

Adubação verde e Inoculação de sementes de Milho crioulo

Uma alternativa de produção
para os agricultores familiares
do Município de Terra Alta –
Pará

PRODUTO DA DISSERTAÇÃO DE MESTRADO “ADUBAÇÃO VERDE E DOSES DE
INOCULANTE *Azospirillum brasilense* NA CULTURA DO MILHO CRIOULO, TERRA
ALTA, PARÁ”

Autores:

Eng. Agrônomo Ms. Denis Junior Martins da Silva
Eng. Agrônomo Dr. Augusto José Silva Pedroso
Eng. Agrônomo Dr. João Tavares Nascimento

Apoio:



Sumário

APRESENTAÇÃO	3
INTRODUÇÃO	4
ADUBAÇÃO VERDE – O QUE É?	5
INOCULAÇÃO – O QUE É?	5
POR QUE FAZER?	6
ESPÉCIES LEGUMINOSAS	7
O LOCAL DO CULTIVO	9
CONHEÇA O TIPO DE SOLO	10
HISTÓRICO DA ÁREA	11
PREPARO DA ÁREA A SER CULTIVADA	11
INOCULAÇÃO E PLANTIO DA SEMENTES DE MILHO	12
ADUBAÇÃO E PLANTIO DAS LEGUMINOSAS	14
PRODUÇÃO DE MILHO	16
INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE	17
REFERÊNCIAS	18
AGRADECIMENTOS	20

APRESENTAÇÃO

A busca pelo manejo adequado do solo, aumentou a procura por alternativas para melhorias da fertilidade desses solos, a partir de técnicas de cobertura do solo e incorporação do material vegetal de plantas sucessionais, onde os agricultores familiares buscam novos sistemas alternativos de produção que diminuam seus custos de produção, aumentando assim a sua rentabilidade, bem como melhorem a sua qualidade de vida no campo, para isso se faz necessário a preservação da fertilidade do solo, promovendo assim a utilização da área por longos períodos.

Esta cartilha busca contribuir para a fixação da aprendizagem construída ao longo desde projeto, onde possa representar fonte permanente de consulta e referência. A elaboração foi pensando no trabalhador do campo e em alunos que tenham interesse no tema. Seu conteúdo, fotos e ilustrações buscam traduzir o conhecimento acadêmico e prático em soluções para os desafios que enfrenta diariamente na lida do campo.

Ótima aprendizagem.

INTRODUÇÃO

Esta cartilha sobre o uso de leguminosas e bactérias fixadoras de nitrogênio, contém informações e procedimentos necessários para a execução das operações de produção de milho crioulo, afim de melhorar a produtividade da agricultura familiar, no que tange a produção de grãos de milho no nordeste paraense.

Este produto é fruto da dissertação “ADUBAÇÃO VERDE E DOSES DE INOCULANTE *Azospirillum brasiliense* NA CULTURA DO MILHO CRIOULO NO MUNICIPIO DE TERRA ALTA-PA” do Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares – PPDRGEA – Mestrado profissional do Instituto Federal do Pará – IFPA/Castanhal.

O projeto foi desenvolvido na comunidade São Lourenço, município de Terra Alta, no nordeste Paraense, onde por meio do processo de Incubação da Cooperativa de Agricultores Familiares de Terra Alta (COAFTA) formada pelos moradores da comunidade, através da Incubadora Tecnológica de Desenvolvimento e Inovação de Cooperativas e Empreendimentos Solidários - INCUBITEC do Instituto Federal do Pará-IFPA/Castanhal.

A pesquisa teve por objetivo avaliar a resposta de produção do Milho crioulo variedade Pontinha sob diferentes doses de inoculante a base de *Azospirillum brasiliense* com utilização de adubação verde proveniente do consórcio com duas espécies leguminosas na comunidade.

ADUBAÇÃO VERDE – O QUE É?

A adubação verde consiste em introduzir, em um sistema de produção, a espécie apropriada (leguminosa ou não) para depositar sobre o solo ou incorporar sua massa vegetal, além de atuar na ciclagem de nutrientes (BARRADAS, 2010).



As leguminosas têm sido as espécies preferidas para adubação verde, sendo as mais utilizadas nesta prática, sendo considerada uma prática que contribui para a conservação do solo de acordo com as modificações realizadas no sistema de cultivo, onde estas práticas

exercem um controle sobre a erosão, atuam na manutenção ou melhoria da fertilidade do solo.

Estas espécies de plantas apresentam algumas características de grande relevância para seu plantio, como a fixação biológica de nitrogênio atmosférico por meio de ação simbiótica com bactérias do gênero *Rizhobium*. Além do Nitrogênio (N), as leguminosas produzem grande volume de biomassa rica em fósforo (P), Potássio (K) e Cálcio (Ca) e seu sistema radicular ramificado e profundo, facilita a reciclagem de nutrientes no solo. A adubação verde vem sendo utilizada em várias regiões do Brasil, visando a ciclagem de nutrientes e também a recuperação de áreas degradadas, pois os baixos níveis de matéria orgânica no solo representam um dos principais problemas em áreas sob recuperação.

INOCULAÇÃO – O QUE É?

A Inoculação é o processo por meio do qual bactérias fixadoras de nitrogênio, são adicionadas às sementes das plantas antes da semeadura. A inoculação é feita com um produto chamado de inoculante. A inoculação de sementes com bactérias diazotróficas (figura 01) têm apresentado grande diversidade de micro-organismos isolados de diversas culturas destacando-se, para a cultura do milho, bactérias dos gêneros *Azospirillum* (DÁRTORA et al., 2013).



Figura 01 – Inoculação de sementes de milho crioulo variedade pontinha com *Azospirillum brasiliense*.

Fonte: Foto de Denis Silva.

Associando os benefícios das leguminosas ao uso de bactérias diazotróficas que promovem o crescimento da cultura do milho crioulo, pode-se reduzir ainda mais o custo com adubação nitrogenada, a qual é uma das mais onerosas na produção de grãos.

POR QUE FAZER?

O manejo inadequado do solo por meio das atividades agropecuárias pode com o tempo trazer graves consequências, exaurindo suas reservas orgânicas e minerais, transformando solos com grande potencial de produção em solos de baixa fertilidade (DUARTE et al., 2014). Por outro lado, os sistemas integrados de produção agrícola, assim como outras práticas de manejo consideradas conservacionistas, apresentam-se como alternativas viáveis para a sustentabilidade do uso do solo (SILVA et al., 2011).

O aproveitamento de restos de culturas sucessionais é vital para se manter e até melhorar a produtividade das terras sob o uso agrícola, onde alguns efeitos são destacados, como o aumento da porosidade e aeração, melhoria da capacidade de armazenamento e retenção de água, aumento da atividade biológica e da capacidade de troca de cátions, fornecimento de nitrogênio, fósforo, enxofre e outros nutrientes às culturas subsequentes (MUZILLI, 1996)

O uso de novas tecnologias fica em sua maioria em grandes empreendimentos, no entanto o pequeno produtor busca aumentar a sua produção e ao mesmo tempo, busca reduzir

seu custo. O milho é um dos produtos mais importantes para o agricultor familiar, tendo em vista que este grão atua dentro da rede alimentação familiar.

Diante disso, o uso de bactérias promotoras de crescimento de plantas podem auxiliar na produção de grãos por diversos mecanismos na nutrição nitrogenada das culturas. As bactérias diazotróficas associativas mais estudadas, ou seja, que não formam uma simbiose com a planta hospedeira, são as bactérias pertencentes ao gênero *Azospirillum* (BASHAN; BASHAN, 2005).



Figura 02 – Leguminosa Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC) em consórcio com Milho crioulo Inoculado com bactérias de *Azospirillum brasiliense*.

Fonte: Foto de Denis Silva.

Com isso a utilização de inoculantes busca satisfazer a demanda de adubação nitrogenada, visando aumento da produção de grãos. A utilização de *Azospirillum brasiliense* busca proporcionar maiores produtividades do milho quando suas sementes inoculadas são semeadas sobre as palhadas. As espécies leguminosas proporcionam excelente produção de biomassa, atuando no incremento do material orgânico e cobertura morta para a cultura do milho, conforme ilustrado na figura 02.

ESPÉCIES LEGUMINOSAS

Um fator importante a ser considerado na prática da adubação verde é a escolha da espécie leguminosa a ser utilizada, devendo essa escolha consistir na capacidade de produção de massa vegetal, na ramificação, na profundidade de exploração das raízes e na adaptabilidade da espécie às condições edafoclimáticas, uma vez que estas são características

fundamentais para sua eficiência. Dentre as espécies de leguminosas, pode-se destacar o uso do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.) e do Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*).

O Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp.), (figura 03) também conhecido como feijão-de-corda, feijão-de-praia, feijão-da-estrada, feijão-de-rama, feijão-fradinho ou feijão macassar, macaça ou macáçar, é uma cultura de grande importância como componente da dieta alimentar - fonte de proteínas - das famílias, principalmente, das regiões Norte e Nordeste do Brasil, nas zonas rural e urbana. (EMBRAPA, 2011).



Figura 03: Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp).
Fonte: Foto de Denis Silva.

Tendo em vista a importância que o Feijão-caupi possui como componente alimentar dos agricultores (SANTOS et al., 2015), esta espécie também apresenta elevada capacidade de produção de biomassa e de fixação biológica de N₂, por meio da simbiose com bactérias fixadoras de Nitrogênio (GUALTER et al., 2011). Uma estratégia que contemple o manejo desta espécie com vista a dupla aptidão, tanto para a alimentação humana quanto para a adubação verde, pode favorecer a adoção desta prática ecológica de fertilização do solo.

Segundo Ribeiro (2002), o Feijão-caupi, apresenta ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade para se desenvolver em solos de baixa fertilidade e, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* tem a habilidade para fixar nitrogênio do ar. Esse mesmo autor ainda relata que pelo seu valor nutritivo, o Feijão-caupi é cultivado principalmente para a produção de grãos, secos ou verdes, para o consumo humano, in natura, na forma de conserva ou desidratado.

Já o Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC), (figura 04) é uma leguminosa muito rústica e resistente a altas temperaturas e a seca. Possui ciclo anual longo, com 180 dias, e floresce com 140 dias. Tolerância o sombreamento parcial. Planta de clima tropical e

subtropical adapta-se praticamente a todos os tipos de solos, principalmente em Latossolos, Argilosos e Arenosos, inclusive aqueles pobres em fósforo. Promove uma boa cobertura do solo, com efeito alelopático às invasoras, atuando eficientemente no controle da tiririca (*Cyperus* sp.) (BARRETO; FERNANDES, 2001).



Figura 04: Feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis* (L.) DC).

Fonte: Foto de Denis Silva.

Estas espécies pertencem à família Fabaceae, muito cultivada como cobertura verde. Suas raízes possuem associação simbiótica com bactérias fixadora de nitrogênio, dispensando a utilização de fertilizantes nitrogenados. No entanto, é pouco utilizada com o objetivo de formação de pastagens, pois não é muito aceita por parte dos animais (MENDES, 2011).

O LOCAL DO CULTIVO

Cada cultura tem exigências climáticas de temperatura, umidade, luminosidade e fotoperíodo. Procure conhecer as exigências das culturas de interesse e verifique se o local de plantio permite o seu cultivo.

Nesse caso, a comunidade São Lourenço em Terra Alta no Estado do Pará, sob coordenadas 1°01'52,5"S e 47°56'00,7"W, localizado no Nordeste Paraense, possui classificação do clima do tipo Am de acordo com a classificação de Koppen-Geiger (KOTTEK, et al., (2006), com clima tropical úmido, apresentando estação seca de curta duração e período chuvoso com elevada precipitação pluviométrica, com média anual variando entre 2500 mm e 3000 mm.

Observe a topografia e selecione áreas mecanizáveis (figura 05), planas ou de pouca inclinação, não sujeitas a inundação, de fácil acesso e que permita o manejo mais prático.



Figura 05: características da área a ser cultivada.
Fonte: Foto de Denis Silva.

CONHEÇA O TIPO DE SOLO

Os solos do município pertencem predominantemente às classes Latossolos Amarelos e Argissolos Amarelos, que compreendem solos minerais, bem drenados, profundos, ácidos, com baixa fertilidade natural e presença de horizonte do tipo A moderado (GAMA; RODRIGUES; CARDOSO JUNIOR, 2000).

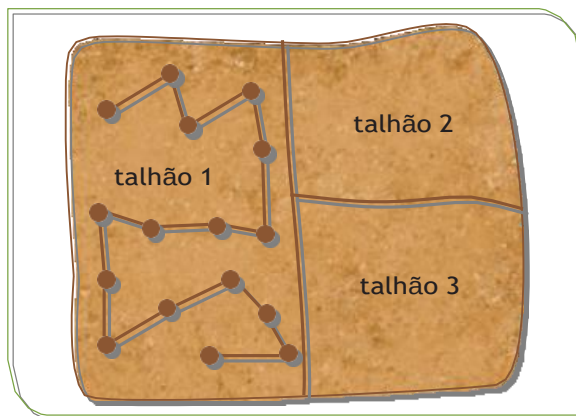


Figura 06: ilustração da amostragem de solo.
Fonte: Foto de Denis Silva.

Os pontos de coleta devem ser escolhidos em lugares afastados de cupinzeiros, formigueiros, buracos de tatu, acúmulo de matéria orgânica ou corretivos, para que estes não influenciem no resultado da análise. Todos os pontos de coleta de solos devem ser escolhidos em zigue-zague (figura 06), para garantir maior homogeneidade do resultado das análises. O

número de pontos amostrados deve ser proporcional ao tamanho do terreno, sendo recomendados de 10 a 20 pontos de coleta por hectare.

Após a coleta, misture as amostras de solo e deixe secando à sombra e ar fresco para então serem embaladas e identificadas (figura 07), para posterior envio ao laboratório.



Proprietário: _____
Propriedade: _____
Endereço: _____
Cobertura Vegetal: _____
Cultura a ser plantada: _____
Localização: _____

Figura 07: Ilustração da embalagem e identificação da amostras de solo..

HISTÓRICO DA ÁREA

A área cedida pela Cooperativa dos Agricultores Familiares de Terra Alta – COAFTA, passava por um período de pousio (descanso) de aproximadamente 3 anos, onde nesse período ocorreu a formação de capoeira (vegetação espontânea de porte médio com de aproximadamente 3 metros) e possuía histórico de cultivo de culturas como a mandioca, feijão, milho, arroz, maxixe e quiabo em sistema de rotação e em caráter de subsistência, sendo que nesse sistema, a cultura da mandioca foi predominante ao longo dos anos, e durante esses anos de manejo, o solo não recebeu qualquer tipo de corretivo e adubação mineral adequado, sendo feito de forma aleatória, sem acompanhamento técnico.

PREPARO DA ÁREA A SER CULTIVADA

O preparo mecanizado da área foi feito com grade aradora, com duas gradagens, sendo o primeiro corte no sentido da declividade do terreno e o segundo no sentido contrário ao mesmo para reduzir o processo erosivo decorrente das chuvas, o qual é mais acentuado durante o desenvolvimento inicial das espécies consorciadas. Logo após ocorreu o esquadreamento da área (Figura 08) para delimitação das parcelas experimentais.



Figura 08: esquadrejaemento da área.
Fonte: Foto de Denis Silva.

Para a calagem (figura 09) da área experimental tomou-se como base a análise de solo e por meio do Manual de Interpretação de Análise de Solo do Estado do Pará, sugerido por Brasil, Cravo e Viégas (2020), foram aplicados $1,54 \text{ t.ha}^{-1}$ de calcário dolomítico com fórmula química de $\text{CaMg}(\text{CO}_3)_2$ com teores de CaO de 33%, MgO 16% e PRNT médio de 95%. O cálculo da necessidade de calagem foi realizada visando a elevação da saturação de bases do solo para 50%.



Figura 09: calagem da área para correção de acidez.
Fonte: Foto de Denis Silva.

INOCULAÇÃO E PLANTIO DA SEMENTES DE MILHO

A inoculação das sementes de milho crioulo (Figura 10) foram realizadas com as diferentes doses de *Azospirillum brasiliense* cujo nome comercial é NODUGRAM L e possui

as seguintes estirpes Ab-V5 e Ab-V6 com garantia de concentração de 2×10^8 UFC/ml e dose recomendada é de 100 ml/ha. Foram utilizadas 5 diferentes doses no estudo (0 ml/ha; 50 ml/ha; 100 ml/ha; 150 ml/ha; 200 ml/ha).



Figura 10: Seleção e Inoculação das sementes de milho crioulo.
Fonte: Foto de Denis Silva.

As mesentes inoculadas devem ser semeadas até 24 horas após a inoculação. O semeio das sementes inoculadas e testemunhas nas parcelas sorteadas, sendo cada parcela composta por 5 linhas de milho, espaçadas de 1,00 m entre linhas e 0,25 m entre plantas (50.000 plantas/ha). Foi utilizado para o semeio uma plantadora manual (matraca) com regulagem para três sementes por cova, sendo feito desbaste 15 DAP, conforme ilustrado nas figuras 11 e 12.

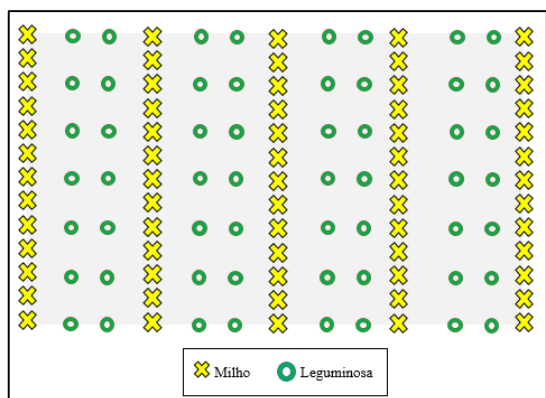


Figura 11: distribuição das sementes de milho e leguminosas..
Fonte: Foto de Denis Silva.



Figura 12: desbaste das plantas de milho crioulo 15 dias após o plantio.
Fonte: Foto de Denis Silva.

ADUBAÇÃO E PLANTIO DAS LEGUMINOSAS



A adubação do milho foi calculada seguindo como referência o Manual de Interpretação de Análise de Solo do Estado do Pará, sugerido por Cravo et al. (2010), sendo a primeira etapa aplicada após 15 DAP (dias após o plantio), composta por $62,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ de Uréia e $51,73 \text{ kg.ha}^{-1}$ de KCl (50% da dose calculada) e $219,51 \text{ kg.ha}^{-1}$ Super Fosfato Triplo (dose total), com distribuição nas linhas de cultivo, manualmente. A segunda parcela de adubação foi realizada aos 45 DAP, sendo aplicado os 50% restantes de Uréia e KCl, na quantidade de $62,5 \text{ kg.ha}^{-1}$ e $51,73 \text{ kg.ha}^{-1}$, respectivamente.

A primeira limpeza da área (capina) ocorreu antes do plantio das leguminosas, que ocorreu 30 DAP do milho, onde as espécies leguminosas foram plantadas nas entre linhas do milho com espaçamento de 0,33 m entre as plantas de milho, formando fileira dupla e 0,50 m entre plantas de leguminosas (40.000 plantas/ha), conforme ilustrado na figura 13.

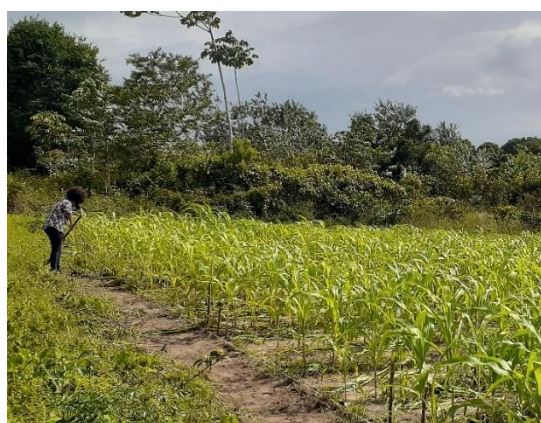




Figura 13: plantio das espécies leguminosas nas entre linhas do milho crioulo.
Fonte: Foto de Denis Silva.

Ao atingir 80% de sua floração (figura 14), cerca de 95 dias dias após o plantio do milho, as espécies leguminosas foram incorporadas de forma manual, com o auxílio de uma enxada para corte e incorporação ao solo.



Figura 14: Feijão-de-porco em estágio de floração.
Fonte: Foto de Denis Silva.

PRODUÇÃO DE MILHO

Após 30 dias a incorporação das espécies leguminosas no solo, ocorreu a colheita do milho e obtidos os resultados de comprimento de espiga de milho (Tabela 01), é possível observar o maior comprimento de espiga com 14,46 cm para as plantas que não possuíram inoculação de semente, neste caso a testemunha com 0 ml de *Azospirillum brasiliense*.

Tabela 01: Efeitos das doses de *Azospirillum brasiliense* na produção de milho crioulo.

Tratamentos	Comprimento espiga cm	Diâmetro espiga cm	Rendimento grãos* kg/ha ⁻¹
0 ml	14,46 a	3,34 a	3.707,83 a
50 ml	13,58 a	3,49 a	3.710,67 a
100 ml	14,27 a	3,50 a	3.857,50 a
150 ml	13,89 a	3,43 a	3.813,50 a
200 ml	14,31 a	3,54 a	4.035,33 a
CV%	17,5	12,1	24,0

*12% de umidade. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si, a nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

O efeito das doses do inoculante pode ser observado ao comparar as médias das doses sob o diâmetro de espiga de milho, obtido de plantas inoculadas, com destaque para a dose 200 ml que proporcionou o maior diâmetro de espiga dentre os tratamentos com 3,54 cm.

É possível comparar as médias obtidas dos tratamentos para o Rendimento de Grãos por hectare, onde a inoculação das sementes de milho com *Azospirillum brasiliense*, apresentaram rendimento médio para as doses 0 e 50 ml de 3.707,8 e 3.710,7 kg.ha⁻¹, respectivamente. Já para as doses de 100 ml e 150 ml, o rendimento obtido foi de 3.857,5 e 3.813,5 kg.ha⁻¹. O destaque ficou para a dose de 200 ml, que proporcionou os maiores valores de rendimento médio de grãos com 4053,3 kg.ha⁻¹. De acordo com Cavallet et al (2000), a inoculação da bactéria *Azospirillum spp.* podem proporcionar rendimentos positivos com um incremento médio na ordem de 17% na produção de grãos de milho.

Sendo assim, é importante ressaltar que a adaptação da planta às condições edafoclimáticas e intrínsecas da própria variedade, interferem na sua produção e sobrevivência das bactérias inoculadas, em função de estarem associadas à rizosfera ou no interior dos tecidos vegetais, o que as torna muito vulneráveis ao ambiente. Isso pode acarretar variação nos resultados de inoculação, sendo estes o sucesso ou a ausência dos efeitos esperados.

INFLUÊNCIA DA ADUBAÇÃO VERDE

Devido o potencial de produção de biomassa das espécies leguminosas, o material vegetal produzido ao passar pelo processo de decomposição, atuando diretamente na ciclagem de nutrientes, favorece a melhoria de alguns atributos químicos do solo. Os resultados de pH do solo (Tabela 02) apresentaram diferença significativa ($p < 0,05$), com os tratamentos de milho consorciado com leguminosas foram superiores ao tratamento testemunha, no entanto somente o Feijão-caupi que proporcionou um aumento médio significativo do pH (5,07), diferindo significativamente da testemunha (4,72), influenciando consideravelmente na diminuição da acidez do solo.

De acordo com Pavinato e Rosolem (2008), as elevações de pH a partir da adição de resíduos vegetais, decorre da elevação da saturação da CTC do solo pelos Ca, Mg e K adicionados via ciclagem de nutrientes do resíduo vegetal, o que reduziria a acidez potencial.

Tabela 02: Análise química do solo da área experimental. Terra Alta, Pará. Dezembro, 2020.

Trat.	MO g/kg ⁻¹	pH em H ₂ O	P --- mg dm ⁻³ ---	K -----	Ca	Mg	Ca+Mg ----- cmolc dm ⁻³ -----	Al	H+Al	CTC	m ----- % -----	V
M+FC	14,2 a	5,07 a	2,60 a	26,40 a	1,80 a	0,72 a	2,52 a	0,02 a	2,01 a	4,58 a	1,53 a	55,33 a
M+FP	13,7 ab	4,88 ab	3,30 a	32,66 a	1,67 a	0,73 a	2,40 a	0,06 a	2,20 a	4,69 a	2,80 a	50,53 a
MS	12,1 b	4,72 b	2,72 a	33,33 a	1,47 a	0,66 a	2,14 a	0,03 a	2,38 a	4,76 a	3,40 a	46,20 a

Médias seguidas de mesma letra não diferem significativamente entre si. M+FC= Milho+Feijão-caupi; M+FP= Milho+Feijão-de-porco; MS= Milho solteiro; MO= Matéria Orgânica; pH=Potencial Hidrogeniônico; P=Fosforo; K=Potássio; Ca=Cálcio; Mg= Magnésio; Ca+Mg= Soma de Cálcio e Magnésio; Al= Alumínio; H+Al=Acidez potencial; CTC= Capacidade de Troca de Cátions; m= Saturação por Alumínio; V=Saturação por bases.

Com base nesta mesma tabela, observa-se uma variação no teor de matéria orgânica (M.O.) de 12,1 a 14,2 g.kg⁻¹ entre todos os tratamentos estudados, revelaram diferenças significativas ($p < 0,05$), onde o maior teor foi verificado no Feijão-caupi apresentando 14,2 g kg⁻¹, seguido do Feijão-de-porco com 13,7 g kg⁻¹, enquanto que a testemunha apresentou o teor de 12,1 g kg⁻¹. Diante desses dados, verifica-se que as leguminosas aumentam o conteúdo de matéria orgânica no solo, quando comparadas com a testemunha, em que o tratamento Feijão-caupi e Feijão-de-porco proporcionaram um aumento de 14,8% e 11,7%, respectivamente. Souza (2014), afirma que uso da adubação verde foi responsável por aumentar o teor de carbono orgânico total (COT) em todas as profundidades do solo. Dessa forma, entende-se que os teores de matéria orgânica proporcionam melhorias a partir do aporte de biomassa no solo.

REFERÊNCIAS

- BARRADAS, C. A. DE A. Uso da adubação verde. Niterói, RJ. Programa Rio Rural, Manual Técnico, 25. 2010. ISSN 1983-5671.
- BARRETO, A. C.; FERNANDES, M. F. Recomendações técnicas para o uso da adubação verde em solos de tabuleiros costeiros. EMBRAPA – Aracaju/SE, ISSN 1678-1945, 2001. (SAA), 2005. 1 CD.
- BASHAN, Y. & de-BASHAN, L.E. Plant growth-promoting. In: HILLEL, D. Encyclopedia of soil in the environment. Oxford, Elsevier, 2005. p.103-115.
- BRASIL, E. C.; CRAVO, M. da S.; VIÉGAS, I. de J. M. Recomendações de calagem e adubação para o Estado do Pará. 2 ed. – Brasília-DF: Embrapa, 2020. 419p.
- CAVALLET, L.E.; PESSOA, A.C.S.; HELMICH, J.J. et al. Produtividade do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum* spp. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, 4:129-132, 2000.
- DARTORA, J.; GUIMARÃES, V.F., MARINI, D., SANDER, G. Adubação nitrogenada associada à inoculação com *Azospirillum brasilense* e *Herbaspirillum seropedicae* na cultura do milho. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 17, n. 10, p. 1023–1029, 2013
- DUARTE, I.B.; GALLO, A.S.; GOMES, M.S.; GUIMARÃES, N.F.; ROCHA, D.P. & SILVA, R.F– Plantas de cobertura e seus efeitos na biomassa microbiana do solo. Acta Iguazu, vol. 3, n. 2, p. 150-165. 2014.
- EMBRAPA. Cultivo do Feijão-caupi em Sistema Agrícola Familiar. Circular Técnica 51. Teresina, PI. Novembro, 2011.
- GAMA, J. R. N. F.; RODRIGUES, T. E.; CARDOSO JÚNIOR, E. Q. Levantamento dos solos e uso atual do Campo Experimental de Terra Alta, Pará. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2000. 30p. (Embrapa Amazônia Oriental. Documentos, 45).
- GUALTER, R.M.R. et al. Eficiência agrônômica de estirpes de rizóbio em feijão-caupi cultivado na região da Pré-Amazônia maranhense. Pesq. agropec. bras., Brasília, v.46, n.3,

p.303-308, mar. 2011.

KOTTEK, M.; GRIESER, J.; BECK, C.; RUDOLF, B.; RUBEL, F. (2006) World map of the Köppen-Geiger climate classification updated. *Meteorologische Zeitschrift*, v. 15, n. 3, p. 259-263. <https://doi.org/10.1127/0941-2948/2006/0130>

MENDES, I. dos S. Avaliação de extratos das folhas e sementes de feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) como bioerbicidas pós-emergentes e identificação de aleloquímicos via cromatografia líquida de alta eficiência (HPLC). Universidade de São Paulo, 2011. 74p (Dissertação de mestrado em química analítica)

MUZILLI, O. Recuperação de solos tropicais degradados. ABEAS, Brasília, 1996. p.46.

PAVINATO, P. S. e ROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo: decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. *Revisão de literatura • Rev. Bras. Ciênc. Solo* 32 (3) • Jun 2008 <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000300001>.

RIBEIRO, V. Q. Cultivo do feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Embrapa Meio-Norte-Sistema de Produção (INFOTECA-E), 2002.

SILVA, E.F.; LOURENTE, E.R.P.; MARCHETTI, M.E.; MERCANTE, F.M.; FERREIRA, A.K.T. & FUJJI, G.C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, vol. 46, n. 10, p. 1321-1331. 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2011001000028>

SOUZA, B. de J. Adubação verde: uso por agricultores agroecológicos e o efeito residual no solo. Universidade de viçosa-MG, 2014. 62p. (dissertação de Mestrado em Agroecologia).

AGRADECIMENTOS

Às famílias que compõem a Cooperativa COAFTA, localizada no Município de Terra Alta – Pará.

À INCUBITEC/IFPA-Castanhal pelo apoio logístico e pela concessão de bolsas para o desenvolvimento do projeto.

Ao CNQP pela concessão de bolsas de pesquisa, proporcionou apoio financeiro para o desenvolvimento do experimento.

Ao NUPECSA pelo apoio prático e científico por meio dos bolsistas Diene e Jeremias que não mediram esforços para o desenvolvimento da pesquisa.

Ao IFPA/Castanhal pelo apoio à pesquisa e desenvolvimento da agricultura familiar por meio de projetos de pesquisas nas comunidades parceiras.

Aos Eng. Agrônomos Maurício Ricardo e Álef Santos pelo apoio na instalação do projeto na comunidade.

Aos professores Dr. Augusto José Silva Pedrosa e João Tavares Nascimento pela orientação e coorientação, respectivamente e compartilhamento de conhecimentos e dicas para que este projeto pudesse ser desenvolvido.

