

Produtividade de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em intercultivo com capim-vetiver

Productivity of cowpea (Vigna unguiculata (L.) Walp) in intercropping with vetiver grass

Jáidson Gonçalves da Rocha¹, Fábio Cunha Coelho², Silvio de Jesus Freitas³, Gabriela Carvalho de Souza Santos⁴, Nayla Leite Motta⁵, Rosana Teixeira Lelis⁶

RESUMO

O presente estudo visou determinar o potencial do caupi em interconsórcio com capim-vetiver em diferentes populações e verificar o aporte de N do agroecossistema. A pesquisa foi realizada em Campos dos Goytacazes-RJ, Brasil. O experimento foi arranjado em um fatorial 5 x 2, cujos fatores e níveis foram: densidade de plantio do capim-vetiver (0, 1, 2, 3 e 4 plantas m⁻¹ com espaçamento entre linhas de 1,0 m) e adubação com N (20,25 kg ha⁻¹ de N) na forma de ureia (0 e 45 kg ha⁻¹) em cobertura com 30 dias após a emergência na cultura do caupi. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. No monocultivo de caupi produziu-se em média 8,9 Mg ha⁻¹ de matéria seca de palhada e produtividade de 739 Kg ha⁻¹. No monocultivo de caupi, com aplicação de N, a palhada continha 212 e 231 kg ha⁻¹ de N e K, enquanto, sem aplicação de N, 152 e 174 kg ha⁻¹, respectivamente. O intercultivo com vetiver reduziu tanto a produtividade de matéria seca quanto os conteúdos de N e K na palhada do caupi.

Palavras-chave: Adubação verde. Agroecologia. Sustentabilidade.

ABSTRACT

The present study aimed to determine the potential of cowpea in interconsorption with vetiver grass in different populations and to verify the N input of the agroecosystem. The research was carried out in Campos dos Goytacazes-RJ, Brazil. The experiment was arranged in a 5 x 2 factorial, whose factors and levels were: planting density of vetiver grass (0, 1, 2, 3 and 4 plants m⁻¹ with line spacing of 1.0 m) and fertilization with N (20.25 kg ha⁻¹ of N) in the form of urea (0 and 45 kg ha⁻¹) in coverage with 30 days after emergence in the cowpea crop. The experimental design was in randomized blocks with four replications. In the cowpea monoculture, an average of 8.9 Mg ha⁻¹ of dry straw material was produced and a productivity of 739 kg ha⁻¹. In the cowpea monoculture, with application of N, the straw contained 212 and 231 kg ha⁻¹ of N and K, while, without application of N, 152 and 174 kg ha⁻¹, respectively. Intercultivation with vetiver reduced both dry matter productivity and N and K contents in cowpea straw.

Keywords: Green manure. Agroecology. Sustainability.

1 D.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

E-mail: jaidsongr@yahoo.com.br

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9933-526X>.

2 D.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7037-8864>

3 D.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5064-9674>

4 Engenheira Agrônoma. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7792-6600>

5 M.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6722-615X>

6 M.Sc. Fitotecnia. Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro –UENF.

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6614-7900>

1. INTRODUÇÃO

O Caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) é planta de origem africana, extremamente rústica, adaptada aos mais variados solos, sendo pertencente à família Fabaceae. No Brasil, foi introduzida pelos portugueses que eram associados ao tráfico de escravos, em meados do século XVI, no estado da Bahia (FREIRE FILHO, 1988). O feijão-caupi foi disseminado pelo país pelos colonizadores, e segundo Freire Filho et al. (2017) na região norte, em meados do século XVIII, os imigrantes nordestinos foram os que levaram o feijão para a região, época que ocorreu o ciclo da borracha. O Caupi é conhecido também como, “feijão-caupi”, “feijão-de-corda”, “feijão-fradinho” e “feijão-macássar”, é cultura tradicionalmente cultivada, consumida e comercializada, principalmente nas regiões norte e nordeste do país (ROCHA et al., 2009), sendo também bastante cultivada no Norte Fluminense, principalmente no município de São Francisco do Itabapoana. O caupi é uma leguminosa que pode ser utilizada tanto para consumo, como para adubação verde.

O mercado do caupi no Brasil é de grãos secos, feijão-verde e sementes (FREIRE FILHO et al., 2017). É uma leguminosa que é amplamente cultivada no Brasil para produção de grãos, no entanto, devido à facilidade de se obter sementes, ter crescimento rápido e alta produção de massa com alto teor de N, tem potencial para adubação verde.

Ao longo dos anos, o desenvolvimento de civilizações e as agregações de riquezas foram graças a solos com boa fertilidade, permitindo os estabelecimentos dos povos nas mais variadas regiões do mundo, entretanto, em locais com solos de baixa fertilidade, a utilização da adubação é uma das alternativas para possibilitar os cultivos (RAIJ, 2011). Contudo, o uso desenfreado de insumos pode levar ao desequilíbrio ambiental, baixa produtividade e elevado custo. Por outro lado, a adubação verde é uma das técnicas de manejo da matéria orgânica que proporciona melhorias do solo de forma eficaz (ERASMO et al., 2004).

Adubos verdes, adaptados a diferentes regiões e culturas agrícolas, que atendam aos produtores, são de muita importância para atingir maiores produtividades. Assim, práticas de adubação verde, permitem que a agricultura se consolide em regiões de solos inférteis, com manejo de baixo custo, alta eficiência e que proporciona melhorias nos fatores físicos, químicos e biológicos dos solos (CARLOS et al., 2006). O intercultivo de gramíneas e leguminosas com o intuito promover a adubação verde pode ser interessante, pois, as gramíneas produzem muita massa de folhas, podendo ter a função ambiental de cobertura

do solo, enquanto, a leguminosa, pode fornecer N em maiores concentrações, melhorando a fertilidade do solo para culturas subsequentes.

O vetiver é uma gramínea conhecida por sua produção de óleo essencial, de muita importância para o setor de perfumarias e indústria de cosméticos. Além disto, é uma cultura utilizada pelas suas propriedades para contenção de erosão, conservação da água e regeneração de solos salinos (YASEEN et al., 2014). O vetiver possui raízes que podem chegar a mais de 5 metros de profundidade. Desta forma, tem potencial para reciclar nutrientes das camadas mais profundas do solo para as superficiais, deixando os nutrientes disponíveis para culturas subsequentes ou em intercultivo. Além disto, o vetiver pode disponibilizar em torno de 300 kg ha⁻¹ de N e P (MAFFEI, 2002).

O presente estudo visou determinar o potencial do caupi em interconsórcio com capim-vetiver em diferentes populações e verificar o aporte de N do agroecossistema.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

O experimento foi implantado em área de 750 m², em Campos dos Goytacazes, RJ, Brasil (21°51'S e 41°16'O), no período de 18 de novembro de 2016 a 10 de abril de 2018. O solo da área era o Cambissolo háplico, com as seguintes características à profundidade de 0 a 20 cm: pH= 7,0; P = 560 mg dm⁻³; K = 549 mg dm⁻³; Ca = 12,0 cmolc dm⁻³; Mg = 2,2 cmolc dm⁻³; H+Al = 1,3 cmolc dm⁻³; Na = 2,8 cmolc dm⁻³; C = 2,8 %; MO= 48,4 g dm⁻³; SB= 18,2 cmolc dm⁻³; T= 18,4 cmolc dm⁻³; t= 18,4 cmolc dm⁻³; V= 93,3 %; Fe= 29,7 mg dm⁻³; Cu= 2,6 mg dm⁻³; Zn= 13,5 mg dm⁻³ e Mn=61,1 mg dm⁻³.

Ao longo do experimento foram registradas as temperaturas mensais e a precipitação total na Estação automática de Campos dos Goytacazes (INMET, 2018). A precipitação total ao longo do estudo foi de 1801,5 mm (Figura 1).

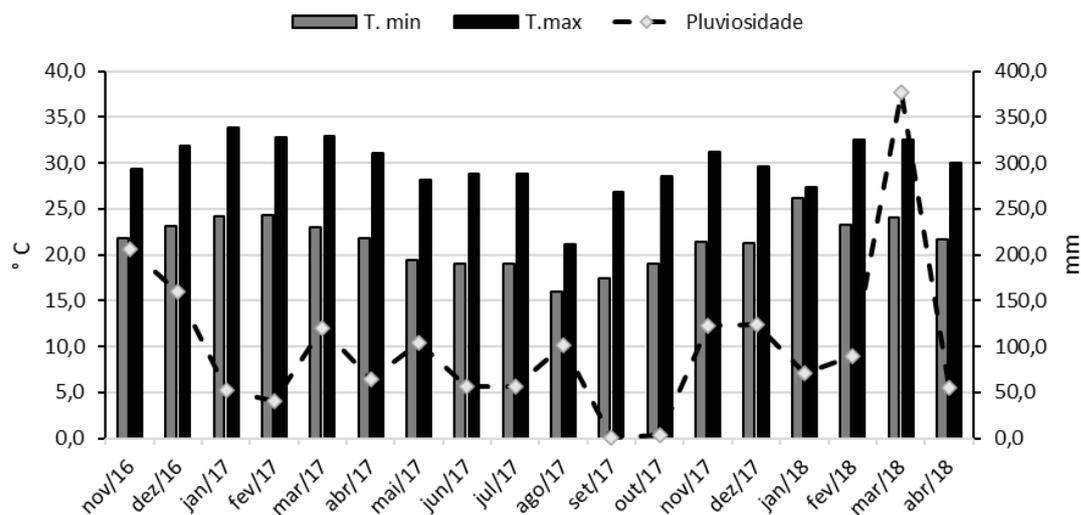


Figura 1. Temperaturas máximas, mínimas (°C), precipitação (mm), durante o desenvolvimento do experimento, Campos dos Goytacazes- RJ (novembro de 2016 a abril de 2018). Fonte: INMET, 2018.

Avaliou-se o intercultivo entre vetiver e caupi em um experimento de campo arranjado em fatorial 5 x 2, cujos fatores e níveis foram: densidades de plantio do capim-vetiver (0, 1, 2, 3 e 4 mudas por metro) e adubação com N (20,25 kg ha⁻¹ de N) na forma de ureia (0 e 45 kg ha⁻¹) em cobertura com 30 dias após a emergência na cultura do caupi. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com quatro repetições. Cada unidade experimental (U.E.) foi constituída por três linhas de capim-vetiver com 5 metros de comprimento, espaçados a 1 m. Sendo assim, a área de cada U.E foi de 15 m². A área útil de cada U.E foi correspondente à linha central (5 m²).

O capim-vetiver foi plantado por propagação vegetativa utilizando-se mudas providas do IFES – Santa Teresa/ES. No histórico da área experimental prevaleceu o pousio por, aproximadamente, 10 anos (anterior ao vetiver). Aos 11 e 12 meses após o plantio do capim-vetiver foram realizados cortes de sua parte aérea a altura de aproximadamente 10 cm do solo. Os cortes foram realizados com roçadeira manual motorizada e o material cortado foi depositado sobre o solo de forma uniforme, nas respectivas unidades experimentais. O somatório dos cortes forneceu, em média, 5,9 Mg ha⁻¹ de matéria seca, que continha 46,2; 18,7 e 108,2 kg ha⁻¹ de N, P e K, respectivamente.

O caupi (variedade Mauá), hábito indeterminado, foi semeado no dia 10 de dezembro de 2017 (logo após o segundo corte do vetiver), em cultivo mínimo sob a palhada do vetiver. Sendo seis linhas de caupi, com 5 metros de comprimento com seis sementes por metro

linear e espaçamento de 0,5 m entre linhas em cada unidade experimental. O caupi foi semeado nas entre linhas do capim-vetiver, nas respectivas densidades de 1 a 4 plantas m^{-1} e em monocultivo, na denominada densidade 0 vetiver m^{-1} . O feijão-caupi emergiu com 10 dias após o plantio. A área de cada U.E foi de 15 m^2 , a área útil de cada U.E foi correspondente a quatro linhas centrais (10 m^2).

O experimento foi conduzido utilizando sistema de irrigação por mangueira do tipo Santeno 1, microperfurada a laser, com lâmina de 19 mm por aplicação, duas vezes por semana.

Análises morfológicas e componentes de produtividade do caupi

Aos 115 dias após o segundo corte do vetiver e semeadura do caupi, foram avaliados, a partir de amostras aleatórias de três plantas de caupi por área útil, o número de ramos laterais, o comprimento das plantas, a massa seca das plantas, o número de vagens por planta, o número de sementes por vagem e a produtividade de grãos por área.

Avaliação de macronutrientes minerais primários

Foi realizada a análise da nutrição mineral do caupi, no início do seu florescimento, amostrando-se a primeira folha completamente expandida (MALAVOLTA et al., 1997) de cinco plantas por área útil. Enquanto, para a determinação dos teores e conteúdo de N, P e K da parte aérea das plantas utilizou-se a matéria seca da parte aérea do vetiver e do caupi. Para esta análise, foram avaliados os teores de macronutrientes minerais primários (nitrogênio, fósforo e potássio). As amostras foram moídas no moinho de facas do tipo Wiley, e armazenadas em frascos herméticos fechados. Foram retiradas 0,1 g dessa amostra vegetal. Logo após, foram preparadas as amostras para leitura de N e P analisadas pelo espectrofotômetro (Specord 210, Analytik Jena) e para K foi utilizado o fotômetro de chama. Para essas análises foram preparadas inicialmente com a digestão sulfúrica, enquanto para leitura de nitrogênio feita pelo “Método de Nessler” (Reagente A - Reagente de Nessler / Reagente B - tartarato de sódio). E, para o fósforo utilizou para coloração, adição do reagente A (Molibdato de Amônio) / reagente B (Vitamina C a 0,8%).

Foi realizada a análise de variância F em nível de 1 e 5% de probabilidade. Em caso de efeito significativo para a densidade de plantas por metro realizou-se a análise de regressão. As análises estatísticas foram feitas utilizando o programa estatístico Sistema para Análises Estatísticas e Genéticas, SAEG (2007).

3. RESULTADOS

Biomassa produzida pelo caupi e macronutrientes primários

Para massa seca da parte aérea de caupi (Tabela 1) ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre aplicação de ureia e população de plantas de vetiver. Entretanto, não ocorreu efeito significativo ($P > 0,05$) da aplicação de ureia nas Populações de plantio de vetiver (Tabela 1). Assim, no monocultivo produziu-se em média $8,9 \text{ Mg ha}^{-1}$.

Sem adubação de ureia, a massa seca da parte aérea de caupi foi maior no monocultivo e teve decréscimo com o aumento da população de plantas de vetiver até 2,4 plantas por metro, resultando em $2789,1 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa seca, com posterior acréscimo de até 4 plantas por metro (Figura 2). Assim, no intercultivo com o vetiver ocorreram 3,1; 4,6; 4,4 e 2,5 vezes menos massa seca da parte aérea de caupi nas Populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente (Figura 2).

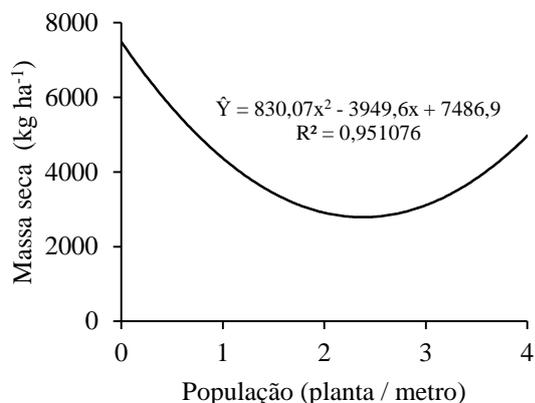
Com adubação de ureia, a massa seca da parte aérea de caupi foi maior no monocultivo e reduziu com o aumento da densidade até o mínimo com 2,4 plantas por metro, resultando em $3653,2 \text{ kg ha}^{-1}$ de massa seca da parte aérea de caupi e acréscimo suave de até 4 plantas por metro (Figura 5). Assim, no intercultivo com vetiver ocorreram 2,2; 2,7 2,6 e 2,4 vezes menos massa seca da parte aérea de caupi nas populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente (Figura 2).

Tabela 1. Massa seca da parte aérea do caupi (kg ha^{-1}), considerando as populações do capim-vetiver em intercultivo com o caupi e doses de ureia em cobertura

Ureia (kg ha^{-1})	População de vetiver (plantas m^{-1})					Média
	0	1	2	3	4	
0	7752,80A	3726,40A	3235,60A	3312,60A	4812,90A	4568,12
45	9963,90A	3706,50A	3951,50A	4895,20A	3325,50A	5168,52
Média	8858,35	3716,45	3593,55	4104,05	4069,20	4868,32
C.V.(%)	33,3					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste F (1 e 5%).

A.



B.

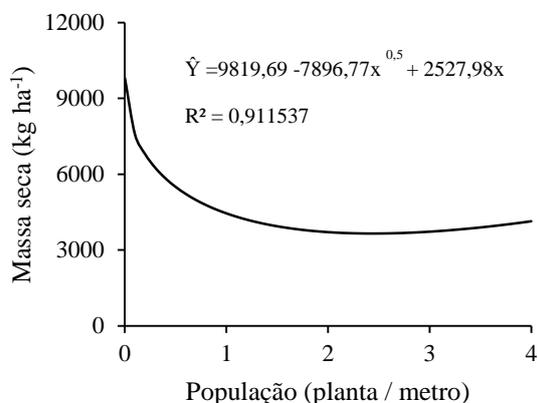


Figura 2. Massa seca do caupi, considerando a população de mudas do capim-vetiver em intercultivo com o caupi. A) Sem adubação (0 kg ha⁻¹ de ureia); B) Com adubação (45 kg ha⁻¹ de ureia)

Teores de macronutrientes primários no caupi

Os teores de N e K na massa seca da parte aérea do caupi (Tabela 2), não apresentaram efeito significativo ($P < 0,05$) da aplicação de ureia e de Populações de plantio de vetiver. Assim, em média, estes teores foram 21,4 e 24,6 g kg⁻¹, respectivamente. Enquanto, o teor de P não apresentou efeito significativo das Populações de plantio do capim-vetiver ($P > 0,05$), entretanto, a aplicação de ureia resultou em seu acréscimo (Tabela 2).

Tabela 2. Teores de nitrogênio, fósforo e potássio na parte aérea do caupi (g kg⁻¹), considerando Populações de plantio do capim-vetiver em intercultivo com o caupi e doses de N em cobertura

Ureia (kg ha ⁻¹)	População de vetiver (plantas m ⁻¹)					Média
	0	1	2	3	4	
Teor de nitrogênio						
0	19,50	20,05	21,98	20,59	22,83	20,99A
45	21,35	22,16	22,63	22,03	20,76	21,79A
Média	20,43	21,11	22,30	21,31	21,79	21,39

C.V. (%)	8,4					
Teor de fósforo						
0	2,58	1,91	2,19	1,95	2,20	2,17B
45	2,70	2,11	2,60	2,34	2,20	2,39A
Média	2,64	2,01	2,39	2,14	2,20	2,28
C.V. (%)	15,2					
Teor de potássio						
0	22,31	25,06	23,94	25,56	22,34	23,84A
45	23,34	22,78	26,56	26,44	27,56	25,34A
Média	22,83	23,92	25,25	26,00	24,95	24,59
C.V. (%)	13,8					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste F (5%).

Macronutrientes primários contidos na palhada do caupi

Ocorreu efeito significativo da interação (aplicação de ureia x densidade de plantio) ($P < 0,05$) sobre o nitrogênio contido na palhada do caupi (Tabela 3). Para as Populações de vetiver: 0 (monocultivo de caupi), 1, 2 e 3 plantas por metro, as maiores médias foram com adubação com ureia. Já a densidade de 4 plantas de vetiver, quando não se aplicou ureia, ocorreu mais N na palhada do caupi (Tabela 3).

Sem aplicação de ureia, o monocultivo de caupi apresentou maior quantidade de N na palhada comparativamente ao seu intercultivo com vetiver. Enquanto, a menor quantidade de N na palhada do caupi ocorreu com 2,3 plantas de vetiver por metro, resultando em $61,5 \text{ kg ha}^{-1}$ de N e aumentou acentuadamente até a densidade de quatro plantas por metro (Figura 2). Assim, o intercultivo com vetiver reduziu em 1,7; 2,4; 2,1 e 1,3 vezes o N da palhada do caupi nas Populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente.

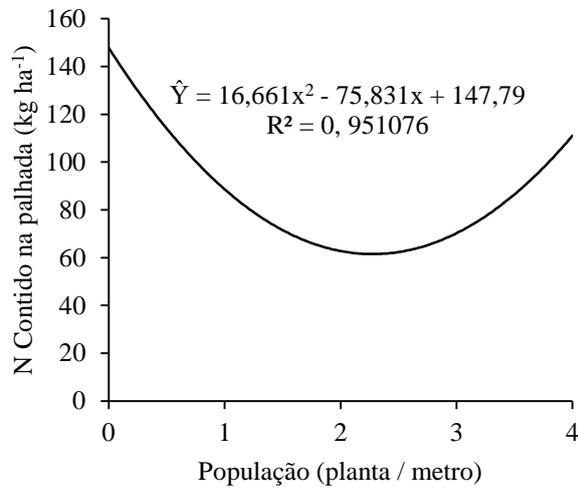
Com aplicação de ureia, o monocultivo apresentou a maior quantidade de N na palhada de caupi. Enquanto, o menor conteúdo de N ocorreu com aproximadamente 3 plantas de vetiver por metro com $72,1 \text{ kg ha}^{-1}$ e aumentou suavemente até a densidade de quatro plantas por metro (Figura 3). Assim, o intercultivo com vetiver reduziu em 1,5; 2,2; 2,6 e 2,2 vezes o conteúdo de N da palhada do caupi nas Populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente.

Tabela 3. Quantidades de nitrogênio, fósforo e potássio na palhada do caupi (kg ha⁻¹), considerando Populações de plantio do capim-vetiver em intercultivo com o caupi e doses de N em cobertura

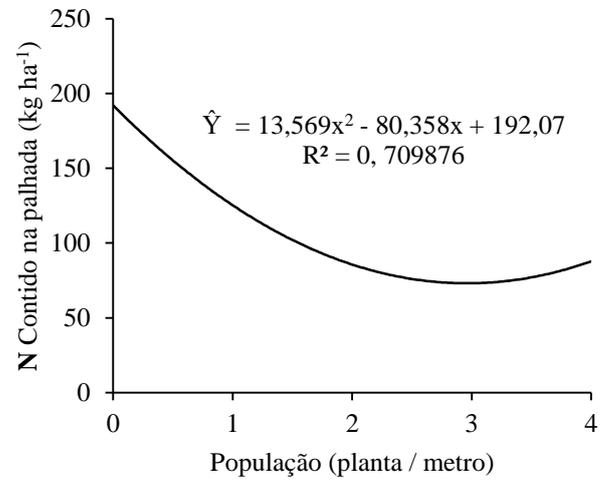
Ureia (kg ha ⁻¹)	População de vetiver (plantas m ⁻¹)					Média
	0	1	2	3	4	
Nitrogênio contido na palhada (kg ha⁻¹)						
0	152,05B	76,98B	72,14B	69,39B	109,90A	96,09
45	212,21A	83,74A	89,43A	109,61A	68,88B	112,77
	182,13	80,36	80,78	89,50	89,39	104,43
C.V. (%)	37,3					
Fósforo contido na palhada (kg ha⁻¹)						
0	20,08A	7,72A	7,09A	6,34A	10,75A	10,40
45	26,77A	8,20A	10,44A	10,91A	7,03A	12,67
Média	23,43	7,96	8,77	8,62	8,89	11,53
C.V. (%)	35,2					
Potássio contido na palhada (kg ha⁻¹)						
0	174,28B	93,20A	77,23B	80,99B	102,43A	105,63
45	231,54A	84,24B	103,28A	129,67A	89,41B	127,63
Média	202,91	88,72	90,25	105,33	95,92	116,63
C.V. (%)	31,2					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste F (5%).

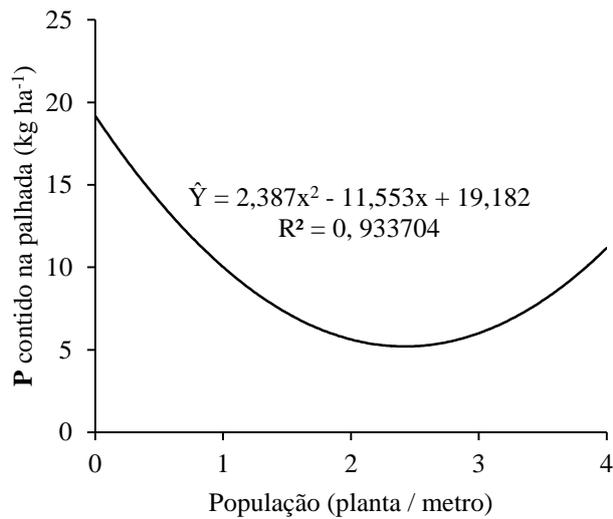
A.



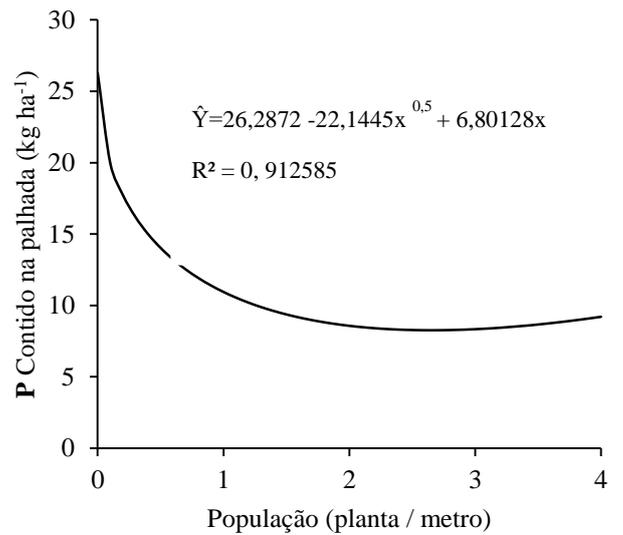
B.



C.



D.



E.

F.

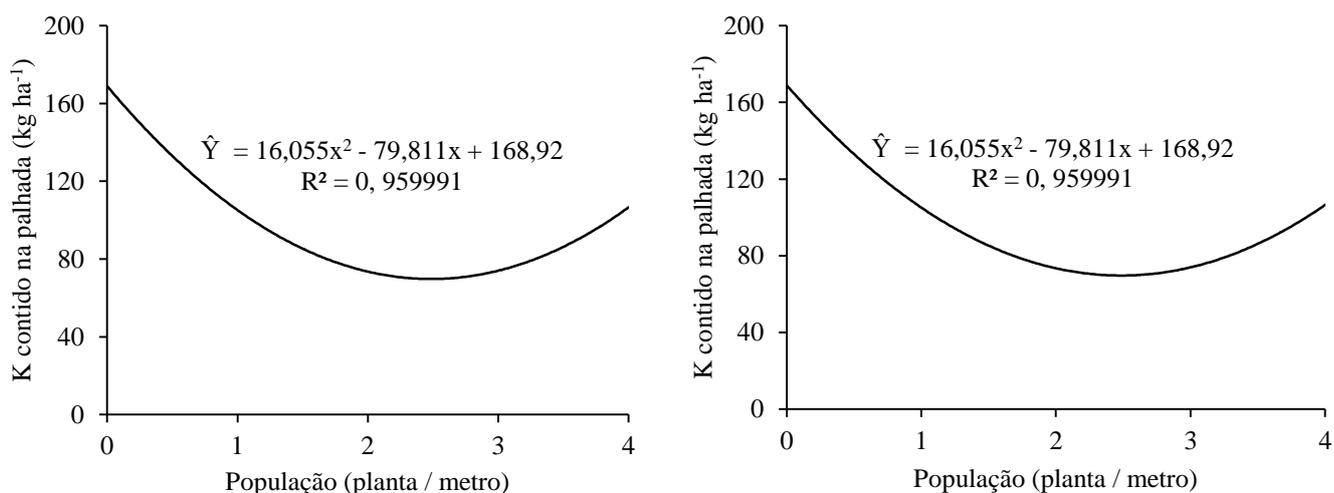


Figura 3. Quantidade de nitrogênio, fósforo e potássio contidos na palhada de caupi, considerando as populações de capim-vetiver em intercultivo com o caupi. Figuras A; C e E) Sem Adubação (0 kg ha⁻¹ de ureia) e Figuras B; D e F) Com adubação (45 kg ha⁻¹ de ureia)

Quanto ao P contido na palhada de caupi (Tabela 4) ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre aplicação de ureia e densidade de plantas de vetiver. Entretanto, não ocorreu efeito significativo ($P > 0,05$) da aplicação de ureia nas Populações de plantio de vetiver (Tabela 4).

Sem aplicação de ureia, o maior conteúdo de P na palhada, ocorreu no monocultivo de caupi. Enquanto, o menor ocorreu com 2,4 plantas de vetiver por metro, resultando em 5,2 kg ha⁻¹ de P contido na palhada de caupi, e aumentou acentuadamente até a densidade de quatro plantas por metro (Figura 3). Assim, o intercultivo com vetiver reduziu em 1,9; 3,4; 3,2 e 1,7 vezes o conteúdo de P na palhada do caupi nas Populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente.

Com aplicação de ureia, o monocultivo apresentou maior conteúdo de P na palhada de caupi. Enquanto, o menor ocorreu com 2,6 plantas de vetiver por metro com 8,7 kg ha⁻¹ e aumentou suavemente até a densidade de quatro plantas por metro (Figura 3). Assim, o intercultivo com vetiver reduziu em 2,4; 3,1; 3,2 e 2,8 vezes o P da palhada do caupi nas Populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente.

Com relação ao potássio, as Populações de vetiver: 0 (monocultivo de caupi), 2 e 3 plantas por metro, as maiores médias foram com adubação com ureia. Já nas Populações de 1 e 4 plantas de vetiver, o K contido na palhada foi maior, quando não se aplicou ureia (Tabela 8).

Sem aplicação de ureia, o maior conteúdo de K na palhada, ocorreu no monocultivo de caupi. Enquanto, o menor ocorreu com 2,5 plantas de vetiver por metro, resultando em 69,7 kg ha⁻¹ de K contido na palhada de caupi, e aumentou acentuadamente até a densidade de quatro plantas por metro (Figura 3). Assim, o intercultivo com vetiver reduziu em 1,6; 2,3; 2,3 e 1,6 vezes o conteúdo de K na palhada do caupi nas populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente.

Com aplicação de ureia, o monocultivo apresentou o maior conteúdo de K na palhada de caupi. Enquanto, o menor ocorreu com 2,1 plantas de vetiver por metro com 93,6 kg ha⁻¹ e aumentou suavemente até a densidade de quatro plantas por metro (Figura 3). Assim, o intercultivo com vetiver reduziu em 2,1; 2,4; 2,3 e 2 vezes o conteúdo de K na palhada do caupi nas populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente.

Análises morfológica, nutricional, e componentes de produtividade do caupi

Para número de ramos laterais do caupi (Tabela 9) ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre aplicação de ureia e populações de plantas de vetiver. No monocultivo de caupi e na densidade de duas plantas por metro de vetiver, adubados com ureia, ocorreu maior número de ramos laterais. Já nas Populações com 1 e 4 plantas por metro ocorreram os maiores números de ramos laterais quando não se aplicou ureia. Por outro lado, três plantas por metro não ocorreram efeito significativo ($P > 0,05$), da aplicação de ureia.

Sem adubação de ureia, o número de ramos laterais, foi menor no monocultivo e teve acréscimo com o aumento da população de plantas de vetiver (Figura 4). Assim, com aumento da densidade ocorreram 1,2; 1,6; 1,7 e 1,2 vezes mais ramos laterais no caupi em intercultivo com o vetiver nas Populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente. Com adubação de ureia, o número de ramos laterais foi maior no monocultivo e reduziu com o aumento populção até o mínimo com 2,4 plantas por metro e acréscimo suave com o aumento das populações (Figura 4).

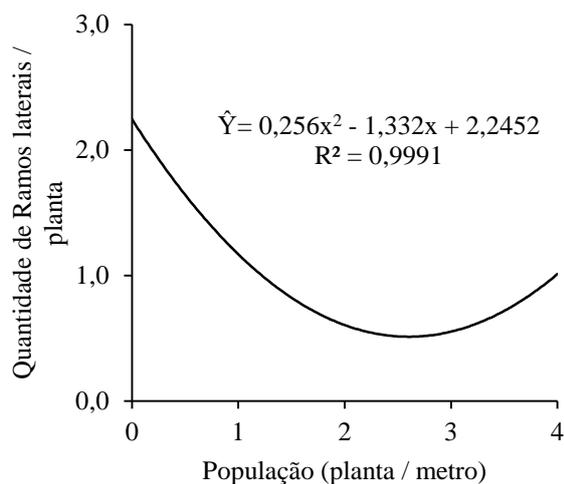
O comprimento das plantas de caupi (Tabela 5), não diferiu significativamente ($P < 0,05$), para aplicação de ureia e populações de plantio nas linhas de cultivo. Assim, a média para comprimento das plantas de caupi foi de 2,5 metros.

Tabela 5. Ramos laterais por planta e comprimento da parte aérea de caupi, considerando populações de plantio do capim-vetiver em intercultivo com o caupi e doses de N em cobertura

Ureia (kg ha ⁻¹)	Densidade de vetiver (plantas m ⁻¹)					Média
	0	1	2	3	4	
Ramos laterais da planta⁻¹						
0	2,25B	1,17A	0,58B	0,58A	1,00A	1,12
45	2,58A	0,58B	1,08A	0,58A	0,75B	1,12
Média	2,42	0,88	0,83	0,58	0,88	1,12
C.V. (%)	67,2					
Comprimento da parte aérea (m)						
0	2,41	2,56	2,60	2,72	2,77	2,61A
45	2,87	2,56	2,87	2,73	2,45	2,39A
Média	2,64	2,56	2,73	2,72	2,61	2,50
C.V. (%)	15,8					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste F (5%).

A.



B.

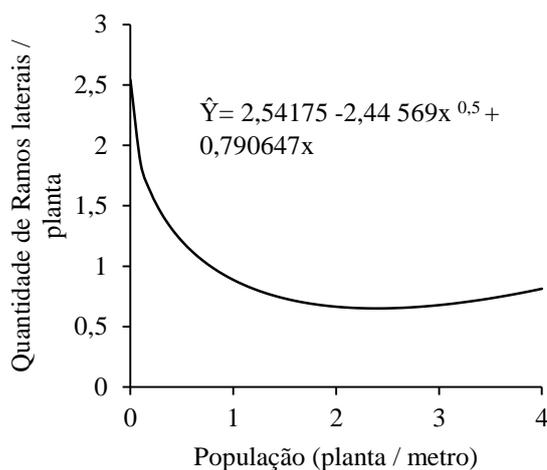


Figura 4. Ramos laterais por planta de caupi considerando a população do capim-vetiver em intercultivo com o caupi, A) Sem adubação (0 kg ha⁻¹ de ureia) e B) Com adubação (45 kg ha⁻¹ de ureia)

Nas amostras de folhas do caupi, verificou-se que os teores de N e P estão acima da faixa de suficiência para o caupi (MALAVOLTA et al., 1997), enquanto o K está abaixo dessa faixa.

Para o número de vagens por planta de caupi (Tabela 7) ocorreu interação significativa ($P < 0,05$) entre aplicação de ureia e população de vetiver.

No monocultivo de caupi e nas Populações de uma e três plantas por metro de vetiver, adubados com ureia, ocorreu maior número de vagens por planta. Já nas Populações com 2 e 4 plantas por metro, sem adubação com ureia, ocorreram os maiores números de vagens por planta (Tabela 7).

Sem adubação de ureia, o número de vagens por planta, foi maior no monocultivo, e teve decréscimo com o aumento da população de plantas de vetiver até 2,3 plantas por metro, resultando em 2,0 vagens por planta e posterior acréscimo até 4 plantas por metro (Figura 5).

Com adubação de ureia, o número de vagens por planta foi maior no monocultivo e reduziu com o aumento da densidade até o mínimo com 3 plantas por metro, resultando em 2,2 vagens por planta e acréscimo suave até 4 plantas por metro (Figura 5).

Tabela 7. Número de vagens por planta, de sementes por vagem e produtividade de grãos de caupi considerando populações de plantio do capim-vetiver em intercultivo com o caupi e doses de N em cobertura

Ureia (kg ha ⁻¹)	População de vetiver (plantas m ⁻¹)					Média
	0	1	2	3	4	
	Vagens por planta					
0	7,00B	2,50B	3,33A	1,75B	4,58A	3,83
45	8,17A	3,92 ^a	2,58B	3,33A	2,33B	4,07
Média	7,58	3,21	2,96	2,54	3,46	3,95
C.V. (%)	50,3					
	Sementes por vagem					
0	12,58	7,81	8,29	7,21	8,42	8,86A
45	8,85	11,03	8,54	11,49	7,08	9,40A
Média	10,72	9,42	8,42	9,35	7,75	9,13

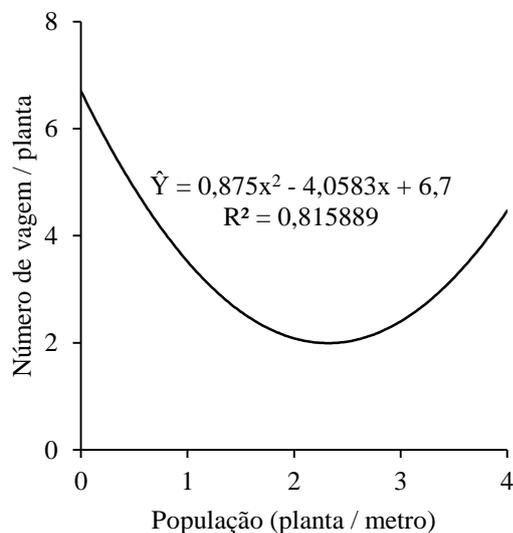
C.V. (%)	53,2					
Produtividade de grãos (kg ha⁻¹)						
0	781,00	385,00	260,30	154,00	328,60	381,78B
45	728,20	387,80	353,60	265,80	313,30	409,74A
Média	754,60	386,40	306,95	209,90	320,95	395,76
C.V. (%)	51,1					

Médias seguidas da mesma letra maiúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste F (5%).

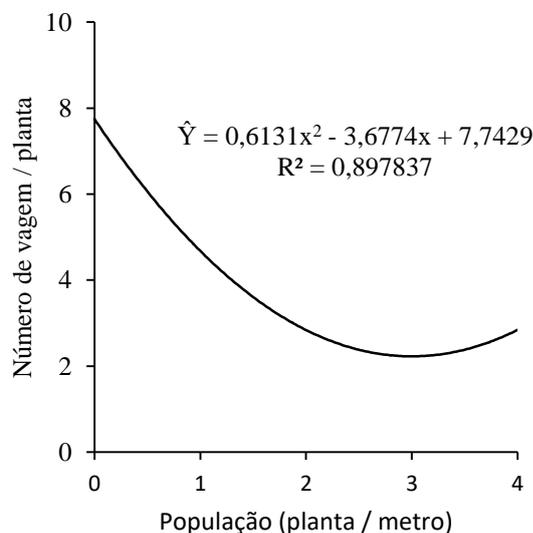
O número de sementes por vagem de caupi (Tabela 7), não diferiu significativamente ($P < 0,05$), para aplicação de ureia e Populações de plantio nas linhas de cultivo. Assim, a média para o número sementes por vagem foi de 9,13.

A produtividade de caupi, não apresentou efeito significativo da interação (adubação com ureia e Populações do vetiver) ($P > 0,05$). Porém, para aplicação de ureia e populações de plantio ocorreu efeito significativo ($P < 0,05$) em que, a aplicação da mesma resultou em 28 kg ha⁻¹ a mais na produtividade do caupi (Tabela 7).

A.

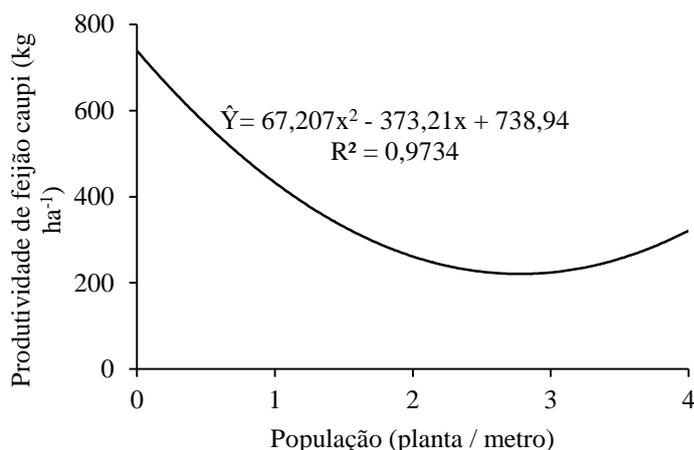


B.



C.

Figura 5. Número de vagens por planta de caupi e média de produtividade de seus grãos, considerando a população de capim-vetiver em intercultivo com o caupi. A) Sem adubação (0 kg ha⁻¹ de ureia) e B) Com adubação (0 kg ha⁻¹ de ureia) e C) Médias das produtividades de grãos.



Para o efeito da população ($P < 0,05$) verificou-se que (Figura 5) o monocultivo, apresentou a maior produtividade de caupi, enquanto, a menor produtividade estimada ocorreu com 2,78 plantas de vetiver por metro, resultando em 220,8 kg ha⁻¹ de caupi. Assim, o intercultivo com vetiver reduziu em 1,7; 2,8; 3,3 e 2,3 vezes a produtividade do caupi nas populações de 1; 2; 3 e 4 plantas por metro, respectivamente (Figura 5).

4. DISCUSSÃO

Para a produção de biomassa do caupi ocorreu efeito da aplicação de ureia (45 kg ha⁻¹), resultando em maior biomassa de caupi nas populações 0 (monocultivo) e 4 vetiveres m⁻¹, enquanto, para o caupi não adubado com N, as maiores biomassas ocorreram nas populações de 0 (monocultivo) e 1 vetiver m⁻¹ (Figura 5). Verifica-se que no monocultivo ocorreu maior intensidade luminosa a 1,5 m de altura (Tabela 2 e Figura 2) com consequente maior número de ramos laterais (Tabela 4 e Figura 4). Certamente isto ocorreu devido à maior intensidade luminosa em comparação ao intercultivo com o vetiver.

O comprimento da parte aérea do caupi foi em média de 2,5 m, não sendo afetado pelas populações de plantio ou adubação com ureia (Tabela 4). Oliveira et al. (2017) verificaram que a intensidade luminosa afeta diretamente as plantas de caupi, provocando mudanças morfofisiológicas, como o estiolamento, em caso de baixa incidência luminosa, e afirmam que a luminosidade é determinante no crescimento e desenvolvimento das plantas. Entretanto, isto não foi verificado em nosso estudo (Tabela 2 e Tabela 4).

A aplicação com ureia resultou em teor de P 9,2 % a mais na parte aérea do caupi (Tabela 2). Enquanto, para os macronutrientes contidos na palhada, a aplicação de ureia afetou os conteúdos de nitrogênio e potássio. O nitrogênio contido na palhada nas Populações 0 (monocultivo); 3; 2 e 1 vetiveres m⁻¹, com aplicação de ureia, foi 28,5; 36,7;

19,1 e 8,1 % a mais que sem aplicação de ureia, respectivamente. Contudo, para o potássio, as populações 0 (monocultivo); 3 e 2 vetiveres m^{-1} , com aplicação de ureia, foram 24,7; 37,6; 25,2 % a mais que sem aplicação de ureia, respectivamente. Por outro lado, verifica-se que 4 vetiveres m^{-1} , sem aplicação de ureia, os conteúdos foram 37,3 % e 12,7 % a mais que com aplicação de ureia, para N e K, respectivamente (Tabela 3). É interessante notar que na densidade de 4 plantas m^{-1} o vetiver apresentou, em média, o maior conteúdo de N em comparação às demais populações (Figura 4).

Segundo Brito et al. (2011), o feijão-caupi quando submetido a 40 kg ha^{-1} de ureia na semeadura alcança alta eficácia na nodulação e alto rendimento de grãos. A adubação funciona como um arranque na atividade de fixação biológica de N. Segundo os autores, a atividade de FBN no caupi pode até substituir a aplicação de ureia e mesmo assim ter um rendimento aceitável para a cultura. Fonseca et al. (2010) constataram que N e K são os nutrientes que mais acumulam nas plantas de caupi, entretanto verificaram que N e P são os mais exportados para os grãos. Já, Galvão et al. (2013) constatararam que os teores de N e K são maiores no sistema de plantio direto, enquanto, o P é maior no convencional.

Quanto ao número de vagens por planta de caupi, verificou-se que, com aplicação de ureia, as Populações 0 (monocultivo); 1 e 3 vetiveres m^{-1} produziram 14,3; 36 e 47% a mais que sem aplicação de ureia, respectivamente. Já as Populações 2 e 4 vetiveres m^{-1} , sem aplicação de ureia, produziram 49,1 e 22,5 % a mais que quando aplicada (Tabela 6). Concomitantemente, em média, a produtividade do caupi com a adubação com ureia foi de 28 kg ha^{-1} a mais que sem adubação (Tabela 6).

O monocultivo de caupi apresentou o maior número de vagens e maior produtividade, que foi de aproximadamente 739 kg ha^{-1} (Figura 5). Esta produtividade obtida se encontra acima da média nacional, como corrobora Freire Filho et al. (2017).

Segundo Bezerra et al (2001, 2009), o número de grãos por vagem e o peso das sementes de caupi, estão relacionados aos arranjos das plantas de caupi, já a maior densidade de plantas reduz o número de vagens por planta e o número de grãos, e consequentemente reduz a produtividade.

Dos Santos et al. (2011) verificaram que o caupi, quando submetido a condições de baixa luminosidade, pode se aclimatar, resultando em aumento da haste principal e da área foliar, reduzindo a produtividade e aumentando a massa seca. Para leguminosas a atenção ao sombreamento é sempre importante, pois pode vir a afetar a produtividade (OLIVEIRA

E SOUTO, 2002). Sendo que isto foi verificado em nosso estudo (Figuras 2 e 5).

De uma maneira geral, quando não se aplicou ureia, verificou-se que entre as populações de vetiver, a população de 4 vetiveres m⁻¹, resultou em maiores intensidades luminosa a 1,5 m de altura, massa seca do caupi (Figura 2), N, P, e K contidos na palhada do caupi (Figura 3), número de ramos laterais (Figura 4) e número de vagens por planta (Figura 5).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

O feijão caupi é um cultura extremamente importante e faz presente na mesa de muitos brasileiros. Destaca-se com os resultados encontrados, que o monocultivo de caupi produziu em média 8,9 Mg ha⁻¹ de matéria seca de palhada e uma produtividade de aproximadamente de 739 Kg ha⁻¹. Enquanto, no monocultivo de caupi, com aplicação de N, a palhada continha 212 e 231 kg ha⁻¹ de N e K, enquanto, sem aplicação de N, 152 e 174 kg ha⁻¹, respectivamente. O intercultivo com vetiver reduziu tanto a produtividade de matéria seca quanto os conteúdos de N e K na palhada do caupi.

REFERÊNCIAS

BEZERRA, A. A. C.; ANUNCIÇÃO FILHO, C.J.; FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q. Inter-relação entre caracteres de caupi de porte ereto e crescimento determinado. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v. 36, p.137–142, 2001.

BEZERRA, A. A. C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Características de dossel e de rendimento em feijão-caupi ereto em diferentes Populações populacionais. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, v.44, n.10, p.1239–1245, 2009.

BRITO, M. M. P.; MURAOKA, T.; DA SILVA, E.C. Contribuição da fixação biológica de nitrogênio, fertilizante nitrogenado e nitrogênio do solo no desenvolvimento de feijão e caupi. **Bragantia**, v.70, p.206-215, 2011.

CARLOS, J. A. D.; COSTA, J. A.; COSTA, M. B. **Adubação Verde: do conceito à prática (Série Produtor Rural, no 30)**. Piracicaba: ESALQ - Divisão de Biblioteca e Documentação, 32p., 2006.

DOS SANTOS, E. R.; BORGES, P. R. S.; SIEBENEICHLER, S. C.; CERQUEIRA, A. P., PEREIRA, P.R. Crescimento e teores de pigmentos foliares em feijão-caupi cultivado sob dois ambientes de luminosidade. **Revista Caatinga**, v.24, n.4, p.14–19, 2011.

ERASMO, E. A. L.; AZEVEDO, W. R.; GARCIA, E. Potential of Species Used as Green Manure in the Integrated Weed Management. **Planta Daninha**, v. 22, n.39, p.337–342, 2004.

FONSECA, M. R.; FERNANDES, A. R.; DA SILVA, G. R., BRASIL, E. C. Teor e acúmulo de nutrientes por plantas de feijão caupi em função do fósforo e da saturação por bases. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v.53, n.2, p.195-205, 2010.

FREIRE FILHO, F.R. **Origem, evolução e domesticação do caupi**. In: Araújo, J.P.P.; Watt, E.E. editors. O caupi no Brasil. Brasília, DF: IITA: EMBRAPA, p.26-46, 1988.

FREIRE FILHO, F.R.; RIBEIRO, V.Q.; RODRIGUES, J.E.L.F.; VIEIRA, P.F.M.J. **A cultura: Aspectos Socioeconômicos**. In: DO VALE, J.C.; BERTINI, C.; BORÉM, A. editores. Feijão- Caupi: Do Plantio à colheita. Viçosa, MG: Ed. UFV, p.10-33, 2017.

GALVÃO, J.R.; FERNANDES, A.R.; MELO, N.C.; DE ALBUQUERQUE, M.P.F. Sistemas de manejo e efeito residual do potássio na produtividade e nutrição do feijão-caupi. **Revista Caatinga**, v.26, n.2, p.41-49, 2013.

INMET. **Estação Meteorológica de Observação de Superfície automática**. Instituto Nacional de Meteorologia. Acesso em 8 de Setembro de 2018. Disponível:<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=estacoes/estacoesAutomaticas>, 2018.

MAFFEI, M. **Vetiveria: The Genus Vetiveria**, 1st ed. Taylor and Francis, London; 202p., 2002.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, A.S. **Avaliação do estado nutricional das plantas. Princípios e aplicações**. 2ª ed. Piracicaba: POTAFOS; 319p.,1997.

OLIVEIRA, A.B.; MESQUITA, R.O.; GUIMARÃES, M.A.; LEMOS NETO, H. S.; SILVA, T. M. **Exigências Edafoclimáticas e Ecológicas**. In: DO VALE, J. C.; BERTINI, C.; BOREM, A. Feijão-caupi: do plantio à colheita. Viçosa: Editora UFV, p.10-34, 2017.

OLIVEIRA, F. L.; SOUTO, S. M. Comportamento De Leguminosas Forrageiras Tropicais Sob sombreamento. **Pesquisa Agropecuária Gaúcha**, p. 67–74, 2002.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e manejo de nutrientes**. Piracicaba: International Plant Nutrition Institute, 420p., 2011.

ROCHA, M.D.M.; CARVALHO, K.J.M.; FREIRE FILHO, F.R.; LOPES, A.D.A; GOMES, R.L.F.; SOUSA, I.D.S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa agropecuária brasileira**, v.44, n. 3, p. 270-275, 2009.

SAEG, S. **Sistema para Análises Estatísticas**, Versão 9.1. Viçosa, 2007.

YASEEN, M.; SINGH, M.; RAM, D. Growth, yield and economics of vetiver (*Vetiveria zizanioides* L. Nash) under intercropping system. **Industrial Crops and Products**, v.61, p. 417–421, 2014.