

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO**

**VIABILIDADE DO CONSÓRCIO SISAL COM FEIJÃO-CAUPI
ADUBADO COM FONTES DE N NO SEMIÁRIDO**

JILSON DE NAZARÉ JOSÉ ADRIANO

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

DEZEMBRO – 2020

VIABILIDADE DO CONSÓRCIO SISAL COM FEIJÃO-CAUPI ADUBADO COM FONTES DE N NO SEMIÁRIDO

JILSON DE NAZARÉ JOSÉ ADRIANO

Eng. Agrônomo, Universidade da Integração Internacional da Lusofonia
Afro-Brasileira, 2018.

Dissertação submetida ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, como requisito parcial para obtenção do Grau de Mestre em Microbiologia Agrícola.

Orientadora: Prof. Dr^a Rafaela Simão AbrahãoNóbrega

Co-Orientadora: Prof. Dr^a Ana Cristina Fermino Soares

CRUZ DAS ALMAS - BAHIA

DEZEMBRO – 2020

FICHA CATALOGRÁFICA

A243v	<p>Adriano, Jilson de Nazaré José. Viabilidade do consórcio sisal com feijão-caupi adubado com fontes de N no Semiárido / Jilson de Nazaré José Adriano._ Cruz das Almas, Bahia, 2020. 46f.; il.</p> <p>Orientadora: Rafaela Simão Abrahão Nóbrega. Coorientadora: Ana Cristina Fermino Soares.</p> <p>Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola, Embrapa Mandioca e Fruticultura.</p> <p>1.Consorciação de culturas – Sisal – Feijão-de-corda. 2.Adubação – Nitrogênio. 3.Semiárido – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 631.58</p>
-------	--

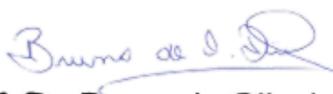
Ficha elaborada pela Biblioteca Central de Cruz das Almas - UFRB.
Responsável pela Elaboração - Antonio Marcos Sarmento das Chagas (Bibliotecário - CRB5 / 1615).
(os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico).

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM MICROBIOLOGIA AGRÍCOLA
CURSO DE MESTRADO**

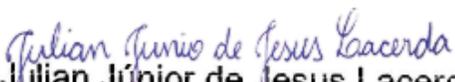
**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE
JILSON DE NAZARÉ JOSÉ ADRIANO**


Prof. Dr^a Rafaela Simão Abraão Nóbrega

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia


Prof. Dr. Bruno de Oliveira Dias

Universidade Federal da Paraíba


Prof. Dr. Julian Júnior de Jesus Lacerda

Universidade Federal do Piauí

“Dissertação homologada pelo Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola em _____ conferindo o grau de Mestre em Microbiologia Agrícola em _____.”

DEDICATÓRIA

A minha mãe e a todos que me deram muito apoio para que fosse possível a realização do mestrado, pelos momentos difíceis durante o período que decorreu a formação.

AGRADECIMENTOS

A Deus, pelas maravilhas que realiza na minha vida, pela proteção, segurança e benção. A minha querida mãe pelo amor incondicional. A minha avó pela benção diária das suas orações

A UFRB-Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, pelo apoio institucional nas pesquisas e logística na condução do experimento. As instituições financiadoras: CAPES-Cordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa e do auxílio PROAP e ao CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento do projeto NEXUS: Integração Caatinga-sisal (Processo n. 441625/2017-7).

As minhas Orientadoras Dr^a. Rafaela Simão Abrahão Nóbrega e a Dr^a. Ana Cristina Fermino Soares, pela orientação, apoio, zelo nos trabalhos, responsabilidade e pela confiança em me aceitar como seu orientando e aluno, muito obrigado, pelos ensinamentos acadêmicos, pela seriedade e honestidade nos trabalhos. E a Caliane Bráulio, pelo apoio e contribuição na escrita

Aos meus irmãos e irmãs, por estarmos ligados ao mesmo DNA e pelo amor e carinho que eu tenho e sinto de vocês. Aos meus tios e tias, Nelo Adriano, Feliciano Adriano, Marcelino Adriano, Vasco Temo, Sandra Temo, Suzana Temo, Belchior, Pedro Zumba, Linda Temo, Adão José Brás, pela força e apoio. Aos meus amigos (as) Paulino José Lopes, Crisnanda Silva, Dituzaya Panguila, Hilquias Chiquete, Feliciano Marcolino, Manuel Geremias, Sebastião Martinho, Elísia Ramos, António Candiengue, António Dilukila, Herlander Cumbi, Maria Augusta, Danuza das Virgens, João Vieira, Andreza de Jesus, Cyndi Pinho e Nádia Carina, por todo apoio e pela amizade.

Ao Prof. Dr. Marcos Roberto da Silva e ao MSc. Alcione Bernardi, pelo apoio técnico. Ao Sr. José Elias (Seu Zé), pela generosidade e por ter aberta as portas da sua propriedade para a realização da pesquisa. A todos (a) professores (as) da Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, por terem participado e contribuído na minha formação acadêmica. A minha turma 2018.2, pela amizade construída nessa jornada da Pós-Graduação.

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

CAPÍTULO II

- Figura 1.** Precipitação e temperatura máxima e mínima mensal do Município de Valente-BA, nos meses de junho a outubro de 2019. Dados do INMET, (2019). 45
- Figura 2.** Cultivo da *Agave sisalana* em fileiras dupla aos 90 dias de plantio (A), consorciada com o feijão-caupi (B), em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 2019 45
- Tabela 1.** Médias das variáveis de crescimento de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cultivado com diferentes fontes de nitrogênio em consórcio com sisal (*Agave sisalana* L.) em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 2019 46
- Tabela 2.** Médias das variáveis de produção de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivado com diferentes fontes de nitrogênio em consórcio com sisal (*Agave sisalana* L.) em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 201946
- Tabela 3.** Médias das variáveis mensuradas no cultivo de sisal (*Agave sisalana*) consorciado com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 2019 46

RESUMO

Adriano, J. de N. J. Viabilidade do consórcio sisal com feijão-caupi adubado com fontes de N no semiárido

O cultivo da *Agave sisalana* Perrine (sisal) tem sido uma das principais fontes de renda para os produtores rurais no semiárido baiano, com o fortalecimento da economia da região sisaleira. No entanto, estudos relacionados ao manejo da cultura são escassos, refletindo na baixa tecnificação no sistema de produção. Devido ao baixo rendimento (crescimento) da planta, apenas 4 % da composição da folha são aproveitados como fibra, e apresentam como derivados dessa matéria prima os seguintes produtos: bolsas; tapetes; barbantes; cordas; papel fino; cigarros; filtros; chapéus. O feijão-caupi, por apresentar um ciclo vegetativo anual e mais curto em relação ao sisal, pode ser uma alternativa para consórcio como forma de adicionar o N no solo, sendo que, os restos culturais podem ser deixado no solo como fator de cobertura e incorporação de matéria orgânica devido à baixa relação de C/N, como também, pode ser uma opção para o agricultor obter renda extra a partir da produção de grãos. O plantio consorciado como alternativa de manejo em lavouras agrícolas, é útil na contribuição do incremento da fertilidade, principalmente quando se utiliza leguminosas que se beneficiam da fixação biológica de nitrogênio. No entanto, objetivou-se com este estudo, avaliar a viabilidade do consórcio sisal com feijão-caupi, adubado com fontes de N, no semiárido da Bahia. O delineamento experimental foi em bloco casualizados. As fontes de N foram constituídas da inoculação com três estirpes de bactérias diazotróficas: BR3301- INPA03-11B (*Bradyrhizobium* sp), BR 3262 (*Bradyrhizobium pachyrhizi*) e um isolado da UFRB FA51. Os controles foram sem inoculação com adubação mineral (70 kg de N ha⁻¹, ureia à 45%) e sem inoculação ou adubação. No período da floração (estádio R6) foram analisadas a nodulação e a produção de fitomassa e no estágio R9 foram analisados os componentes de produção. Para as variáveis de crescimento das plantas de feijão-caupi verificou-se efeito significativo das fontes de N ($p < 0,05$), para as seguintes variáveis: número de nódulos; massa da parte aérea seca; eficiência das estirpes em relação as adubadas com N; e eficácia em relação a testemunha sem N. Não foram observados efeitos significativos para as variáveis de produção do feijão-caupi e do sisal (número de folhas; comprimento das folhas; larguras da folhas e altura da

planta). Entre as fonte de N utilizadas nesta pesquisa, a estirpe UFRB FA51, foi mais eficiente para a produção de maior número de nódulos, e foram observadas maior crescimento da planta de sisal, nas parcelas inoculadas com esta estirpe. O consórcio contribuiu positivamente no crescimento e desenvolvimento do sisal. Constatou-se viabilidade técnica e agronômica no consórcio entre o sisal e o feijão-caupi, com o cultivo de feijão-caupi nas entre linhas, o qual não prejudicou o crescimento vegetativo do sisal e nem teve a sua produção afetada, independente da fonte de N.

PALAVRAS-CHAVE: bactérias diazotróficas, inoculação, adubação nitrogenada, *Agave sisalana* Perrine, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

ABSTRACT

Adriano, J. de N. J. Feasibility of intercropping cowpea and sisal fertilized with N sources in semi-arid regions

Agave sisalana Perrine (sisal) crops are one of the main income sources for farmers in the semi-arid region in Bahia, Brazil, supporting the economy of this area best-known as the sisal's region. However, studies concerning the management of the crop are scarce, resulting in low technological improvement in production systems. Due to the low plant yield (growth), only 4% of the leaf composition is used as fiber, with the different byproducts obtained from this raw material, such as bags, carpets, strings, paper, cigarettes, filters, hats, etc. Cowpea, due to its shorter annual vegetative cycle when compared to sisal, may be an alternative for intercropping, adding N to the soil with crop residues that may be left in the soil as cover material and incorporating organic matter due to the low CN ratio, as well as being an additional income option for farmers producing grains. Intercropping, as an alternative for management of crops, is useful contributing for fertility increment, especially when using leguminous plants performing biological nitrogen fixation. The objective of this work was to evaluate the feasibility of intercropping sisal with cowpea, fertilized with N sources in the semi-arid region in Bahia, Brazil. The experimental design was implemented in randomized blocks. Nitrogen sources consisted in the inoculation with diazotrophic bacteria: BR3301- INPA03-11B (*Bradyrhizobium* sp) and BR 3262 (*Bradyrhizobium pachyrrhizi*); and one isolate

from UFRB: FA51. Control treatments consisted in mineral fertilization (70 kg N ha⁻¹, urea at 45%) without inoculation and without fertilization or inoculation. During the blooming period (stage R6), the nodulation and biomass production was evaluated and during the stage R9 production components were analyzed. A significant effect of N sources ($p < 0.05$) was verified for variables of cowpea plant growth: number of nodules; dry shoot weight; efficiency of strains when compared to N fertilization; efficiency when compared to the control without N. No significant effects were observed for variables of cowpea and sisal production (number of leaves; leaf length; leaf width; plant height). Among the N sources used in this study, the UFRB FA51 was more efficient producing the higher number of nodules and higher plant growth was also observed in plants inoculated with this strain. Intercropping positively contributed to plant growth and development in sisal. Technical and agricultural viability was verified for intercropping sisal and cowpea, with cowpea planted between sisal rows, without negative effects on sisal's growth or yield, independently from the N sources used.

KEY WORDS: diazotrophic bacteria, inoculation, nitrogen fertilization, *Agave sisalana* Perrine, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Sumário

LISTA DE FIGURAS E TABELAS

RESUMO

ABSTRACT

INTRODUÇÃO GERAL.....	11
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	14
CAPÍTULO 1	17
1. REVISÃO DE LITERATURA	18
1.2. Importância da cultura da <i>Agave sisalana</i> Perrine	18
1.3. Aspectos botânicos da cultura da <i>Agave sisalana</i> Perrine	19
1.4. Implantação da cultura do sisal	21
1.5. Utilização da <i>Vigna unguiculata</i> (L.) Walp e da <i>Agave sisalana</i> Perrine em plantios consorciados	22
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	26
CAPÍTULO 2	33
Resumo	34
Introdução.....	35
Material e métodos	36
Resultados e Discussão	38
Conclusões.....	41
Agradecimentos.....	41
Referências Bibliográficas.....	41

INTRODUÇÃO GERAL

A *Agave sisalana* é originária da península de Yucatán no México, que se adaptou perfeitamente nas condições climáticas do semiárido representado pelo bioma caatinga, com grande destaque no estado da Bahia, a partir do desfibramento das folhas é extraído a fibra, com destino para a fabricação de diversos produtos artesanais e para outras inúmeras utilidades (ALVARENGA JÚNIOR, 2012).

Estudos ao manejo da cultura são escassos, refletindo na baixa tecnificação no sistema de produção (FREITAS et al. 2018). Apesar das limitações técnicas verificadas no plantio, o Brasil apresenta destaque mundial na exportação com uma produção estimada em 60% (FAOSTAT, 2019).

O sisal é cultivado na região Semiárida do nordeste brasileiro, sendo o estado da Bahia é o maior produtor com 95,8% da área cultivada, seguido da Paraíba e do Ceará. Juntos representam 100% da produção nacional. (BATISTA et al. 2010; NAVES, 2013; IBGE, 2015). Alguns dos subprodutos obtido a partir do desfibramento da folha do sisal como: o pó; a bucha; e o resíduo líquido, ainda são poucos aproveitados devido à ausência de indústrias para o processamento dos derivados do sisal para fins econômicos (SANTOS & SILVA 2017).

Para o cultivo do sisal, fatores relacionados ao clima (temperatura; precipitação) e as características química do solo (fertilidade) devem ser levados em conta. Debnath et al. (2010) também destacam a importância do cultivo da espécie em solos com ausência de compactação. O sisal também é exigente em solos com níveis altos de fertilidade para o crescimento e desenvolvimento da mesma (ASFAW, 2011).

A ausência de plantas de crescimento espontâneo deve ser levada em conta pois contribui para um melhor crescimento do sisal, pois permite para uma melhor aeração das raízes (SILVA; BELTRÃO, 1999). Terrenos ou área de cultivo que apresentam declividade, recomenda-se adotar algumas práticas de conservação como: o plantio em faixa de nível (SILVA et al., 2007).

Espécies de plantas com metabolismo ácido das crassuláceas (CAM) como é o caso da *Agave sisalana*, permite a planta realizar a absorção do dióxido de carbono no período noturno e armazená-lo na forma de ácido málico. Durante o dia

o ácido málico reage em função da ativação da luz solar e é convertido a moléculas de glicose. A adaptação fisiológica da espécie contribui para a redução da evapotranspiração tornando-a resistente e bem adaptadas as condições climáticas do semiárido (STEWART, 2015; ABRAHAM et al., 2016).

Dos 27 Municípios da Região Sisaleira do estado da Bahia, alguns são destaques como: Campo Formoso, apresenta a maior área cultivada de sisal; Valente, por possuir as bateadeiras e da fábrica de tapetes e carpetes; Conceição do Coité, pela presença das indústrias de fios e comércio com ampla diversidade de produtos; e Serrinha, sede dos órgãos públicos com perfil regional do comércio e centro que liga demais municípios com Feira de Santana cidade pólo-regional e Salvador capital do Estado da Bahia (SANTOS et al., 2017).

No semiárido, apesar do plantio do sisal ser realizado em grande escala, ainda é cultivado com baixo índice de técnicas modernas e com práticas rudimentares, e isso tem causado impacto negativo na produção (FREITAS et al., 2018).

Neste contexto, o consórcio entre as culturas sisal com o feijão-caupi inoculado com bactérias diazotróficas pode ser uma alternativa viável. A escolha desta leguminosa, se deve ao fato desta ser frequentemente cultivada pelos agricultores e com baixo custo e insumo tecnológico, e pela rusticidade e adaptação que a mesma apresenta para as condições climáticas da região. Vale ressaltar que, a inoculação consiste numa prática viável quando não se utilizam fertilizantes nitrogenados na cultura do feijoeiro (FLORENTINO et al., 2018).

O plantio consorciado como alternativa de manejo em lavouras agrícolas, é útil na contribuição do incremento da fertilidade e recuperação dos solos degradados, quando se utiliza leguminosas que se beneficiam da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (REIS et al., 2017).

O feijão-caupi pode ser consorciado com várias culturas como: mandioca; milho; quiabo; girassol. O consórcio com leguminosas e gramíneas, principalmente como cobertura da biomassa, contribui na produtividade (SILVA et al., 2010; NAVES et al., 2015; ARAUJO et al., 2019). Além disso, o feijão caupi pode se beneficiar da simbiose com bactérias dizotróficas podendo dispor de todo N necessário a ser adquirido via FBN. Vários trabalhos apontam a responsividade da cultura, assim como os efeitos benéfico da simbiose na tolerância ao desfolhamento (BRAULIO et al., 2021) déficit hídrico e salinidade.

Neste contexto, parte-se da hipótese de que é possível a inserção do feijão-caupi, independente da fonte de nitrogênio utilizada, entre as faixas do cultivo do

sisal, sem prejuízo de produção do feijão-caupi e do crescimento inicial do sisal. Assim, este trabalho teve como objetivo, avaliar a viabilidade do consórcio sisal com feijão-caupi, a partir de fontes de N, no semiárido da Bahia.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, P. E.; YIN, H.; BORLAND, A. M.; WEIGHILL, D.; LIM, S. D.; PAOLI, H. C.; ENGLE, N.; JONES, P. C.; AGH, R.; WESTON, D. J.; WULLSCHLEGER, S. D.; TSCHAPLINSKI, T.; JACOBSON, D.; CUSHMAN, J. C. HETTICH, R. L.; TUSKAN, G. A.; YANG, X. Transcript, protein and metabolite temporal dynamics in the CAM plant *Agave*. **Nature Plants**. v.2, 2016. doi:10.1038/nplants.2016.178

ALVARENGA JÚNIOR, E. R. **Dossiê Técnico cultivo e aproveitamento do sisal. Fundação Centro Tecnológico, CETEC**. p.4, 2012. Disponível em: <http://www.respostatecnica.org.br/dossie-tecnico/downloadsDT/NjExOQ> Acesso em: 03 dez 2019.

ARAUJO, T. DOS S.; GALLO, A. DE S.; ARAUJO, F. DOS S.; SANTOS, L. C. DOS.; GUIMARÃES, N. DE F.; SILVA, E R. F. da. Biomass and microbial activity in soil cultivated with maize intercropped with soil cover legumes. **Revista de Ciências Agrárias**. v.42, n.2, 2019. doi: 10.19084/rca.15433

ASFAW, K. G. Investigation of the Reasons for the Unique Growth and Development of *Agave* Species (*Agave sisalana* and *Agave americana*) Crop Plants at the Southern, Central, North Western and Eastern Parts of Tigray, Ethiopia. **Current Research Journal of Biological Sciences**. v.3, n.4, p. 273-281, 2011.

BATISTA, D. C.; SILVA, F. M.; SOUZA, W. C. O.; BARBOSA, M. A. G.; Costa, V. S. O.; BRANDÃO, W. N.; TERAQ, D. **Manejo da podridão vermelha do tronco do sisal**. Petrolina: Embrapa Semiárido, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/28778/1/CTE92.pdf>. Acesso em 04 de nov, 2019.

BRAULIO, C. DA S.; SILVA, L. F. L. DA.; SILVA, C. S. DA.; CORREIA, A. DE J.; ROCABADO, J. M. A.; NÓBREGAS, R. S. A. Can inoculation with diazotrophic bacteria decrease the productivity loss of defoliated *Vigna unguiculata* (L.) Walp? **Brazilian Journal of Agricultural and Environmental Engineering**. v.25, n.3, p.189-196, 2021.

doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v25n3p189-196>

DEBNATH, M.; PANDEY, M.; SHARMA, R.; THAKUR, G. S.; LAL, P. Biotechnological intervention of *Agave sisalana*: A unique fiber yielding plant with medicinal property. **Journal of medicinal plants Research**. v.4, n.3, p.177-187, 2010.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). current market situation and medium term outlook for jute and kenaf; sisal and henequen; abaca and coir. Set, 2019.

Disponível:http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Jute_Hard_Fibres/Documents/IGG_40/19CRS_1_Current_Situation_and_Outlook_01.pdf. Acesso em: 06 ago. 2020.

FLORENTINO, L. A.; JUNIOR, K. S. F.; FILHO, M. V. P.; OLIVEIRA, T. E. De.; SOUZA, F. R. C.; SILVA, A. B. Inoculação e aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro. **Revista de Ciências Agrárias**. v.41, n.4, p.963-970, 2018. doi:<http://dx.doi.org/10.19084/RCA17001>.

FREITAS, A. B. T. M. DE.; SANTOS, A. M. B.; OLIVEIRA SANTOS, J. P. DE.; SOUZA J. DA S.; MIELEZRSK, F. Desenvolvimento de *Agave sisalana* Perrine sob diferentes manejos de adubação e consórcio. **Colloquium Agrariae**. v.14, n.4, p. 39-46, 2018. doi: 10.5747/ca. 2018.v14.n4.a247.

IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). Produção Agrícola Municipal ano 2015. Disponível online em: www.Sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 23 de fev, 2021.

REIS, A. F. de B.; ALMEIDA, R. E. M. De.; JÚNIOR, A. F. C.; NASCENTE, A. S. Effect of cover crops on soil attributes, plant nutrition, and irrigated tropical rice yield. **Revista Caatinga**. v.30, n.4, p.837-846, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252017v30n403rc>

SILVA, O. R. R. F da; BELTRÃO, N. E. de M. O agronegócio do sisal no Brasil. Salvador, **Sindifibras**. p.48-54, 2006.

SILVA, O. R. R. F. da.; SUINANGA, F. A.; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V. Desempenho produtivo de oito genótipos de sisal. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. v.11, n.2, p.85-89, 2007.

SILVA, O. R. R. F da.; BELTRÃO, N. E. de M. O agronegócio do sisal no Brasil. **Sindifibras**, 2010. p.48-54.

SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. Sisal na Bahia-Brasil. **Mercator**. v.16. 2017. doi: <https://doi.org/10.4215/rm2017.e16029>.

STEWART, J. R. *Agave* como um sistema de colheita modelo CAM para um mundo de aquecimento e secagem. **Frontiers in Plant Science**. v.6, 2015. doi: 10.3389 / fpls.2015.00684.

CAPÍTULO 1

REVISÃO DE LITERATURA

1. REVISÃO DE LITERATURA

1.2. Importância da cultura da *Agave sisalana* Perrine

Estudos apontam que a introdução do sisal no Brasil data do ano 1903, no entanto seu destaque na utilização como fonte de renda econômica teve início a partir do ano 1930 (SILVA, 1999). Devido ao baixo aproveitamento da planta, apenas 4% da composição da folha são aproveitados como fibra, e apresentam como derivados dessa matéria prima os seguintes produtos: bolsas; tapetes; barbantes; cordas; papel fino; cigarros; filtros; chapéus (SOUSA et al., 1998)

Os resíduos da planta de sisal constituem 96 % da composição no processo do desfibramento da folha, é pouco aproveitado, pelo alto custo e baixa tecnificação industrial e tecnológica para o beneficiamento (ALVES, 2004). Entende-se como resíduo do sisal, o produto derivado do desfibramento das folhas, secagem, batedura e seleção de fibras de primeira e de segunda qualidade, o não aproveitamento dos subprodutos do sisal, estes, podem apresentar várias utilidades e aplicações para agregar valor no setor industrial (CARDOSO, 2019).

A importância dos subprodutos do sisal, quando utilizado como mucilagem, este apresentou melhoria das características físicas do solo, utilizada como substrato no plantio de mamoneira, tendo sido eficiente para o crescimento das plantas (LIMA et al., 2006). A eficiência do uso da mucilagem, também foram verificados por Brandão et al. (2013) os autores consideraram como sendo de ótima qualidade, para a produção de silagem, ativadas com pó de trigo e farelo de soja. Santos et al. (2013) verificaram potencialidade na utilização dos subprodutos (mucilagem), para a composição da dieta dos ruminantes nas regiões do semiárido.

De acordo com os dados apresentados no relatório da FAO (2019) em relação aos preços do sisal na África ocidental e no Brasil, subiu consideravelmente devido à desvalorização da moeda, o real, afetou os preços do sisal quando expresso em dólares americanos, no Brasil, as secas prolongadas desde 2010 nas regiões do semiárido afetou a produção. Ainda de acordo com os dados do relatório, apontam que, os preços no estado da Bahia aumentaram 13 % em 2017, atingindo uma média de 1.444 dólares por

toneladas, em comparação com os preços do mesmo período de 2016, estimado em 1.283 dólares por tonelada. No entanto, os preços do sisal no Brasil caíram ligeiramente em 2018 e em 2019, calculados em 1.383 e 1206 dólares por toneladas respectivamente, devido à maior disponibilidade.

As exportações do sisal bruto do Brasil caíram 32,3 % ano de 2017, em comparação com mesmo período de 2016, influenciado pela diminuição da produção nos últimos anos. As exportações do Quênia também apresentaram o mesmo cenário, com diminuição de 5,4 %, atingindo 20,3 mil toneladas, devido à menor produção e competição com a Tanzânia (FAO, 2019).

Dentro do mercado brasileiro a produção do sisal, apresenta uma dinâmica sazonal, são observadas variações anuais abruptas e constantes na produção, e isso, reflete nos preços do mercado interno, essa dinâmica, gera instabilidade aos produtores em relação as produtividades a ser alcançadas com o cultivo do sisal (SOARES et al., 2017). Segundo Alves (2015) o preço das vendas do sisal, apresentou maior aumento no crescimento nos anos de 2012 a 2015, de 1 a 3 R\$/kg. Ainda de acordo com Soares e colaboradores, esse aumento e valorização nas vendas é explicado, entre outros fatores, principalmente, pela introdução da política de preço mínimo do governo federal, entre o período de 2007 a 2012. No entanto, tendo em conta da importância econômica, social da espécie e da adaptação em relação ao clima nas condições do semiárido do nordeste brasileiro, permitiu aos produtores dessas regiões, o cultivo da mesma como sua principal fonte de renda.

1.3. Aspectos botânicos da cultura da *Agave sisalana* Perrine

A cultura do sisal faz parte da classe das monocotiledôneas, sendo que, de acordo com Sanches Potes et al. (1991) apenas duas espécies, do total de 300 estudadas, se destacam nos plantios agrícolas para a produção da fibra: *Agave sisalana* e *Agave fourcroydes*.

O sisal (*A. sisalana* Perr.) é uma planta monocárpica, perene, plurianual e semixerófila, essas características torna esse vegetal resistente a secas prolongadas e temperaturas elevadas. Ao longo da evolução, desta espécie, diversas características foram adquiridas e preservadas, dentre elas destacam-se: folhas carnosas, cutícula espessa, redução na quantidade de estômatos (SILVA & BELTRÃO, 1999; ABREU, 2010).

Uma das características fisiológicas marcantes da espécie é de possuir folhas grossas. Além das espécies de plantas do tipo C3 e C4, as do tipo CAM (Metabolismo Ácido Crassuláceo) como é o caso da *Agave sisalana*, apresentam características fisiológicas que permitem a planta realizar a troca do dióxido de carbono no período noturno. A adaptação fisiológica da espécie contribui para a redução da evapotranspiração tornando-a resistente e bem adaptadas as condições climáticas da região semiárida do Nordeste brasileiro (STEWART, 2015; ABRAHAM et al., 2016).

As folhas do sisal são os principais órgãos da planta de interesse econômico e social, estes, apresentam uma forma lanceolada ligadas diretamente ao pseudocaule, rígida, de cor verde escuro e comprimento entre 120 e 160 cm, com 10 a 15 cm de largura. De acordo com os mesmos autores, a planta da *Agave sisalana* pode produzir de 200 a 250 folhas durante o ciclo (SILVA et al., 2008).

Sua epiderme é composta por uma cutícula cerosa, nesta camada há vários estômatos distribuídos de maneira contínua, realizando as trocas gasosas. A inserção da folha no pseudocaule ocorre em forma de espiral ascendente, formando rosetas (CARNEIRO, 2017). Durante o ciclo, a planta cerca de 200 a 250 folhas, com peso médio variando entre 400 g e 700 g, e cada folha contém de 1000 a 1200 fios de fibras (BELTRÃO, 2006; SILVA et al., 2008).

A flor da planta de sisal é hermafrodita e agrupa-se em cachos localizados no final de cada ramo da panícula (CARNEIRO, 2017). Quando há a decapitação do pedúnculo floral, ocorre a frutificação, os frutos e as sementes são viáveis quando obtidos a partir dos ramos originados das gemas inferiores do escapo floral (GONDIM e SOUZA, 2009).

O sistema radicular do sisal é fasciculado, fibroso e em forma de tufo, não possui raiz principal, apresenta dois tipos de raízes, uma para fixação da planta ao substrato e outra para absorção de nutrientes (CARNEIRO, 2017). É acaulescente, e no lugar do caule há um pseudocaule suculento e com uma espessa camada de lignina, em que as folhas e o broto terminal se inserem e armazenam água e nutrientes (SILVA et al., 2008).

1.4. Implantação da cultura do sisal

Para o cultivo do sisal, alguns fatores relacionados ao clima e as características do solo, devem ser levados em conta.

O sisal adapta-se a solos levemente ácidos ou alcalinos, com pH variando de 5 a 8 (SOUSA, 2015). O sisal também é exigente de solos com níveis de fertilidade alta para um melhor crescimento e desenvolvimento (ASFAW, 2011). Adubação nitrogenada do sisal cultivado nas condições climáticas do semiárido, devem ser realizadas de forma parcelada, aplicar 1/3 do nitrogênio na fase inicial do enraizamento das mudas, e o restante para as próximas etapas do estágio do desenvolvimento da cultura em função do calendário das chuvas local (SILVA et al., 2008).

Nas regiões onde são constatadas precipitações anuais acima de 800 mm, deve ser descartado o uso de adubação mineral, como é o caso do nitrogênio, a adição do nitrogênio no solo pode ser feita com base no plantio de algumas leguminosas cultivadas em consórcio entre as fileiras do sisal (ASFAW, 2011).

O plantio do sisal (*Agave sisalana*), deve ser realizado após preparo do solo acompanhando as curvas de nível do terreno, e com orientações das linhas de plantio na posição norte sul para evitar sombreamento, recomenda-se o plantio no início das estações chuvosas (SILVA et al., 2008).

Assim a produção de mudas em viveiro a partir da utilização dos bulbilhos, deverá ser feito com os espaçamentos de 0,20 m entre plantas e de 0,5 m entre linhas, para o plantio definitivo em campo, recomenda-se que a planta permaneça no local até atingir a altura de 40 a 50 cm. Ainda de acordo com os autores, plantios a partir da utilização de rebentos, também, é recomendado selecionar mudas entre 40 a 50 cm de cultura, e de 12 a 15 folhas e 8 a 12 cm de diâmetro do bulbo (SUINAGA et al., 2008).

Na região do nordeste brasileiro, os agricultores têm maior preferência no arranjo espacial do plantio em fileiras simples, com uma população de 5 mil plantas/ha (SILVA, 2008).

Na região do nordeste brasileiro, local de destaque para o cultivo do sisal, são utilizadas duas cultivares pelos agricultores o sisal comum ou *Agave sisalana* e os Híbridos, sendo que, estudos apontaram vantagem com relação à produção de fibra quando são utilizados materiais híbridos, em comparação ao comum *Agave sisalana* (SOUZA SOBRINHO et al., 1985).

1.5. Utilização da *Vigna unguiculata* (L.) Walp e da *Agave sisalana* Perrine em plantios consorciados

O consórcio realizado pelos agricultores, são utilizadas culturas alimentares com culturas industriais. Até então, o sisal é plantado isoladamente, isso, em função da ausência de resultados de estudos que indiquem opções econômicas viáveis. Ainda de acordo com o boletim técnico da Embrapa algodão, vem realizando estudos para avaliar a viabilidade produtiva e econômica da cultura do sisal Híbrido 11648 e sisal comum (*Agave sisalana*), em consórcio com culturas como o milho e o feijão (EMBRAPA ALGODÃO, 2008).

O plantio consorciado com culturas locais pode ser uma alternativa capaz de proporcionar ao agricultor uma segunda renda no período improdutivo do sisal (SILVA et al., 2008).

A idade da planta ou ciclo vegetativo, é determinado após emissão da inflorescência denominada tecnicamente de escape floral ou, popularmente, “poste” ou “pendão de agave” após cerca de 8 a 10 anos do plantio (GONDIM e SOUSA, 2009).

O feijão-caupi, por este apresentar um ciclo vegetativo anual e mais curto em relação ao sisal, pode ser uma alternativa para consórcio, sendo que, os restos culturais podem ser deixado no solo como fator de cobertura e incorporação de matéria orgânica devido à baixa relação de C/N, como também, pode ser uma opção para o agricultor obter renda extra a partir da produção de grãos (COSTA et al., 2011; FREITAS et al., 2018. A escolha da inserção do feijão-caupi entre as linhas de sisal, está relacionada principalmente a adaptação da espécie nas condições ambientais do semiárido e pelo seu fácil manejo (COSTA, 2020).

A possibilidade de introdução do feijão-caupi em consórcio entre as linhas do sisal, pode ser uma alternativa econômica favorável aos agricultores uma vez que o tempo para a produção do sisal é muito longo em relação ao feijão-caupi.

O plantio consorciado como alternativa de manejo em lavouras agrícolas, é útil na contribuição do incremento da fertilidade e recuperação dos solos degradados, quando se utiliza leguminosas que se beneficiam da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (REIS et al., 2017).

Um estudo conduzido no estado de Piauí, utilizaram nitrogênio e micronutrientes na produção de grãos de feijão-caupi inoculado, estudos

mostram que, o maior rendimento de grãos inoculado com a estirpe INPA 03-11B, foi obtido na ausência de adubação nitrogenada com aplicação de micronutrientes, resultando em incremento de 12,4% em relação à ausência da aplicação (MARTINS et al., 2013)

O uso das estirpes em simbiose com a cultura do feijão-caupi, é uma alternativa para a redução do uso dos fertilizantes minerais (REIS et al., 2018). Alguns fatores como o uso da tecnologia para a obtenção dos inoculantes tem sido entrave para os agricultores, devido a garantia da qualidade do produto, como mencionam Rumjanek et al. (2017).

A utilização das estirpes BR 3302 (UFLA 3-84), BR 3301 (INPA 03-11B), BR 3262, BR 3299 e BR 3267 inoculadas em sementes de feijão-caupi no cerrado, contribuíram com uma eficiência agrônômica de até 90% de incremento de biomassa, mesma quantidade produzida com a adubação de N mineral (50 kg ha⁻¹) (CHAGAS JÚNIOR et al., 2010).

O feijão-caupi pode ser consorciado com culturas como: mandioca; milho; quiabo; girassol. O consórcio com leguminosas e gramíneas, principalmente como cobertura da biomassa, contribui na produtividade (SILVA et al., 2009; NEVES et al., 2015; ARAUJO et al., 2019). Em sistemas de plantio agrícola consorciada entre espécies, o arranjo espacial das plantas deve ser levado em conta, em função do tipo de espécie a ser estudado, com o intuito de reduzir a competição de nutrientes entre ambas.

Favacho et al. (2017) realizaram um ensaio agrícola na fazenda experimental “Rafael Fernandes” da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, avaliaram os arranjos espacial no consórcio entre o feijão-caupi e a cenoura, estes, verificaram que, o arranjo espacial 2:2 proporcionou a maior eficiência produtiva e econômica dos sistemas consorciados.

Outro estudo conduzido por Silva et al. (2018) para avaliar diferentes arranjos espacial (2: 2, 3: 3 e 4: 4) no consórcio da beterraba com o feijão-caupi, na fazenda experimental “Rafael Fernandes” da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, não foram verificados influência dos arranjos adotados nas pesquisas sobre a eficiência econômica dos sistemas consorciados, e produtividade.

Chaves et al. (2020) avaliaram o arranjo espacial e a densidade de plantas do feijão-caupi consorciado com a beterraba, em Mossoró e verificaram a máxima eficiência econômica do consórcio na densidade do feijão-caupi de

100%, independente do arranjo espacial (2: 2, 3: 3 e 4: 4), e época de cultivo (safras de 2016 e 2017).

Silva et al. (2020) realizaram um experimento no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará-IFPA, para avaliar o rendimento de grãos verdes em cultivares consorciados de milho e feijão-caupi e observaram que, para a produção de grãos verdes, o consórcio permanece vantajoso quando o cultivo de milho cultivar 'AG 1051' é consorciado com qualquer uma das duas cultivares de feijão-caupi ('Corujinha' e 'Sempre Verde').

Em ensaio conduzido por Aguiar et al. (2018) no Município de Santa Clara, Província de Villa Clara/Cuba, com o consórcio de feijão-caupi com sorgo, verificaram valores máximos de biomassa fresca e acúmulo de matéria seca, obtidos em uma fileira de sorgo e duas de feijão-caupi.

Com base nos trabalhos já apresentados, estudos comprovam a eficiência e a importância da utilização das estirpes para o desenvolvimento da cultura do feijão-caupi, sendo esta uma alternativa viável para o cultivo da mesma e redução dos fertilizantes minerais, como também, sua utilização em consórcio com outras culturas, como forma de incremento de nutrientes no solo. No entanto, devido seu baixo custo para a implantação da cultura, se torna viável para os agricultores de baixa renda, principalmente na região semiárida do Nordeste brasileiro, local de estudo desse trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABRAHAM, P. E.; YIN, H.; BORLAND, A. M.; WEIGHILL, D.; LIM, S. D.; PAOLI, H. C.; ENGLE, N.; JONES, P. C.; AGH, R.; WESTON, D. J.; WULLSCHLEGER, S. D.; TSCHAPLINSKI, T.; JACOBSON, D.; CUSHMAN, J. C.; HETTICH, R. L.; TUSKAN, G. A.; YANG, X. Transcript, protein and metabolite temporal dynamics in the CAM plant *Agave*. **Nature Plants**, v.2, 2016. doi:10.1038/nplants.2016.178

ABREU, K. C. L. M. **Epidemiologia da podridão vermelha do sisal no estado da Bahia**. Tese (Doutorado), Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. Cruz das Almas-BA, 100.p, 2010.

AGUIAR, D. G.; HERNÁNDEZ, U. A.; OROZCO, R. L. Acumulación de biomasa fresca y materia seca por planta en el cultivo intercalado caupí e sorgo. **Revista Centro Agrícola**, v.45, n.2, p.77-82, 2018.

ALMEIDA, A. L. G.; ALCÂNTARA, R. M. C. M.; NÓBREGA, R. S. A.; LEITE, L. F. C.; SILVA, J. A. L.; NOBREGA, J. C. A. Produtividade do feijão-caupi cv BR 17 Gurguéia inoculado com bactérias diazotróficas simbióticas no Piauí. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 5, n.3, p.364-369, 2010. doi: 10.5039/agraria.v5i3a795.

ALVES, A. V. S. **Inovação, competitividade e políticas públicas do arranjo produtivo local de sisal da Bahia**. Dissertação (Mestrado) em Economia Regional e Políticas Públicas, Universidade Estadual de Santa Cruz, 143.p, 2015.

ALVES, M. O.; SANTIAGO, E. S.; LIMA, A. R. M. Diagnóstico socioeconômico da região nordestina produtora de sisal. Fortaleza: BNB, p.75, 2005.

ASFAW, K. G. Investigation of the Reasons for the Unique Growth and Development of *Agave* Species (*Agave sisalana* and *Agave americana*) Crop Plants at the Southern, Central, North Western and Eastern Parts of Tigray, Ethiopia. **Current Research Journal of Biological Sciences**, v.3, n.4, p.273-281, 2011.

BATISTA, D. C.; SILVA, F. M.; SOUZA, W. C. O.; BARBOSA, M. A. G.; Costa, V. S. O.; BRANDÃO, W. N.; TERAPO, D. Manejo da podridão vermelha do tronco do sisal. EMBRAPA: **Circular técnica**, n.92, p.1-6, 2010.

BELTRÃO, N. E. M. A planta. In: Andrade, W. **O Sisal do Brasil**. 1a ed. Salvador, BA, SINDIFIBRAS; Brasília, DF, APEX-Brasil, p.25-28, 2006.

BRANDÃO, L. G. N.; PEREIRA, L. G. R.; AZEVÊDO, J. A. G.; SANTOS, R. D.; ARAÚJO, G. G. L.; DÓREA, J. R. R.; NEVES, A. L. A. Efeito de aditivos na composição bromatológica e qualidade de silagens de coproduto do desfibramento do sisal. **Semina: Ciências Agrárias**, v.34, n.6, p.2991-3000, 2013. doi: 10.5433/1679-0359.2013v34n6p2991

CARDOSO, M. S. Panorama tecnológico de uso de resíduos do sisal. **SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, v.13, n.3, 2019. doi: <https://doi.org/10.15202/1981996x.2019v13n3p13-23>.

CARNEIRO, J. L. S. **Caracterização de acessos de sisal usando descritores da planta e da fibra**. Tese (Doutorado), Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana- BA, 128.p, 2017.

COSTA, E. M.; NÓBREGA, R. S. A.; MARTINS, L. V.; AMARAL, F. H. C.; MOREIRA, F. M. S. Yield and nodulation of *Vigna unguiculata* (L.) Walp. inoculated with rhizobia strains in Bom Jesus, PI. **Revista Ciência Agronômica**, v.42, n.1, p.1-7, 2011. doi: <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000100001>.

CHAGAS JUNIOR, A. F.; RAHMEIER, W.; FIDELIS, R. R.; SANTOS, G. R.; CHAGAS, L. F. B. Eficiência agronômica de estirpes de rizóbio inoculadas em feijão caupi no Cerrado. **Revista Ciência Agronômica**, v.41, n.4, p.709-714, 2010.

CHAVES, A. D.; NETO, F. Z.; LIMA, J. S. S.; SILVA, J. N.; NUNES, R. L. C.; JUNIOR, A. P. B.; LIMA, G. K. L.; SANTOS, E. C. Cowpea and beet intercropping agro-economic dynamics under spatial arrangement and cowpea population density. **Horticultura Brasileira**, v.38, n.2, 2020. doi:10.1590/s0102-053620200212.

COUTINHO, W. M.; SUASSUNA, N. D.; LUZ, C. H.; SUINAGA, F. A.; SILVA, O. R. R. F. Bole rot of sisal caused by *Aspergillus niger* in Brazil. **Fitopatologia Brasileira**, v.31, n.6, p.605, 2006. doi:<https://doi.org/10.1590/S0100-41582006000600014>.

DEBNATH, M.; PANDEY, M.; SHARMA, R.; THAKUR, G. S.; LAL, P. Biotechnological intervention of *Agave sisalana*: A unique fiber yielding plant with medicinal property. **Journal of medicinal plants Research**, v.4, p.177-187, 2010.

DUARTE, E. A. A.; DAMASCENO, C. L.; OLIVEIRA, T. A. S. DE.; BARBOSA, L. DE O.; MARTINS, F. M.; SILVA, J. R. DE Q.; LIMA, T. E. F. DE.; SILVA, R. M. DA.; KATO, R. B.; BORTOLINI, D. E.; AZEVEDO, V.; GÓES-NETO, A.; SOARES, A. C. F. Putting the Mess in Order: *Aspergillus welwitschiae* (and Not *A. niger*) Is the Etiological Agent of Sisal Bole Rot Disease in Brazil. **Frontiers in Microbiology**, v.9, 2018. doi: <https://doi.org/10.3389/fmicb.2018.01227>.

EMBRAPA ARROZ E FEIJÃO. Dados conjunturais da produção de feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) e caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) no Brasil (2017 e 2018): área, produção e rendimento. Embrapa Arroz e Feijão. **Circular técnica**, 2020

FARIA, S. M.; LIMA, H. C. Additional studies of the nodulation status of legume species in Brazil. **Plant and Soil**, v.200, p.185-192, 1998, doi: <https://doi.org/10.1023/A:1004365121077>.

FAVACHO, F. S.; LIMA, J. S. S.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, J. N.; BARROS JÚNIOR, A. P. 2017. Productive and economic efficiency of carrot intercropped with cowpea vegetable resulting from green manure and different spatial arrangements. **Revista Ciência Agronômica**, v.48, n.2, 2017. doi: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170039>.

Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO). current market situation and medium term outlook for jute and kenaf; sisal and henequen; abaca and coir. 2019. Disponível:http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MON

ITORING/Jute_Hard_Fibres/Documents/IGG_40/19CRS_1_Current_Situation_and_Outlook_01.pdf Acesso em: 06 Ago, 2020.

HINOJOSA, C.; GUILLERMO, J.; FERNANDA, DA S. A.; SÁ, S. DE.; LUIZ, E. Rizobios nativos eficientes en la fijación de nitrógeno en *Leucaena leucocephala* en Rio Grande do Sul, Brasil. **Biotecnología en el Sector Agropecuario y agroindustrial**, v.19, n.1, p.128-138, 2021.

doi: [https://doi.org/10.18684/BSAA\(19\)128-138](https://doi.org/10.18684/BSAA(19)128-138)

GONDIM, T. M. de S.; DE SOUSA, L. C. Caracterização de frutos e sementes de sisal. Embrapa Algodão. **Circular técnica**, n.27, p.1-6, 2009

LACERDA, A. M.; MOREIRA, F. M. S.; MAGALHÃES, F. M. M.; ANDRADE, M. J. B.; SOARES, A. L. Efeito de estirpes de rizóbio sobre a nodulação e produtividade do feijão caupi. **Revista Ceres**, v.51, p.67-82, 2004.

LIMA, R. DE L. S. DE.; SEVERINO, L. S.; SILVA, M. I. DE L.; JERÔNIMO, J. F.; VALE, L. S. DO.; BELTRÃO, N. E. DE M. Substrates for castor seedlings production composed by blends of five organic materials. **Ciência e Agrotecnologia**, v.30, n.3, p. 474-479, 2006. doi: <https://doi.org/10.1590/S1413-70542006000300013>

MARTINS, L. M.; XAVIER, G. R.; RANGEL, F. W.; RIBEIRO, J. R. A.; NEVES, M. C. P.; MORGADO, L. B.; RUMJANEK, N. G. Contribution of biological nitrogen fixation to cowpea: a strategy for improving grain yield in the semi-arid region of Brazil. **Biology and Fertility of Soils**, v.38, n.6, p. 333–339, 2003.

NAVES, I. M. Sisal 2015: Retrospectiva. 2016. Disponível em: <http://www.conab.gov.br>. Acesso em: 03 nov. 2019.

REIS, A. F. de B.; ALMEIDA, R. E. M. De.; JÚNIOR, A. F. C.; NASCENTE, A. S. Effect of cover crops on soil attributes, plant nutrition, and irrigated tropical rice yield. **Revista Caatinga**, v.30, n.4, p.837-846, 2017. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252017v30n403rc>

REIS, V. R. R.; SOUZA, L. R. S.; VIEIRA, G. L. S.; COELHO, K. B. S.; COELHO A. S. C.; SILVA, M. R. M. Crescimento vegetativo do feijão-caupi com inoculante

alternativo. **Revista Verde**, v.13, n.4, p.466-471, 2018.
doi: <https://doi.org/10.18378/rvads.v13i4.5630>

RUMJANEK, N. G.; BASTOS, J. L.; OLIVEIRA, D. G. C.; FERREIRA, R. T.; CAVALHEIRO, L. B. S.; AGUIAR, L. A.; DIAS, A.; RIBEIRO, R. L. D. Prática alternativa para inoculação de sementes de feijão-caupi a partir de um preparado de raízes finas noduladas. **Seropédica: Embrapa Agrobiologia. Comunicado técnico**, n.145, p.1-4, 2017.

SACRAMENTO, J. A. A. S.; SANTOS, J. A. G.; LOUREIRO, D. C.; COSTA, O. V.; COSTA, A. M. W. Variabilidade espacial e mudanças nos estoques de carbono de um Neossolo Regolítico cultivado com sisal. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, vol.22 no.11, 2018. doi: <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v22n11p764-769>.

SANTOS, E. M. C.; SILVA, O. A. Sisal na Bahia-Brasil. **Mercator**, v. 16, 2017.
doi: <https://doi.org/10.4215/rm2017.e16029>.

SANTOS, R. D.; PEREIRA, L. G. R.; NEVES, A. L. A.; BRANDÃO, L. G. N.; ARAÚJO, G. G. L.; ARAGÃO, A. L. S.; BRANDÃO, W, N.; SOUSA, R. A.; OLIVEIRA, G. F. Consumo e desempenho produtivo de ovinos alimentados com dietas que continham coprodutos do desfibramento do sisal. **Arquivo Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia**, v.63, n.6, p.1502-1510, 2013. doi: <https://doi.org/10.1590/S0102-09352011000600030>.

SILVA, M. A. L.; SILVA, P. C. L.; OLIVEIRA, V. R.; SOUSA, R. P.; SILVA, P. I. B. Intercropping maize and cowpea cultivars: I. Green-grain yield. **Revista Ciência Agronômica**, v.51, n.1, p.1-10, 2020. doi: <http://dx.doi.org/10.5935/1806-6690.20200014>

SILVA, O. R. R. F da.; BELTRÃO, N. E. de M. **O agronegócio do sisal no Brasil**. Salvador, Sindifibras, p.48-54, 2010.

SILVA, O. R. R. F.; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V.; SOFIATTI, V.; SILVA FILHO, J. L.; CARVALHO, O. S.; COSTA, L.B. Cultivo do Sisal no Nordeste Brasileiro. **Circular Técnica**, n. 123, 2008.

SILVA, O. R. R. F.; BELTRÃO, N. E. M. **Agronegócio do sisal no Brasil**. Brasília: Embrapa SPI/Embrapa-CNPA, p.205, 1999.

SILVA, O. R. R. F. da; SUINAGA, F. A.; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V. Desempenho produtivo de oito genótipos de sisal. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, v.11, n.2, p.85-89, 2007.

SILVA, R. C. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; BARROS JÚNIOR, A. P.; ALMEIDA, A. E. S.; VIEIRA, FA. Effect of rooster tree green manure on carrot and lettuce intercropping system. **Revista Caatinga**, v.31, n.3, p.551-559, 2018. doi: <https://doi.org/10.1590/1983-21252018v31n303rc>.

SILVA, Q. R. R. F. da; COUTINHO, W. M.; CARTAXO, W. V.; SOFIATTI, V.; SILVA FILHO, J. L. da; CARVALHO, O. S.; COSTA, O. B. da. Cultivo do sisal no Nordeste Brasileiro. **Embrapa Algodão. Circular técnica**, n.123, p.1-8, 2008.

SOARES, N. S.; SILVA, M. L. Análise de risco, retorno e volatilidade dos preços do sisal na Bahia, 2006-2015. **Revista Econômica do Nordeste**, v.48, n.4, p.45-54, 2017.

SOUSA, E. J. S. Ocupação e uso do solo pela cultura do *Agave sisalana* no território de identidade do sisal – Semiárido da Bahia. **Dissertação** (Mestrado), Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-BA, p.1-102, 2015.

SOUZA, R. B.; SOUZA, A. A.; SILVA, O. R. R. F.; SILVEIRA, C. O. Uso da fibra do sisal para confecção de fios e cordas. **Centro Nacional de Pesquisa de Algodão**, p.145-160, 1998.

SUINAGA, A. F.; COUTINHO, W. M.; SILVA, O. R. R. F. Sisal. **EMBRAPA: Circular Técnica**, p.1-7, 2008.

STEWART, J. R. Agave como um sistema de colheita modelo CAM para um mundo de aquecimento e secagem. **Frontiers in Plant Science**, n.24, 2015, doi: <https://doi.org/10.3389/fpls.2015.00684>

THIES, J. E.; SINGLETON, P. W.; BOHLOOL, B. B. Influence of the size of indigenous rhizobial populations on establishment and symbiotic performance of introduced rhizobia on field-grown legumes. **Applied and Environmental Microbiology**, v.57, p.19-28, 1991.

ZILLI, J. E.; VALICHESKI, R. R.; RUMJANEK, N. G.; SIMÕES-ARAUJO, J. L.; FILHO, F. R. F.; NEVES, M. C. P. Eficiência simbiótica de estirpes de *Bradyrhizobium* isoladas de solo do Cerrado em caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, n.5, p.811-818, 2006.

CAPÍTULO 2

SISAL CONSORCIADO COM FEIJÃO-CAUPI E USO DE BACTÉRIAS DIAZOTRÓFICAS NO SEMIÁRIDO

Sisal consorciado com feijão-caupi e uso de bactérias diazotróficas no semiárido

Intercropping sisal and cowpea with diazotrophic bacteria in the semi-arid

Jilson de Nazaré José Adriano⁽¹⁾, Rafaela Simão Abrahão Nóbrega*⁽²⁾, Ana Cristina Fermino Soares⁽²⁾, Alcione Bernardi⁽³⁾, Caliane da Silva Braulio⁽³⁾, Marcos Roberto da Silva⁽³⁾ João da Luz Silva Vieira⁽⁴⁾

Resumo

O cultivo do sisal tem sido uma das principais fontes de renda para os produtores rurais no semiárido, com o fortalecimento da economia da região sisaleira. Entretanto, têm-se poucas informações técnicas sobre o seu manejo e os sistemas de produção são de baixo nível tecnológico. O plantio consorciado em lavouras agrícolas contribui no incremento da fertilidade, quando se utiliza leguminosas que se beneficiam da fixação biológica de nitrogênio. Neste contexto, objetivou-se avaliar a viabilidade do consórcio sisal com feijão-caupi adubado com fontes de nitrogênio, no semiárido. Mudanças de sisal foram plantadas em fileira dupla, e após 88 dias, o feijão-caupi cultivar BRS Sempre Verde foi semeado em blocos ao caso, utilizando cinco fontes de N, com cinco repetições. As fontes de nitrogênio do feijão-caupi foram constituídas da inoculação com três estirpes de bactérias diazotróficas: BR3301- INPA03-11B (*Bradyrhizobium sp*), BR 3262 (*Bradyrhizobium pachyrhizi*) e o isolado UFRB FA51 e os controles foram sem inoculação com adubação mineral (70 kg de N ha⁻¹, ureia a 45 % de N) e sem inoculação e adubação. Para a cultura do sisal foram avaliados o número, comprimento e largura das folhas e altura da planta e para o feijão-caupi a nodulação, produção de fitomassa e componentes de produção. Não foram observados efeitos significativos para as variáveis de produção do feijão-caupi e de sisal. As plantas de sisal não tiveram seu crescimento e desenvolvimento afetado, quando cultivados em consórcio, a partir dos espaçamentos adotados neste trabalho. Assim, o cultivo de feijão-caupi nas entre linhas do sisal não prejudica o crescimento vegetativo do sisal e não impacta a produção do feijão, independente da fonte de nitrogênio que foram estudadas.

Palavras-chave: bactérias diazotróficas, inoculação, adubação nitrogenada, *Agave sisalana* Perrine, *Vigna unguiculata* L. Walp.

Abstract

Cowpea plantations have been the foremost income bases for farmers within the semi-arid region in Bahia, Brazil. Yet, little technical information is available regarding its management and production systems are of low technological level. Intercropping contributes to increment fertility when using leguminous plants which undergo biological nitrogen fixation. Within this context, the objective of this work was to evaluate the feasibility of intercropping sisal and cowpea fertilized with nitrogen sources in the semi-arid region. Sisal sprouts were planted in double line and after 88 days, cowpea seeds cultivar

BRS Sempre Verde, were sowed in randomized blocks, using five N sources with five replicates. Nitrogen sources for cowpea consisted on the inoculation with three strains of diazotrophic bacteria: BR3301- INPA03-11B (*Bradyrhizobium* sp), BR 3262 (*Bradyrhizobium pachyrhizi*) and the isolate UFRB FA51; with control treatments constituted by no inoculation with mineral fertilization (70 kg N ha⁻¹, urea 45 % N) and no inoculation, nor mineral fertilization. Sisal plants were evaluated regarding the number, length and width of the leaves and plant height; in cowpea plants the nodulation, production of phytomass and production components were evaluated. No significant effects were observed for production variables in cowpea and sisal. Growth and development of sisal plants were not affected when cultivated in intercropping with cowpea, under the spacing used in the present work. Therefore, planting cowpea between sisal rows has no detrimental effect on sisal's vegetative growth nor affects cowpea production, independently from the sources of nitrogen tested.

KEY WORDS: Diazotrophic bacteria, inoculation, nitrogen fertilization, *Agave sisalana* Perrine, *Vigna unguiculata* (L.) Walp.

Introdução

A *Agave sisalana* Perrine, conhecida como sisal, é originária das regiões áridas e semiáridas do México, e se adaptou às condições edafoclimáticas do semiárido brasileiro. O estado da Bahia possui 95,8% da área cultivada com sisal no Brasil, seguido da Paraíba e do Ceará (IBGE, 2015). Esses estados detêm 100% da produção nacional, sendo o Brasil o maior produtor mundial de fibra de sisal (FAO, 2020). Uma característica fisiológica marcante das Agaves são suas folhas grossas e o metabolismo ácido das crassuláceas (CAM), características que permitem que a planta realize a troca do dióxido de carbono no período noturno, conferindo-lhe adaptação às condições extremas das regiões áridas e semiáridas como déficit hídrico, temperaturas e insolação elevadas (Gondim et al., 2010). A adaptação fisiológica da *Agave sisalana* contribui para a redução da evapotranspiração tornando-a resistente e bem adaptada às condições climáticas do semiárido (Abraham et al., 2016).

O cultivo do sisal é uma fonte de renda para os produtores rurais e fortalece a economia da região sisaleira, com a exportação da fibra, sendo considerada como “ouro verde do sertão” (Santos e Silva, 2018). Embora o sisal seja uma planta de amplo potencial econômico e social, são escassos os estudos que apresentem informações técnicas sobre o seu manejo e os sistemas de produção no semiárido da Bahia são de baixo nível tecnológico (Freitas et al., 2018).

Mesmo com limitações de manejo, o Brasil apresenta destaque mundial sendo o maior produtor e exportador da fibra de sisal. Em 2017, o Brasil apresentou produção de fibra de sisal estimada em 32% da produção mundial, seguido da China com 29,1% (FAO, 2019). O sisal é colhido após o terceiro ano de cultivo, mas com o manejo adequado desta espécie, a colheita pode ser antecipada para 2,5 anos (EMBRAPA, 2011). O tempo para a primeira colheita das folhas de sisal pode ser considerado longo, a introdução de culturas de ciclo curto nas entrelinhas do sisal, pode ser uma alternativa para a geração de renda ao produtor.

O plantio consorciado como alternativa de manejo em lavouras agrícolas é útil na contribuição do incremento da fertilidade, com o uso de leguminosas que se beneficiam da fixação biológica de nitrogênio (FBN) (Reis et al., 2017). Entre as leguminosas, o feijão-caupi (*Vigna unguiculata* L.) é uma das espécies que estabelece simbiose com bactérias fixadoras de nitrogênio (Lacerda et al., 2004; Costa et al., 2016), sendo considerada uma das principais fontes de proteína para alimentação humana (Ibrahim et al., 2010). A maior produção mundial do feijão-caupi é no continente africano, sendo os principais produtores a Nigéria (3,4 milhões de toneladas), Níger (1,9 milhões de toneladas) e Burkina Fasso (603 mil toneladas) (FAO, 2019).

No Brasil, a produção de feijão-caupi é de 841,3 mil toneladas e a região Nordeste concentra grande número de propriedades rurais de pequeno e médio porte que cultivam o feijão-caupi. O grande destaque da produção tem se dado no Cerrado, em que a cultura entra como safrinha, isto é cultivada entre as safras das culturas da soja, milho e algodão. A cultura se beneficia da FBN e, no Brasil há inoculantes de bactérias diazotróficas selecionadas e autorizadas (Brasil, 2011), por meio de ensaios de seleção em campo, realizados em diversas regiões do país (Jaramillo et al., 2013; Braulio et al., 2021). Há vários estudos com a cultura em monocultivo, contudo não há estudos com a cultura em consórcio com sisal, com diferentes fontes de nitrogênio.

O manejo agrícola de culturas consorciadas apresenta importância e benefícios econômicos e ambientais, por diversificar a produção na propriedade (Furtado et al., 2014). O feijão-caupi pode ser consorciado com culturas como a mandioca (Araújo et al., 2017), o milho (Souza et al., 2011) e a mamoneira (Oliveira Filho et al., 2016). O consórcio com leguminosas e gramíneas, principalmente como biomassa para cobertura do solo, contribui na produtividade (Araujo et al., 2019).

Neste contexto, parte-se da hipótese de que é possível a inserção do feijão-caupi, independente da fonte de N utilizada, entre as faixas de cultivo do sisal, sem prejuízo de produção do feijão-caupi e do crescimento inicial do sisal. Assim sendo, esta pesquisa tem como objetivo avaliar a viabilidade do consórcio sisal e feijão-caupi, com fontes de N, no semiárido.

Material e métodos

O experimento foi desenvolvido em condições de sequeiro, no período de junho a outubro de 2019, no Município de Valente-BA, coordenadas (11°24'44" S; 39°27'43" W; 358 m de altitude). As características climáticas foram registradas no período do cultivo (Figura 1).

A área experimental já havia sido cultivada com sisal, mas há quatro anos permanecia em pousio, com plantas espontâneas e algumas plantas de sisal espalhadas na área, até a data de instalação do experimento. A preparação do solo consistiu-se em aração e gradagem. Não foi feita a correção e adubação do solo, para manter as condições de cultivo similares aos produtores da região.

O solo da área experimental é um NEOSSOLO Regolítico (Santos et al., 2018). Amostras de solo foram coletados na profundidade de 0-0,2 m para análise química. As caracterização do solo estão descritas com: pH: 6,12; M.O: 19,6 g dm³ kg⁻¹; P: 27,6 mg dm⁻³; K: 0,29 cmol_c dm⁻³; Ca: 6,54 cmol_c

dm⁻³; Mg: 3,14 cmol_c dm⁻³; Al: 0 cmol_c dm⁻³; CTC: 11,62 cmol_c dm⁻³; V: 86,4 %; S: 8,8 mg dm⁻³; Na: 0,17 cmol_c dm⁻³; Fe: 50,4 mg dm⁻³; Mn: 6,58 mg dm⁻³; Cu: 0,86 mg dm⁻³; Zn: 0,86 mg dm⁻³; B: 1,76 mg dm⁻³; H+Al: 14,8 mg dm⁻³; S.B: 9,97 cmol_c dm⁻³; K/CTC: 2,48 %; Ca/CTC: 55,82 %; Mg/CTC: 26,54 %; Na/CTC: 1,54 %; H/CTC: 13,64 %; T: 10,14 cmol_c dm⁻³; M: 0 %; Ca/Mg: 2,16; Ca/K: 24,3; Mg/K: 11,44.

Mudas de sisal foram selecionadas com tamanho de 0,40 a 0,50 m de altura, e plantadas em fileira dupla, com espaçamento de 3 m entre as fileiras duplas, 1 m entre as linhas de sisal na fileira dupla, 1 m entre plantas dentro das fileiras, com uma planta por cova. Para o cultivo do feijão-caupi em consórcio, o espaçamento com a cultura do sisal e entre as linhas de caupi foi 0,5 m e 0,2 m entre plantas. Cada parcela experimental foi constituída por oito plantas de sisal (a fileira dupla com quatro plantas em cada linha) (Figuras 2 A e B).

Decorridos 88 dias do plantio das mudas de sisal, o feijão-caupi cultivar BRS Sempre Verde foi semeado em blocos ao caso, utilizando as cinco fontes de N, com cinco repetições. As fontes de adubação com N foram as seguintes: três estirpes de bactérias diazotróficas, sendo duas estirpes adquiridas na Embrapa Agrobiologia (autorizadas para o feijão-caupi pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento) (Brasil, 2011) INPA 03-11B BR3301- (*Bradyrhizobium* sp) e BR 3262 (*Bradyrhizobium pachyrhizi*); um isolado UFRB-FA51, avaliado em experimento anterior por Sousa (2017); um tratamento sem adubação e com adubação mineral na dosagem de 70 kg de N ha⁻¹ a partir da fonte ureia (Silva Junior, 2012), e um tratamento sem adubação e sem inoculação.

As sementes do feijão-caupi foram desinfestadas com álcool 70% por 30 segundos, seguido de hipoclorito a 2% por 2 minutos e três lavagens em água destilada e esterilizada (Costa et al., 2016). Os inoculantes comerciais adquiridos na Embrapa Agrobiologia foram recebidos em veículo turfoso com a concentração mínima de rizóbio na ordem de 10⁸ células g⁻¹ de inoculante. A inoculação nas sementes foi na proporção de 250 g do inoculante para 50 kg de sementes. O inoculante do isolado UFRB-FA51 foi preparado em veículo turfoso com turfa esterilizada em autoclave, na proporção 3:1 de turfa e cultura em meio 79 semi-sólido (Fred & Wakman, 1928) na fase log (após cinco dias de crescimento), com concentração mínima de 10⁸ células g⁻¹ de inoculante.

A semeadura do feijão-caupi foi realizada logo após a inoculação, com três sementes por cova, em espaçamento de 0,20 m entre plantas e 0,50 m entre fileiras, sem o desbaste. A área das parcelas experimentais foi de 16 m² cada, com um total de 160 plantas. Cada parcela foi constituída de oito fileiras de plantas, sendo consideradas seis fileiras como área útil. As duas últimas fileiras das laterais foram consideradas como bordaduras entre as plantas de feijão-caupi.

No estágio R6, fase fenológica da emergência da plântula até ao início da floração, 48 dias após a emergência, foram coletadas dez plantas por parcela, considerando as linhas centrais de forma aleatória, para avaliar a massa da parte aérea seca (MPAS), número de nódulos (NN). No estágio R9, fase fenológica da emergência da plântula até início da maturação dos grãos, 87 dias após a semeadura, fez-

se o mesmo procedimento para avaliação do número de vagens por planta (NVP), número de grão por vagem (NGV), número de grãos por planta (NGP), comprimento médio das vagens (CMV), massa seca de 100 grãos (MCGS), produção por planta (PP) e produtividade (PMHa). As plantas foram segmentadas em parte aérea e raiz, acondicionadas em sacos de papel e secas em estufa de circulação de ar forçada por 72 horas a uma temperatura de 65 °C. O CMV foi mensurado com a utilização de uma régua graduada, a massa seca dos 100 grãos mensurada em gramas foi obtida a partir das médias da pesagem dos 100 grãos de cada parcela. A produção das plantas (PP) foi calculada com a equação: MSCG x NGP/100. A produtividade foi calculada com a equação: PP x NPHa (número de planta ha⁻¹).

Os valores da produção por planta (PP), produtividade média em hectares (PMHa) e a massa de 100 grãos foram calculados a partir da correção da umidade dos grãos para 13%. Com base na matéria seca da parte aérea, estimou-se os valores da eficácia (EFSN), em relação aos tratamentos sem nitrogênio mineral e eficiência das estirpes utilizadas (EFCN), em relação aos tratamentos adubados com o nitrogênio mineral, a partir da seguinte equação: EFSN= MSPA (Inoculada) x 100/MSPA (sem N mineral) e EFCN=MSPA (Inoculada) x 100/MSPA (com N mineral).

Decorridos 174 dias do plantio das mudas de sisal, procederam-se às avaliações aos 175, 252 e 328 dias em que foram mensuradas o número de folhas (NF pl⁻¹); comprimento das folhas C e D (CMPF C e D cm pl⁻¹); larguras da folhas C e D (LARGF C e D cm pl⁻¹) e altura da planta (ALT cm pl⁻¹). A nomenclatura das folhas foi realizada com base na ordem alfabética e em função do terceiro e quarto par da folha em proximidade com a gema apical da planta, que é a parte vegetativa localizada no centro e dá origem/surgimento para as novas folhas.

Todos os dados coletados do feijão caupi e do sisal foram submetidos teste de normalidade Shapiro-Wilk e as análises de variância. Em função do nível de significância, as médias foram submetidas ao teste de Tukey. Para as análises estatísticas foi utilizado o software R[®] (R Development Core Team, 2018).

Resultados e Discussão

Na avaliação da cultura do feijão-caupi verificou-se efeito ($p < 0,05$) para as seguintes variáveis: número de nódulos (NN), massa seca da parte aérea (MSPA), eficiência das estirpes em relação à adubação com N (EFCN) e eficácia em relação ao controle sem N (EFSN) (Tabela 1).

Em relação ao NN, os tratamentos inoculados não diferiram entre si, assim como o tratamento sem adição de nitrogênio mineral e inoculação. No tratamento com adubação nitrogenada houve redução da nodulação. No feijão-caupi são observadas respostas lineares decrescentes em função do aumento de doses de N mineral sobre a nodulação, o que evidencia o papel inibidor dessa fonte de N sobre a nodulação (Martins et al., 2013), fato este observado também nesse estudo (Tabela 1).

O maior número de nódulos é um fator que indica a eficiência da fixação biológica de nitrogênio. A nodulação observada no tratamento sem nenhuma fonte de N (Tabela 1) indica a presença de bactérias

nativas capazes de nodular o feijão-caupi em solos com cultivo de sisal, uma vez que, para esses solos não há histórico de inoculação. As comunidades nativas aptas a nodular podem competir com as estirpes inoculantes e esse mecanismo acontece pelo fato das linhagens nativas estarem mais amplamente distribuídas em todo o perfil do solo, ao passo que, as estirpes inoculadas permanecem concentradas em torno da semente (Jaiswal et al., 2017). Além dos rizóbios nativos serem mais adaptados as condições edafoclimáticas, em relação as estirpes inoculadas (Fontoura et al., 2011), mas não necessariamente são mais eficientes em termos da FBN. Outro fator a ser considerado é a baixa especificidade de nodulação do feijão-caupi, pois este forma nódulos com rizóbios de vários gêneros, inoculados ou nativos do solo, principalmente *Bradyrhizobium*, *Rhizobium*, *Sinorhizobium*, *Burkholderia*, *Azorhizobium* e *Mesorhizobium* (Guimarães et al., 2012; Jaramillo et al., 2013).

No cultivo do feijão-caupi, a presença dos micronutrientes é fundamental para o desenvolvimento da cultura. Segundo Melo et al. (2017), além do zinco, o elemento molibdênio exerce grande influência no processo de nodulação e da fixação simbiótica do nitrogênio com bactérias do gênero *Rhizobium*.

O nitrogênio é um elemento químico essencial para o crescimento e desenvolvimento das plantas. A estirpe BR 3262 foi eficaz na produção da massa seca da parte aérea do feijão-caupi (Tabela 1). Ferreira et al. (2013) observaram que a produção de matéria seca da parte aérea do feijão-caupi no tratamento controle sem adubação foi similar à produção no tratamento com inoculação com a estirpe BR 3262, conforme também observado no presente estudo. Cavalcante et al. (2017) também avaliaram o efeito da inoculação com a estirpe SEMIA 6462 na variedade Sempre Verde do feijão-caupi, em um ensaio de campo, no estado da Paraíba e obtiveram 18,40 nódulos planta⁻¹.

O tratamento com N mineral, seguido do tratamento inoculado com a estirpe BR 3262, apresentaram maiores eficácias (EFSN), com média de 126 e 112,1%, respectivamente (Tabela 1). O tratamento com N mineral proporcionou maior média na produção de matéria seca do feijão-caupi, o que está relacionado com o incremento do N no solo, principal elemento requerido pela planta para o seu crescimento e desenvolvimento. As estirpes BR 3262 e UFRB-FA51 demonstraram ser as mais eficientes (EFCN) em promover na produção de matéria seca em relação aos demais tratamentos e o controle sem adição de N mineral e sem inoculação (Tabela 1). Guimarães et al. (2019) em estudos com o feijão-caupi registraram uma eficiência relativa das estirpes de rizóbio oriundas dos nódulos das raízes de feijão-caupi cultivado como planta isca em Latossolo de Cerrado, em relação aos tratamentos adubados com nitrogênio mineral acima de 90 %. O estudo da eficiência das estirpes é tido como um parâmetro que indica o nitrogênio acumulado na massa seca da parte aérea (Nascimento et al., 2010).

Para as variáveis de produção, número de vagem por planta (NVP), números de grão por vagem (NGV), números de grão por planta (NGP), comprimento médio das vagens (CMV), massa de 100 grãos secos (MCGS), produção por planta (PP) e produtividade por hectare (PHa), não foram observadas diferenças significativas ($p > 0,05$) para os tratamentos avaliados (Tabela 2).

Atribui-se o fato de não haver diferença entre as fontes de N para as variáveis de produção, a fertilidade do solo (Tabela 2). Os Neossolos Regolíticos são solos com sequência de horizontes A-C-R e textura geralmente variável de arenosa a média, que apresentam teores de minerais primários alteráveis

superiores a 4 % nas frações areia e cascalho nas camadas superficiais (Santos, et al., 2018). Essa característica resulta aos solos uma reserva mineral potencial, especialmente de potássio, para as plantas (oliveira, 2008). Neste trabalho, a análise química realizada antes do plantio apresentou M.O: 19,6 g dm^{-3} kg^{-1} ou equivalente a 1,96 %.

Alguns fatores podem ser considerados como de maior influência no acúmulo de matéria orgânica, como a fertilidade do solo que promove a maior produção de resíduos orgânicos (Silva et al., 2010). Maior oferta de matéria orgânica no solo e maior disponibilidade de nutrientes, são fatores que limitam o efeito das bactérias diazotróficas e, conseqüentemente, não se observa uma resposta da inoculação a cultura nessa condição.

O sisal tem um sistema radicular fasciculado, que forma uma linha de 20 centímetros de raízes espalhadas ao longo das fileiras na área de cultivo e quando finaliza um ciclo, essas raízes se decompõem, gerando uma boa quantidade de MO, a qual contribui para a fertilidade e estrutura do solo (EMBRAPA, 2011). Santos et al. (2009) ao avaliarem a resposta de cultivares de feijão-caupi a inoculação com rizóbio no semiárido do Piauí não verificaram o efeito da inoculação com a estirpe BR 3302 em função provavelmente da competição do inoculante as com estirpes nativas, associada à elevada fertilidade do solo.

A maior parte da CTC do solo do presente estudo está ocupada por cátions essenciais como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^{+} , o que caracteriza um solo adequado para a nutrição das plantas (EMBRAPA, 2010). De acordo com a análise, o solo do presente estudo é considerado eutrófico, sendo fértil pois a saturação por base (V%) é de 86,4%, o que conseqüentemente resulta em maior produtividade da cultura (Tabelas 2 e 3). Os teores de fósforo e potássio são classificados como muito alto para o P, e médio para o K^{+} . No presente estudo, também não foi observado alumínio em solução em função do pH do solo (6,12), sendo esse valor recomendado para maioria das culturas agrícolas.

Nas avaliações da cultura do sisal aos 175, 252, e 328 dias após o consórcio com o feijão-caupi, não houve diferença ($p>0,05$) para as variáveis estudadas (Tabelas 2 e 3). Assim, o cultivo de feijão-caupi nas entre linhas não prejudicou o crescimento vegetativo do sisal, o qual não teve a sua produção afetada, independente da fonte de N (Tabela 2).

O sisal é uma cultura resistente a secas prolongadas e temperaturas elevadas típicas do semiárido e seu cultivo consorciado com culturas alimentares é recomendado também como uma alternativa para o manejo e a conservação do solo na agricultura familiar do Nordeste. O cultivo consorciado também funciona como cobertura do solo, protegendo o mesmo contra os efeitos direto das condições climáticas da região (caracterizada por baixa pluviosidade, elevada evapotranspiração, altas temperaturas), redução da erosão (Costa et al., 2014; Silva et al., 2017). O feijão-caupi, por ser uma leguminosa e estabelecer simbiose com rizóbios fixam N no solo, tem um papel importante na adubação verde, promovendo o aumento nos teores de matéria orgânica e gerando acúmulo de biomassa rica em nutrientes, além de funcionar como cobertura vegetal do solo, e ser fonte de alimentação humana (Costa et al., 2011; Costa et al., 2016; Sousa et al, 2018, Freitas et al., 2018).

Freitas et al. (2018) verificaram que o consórcio do sisal com *Phaseolus vulgaris*, associado a adubação orgânica proporcionou desempenho superior no desenvolvimento inicial das plantas de sisal. Quando o sisal é cultivado em consórcio com outras culturas, possibilita um maior aproveitamento da área, pois até que se atinja a fase inicial produtiva (em média três anos), há possibilidade do cultivo do feijão-caupi para subsistência familiar nas entrelinhas. O consórcio com o feijão-caupi não alterou as variáveis biométricas do sisal durante os primeiros meses de cultivo, e quando bem manejado, há um bom desempenho da planta e maior acúmulo de biomassa, que poderá contribuir para o aumento do produto final do sisal que é a fibra extraída das folhas.

Conclusões

A produtividade do feijão-caupi não foi reduzida e as plantas de sisal não tiveram seu crescimento afetado, quando cultivados em consórcio, independente da fonte de nitrogênio utilizado na cultura do feijão caupi.

Agradecimentos

Ao Sr. José Elias (Zé de Jorge), por permitir a realização do estudo em sua propriedade.

As instituições financiadoras: CAPES-Cordenação de Aperfeiçoamento de pessoal de Nível superior, pela concessão da bolsa e do auxílio PROAP e ao CNPq-Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, pelo financiamento do projeto NEXUS: Integração Caatinga-sisal (Processo n. 441625/2017-7).

Referências Bibliográficas

- Abraham, P. E., Yin, H., Borland, A. M., Weighill, D., Lim, S. D., Paoli, H. C., Engle, N., Jones, P. C., Agh, R., Weston, D. J., Wullschleger, S. D., Tschapinski, T., Jacobson, D., Cushman, J. C., Hettich, R. L., Tuskan, A. A & Yang, X. (2016). Transcript, protein and metabolite temporal dynamics in the CAM plant Agave. *Nature Plants*. 2. Doi: 10.1038 / nplants.2016.178.
- Araújo, A. K., Araújo Filho, J. A & Maranhão, S. R. (2017). Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba em um argissolo no litoral norte do Ceará sob condições de sequeiro. *Revista Essentia*, 18 (1), 2-23.
- Araujo, T. S., Gallo, A. S., Araujo, F. S., Santos, L. C., Guimarães, N. F., Silva & E R. F. Biomass and microbial activity in soil cultivated with maize intercropped with soil cover legumes. (2019). *Revista de Ciências Agrárias*, 42 (2). DOI: 10.19084/rca.15433
- BRASIL. *Instrução normativa nº 13, de 24 de março de 2011 anexo* – protocolo oficial para avaliação da viabilidade e eficiência agronômica de cepas, inoculantes e tecnologias relacionados ao processo de fixação biológica de nitrogênio em leguminosas. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, nº 58 de 25 mar. 2011.

- Cavalcante, A. C. P., Cavalcante A. G., Neto, M. A. D., Matos, B. F., Diniz, B. L. M. T & Bertino A. M. P. (2017). Inoculação das cultivares locais de feijão-caupi com estirpes de rizóbio. *Revista Ciência Agrárias*, 60 (1), 38-44. doi: 10.4322/rca.2170.
- Costa, E. M., Carvalho, F., Nóbrega, R. S. A., Silva, J. S & MOREIRA, F. M. S. (2016). Bacterial strains from floodplain soils perform different plant-growth promoting processes and enhance cowpea growth. *Scientia agrícola*, 73 (4), 301-310. doi: 10.1590/0103-9016-2015-0294
- Costa, E. M., Nóbrega, R. S. A., Martins, L. V., Amaral, F. F. H. C & Moreira, F. M. S. (2011). Nodulação e produtividade de *Vigna unguiculata* (L.) Walp. por cepas de rizóbio em Bom Jesus, PI. *Revista Ciência Agrônômica*, 42 (1), 1-7.
- Costa, E. M. da., Nóbrega, R. S. A., Ferreira, L. de V. M., Amaral, F. H. C., Nóbrega, J. C. A., Silva A. F. T. da & Moreira, F. M. de S. (2014). Growth and yield of the cowpea cultivar BRS Guariba inoculated with rhizobia strains in southwest Piauí. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 35 (6), 3073-3084. doi: 10.5433/1679-0359.2014v35n6p3073
- EMBRAPA ALGODÃO. Prosa Rural - **Uso do sisal em sistema de consórcio para manejo e conservação de solos**, Campina Grande/PB, 2011.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations (FAO) (2019). Current market situation and medium term outlook for jute and kenaf; sisal and henequen; abaca and coir. Disponível em: http://www.fao.org/fileadmin/templates/est/COMM_MARKETS_MONITORING/Jute_Hard_Fibres/Documents/IGG_40/19-CRS_1_Current_Situation_and_Outlook_01.pdf. Acesso em: 06 Ago. 2020.
- Fontoura, R. A., Frizzo, M. L. S., Sá, E. L. S., Osório Filho, B. D., Tonon, B. C.; Binziv, A.; Silva, M. C., Camargo, F. A. O & Selbach, P. A. (2011). Rizóbios nativos do Rio Grande do Sul simbioticamente eficientes em *Lotus glaber*. *Revista Ciência Rural*, 41(3). DOI: 10.1590/S0103-84782011000300012
- Furtado, G. F., Souza, A. S., Sousa Júnior, J. R., Sousa, J. R. M., Lacerda, R. R. A & SILVA, S. S. (2014). Rendimento e correlações da mamoneira consorciada com feijão-caupi e gergelim no semiárido paraibano. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 18 (9), 892–898. doi: 10.1590/1807-1929/agriambi.v18n09p892–898.
- Florentino, L. A., Junior, K. S. F., Filho, M. V. P., Oliveira, T. E., Souza, F. R. C & Silva, A. B. (2018). Inoculação e aplicação de diferentes doses de nitrogênio na cultura do feijoeiro. *Revista de Ciências Agrárias*, 41(4) 9 63-970. doi: 10.19084/RCA17001.
- Freitas, A. B. T. M., Santos, A. M. B., Santos, J. P. O., Souza, J. S & Mielezrski, F. (2018). Desenvolvimento de *Agave sisalana* Perrine sob diferentes manejos de adubação e consórcio. *Colloquium Agrariae*, 14 (4) 39-46. doi: 10.5747/ca.2018.v14.n4.a247.
- Fred, E. B & Wakman, S.A. (1928). Laboratory manual of general microbiology. New York: *McGraw-Hill Book Company*, p.143.
- Gondim, T. M. S., Cavalcante, L. F & Beltrão, N. E. M. (2010). Aquecimento global: salinidade e consequências no comportamento vegetal. *Revista Brasileira de oleaginosas e fibrosas*, 14 (1) 37-54.

- Guimarães, S. L., Silva, E. M. B., Souza, A. C. P., Cândido, A. K. A. A & Souza, W. P. (2019). Desenvolvimento inicial de feijão caupi inoculado com rizóbio em Latossolo de Cerrado. *Acta Iguazu*, 8 (3), 30-41.
- Guimarães, A. A., Jaramillo, P. M. D., Nóbrega, R. S. A., Florentino, L. A., Silva, K. B & Moreira, F. M. S. (2012). Genetic and symbiotic diversity of nitrogen fixing bacteria isolated from agricultural soils in the western Amazon by using cowpea as the trap plant. *Applied and Environmental Microbiology*, 78 (18), 6726-6733. doi: 10.1128 / AEM.01303-12.
- IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. (2015). Produção Agrícola Municipal ano 2015. Disponível online em: www.Sidra.ibge.gov.br. Acesso em: 23 de fev, 2021.
- Ibrahim, U., Auwalu, B. M. & Udom, G. N. Effect of stage and intensity of defoliation on the performance of vegetable cowpea (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) (2010). *African Journal of Agricultural Research*, 5, 2446-2451.
- Jacomine, P.K.T. (1996). Solos sob caatinga: Características e uso agrícola. In: Alvarez v., V. H.; Fontes, L. E. F. & Fontes, M.P.F., eds. O solo nos grandes domínios morfoclimáticos do Brasil e o desenvolvimento sustentado. Viçosa, MG, SBCS/UFV/DPS, 95-111.
- Jaiswal, S. K., Msimbira, L & Dakora, F. D. (2017). Phylogenetically diverse group of native bacterial symbionts isolated from root nodules of groundnut (*Arachis hypogaea* L.) in South Africa, *Systematic and Applied Microbiology*, 40 (4), 215-226. doi: 10.1016 / j.syapm.2017.02.002
- Jaramillo, P. M. D., Guimarães, A. A., Florentino, L. A., Silva, K., B., Nóbrega, R. S. A & Moreira, F. M. S. (2013). Symbiotic nitrogen-fixing bacterial populations trapped from soils under agroforestry systems in the Western Amazon. *Scientia Agricola*, 70 (6), 397-404. doi: 10.1590/S0103-90162013000600004
- Lacerda, A. M., Moreira, F. M. S., Andrade, M. J. B & Soares, A. L. L. (2004). Yield and nodulation of cowpea inoculated with selected strains. *Revista Ceres*, 51 (293), 67-82.
- Melo, F. B., Cardoso, M. J., Bastos, E. A & Ribeiro, V. Q. (2017). Zinc fertilization in cowpea cultivars. *Revista Ciência Agronômica*, 18 (5), 739-744. doi: 10.5935/1806-6690.20170086
- Nascimento, L. R. S., Souza, C. A., Santos, C. E. R. S., Freitas, A. N. S., Vieira, I. M. M. B & Sampaio, E. V. S. B. (2010). Eficiência de isolados de rizóbios nativos do agreste paraibano em caupi. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 5 (1), 26-42. doi:10.5039/agraria.v5i1a575
- Oliveira Filho, A. F., Bezerra, F. T. C., Pitombeira, J. B., Dutra, A. S & Barros, G. L. (2016). Eficiência agronômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. *Revista Ciência Agronômica*, 47 (4).
- Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO). *Production quantities of Cowpeas, dry by country*. 2017. Obtido em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC/visualize>. Acesso em: 04 de nov 2019.
- Reis, V. R. R., Souza, L. R. S., Vieira, G. L. S., Coelho, K B. S., Coelho A. S. C & Silva, M. R. M. (2018). Crescimento vegetativo do feijão-caupi com inoculante alternativo. *Revista Verde*, 3 (4) 466-471.

- Rocha, W. S., Santos, M. G., Sakai, T. R. P., Silva, T. A., Fidelis, R. R & Santos, M. M. (2018). Acúmulo de biomassa em função de doses de fósforo e inoculação de rizóbio em feijão-caupi. *Cultura Agrônômica*, 27 (2) 273-286. doi: 10.32929/2446-8355.2018v27n2p273-286
- Santos, W. C., Sagrilo, E., Oliveira Junior, J. O. L & Oliveira, J. S. Resposta de cultivares de feijão-caupi á inoculação com rizóbio no semi-árido do Piauí. Resposta de cultivares de feijão-caupi à inoculação com rizóbio no semi-árido do Piauí." *Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)*. In: CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI, 2., 2009, Belém, PA. Da agricultura de subsistência ao agronegócio: anais. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2009. p. 801-805., 2009.
- Santos, E. M. C & Silva, O. A. (2017). Sisal na Bahia-Brasil. *Mercator*, Fortaleza-CE, 16, 16029. doi: 10.4215/rm2017.e16029.
- Santos, H. G., Jacomine, P. K. T., Anjos, L. H. C., Oliveira, V. A., Lumbreras, J. F., Coelho, M. R., Almeida, J. A., Araújo Filho, J. C., Oliveira, J. B & Cunha, T. J. F. (2018). Sistema Brasileiro de Classificação de Solos, 5. ed., Brasília, DF: Embrapa, 356p.
- Silva, E. F. L., Araújo, A. S. F., Santos, V. B., Nunes, L. A. P. L & Carneiro, R. F. V. (2010). Fixação biológica do N₂ em feijão-caupi sob diferentes doses e fontes de fósforo solúvel. *Bioscience Journal*, 26 (3), 394-402
- Silva, R. F. da., Matsuoka, M., Bertollo, G. M., Marco, R. de., Corassa, G. M & Scheid, D. L. (2017). Biological and microbiological attributes in Oxisol managed with cover crops. *Semina: Ciências Agrárias, Londrina*, 38 (2), 649-658. doi: 10.5433/1679-0359.2017v38n2p649
- Silva Junior, E. B. (2012). Avaliação da fixação biológica de nitrogênio em plantios tecnificados de feijão-caupi na Região Centro-Oeste do Brasil. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica-RJ, Brasil, 57p.
- Sousa, W. N., Brito, N. F., Barros, I. B., Alves, J. T. R., Sia E. F & Soares Reis, I. M. (2018). Resposta do feijão-caupi à inoculação de *Bradyrhizobium japonicum*, adubação nitrogenada e nitrogênio do solo. *Revista Agroecossistemas*, 10 (2) 298-308. doi: 10.18542/ragros.v10i2.5167.
- Souza, L. S. B., Moura, M. S. B., Sedyama, G. C., Silva, T. G. F. (2011). Eficiência do uso da água das culturas do milho e do feijão-caupi sob sistemas de plantio exclusivo e consorciado no semiárido brasileiro. *Bragantia*, 70 (3). doi: 10.1590/S0006-87052011000300030
- Reis, A. F. B., Almeida, R. E. M., Júnior, A. F. C & Nascente, A. S. (2017). Effect of cover crops on soil attributes, plant nutrition, and irrigated tropical rice yield. *Revista Caatinga*, v. 30 (4), 837-846.
- Santos, E. M. C & Silva, O. A. (2018). Sisal na Bahia – Brasil. *Mercator*, 16, e16029, 1-13. doi: 10.4215/rm2017.e16029

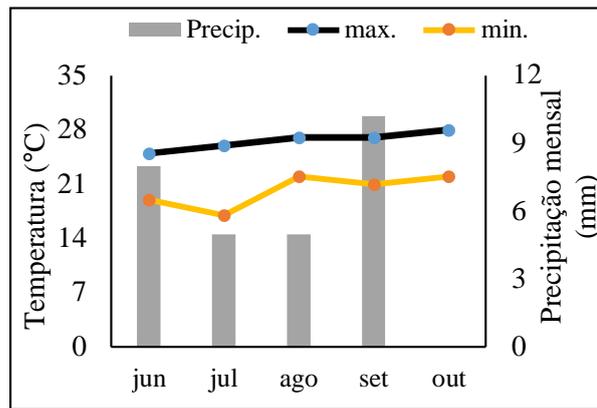


Figura 1. Precipitação e temperatura máxima e mínima mensal do Município de Valente-BA, nos meses de junho a outubro de 2019. Dados do INMET, (2019).

Figura 2. Cultivo da *Agave sisalana* em fileiras dupla aos 90 dias de plantio (A), consorciada com o feijão-caupi (B), em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 2019.

Tabela 1. Médias das variáveis de crescimento de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) cultivado com diferentes fontes de nitrogênio em consórcio com sisal (*Agave sisalana* L.) em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 2019.

Tratamentos	NN (pl ⁻¹)	MSPA* (g pl ⁻¹)	Eficiência ----- % -----	Eficácia
Com N	2 b	11,28 a	-----	126,1a
BR3262	26 a	9,14 b	82,16 a	112,1ab
Sem N	22 a	8,26 bc	74,62 ab	-----
UFRB- FA51	28	7,58 bc	68,23 ab	93,7 bc
INPA 03-11B	19 a	6,65 c	59,73 b	81,5 c
CV (%)	11,7	12,22	14,6	17,68

NN (número de nódulos), MSPA (massa seca da parte aérea), Eficiência (eficiência dos tratamentos com nitrogênio), Eficácia (eficiência dos tratamentos sem nitrogênio). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 2. Médias das variáveis de produção de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivado com diferentes fontes de nitrogênio em consórcio com sisal (*Agave sisalana* L.) em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 2019.

Tratamentos	Variáveis						
	NVP (pl ¹)	NGV -- (grãos pl ⁻¹) --	NGP (cm pl)	CMV ---	MSCG (g pl ⁻¹)	PP*	PHa* (kg ha ⁻¹)
Com N	4,0 a	8,8	21,8	14,4	20,6 a	16,8	1213,6
BR3262	4,6 a	8,4	22,6	13,0	19,8 a	17,8	1386,0
Sem N	3,6 a	8,0	24,1	14,0	22,4 a	16,8	1282,0
UFRB- FA51	2,8 a	8,4	24,6	14,0	20,8 a	16,4	866,6 ε
INPA 03-11B	3,2 a	7,0	22,4	13,4	18,8 a	16,8	971,0 ε
CV (%)	17,64	15,8	15,72	9,73	16,82	6,16	30,46

NVP (número de vagem por planta), NGV (número grãos por vagem), NGP (número de grãos por planta), MSCG (massa seca de cem grãos), PP (produção por planta), PHa (produção por hectare). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 3. Médias das variáveis mensuradas no cultivo de sisal (*Agave sisalana*) consorciado com feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) em NEOSSOLO Regolítico, Valente-BA safra 2019.

Tratamento	Avaliação aos 175 dias					
	Nf	Cpmf-	Cpmf--	Largf-C	Largf-D	Alt-P
	- cm					
Com N mineral	20 a	49,8 a	47,0 a	4,8 a	4,6 a	54,0 a
BR3262	13 a	45,4 a	44,4 a	4,4 a	4,4 a	51,4 a
Testemunha	14 a	45,2 a	43,4 a	4,4 a	5,4 a	50,8 a
UFRB- FA51	18 a	46,0 a	44,2 a	4,2 a	4,8 a	50,0 a
INPA 03-11B	19 a	48,0 a	43,8 a	4,4 a	5,2 a	49,6 a
Sem caupi	20 a	47,8 a	46,4 a	4,4 a	5,0 a	52,2 a
CV %	29,0	6,46	6,49	17,62	16,03	7,16
	Avaliação aos 252 dias					
Com N mineral	22 a	55,0 a	53,2 a	6,4 a	6,6 a	61,4 a
BR3262	16 a	54,0 a	51,8 a	6,4 a	6,2 a	58,2 ab
Testemunha	17 a	53,2 a	51,4 a	6,6 a	6,8 a	57,6 ab
UFRB- FA51	21 a	51,2 a	50,2 a	6,4 a	6,6 a	60,2 a
INPA 03-11B	17 a	54,0 a	52,6 a	7,0 a	7,2 a	58,4 ab
Sem caupi	22 a	54,8 a	53,2 a	6,8 a	6,8 a	61,0 a
CV %	25,6	8,08	7,68	12,09	12,69	10,28
	Avaliação aos 328 dias					
Com N mineral	23 a	59,8 a	59,4 a	8,0 a	7,8 a	72,2 a
BR3262	19 a	58,5 a	57,2 a	7,2 a	7,4 a	65,8 ab
Testemunha	20 a	57,6 a	58,4 a	7,6 a	7,8 a	66,8 ab
UFRB- FA51	26 a	60,0 a	61,6 a	7,8 a	8,0 a	73,6 a
INPA 03-11B	21 a	56,2 a	58,2 a	8,0 a	8,7 a	66,4 ab
Sem caupi	24 a	57,8 a	59,4 ab	8,2 a	8,4 a	71,2 ab
CV %	22,2	5,34	6,68	10,26	7,56	8,8

NF (número de folha); CPMF-C e D (comprimento da folha C e D); LAF-C e D (largura da folha C e D); ALT-P (altura total da planta). Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.