área total e assim evitar que o sistema de irrigação fosse responsável por variação nas características avaliadas entre os tratamentos do experimento.

Para obtenção da Evapotranspiração de referência (Eto) foi adotada a equação de Ivanov, descrito por Jensen (1973), e considerada adequada para a região de Palmas -TO, por apresentar dados semelhantes aos obtidos pela equação de Thornthwaite (1948) para a mesma região (NUNES et al., 2011). Os dados climáticos de temperatura e umidade relativa do ar (UR) foram obtidos do Instituto Nacional de Meteorologia – INMET, disponibilizado on-line para a estação automática de Araguatins (INMET, 2017).

A lâmina de irrigação praticada na área foi baseada na Evapotranspiração da cultura (ETc), para isso, levou-se em consideração valores de coeficiente da cultura (Kc) equivalentes aos encontrados por Farias et al. (2017) para a região nordeste do estado do Pará que apresenta clima amazônico parecido com o de Araguatins. Esses valores de Kc, ainda, são equivalentes aos valores encontrados por Bastos et al. (2008) no Estado do Piauí.

A irrigação foi ajustada para 4 fases de desenvolvimento da cultura. A lâmina de água aplicada não variou entre os tratamentos e totalizou 575 mm para o ciclo completo da cultura. Na Tabela 2 estão os dados referentes à irrigação.

Tabela 2 - Dados referentes à irrigação da área experimental de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.

Estádios Fenológicos	Duração dias	ETo mm	Kc	ETc mm	Tempo de Irrigação min/dia	Lâmina Bruta Total mm
I – Inicial	15	99	0,8	79,2	24	90
II - Crescimento	25	207,5	0,88	182,6	33	206
III – Reprodutivo	14	100,8	1,2	120,96	42	147
IV – Maturação	16	123,2	0,9	110,88	33	132
TOTAL	70	530,5				575

3.4 Caracteres analisados

As características analisadas foram:

- a) Dias para o florescimento (DF) – dias contados da emergência até a emissão de flores de mais de 50% das plantas da parcela;
- b) Dias para a maturação das vagens (DMV) – dias contados da emergência até o aparecimento de mais de 50% de vagens maduras na parcela;
- c) Número de vagens por planta (NVP) – obtido pela contagem do número total de vagens da unidade experimental e dividido pela quantidade de plantas na mesma;
- d) Índice de grãos (IG) – obtido pela fórmula $IG = ((MG20V/20)/(M20V/20) \times 100)$, sendo MG20V referente à massa de grãos de 20 vagens e M20V referente à massa das 20 vagens;
- e) Número de grãos por vagem (NGV) – obtido pela contagem do número total de grãos oriundos de 20 vagens escolhidas aleatoriamente e dividindo o resultado pelo número total de vagens;
- f) Comprimento de vagens (CV) – obtido pela mensuração do comprimento de cada uma das 20 vagens selecionadas aleatoriamente e dividindo o total pelo número de vagens utilizadas;
- g) Massa de cem grãos (MCG) - tomando-se cem grãos da área útil, pesando e corrigindo a umidade para 13% e;
- h) Produtividade de grãos (PG) – mensuração da massa de grãos da área útil em $kg\ ha^{-1}$ com correção da umidade para 13%.

3.5 Análise dos dados

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância, com aplicação do teste F. Para as comparações entre as médias dos tratamentos foi utilizado o teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Para o fator densidade de plantas foi realizado a análise de regressão. As análises foram realizadas com a utilização do aplicativo computacional SISVAR (FERREIRA, 2011).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 é apresentado o resumo da análise de variância para as características avaliadas. Na análise, verificou-se que houve interação significativa ($P \leq 0,01$) pelo teste F entre os fatores apenas para o caractere número de vagens por planta (NVP), indicando que houve influência de forma diferenciada entre os fatores para a referida característica.

Os coeficientes de variação observados variaram de 1,07% a 9,07% (Tabela 3), o que de acordo com Pimentel-Gomes (2009) indica boa precisão experimental. Esses valores são parecidos com os obtidos por Santos (2014) que também avaliou o efeito de arranjos populacionais sobre três cultivares de feijão-caupi e observou coeficientes variando de baixos a médios.

Tabela 3 - Análise de variância para as características dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), número de vagens por planta (NVP), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha), Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.

F.V.	Quadrado Médio								
	GL	DF	DMV	NVP	IG	NGV	CV	MCG	PG
Bloco	2	25,54*	20,04**	44,07**	0,53 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,17 ^{ns}	313730,50*
Densid. (D)	3	15,81*	1,66 ^{ns}	763,68**	2,23 ^{ns}	0,34 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,10 ^{ns}	215862,10*
Espaç. (E)	1	26,04*	8,16*	943,00**	1,67 ^{ns}	0,20 ^{ns}	0,32 ^{ns}	0,11 ^{ns}	127487,52 ^{ns}
D x E	3	1,37 ^{ns}	0,72 ^{ns}	156,98**	0,64 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,42 ^{ns}	69824,77 ^{ns}
Resíduo	14	4,73	1,70	3,54	0,69	0,36	0,18	0,25	61980,89
Média		48,04	69,16	24,97	77,77	15,60	13,67	11,11	2743,58
C.V. (%)		4,53	1,89	7,54	1,07	3,86	3,11	4,56	9,07

^{ns} não significativo; ** significativo para $p \leq 0,01$; * significativo para $p \leq 0,05$ pelo teste F.

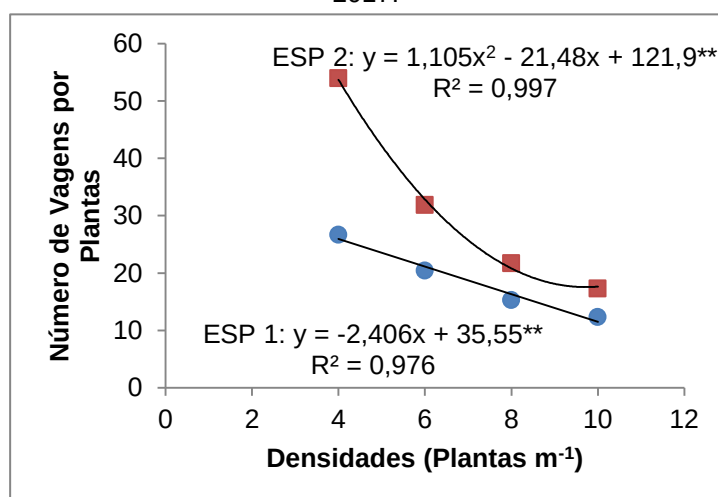
Em função da significância da interação entre os fatores (densidade X espaçamento) para a característica número de vagens por planta, foi realizado o desdobramento de um fator dentro do outro somente para esta característica.

A análise da interação entre a densidade e o espaçamento mostra que as plantas dentro do espaçamento 1,0 m obtiveram um maior número de vagens que as do espaçamento 0,6 m em cada densidade utilizada (Figura 5), o que corrobora com os resultados encontrados por Drehmer (2015) que avaliou o efeito de 5 populações de plantas e 2 espaçamentos sobre duas cultivares de feijão-caupi.

Houve um efeito linear decrescente no número de vagens das plantas dentro do espaçamento 0,6 m a medida que se aumentou a densidade, enquanto que para o espaçamento 1,0 m houve um efeito quadrático decrescente. Ficou

evidente que à medida que se aumenta a densidade ocorre uma redução do número de vagens em ambos os espaçamentos. Desta forma, o maior número de vagens foi obtido com o espaçamento de 1,0 m entre linhas e densidade de 4 plantas por metro linear (40.000 plantas ha⁻¹), totalizando 54 vagens por planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Bezerra et al. (2012), Cardoso et al. (2013) e Santos (2013a) avaliando o comportamento de cultivares de feijão-caupi em função de densidades de plantas diferentes, o que segundo os autores pode ter ocorrido pelo fato de que o aumento no número de plantas provoca uma maior competição intraespecífica e em decorrência desta, provavelmente ocorre o abortamento e diminuição no vingamento das flores.

Figura 5 - Número de vagens por planta de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha) em função do espaçamento entre linhas e da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.



Para os caracteres que a interação não foi significativa os fatores foram analisados de forma isolada. As características dias para o florescimento (DF) e dias para maturação das vagens (DMV) foram as únicas que apresentaram efeito significativo para o fator espaçamento. Na Tabela 4 são apresentadas as médias das características analisadas dentro deste fator.

Tabela 4 - Médias de dias para o florescimento (DF), dias para maturação das vagens (DMV), índice de grãos (IG), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagens (CV), massa de cem grãos (MCG) e produtividade de grãos (PG) de um genótipo local de feijão-caupi (Manteguinha) em função do espaçamento entre linhas, Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.

ESPAÇAMENTO	DF	DMV	IG (%)	NGV	CV (cm)	MCG (g)	PG (kg/ha)
0,6 m	49,08 b	69,75 b	77,51 a	15,51 a	13,55 a	11,04 a	2670,697 a
1,0 m	47,00 a	68,58 a	78,04 a	15,70 a	13,79 a	11,18 a	2816,464 a

Médias seguidas das mesmas letras na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

Para o caractere dias para o florescimento observa-se que à medida que se aumentou o espaçamento entre linhas de cultivo as plantas atingiram mais rápido o florescimento. As plantas dentro do espaçamento 0,6 m demoraram em média 49 dias para atingir seu florescimento enquanto que no espaçamento 1,0 m demoraram em média 47 dias. Santos (2014) obteve resultados diferentes onde o menor espaçamento proporcionou um florescimento mais rápido.

O mesmo foi observado para a característica dias para maturação das vagens (DMV) onde o maior espaçamento resultou no amadurecimento mais rápido das vagens. As plantas dentro do espaçamento 0,6 m demoraram em média 69 dias para atingir a maturação das vagens, já as plantas dentro do espaçamento 1,0 m demoraram em média 68 dias. Esses resultados são parecidos com os encontrados por Brito (2014) ao analisar o comportamento de cultivares de feijão-caupi a diferentes densidades de plantas. Esses resultados, no entanto são diferentes do esperado visto que o menor espaçamento é que deveria induzir a planta a florescer e conseqüentemente atingir seu estágio de maturação das vagens mais rápido devido à maior competição intraespecífica provocada pelo maior número de plantas, pois este é um comportamento normal das mesmas que em situações de estresse visam uma reprodução mais rápida.

Os valores para índice de grãos (IG) não mostraram diferença significativa. As plantas dentro do espaçamento 0,60 m obtiveram uma média de 77,51% enquanto que a média do espaçamento 1,0 m foi de 78,04%. Estes valores são próximos aos encontrados por Silva e Neves (2011) que obtiveram uma média de 79,5% ao avaliarem 20 genótipos de feijão-caupi em sistema irrigado. Os valores observados no presente estudo indicam eficiência da cultura no direcionamento de fotoassimilados para as vagens (SOUSA, 2016).

Para o número de grãos por vagem (NGV) as médias foram de 15,51 no espaçamento 0,6 m e de 15,70 grãos por vagem no espaçamento 1,0 m, não diferindo estatisticamente entre si. Estes valores são superiores aos encontrados por Brito (2014) ao avaliar o comportamento de cultivares de feijão-caupi à diferentes densidades de plantas. As médias do caractere comprimento de vagem (CV) também não diferiram entre si, sendo de 13,55 cm para o espaçamento 0,6 m e de 13,79 cm no espaçamento 1,0 m, o que de acordo com Oliveira et al. (2015) está abaixo do padrão comercial que é de 20 cm. Para amassa de cem grãos (MCG) não foi observado diferenças estatísticas entre os espaçamentos, que obtiveram médias

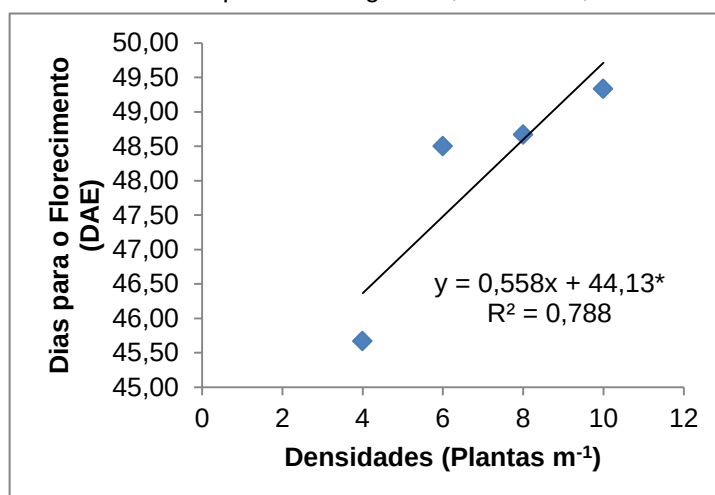
de 11,04 g no espaçamento 0,6 m e de 11,18 g no espaçamento 1,0 m, abaixo da média encontrada por Silva e Neves (2011); Locatelli et al. (2014) e Santos et al. (2017). No entanto, esses valores menores podem estar associados a características genéticas do genótipo utilizado, uma vez que trata-se de um genótipo com grãos pequenos.

Para a produtividade de grãos os resultados não diferem estatisticamente entre os espaçamentos testados. O espaçamento 0,6 m apresentou uma média de 2670,69 kg ha⁻¹, enquanto que o espaçamento 1,0 m apresentou uma média de 2816,46 kg ha⁻¹. As produtividades obtidas foram superiores a média de produtividade de feijão-caupi do estado do Tocantins que é de 1265 kg ha⁻¹ (CONAB, 2017a).

Para o fator densidade, a análise de variância encontrou resultados estatisticamente significativos para os caracteres dias para o florescimento (DF), número de vagens por planta (NVP) e produtividade de grãos (PG).

A análise de regressão demonstrou que houve efeito significativo linear crescente para a característica dias para o florescimento (DF) (Figura 6). Observa-se que à medida que se aumentou a densidade de 4 para 10 plantas, houve um aumento de aproximadamente 4 dias para que a mesma atingisse seu florescimento.

Figura 6 - Dias para o florescimento a partir da emergência de um genótipo local de feijão-caupi em função da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.

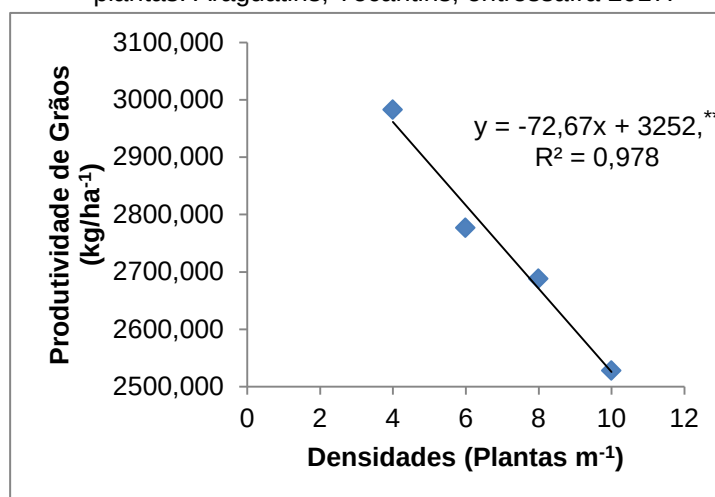


Assim como nos resultados anteriores para o fator espaçamento estes foram diferentes do esperado visto que a planta tende a atingir seu florescimento mais rápido quando submetida a uma maior competição intraespecífica. Já Brito (2014)

não encontrou resultados significativos para o fator densidade, atribuindo os resultados ao fato de que o número de dias para o florescimento depende mais das características genéticas inerentes a cada cultivar.

Para a produtividade de grãos (PG) observou-se efeitos lineares decrescentes (Figura 7) à medida que se aumentou o número de plantas na linha de semeadura, demonstrando assim que a densidade tem influência direta sobre a produtividade. Houve uma redução de 15,25% da produção com o aumento da densidade de 4 para 10 plantas por metro linear. O melhor rendimento foi alcançado com a densidade de 4 plantas que atingiu uma produtividade de 2982,43 kg ha⁻¹.

Figura 7 - Produtividade de grãos de um genótipo local de feijão-caupi em função da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.



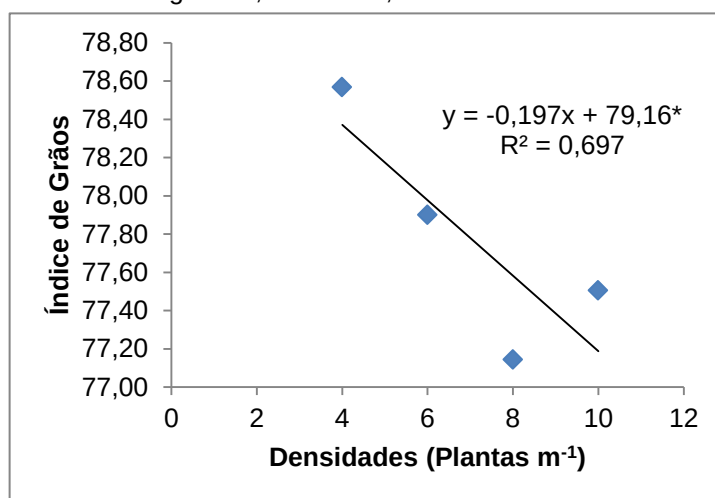
Comportamento semelhante foi observado por Bezerra et al. (2012), que ao avaliar o comportamento de uma cultivar de feijão-caupi sob diferentes densidades observou uma redução da produtividade com o aumento no número de plantas o que segundo o mesmo, pode ter sido influenciado pela competição intraespecífica. A produtividade do genótipo testado foi superior aos encontrados por Santos (2014) em trabalhos com feijão-caupi em dois sistemas de plantio (vazia irrigado e cerrado) e Locatelli et al. (2014) no sistema irrigado em Cerrado.

Os resultados de produtividade obtidos também são superiores a média de produtividade de feijão-caupi do estado do Tocantins que é de 1265 kg ha⁻¹ e principalmente da média nacional que é de 522 kg ha⁻¹ para safra 2016/2017 (CONAB, 2017a). Estes resultados demonstram o potencial do genótipo utilizado desde que seja adotado o arranjo populacional adequado. Os resultados também mostram que o genótipo se adapta bem ao sistema agroflorestal ao qual o mesmo

foi implantado e que as plantas que integram o sistema não influenciaram o desenvolvimento do feijão, muito talvez pelo fato das mesmas ainda se encontrarem em um porte pequeno com médias de 56,08 cm para as plantas de açaí e de 23,75 cm para as de Cacau.

A análise de regressão para o fator densidade de plantas identificou efeito linear decrescente (Figura 8) indicando que o aumento do número de plantas provoca uma diminuição do caractere índice de grãos, o que indica uma tendência de índices de grãos baixos se as populações de plantas forem muito altas. No entanto, os valores variaram entre 78,56% e 77,14 e são parecidos com os resultados encontrados por Silva e Neves (2011) ao avaliarem 20 genótipos de feijão-caupi em sistema irrigado. O valor máximo foi obtido com a densidade de 4 plantas por metro linear (78,56%).

Figura 8 - Índice de grãos de um genótipo local de feijão-caupi em função da densidade de plantas. Araguatins, Tocantins, entressafra 2017.



A análise de regressão não identificou efeitos lineares em todos os modelos testados para o caractere dias para maturação de vagens (DMV), número de grãos por vagem (NGV), comprimento de vagem (CV) e massa de cem grãos (MCG). Os valores de dias para maturação (DMV) variaram entre 69,83 a 68,66 dias entre as densidades, ou seja, uma variação baixa. De acordo com Freire Filho et al. (2005) esses valores indicam que o genótipo possui um ciclo precoce o que diminui o tempo da mesma no campo e assim sua exposição a problemas com pragas e doenças.

Para o número de grãos por vagem (NGV) os valores tiveram uma média de 15 grãos, variando muito pouco dentro das densidades. O comprimento de vagem (CV) também teve uma variação baixa obtendo uma média de 13 cm. O mesmo foi observado para a massa de cem grãos (MCG) que teve uma média de 11 g. Os resultados para esses valores corroboram com os encontrados por Santos (2013a) para as mesmas características ao avaliar a resposta do feijão-caupi a diferentes densidades no agreste paraibano onde o mesmo também não encontrou resultados significativos para o fator densidade.

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A menor densidade de plantas (4 plantas m^{-1}) dentro do maior espaçamento (1,0 m) proporcionou o maior número de vagens por plantas sendo esta a melhor combinação do arranjo populacional para a característica.

O maior espaçamento (1,0 m) proporcionou um florescimento e amadurecimento das vagens mais rápido, assim como a menor densidade de plantas (4 plantas m^{-1}) também proporcionou um florescimento mais rápido.

A produtividade de grãos sofreu influência direta das densidades testadas, de modo que, houve uma redução da produção à medida que se aumentou o número de plantas. A máxima produtividade de 2982,43 kg ha^{-1} , foi obtida com a menor densidade que foi de 4 plantas por metro linear.

O rendimento do genótipo testado foi bem superior as de outros trabalhos com feijão-caupi e até mesmo que as medias de produção nacional e do estado do Tocantins, o que demonstra o potencial do mesmo para a região do bico do papagaio. O mesmo também se adaptou bem ao Sistema Agroflorestal do qual foi implantado, pois este não influenciou o desenvolvimento do feijão, muito talvez em decorrência do porte baixo das plantas que integram o sistema.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, J. **Avaliação de cultivares de feijão-caupi utilizadas no Programa de Distribuição de Sementes.** Cruz das Almas, 2014. Disponível em: <<http://livrozilla.com/doc/1417774/avalia%C3%A7%C3%A3o-de-cultivares-de-feij%C3%A3o-caupi-utilizadas-no>>. Acesso em: 28 mai. 2017.
- ANDRADE JÚNIOR, A. S.; SANTOS, A. A.; SOBRINHO, C. A.; BASTOS, E. A.; MELO, F. B.; VIANA, F. M. P.; FREIRE FILHO, F. R.; CARNEIRO, J. S.; ROCHA M. M.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; RIBEIRO, V. Q. **Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).** Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2002, 108 p. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/66591/1/sistemaproducao2.PDF>>. Acesso em: 28 mai. 2017.
- ASSIS, R. T. **Arranjo espacial de plantas na cultura da soja.** INSTITUTO DE CIÊNCIAS DA SAÚDE, AGRÁRIAS E HUMANAS, Araxá, 2014. Disponível em: <<http://site.uniaraxa.edu.br/wp-content/uploads/2014/09/arranjo-espacial-de-plantas-na-cultura-da-soja.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.
- BALBINOT JÚNIOR, A. A.; PROCÓPIO, S. O.; DEBIASI, H.; FRANCHINI, J. C. **Densidade de plantas na cultura da soja.** Londrina: Embrapa Soja, 2015. 36 p. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1028747/densidade-de-plantas-na-cultura-da-soja>>. Acesso em: 30 jul. 2017.
- BASTOS, E. A.; FERREIRA, V. M.; SILVA, C. R.; JÚNIOR, A. S. A. Evapotranspiração e coeficiente de cultivo do feijão-caupi no vale do gurguéia, Piauí. **Irriga**, Botucatu, v. 13, n. 2, p. 182 – 190, jun. 2008. Disponível em: <<https://irriga.fca.unesp.br/index.php/irriga/article/download/1933/1392>>. Acesso em: 06 jun. 2017.
- BERBERT, R. P.; HAMAWAKI, O. T. Análise da plasticidade da cultura de soja em diferentes arranjos populacionais e diferentes espaçamentos entre Linhas. **Horizonte Científico**, Uberlândia, v. 1, p. 1-19, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/horizontecientifico/article/view/4127/3074>>. Acesso em: 23 jun. 2017.
- BEZERRA, A. A. C.; NETO, F. A.; NEVES, A. C.; MAGGIONI, K. Comportamento morfoagronômico de feijão-caupi, cv. BRS Guariba, sob diferentes densidades de plantas. **Ciências Agrárias**, v. 55, n. 3, p. 184-189, set. 2012. Disponível em: <<https://ajaes.ufra.edu.br/index.php/ajaes/article/view/578>>. Acesso em: 03 fev. 2018.
- BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristóvão, v. 8, n. 1, p. 85-93, 2008. Disponível em: <<http://joaootavio.com.br/bioterra/workspace/uploads/artigos/bezerra-518172fab9912.pdf>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

BRITO, L. C. R. **Comportamento de cultivares de feijão-caupi de porte semiprostrado em resposta à diferentes densidades de plantas**. 2014. 90 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Piauí, Teresina, 2014. Disponível em:

<http://ufpi.br/arquivos_download/arquivos/ppga/files/Disserta%C3%A7%C3%A3o%20Luc%C3%A9lia.pdf>. Acesso em: 06 fev. 2018.

BUSANELLO, C.; BATTISTI, R.; SOMAVILLA, L.; MENEGOL, D. R. Caracteres agronômicos da cultura da soja submetida a diferentes densidades populacionais na região Norte do Rio Grande do Sul. **Enciclopédia Biosfera: Centro Científico Conhecer**, Goiânia, v. 9, n. 17; p. 509, dez. 2013. Disponível em: <<http://www.conhecer.org.br/enciclop/2013b/CIENCIAS%20AGRARIAS/caracteres%20agronicos.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

BUSO, W. H. D.; FIRMINO, R. S. F.; SILVA, L. B.; SOUZA, D. G.; ARNHOLD, E. Influência da Densidade Populacional e do Espaçamento nos Parâmetros Agronômicos e Produtivos na Cultura do Milho. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 29., 2012, Águas de Lindóia. **Anais...** Sete Lagoas: ABMS, 2012. p. 1935-1939. Disponível em: <http://www.abms.org.br/29cn_milho/07236.pdf>. Acesso em 30 jul. 2017.

CÂMARA MUNICIPAL DE ARAGUATINS. **História de Araguatins – TO**. Araguatins, 2018. Disponível em: <<http://www.araguatins.to.leg.br/institucional/historia>>. Acesso em: 12 fev. 2018.

CARDOSO, M. J.; RIBEIRO, V. Q.; MELO, F. B. Performance da densidade de plantas em cultivares comerciais de feijão-caupi nos cerrados do leste maranhense. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: Instituto Agronômico de Pernambuco, 2013. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/84817/1/026b.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

CENTRO ECOLÓGICO. **Sistemas Agroflorestais: produção de alimentos em harmonia com a natureza**. Rio Grande do Sul. 2014. Disponível em: <http://www.centroecologico.org.br/cartilhas/Cartilha_SAFs_web.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2017.

CLIMATE-DATE.ORG. **Dados climáticos para cidades mundiais**. Disponível em: <<http://pt.climate-data.org/>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. v. 4 Safra 2016/2017 - Décimo levantamento, Brasília: CONAB, 2017a, 171 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_12_11_17_01_boletim_graos_julho_2017.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2017.

COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Acompanhamento da safra de grãos no Tocantins**. Safra 2016/2017 – Décimo levantamento, Brasília: CONAB, 2017b, 71 p. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_07_17_17_14_37_boletim>

_10o_levantamento_da_safrade_graos_2016-2017_-_tocantins_-_junho__2017.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2017.

CRUZ, S. C. S.; SENA-JUNIOR, D. G.; SANTOS, D. M. A.; LUNEZZO, L. O.; MACHADO, C. G. Cultivo de soja sob diferentes densidades de semeadura e arranjos espaciais. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia - MS, v. 3, n. 1, p. 1–6, mar. 2016. Disponível em: <<https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/431>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

DANTAS, D. L. S. A economia do estado do Tocantins: um breve enfoque nas cadeias produtivas do setor agropecuário. **Jornada de Iniciação Científica**, n. 06, Araguatins, 2015. Disponível em: <<http://propi.ifto.edu.br/ocs/index.php/jice/6jice/paper/viewFile/6889/3432>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

DREHMER, M. H. **Arranjos e populações de plantas e sua influência em características agronômicas e na produtividade de feijão**. 2015. 60 f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2015. Disponível em: <<http://tede2.uepg.br/jspui/handle/prefix/2280>>. Acesso em: 06 fev. 2018.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **A cultura do feijão-caupi no Brasil**. Teresina, PI: Embrapa meio norte, 2016. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1065585/1/Cap1a12.pdf>>. Acesso em: 07 jun. 2017.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Feijão-caupi: biologia floral. Embrapa: 2007. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/61893/feijao-caupi-biologia-floral>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

FAO. **Production - Crops**. 2016. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC/visualize>>. Acesso em: 24 fev. 2016.

FARIAS, V. D. S.; LIMA, M. J. A.; NUNES, H. G. G. C.; SOUSA, D. P.; SOUZA, P. J. O. P. Demanda hídrica, coeficiente de cultivo e fator de desacoplamento do feijão caupi na amazônia oriental. **Rev. Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 190 – 200, mar. 2017. Disponível em: <<https://periodicos.ufersa.edu.br/index.php/caatinga/article/view/5760>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e agrotecnologia*, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

FREIRE FILHO, F. R. **Origem, evolução e domesticação do caupi**. Embrapa, 1988. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/51601/origem-evolucao-e-domesticacao-do-caupi>>. Acesso em: 28 mai. 2017.

FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. **Feijão-caupi: avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. 519 p.

FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q.; ROCHA, M. M.; SILVA, K. J. D.; NOGUEIRA, M. S. R.; RODRIGUES, E. V. **Feijão-caupi no Brasil: produção, melhoramento genético, avanços e desafios**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 84 p. Disponível em: <<http://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/916831/1/feijaocaupi.pdf>>. Acesso em: 28 mai. 2017.

GOOGLE MAPS. **Local de implantação do experimento**. Araguatins, 2018. Disponível em: <<https://www.google.com.br/maps/place/5%C2%B038'54.4%22S+48%C2%B004'34.5%22W/@-5.6484283,-48.0773393,378m/data=!3m2!1e3!4b1!4m6!3m5!1s0x0:0x0!7e2!8m2!3d-5.6484314!4d-48.0762449?hl=pt-BR>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

INSTITUTO DAS ÁGUAS DA SERRA DA BODUQUENA. **Sistemas Agroflorestais: uma alternativa para manter a floresta em pé**. 1ª ed. Bonito: IASEB, Out. 2009. Disponível em: <http://iasb.org.br/projetos/arquivos/arquivo_37_18.pdf>. Acesso em: 26 jul. 2017.

INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície Automática – Araguatins**. INMET: 2017. Disponível em: < <http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>>. Acesso em: 06 jun. 2017.

KÖPPEN, W. **Climatologia**: com un estudio de los climas de la tierra. México: Fondo de Cultura Económica, 1948, 479 p.

LIMA, A. A. C.; OLIVEIRA, F. N. S.; AQUINO, A. R. L. **Caracterização e interpretação para uso agrícola dos principais solos da microrregião Bico do Papagaio - Tocantins**. Fortaleza: EMBRAPA-CNPAT, 1999. 20 p. Disponível em: <<http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/421979/1/Dc032.pdf>>. Acesso em: 31 jul. 2017.

LOCATELLI, V. E. R.; MEDEIROS, R. D. SMIDERLE, O. J. Componentes de produção, produtividade e eficiência da irrigação do feijão-caupi no cerrado de Roraima. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 6, p. 574–580, 2014. Disponível em: < <http://www.agriambi.com.br/revista/v18n06/v18n06a02.pdf>>. Acesso em: 10 fev. 2018.

MAPCOORDINATES.ORG. **Google Maps encontrar coordenadas facilmente**. 2018. Disponível em: < <http://www.mapcoordinates.net/pt>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

MELO, F. B.; CARDOSO, M. J.; SALVIANO, A. A. C. Fertilidade do solo e da adubação. In: FREIRE FILHO, F. R.; LIMA, J. A. A.; RIBEIRO, V. Q. (Ed.). **Feijão-Caupi: Avanços tecnológicos**. Brasília: Embrapa, 2005. p. 230-242.

MICCOLIS, A. M.; PENEIREIRO, F. M.; MARQUES, H. R.; VIEIRA, D. L. M.; ARCOVERDE, M. F.; HOFFMANN, M. R.; RENDER, T.; PEREIRA, A. V. B. Restauração Ecológica com Sistemas Agroflorestais: como conciliar conservação com produção. Opções para Cerrado e Caatinga. **Centro Internacional de Pesquisa Agroflorestal**, Brasília, 2016. 266 p. Disponível em: <<http://www.worldagroforestry.org/downloads/Publications/PDFS/MN17387.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

NEVES, A. C.; CAMARA, J. A. S.; CARDOSO, M. J.; SILVA, P. H. S.; ATHAYDE SOBRINHO, C. **Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar**. Teresina: Embrapa Meio-Norte, 2011. 15 p. Disponível em: < <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/905184/cultivo-do-feijao-caupi-em-sistema-agricola-familiar>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

NUNES, R. G.; SILVA, R. A.; MACIEL, G. F.; SOUSA, E. S.; BORGES, F. W. L.; BRITO, R. S. Estimativa da evapotranspiração de referência para o município de Palmas - TO através do método de Ivanov. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 17., 2011, Guarapari. **Anais...** Guarapari - ES: 2011. Disponível em: < http://www.sbagro.org.br/anais_congresso_2011/cba2011/trabalhos/06/cba06_159_819.pdf>. Acesso em: 06 jun. 2017.

OLIVEIRA, E.; MATTAR, E. P. L.; ARAÚJO, M. L.; JESUS, J. C. S.; NAGY, A. C. G.; SANTOS, V. B. Descrição de cultivares locais de feijão-caupi coletados na microrregião Cruzeiro do Sul, Acre, Brasil. **Acta Amazonica**, v. 45, n. 3, p. 243 – 254, 2015. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/aa/v45n3/1809-4392-aa-45-03-00243.pdf>>. Acesso em 23 fev. 2018.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba: FEALQ, 2009. 451 p.

SANTOS, J. F. Resposta do feijão-caupi a diferentes densidades de plantas em NeossoloRegolítico no Agreste Paraibano. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v. 7, n. 4, p. 37-41, dez. 2013a. Disponível em: < <http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-07-2013/volume-7-numero-4-dezembro-2013/tca7407.pdf>>. Acesso em: 04 fev. 2018.

SANTOS, J. F.; BASTOS, E. A.; CARDOSO, M. J. Efeito de densidades de planta sobre a produtividade de grãos do feijão-caupi. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 3., 2013, Recife. **Anais...** Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2013b. Disponível em: < <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/86552/1/139c.pdf>>. Acesso em: 03 fev. 2018.

SANTOS, M. G. **Desempenho agrônômico de feijão caupi em função do espaçamento e densidade de plantas cultivado nos sistemas de várzea irrigada e cerrado**- Gurupi, 2014. 48f. Dissertação de Mestrado – Universidade Federal do Tocantins, Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, 2014. Disponível em:

<<http://www.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/MAURO%20GOMES%20DOS%20SANTOS.pdf>>. Acesso em: 27 mar. 2017.

SANTOS, M. M.; VIEIRA, K. P.; PRATES, R. G.; BRANDÃO, D. R.; MOREIRA, E. R.; FIDELIS, R. R. Produção de feijão-caupi fradinho consorciado com eucalipto. **Tecnol. & Ciên. Agropec.**, João Pessoa, v. 11, n. 3, p. 25 – 29, set. 2017. Disponível em: <http://revistatca.pb.gov.br/edicoes/volume-11-2017/copy_of_v-11-n-1-marco-2017/5-feijao-caupi-fradinho.pdf>. Acesso em: 25 fev. 2018.

SILVA, A. G.; CUNHA JUNIOR, C. R.; ASSIS, R. L.; IMOLES, A. S. Influência da população de plantas e do espaçamento entre linhas nos caracteres agrônômicos do híbrido de milho 30K75 em Rio Verde, Goiás. **Bio science Journal**, Uberlândia, v. 24, p. 89-96, 2008. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/6879/4555>>. Acesso em: 26 jul. 2017.

SILVA, A. R. **Sistema agroflorestal sobre cultivo de leguminosas: fertilidade do solo, resistência a penetração e produtividade de milho e feijão-caupi**. Gurupi: UFT, 2011. cap. 3. Disponível em: <http://www.uft.edu.br/producaovegetal/dissertacoes/Atila_Reis_da_Silva.pdf>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J. A. Componentes de produção e suas correlações em genótipos de feijão-caupi em cultivo de sequeiro e irrigado. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 42, n. 3, p. 702-713, set. 2011. Disponível em: <<http://ccarevista.ufc.br/seer/index.php/ccarevista/article/view/1069>>. Acesso em: 23 fev. 2018.

SILVA, K. J. D. Estatística da produção de feijão-caupi. **Grupo Cultivar**, Pelotas, nov. 2009. Disponível em: <<http://www.grupocultivar.com.br/artigos/estatistica-da-producao-de-feijao-caupi>>. Acesso em: 23 jun. 2017.

SILVA, T. I.; SANTANA, L. D.; CAMARA, F. T.; PINTO, A. A.; BRITO, L. L. M.; MOTA, A. M. D. Produtividade de variedades de sorgo em diferentes arranjos populacionais em primeiro corte e rebrota. **Revista Espacios**. Caracas, v. 38, n. 27, p. 16. 2017. Disponível em: <<http://www.revistaespacios.com/a17v38n27/a17v38n27p16.pdf>>. Acesso em: 30 jul. 2017.

SOUSA, S. A. **Divergência genética e capacidade combinatória de feijão-caupi**. 2016. 57 f. Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2016. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/11612/314>>. Acesso em: 20 jan. 2018.

TAKASU, A. T.; RODRIGUES, R. A. F.; GOES, R. J.; ARF, O.; HAGA, K. I. Desempenho agrônômico do milho sob diferentes arranjos populacionais e espaçamento entrelinhas. **Revista Agrarian**: revista científica da Faculdade de Ciências Agrárias da UFGD, Dourados, v. 7, n. 23, p. 34-41, mar. 2014. Disponível em: <<http://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/2270>>. Acesso em: 03 fev. 2018.