

Universidade de Brasília – UnB
Faculdade Unb Planaltina
Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural -
PPGMADER

FERNANDA DE PAULA MEDEIROS

USO DOS REMINERALIZADORES ASSOCIADO A POLICULTIVOS PARA PRODUÇÃO DA
PALMA FORRAGEIRA NO SEMIÁRIDO BAIANO

Brasília, 2017

FERNANDA DE PAULA MEDEIROS

USO DOS REMINERALIZADORES ASSOCIADO A POLICULTIVOS PARA
PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NO SEMIÁRIDO BAIANO

Dissertação apresentada junto ao Programa de Pós
Graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento
Rural - PPG - MADER da Universidade de Brasília -
UnB, como requisito para a obtenção de título de
Mestre em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural.

Área de concentração: Meio Ambiente e
Desenvolvimento Rural

Orientadora: Prof.^a Dr.^a Suzi Huff Theodoro

Brasília, 2017

Ficha catalográfica elaborada automaticamente,
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

dM488u de Paula Medeiros, Fernanda
Uso de remineralizadores associado a policultivos
para produção da palma forrageira no semiárido baiano
/ Fernanda de Paula Medeiros; orientador Suzi Huff
Theodoro. -- Brasília, 2017.
108 p.

Dissertação (Mestrado - Mestrado em Meio Ambiente
e Desenvolvimento Rural) -- Universidade de Brasília,
2017.

1. Remineralizadores. 2. palma forrageira. 3.
policultivos. 4. semiárido baiano. 5. agroecologia.
I. Huff Theodoro, Suzi, orient. II. Título.

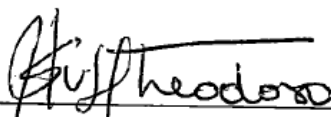
Dissertação de Mestrado

FERNANDA DE PAULA MEDEIROS

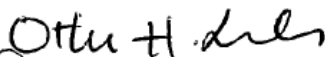
Título:

“USO DOS REMINERALIZADORES ASSOCIADO A POLICULTIVOS PARA
PRODUÇÃO DA PALMA FORRAGEIRA NO SEMIÁRIDO BAIANO”

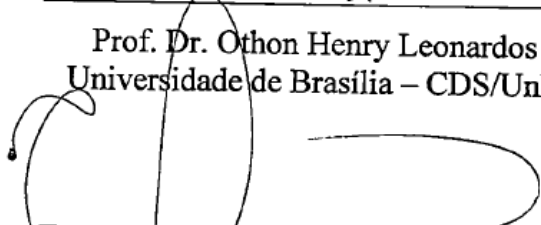
COMISSÃO EXAMINADORA:



Prof.ª Dr.ª Suzi Huff Theodoro
Universidade de Brasília – FUP/UnB



Prof. Dr. Othon Henry Leonardos
Universidade de Brasília – CDS/UnB



Prof. Dr. Tamiel Khan Baiocchi Jacobson
Universidade de Brasília – FUP/UnB

Brasília, 20 de Abril de 2017.

Agradecimentos

Agradeço ao divino e glorioso Senhor Deus, comandante de todas as energias que regem o mundo, tenho confiança em Seus motivos e propósitos de hoje poder estar aqui, atuando nessa área tão rica e maravilhosa. Agradeço a Ele por essa oportunidade. A primeira pessoa que quero agradecer é minha mãe, que sempre me deu forças e todos os apoios possíveis para que eu continuasse a estudar.

A segunda pessoa a quem devo agradecer, certamente é minha amiga/professora Suzi Huff Theodoro, alguém que acreditou e confiou em mim. Ela desde o início (em 2012, quando nos conhecemos) teve gosto em me ensinar sobre a ciência, seus diversos aspectos, seus doces e amargos de trajetória. Ela me acordou para vida acadêmica! Ela me defendeu quando foi preciso e me ensinou também a defender com unhas e dentes as minhas convicções. Mostrou-me para quem deve ser direcionada a pesquisa científica e me ensinou a fundir o conhecimento das ciências “hard” com as ciências sociais. Suzi mostrou desde sempre sua paixão pela terra, pelo trabalho, seu respeito pela natureza... Ah, isso não se ensina! Fez-me admirá-la ainda mais, não apenas como professora, mas ainda como ser humano incrível que é. Mais ainda, admiro e agradeço Suzi por ter ser tão generosa e companheira comigo, fico muitíssimo feliz de trabalhar ao lado dela sempre que possível, para mim é uma honra!

Agradeço imensamente ao professor Othon Henry Leonardos, fonte inesgotável de inspiração em sua magnífica trajetória pela história da pesquisa no Brasil, especialmente na área dos remineralizadores, como um dos pioneiros desse conhecimento no país. Estendendo o agradecimento novamente à Suzi, que graças a ela, hoje temos a legislação que permite o uso dos remineralizadores como insumo agrícola. Acredito que o Brasil todo deve um agradecimento a ela por isso!

Agradeço aos agricultores quilombolas da Comunidade Lajedão dos Mateus, que nos receberam de braços e corações abertos para realização da pesquisa e sempre se colocaram disponíveis para auxiliar no que fosse preciso.

Meus agradecimentos à Fundação Drygrow pelo financiamento integral da pesquisa bem como apoio a eventos científicos no qual participei durante o mestrado. Ao CNPq pela bolsa de estudos, que foi essencial para que eu pudesse me entregar de forma integral durante os dois anos de dedicação à construção da minha dissertação.

Sou grata ainda ao colega Guilherme Senna pelo auxílio nas análises laboratoriais do tecido vegetal, bem como ao meu grande amigo Gustavo Rosa, que não apenas fez a análise petrográfica do remineralizador utilizado na pesquisa, mas por sua amizade e parceria de sempre. E não posso esquecer da minha grande amiga Sarah Frota que me auxiliou com a elaboração dos mapas. Eles foram mesmo essenciais!

Agradeço ainda ao professor Tamiel Jacobson por tantos auxílios e aprendizados, parceria acadêmica no Congresso de Agroecologia e na disciplina de Estágio em Docência, além de todo o apoio durante a minha pesquisa, sempre solícito e amigo. Estendo minha gratidão à professora Janaína Diniz, que é não só um exemplo de professora, pesquisadora e profissional incrível, mas também pelo suporte durante o mestrado, especialmente em sua dedicação em me ajudar na participação de um evento científico importantíssimo para o meu desenvolvimento enquanto pesquisadora. Agradeço ainda aos professores do Programa de Pós-graduação em Meio Ambiente e Desenvolvimento Rural (MADER) por todos os aprendizados, debates e trocas de conhecimento, e deles ressalto minha imensa gratidão à professora Laura pelos puxões de orelha, professora Mônica Molina por me abrir os olhos sobre a importância das políticas públicas e ao professor Sérgio Sauer por seus apontamentos ao meu trabalho enquanto cursava as disciplinas.

E por último, agradeço de coração aos parceiros de curso pela amizade, encorajamento, apoios e trocas de conhecimento em tantos debates, conversas dentro e fora da sala de aula, sempre muito relevantes para a construção dessa pesquisa que realizei com imenso amor e carinho.

Graças a todos citados aqui, posso dizer: encontrei minha vocação!

Dedicatória:

Aos agricultores quilombolas na Comunidade Lajedão dos Mateus, que tanto me ensinaram e que cuidam de suas terras com um amor incondicional.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1- Mapa dos municípios do estado da Bahia	7
Figura 2 - Mapa de localização da comunidade quilombola Lajedão dos Mateus, Bahia.	8
Figura 3 - Gráfico pluviométrico da região de Irecê, Bahia	9
Figura 4 - Gráfico de temperatura da região de Irecê, Bahia.	9
Figura 5 - Mapa de relevo da região onde está localizada a Comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia.	10
Figura 6 - Mapa de hidrologia da região onde se localiza a Comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia.	11
Figura 7 - Mapa de pedologia da região onde se localiza a Comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia.	13
Figura 8 - Domínios hidrogeológicos do estado da Bahia.	14
Figura 9 - Mapa geológico/litológico da região onde está localizada a comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia	15
Figura 10 - Fotomicrografia de três amostras representativas do natural plus, que foram utilizadas no estudo petrográfico.	18
Figura 11 – Imagem ilustrando o excesso de sal acumulado nas mangueiras de irrigação e sobre as plantas em determinadas partes do experimento.	19
Figura 12 - Delineamento da Unidade Experimental	37
Figura 13 - Distribuição dos insumos de acordo com o tratamento no delineamento experimental.	38
Figura 14 - Colheita dos cladódios na Central do Produtor (antiga GBDA).	38
Figura 15 - A: Plantio das espécies de palma forrageira, à esquerda; e B: Instalação do sistema de irrigação em Julho de 2015, à direita.	38
Figura 16 - Plantio de 4 linhas de Palma Doce por parcela (A) e 2 linhas de Palma Gigante por parcela (B).	39
Figura 17 - Balança rural usada para pesar a colheita das palmas.	40
Figura 18 - Amostras dos cladódios já secos até peso constante, onde A ilustra os cladódios da Palma Doce (esquerda) e B da Palma Gigante (direita).	41
Figura 19 - Três fases da Análise de Conteúdo	48
Figura 20 - Produtividade de massa verde (kg)	51

Figura 21 - Produtividade de massa seca (g)	52
Figura 22 - Cladódios sob ataque de patógenos nos tratamentos controle da Palma Gigante.	53
Figura 23 - Número de cladódios da produção, à direita Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.) e à esquerda da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill).	54
Figura 24 – Média do número de cladódios produzidos por planta, à direita Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.) e à esquerda da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill).	55
Figura 25 - Análise dos Componentes Principais da Palma Doce.	57
Figura 26 - Análise dos Componentes Principais da Palma Gigante.	58
Figura 27 - Análise temporal da disponibilidade de Fósforo inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.	61
Figura 28 - Análise temporal da disponibilidade de Potássio inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.	61
Figura 29 - Análise temporal da disponibilidade de Cálcio inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.	61
Figura 30 - Análise temporal da disponibilidade de Magnésio inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.	61
Figura 31 - Concentração de Na (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	67
Figura 32 - Concentração de Cl ⁻ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	67
Figura 33 - Concentração de NH ³ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	67
Figura 34 - Concentração de Mg ²⁺ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	68
Figura 35 - Concentração de Ca ²⁺ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	68
Figura 36 - Concentração de K ⁺ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	69
Figura 37 - Concentração de F ⁻ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	70
Figura 38 - Concentração de NO ³⁻ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	70
Figura 39 - Concentração de SO ⁴⁻ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira.	70

Figura 40 - Concentração (%) de lignina contida no tecido vegetal das espécies de palma forrageira	71
Figura 41 - Concentração (%) de celulose contida no tecido vegetal em massa seca das espécies de palma forrageira	71
Figura 42 - Concentração (%) de fenóis totais contidos no tecido vegetal em massas seca das espécies de palma forrageira.	73
Figura 43 – Número de mulheres e homens em 2006, diagnosticado pelo Projeto APA, e, os dados atuais de 2016.	76
Figura 44 - Atividade econômica nos dois períodos (2006 e 2016).	77
Figura 45 - Nível de renda nos dois períodos (2006 e 2016), onde SM: salários mínimos.	77

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Composição mineralógica do natural Plus (em %).	17
Tabela 2 - Valores das concentrações (%) dos principais constituintes das rochas que compõem o Naturas Plus, referentes à análise de química total por Fluorescência de Raios-X (XRF).	18
Tabela 3 - Valores das concentrações (%) de micronutrientes importantes e/ou restritivos ao uso presentes no remineralizador derivado do Natural Plus.	19
Tabela 4 – Composição química de elementos químicos de cladódios com 135 dias de maturidade	32
Tabela 5 - Composição química dos cladódios de <i>Opuntia spp</i> , analisando água, carboidratos, cinzas, fibras, proteínas e lipídios em Massa Seca (g/100g) e Massa Verde (g/100g).	33
Tabela 6 - Produção de matéria seca de cultivares de palmas, conservando-se o artigo primário (matriz)	35
Tabela 7 - Resultado da análise de fertilidade das amostras de solo coletadas em julho de 2015 (S T0) e dos quatro tratamentos em julho/2016	59
Tabela 8 - Resultados referentes aos parâmetros físicos de textura do solo	64
Tabela 9 - Tabela 9 - Resultado da análise da água, coletada em Julho/2016, realizada pela CAESB para extração de cátions em mg/L.	74
Tabela 10 - Resultado da análise da água, coletada em Julho/2016, realizada pela CAESB para extração de ânions em mg/L.	74
Tabela 11 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	92
Tabela 12 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	92
Tabela 13 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	92
Tabela 14 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	93
Tabela 15 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	93

Tabela 16 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	93
Tabela 17 - Tabela 17 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	93
Tabela 18 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	94
Tabela 19 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	94
Tabela 20 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	94
Tabela 21 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	94
Tabela 22 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	94
Tabela 23 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	95
Tabela 24 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	95
Tabela 25 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	95
Tabela 26 - Resultado de nutrientes da análise do tecido vegetal da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	96
Tabela 27 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Na da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	96
Tabela 28 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para Na da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	97
Tabela 29 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para NH ³ da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	97
Tabela 30 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para NH ³ da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	97
Tabela 31 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Mg da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	97
Tabela 32 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Ca da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	97
Tabela 33 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para Ca	98

da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	
Tabela 34 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para K da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	98
Tabela 35 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para K da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	98
Tabela 36 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para F da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	98
Tabela 37 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para F- da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	98
Tabela 38 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Cl- da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	99
Tabela 39 - Tabela 39 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para Cl- da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	99
Tabela 40 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para NO ²⁻ da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	99
Tabela 41 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para SO ⁴⁻ da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	99
Tabela 42 - Resultado de nutrientes da análise do tecido vegetal da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	100
Tabela 43 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Na da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	100
Tabela 44 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Na da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	100
Tabela 45 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Mg da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	101
Tabela 46 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Ca da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	101
Tabela 47 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para K da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	101
Tabela 48 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para F da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	101
Tabela 49 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Cl- da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	102
Tabela 50 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para SO ⁴⁻ da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	102

Tabela 51 - Resultado da análise de Lignina e Celulose para a Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	102
Tabela 52 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para celulose da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	103
Tabela 53 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para celulose da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	103
Tabela 54 - Resultados do teste de normalidade de Shapiro Wilk de lignina da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	103
Tabela 55 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para lignina da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	103
Tabela 56 - Resultado da análise de Celulose e Lignina para a Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	104
Tabela 57 - Resultado do teste de normalidade Shapiro Wilk para celulose da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	104
Tabela 58 - Resultados do teste de normalidade de Shapiro Wilk para lignina da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	104
Tabela 59 - Resultado da concentração (%) de fenóis totais da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	105
Tabela 60 - Teste de Shapiro Wilk para concentração de fenóis da Palma Doce (<i>Nopalea cochenillifera</i> (L.) Salm-Dick.).	105
Tabela 61 - Resultado da concentração (%) de fenóis da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	105
Tabela 62 - Teste de Shapiro Wilk para concentração de fenóis da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	105
Tabela 63 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para fenóis da Palma Gigante (<i>Opuntia ficus-indica</i> (L.) Mill.).	106
Tabela 64 - Parâmetros estabelecidos pelo CONAMA para águas subterrâneas (aquíferos confinados). LQP: limites de quantificação praticáveis e VMP: valores máximos praticáveis.	107

LISTA DE SIGLAS

ANOVA	Análise de variância
APACA	Arranjo Produtivo Agroecológico em meio às Comunidades de Afrodescendentes
BA	Bahia
CAESB	Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal
CNRH	Conselho Nacional de Recursos Hídricos
CONAMA	Conselho Nacional de Meio Ambiente
CPRM	Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais
CTAB	Cetyl Trimethyl Ammonium Bromide
CTC	Capacidade de troca catiônica
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
IN	Instrução Normativa
LQP	Limites de quantificação praticáveis
MAC	Mecanismo ácido das crassuláceas
MAPA	Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
PCA	Análise dos componentes principais
pH	Potencial hidrogeniônico
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
RPM	Rotações por minuto
SUDENE	Superintendência do desenvolvimento do Nordeste
TFSA	Terra fina seca ao ar
VMP	Valores Máximos Permitidos

RESUMO

MEDEIROS. F. P. **Uso dos remineralizadores associados a policultivos para produção da palma forrageira no semiárido baiano.** 2017. 108p. Dissertação (Mestrado) – Universidade de Brasília, Brasília, 2016.

Esta pesquisa investiga os efeitos da utilização da técnica de rochagem em uma área de policultivo implantada na comunidade quilombola Lajedão dos Mateus, localizada no município de América Dourada/BA. Foram testados e avaliados a produtividade de duas espécies de palma forrageira - a “Gigante” (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) e a “Doce” (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.). O delineamento experimental da área contemplou a divisão em parcelas, que foram expostas a quatro tipos de tratamentos: (T0 - controle, T1 - Remineralizador, T2 – Composto Orgânico e T3 – Remineralizador + Composto Orgânico), com quatro repetições de forma casualizada. A pesquisa usou como principais premissas os princípios relativos à tecnologia da rochagem em sistemas de plantios consorciados (policultivos) com outras espécies agrícolas e frutíferas como forma de potencializar os resultados produtivos e ampliar a oferta de alimentos. O trabalho utilizou práticas relativas à agroecologia, voltadas para o alcance da sustentabilidade produtiva, econômica, ambiental e social, por meio da valorização e interação entre o conhecimento científico e empírico. Para análise de produtividade foram coletados dados de massa verde (Kg), massa seca (g), número de cladódios por tratamento e média do número de cladódios por indivíduo em cada tratamento. Para o entendimento das mudanças nos níveis de fertilidades, foram coletadas amostras antes da implantação do delineamento experimental e após a colheita das palmas para efeito de comparação da entrada dos nutrientes na solução do solo. Para saber os efeitos dos tratamentos sobre o tecido vegetal das palmas produzidas, foram coletadas quatro cladódios de cada tratamento e de cada espécie de palma para análise em laboratório. Para analisar a influência dos sais presentes na água utilizada na irrigação, foi coletada uma amostra, que levada ao laboratório revelou a presença de alguns nutrientes acima do que é permitido pelos órgãos ambientais, e, auxiliou no entendimento dos resultados de produtividade, fertilidade do solo e composição do tecido vegetal das espécies estudadas. Após 12 meses de pesquisa, foi possível averiguar que os remineralizadores potencializam a produção das duas espécies de palma, chegando a 244,53Ton/ha/ano de palma Doce e 256,87Ton/ha/ano para a palma Gigante, superando a produtividade da região para essas espécies. Na contagem de cladódios por tratamento da palma Doce superou a Gigante, tanto por causa do adensamento que foi maior para a palma Doce, como na quantidade de cladódios que foram plantados o dobro de palma Doce. Mas a média do número de cladódios por indivíduo foi menor que a produção regional, mas isso se deve ao fato do tempo de colheita ter sido menor (12 meses). Observou-se que ocorreu ampliação dos níveis de fertilidade do solo, com o aumento de fósforo e potássio e outros macro e micronutrientes, especialmente no tratamento que continha remineralizador + composto orgânico, além da redução do ferro na solução, que

encontrava-se em altas concentrações, e, após a aplicação dos insumos foi reduzido por conta do ajuste no pH do solo. Averiguou-se se ocorreram alterações relacionadas à composição do tecido vegetal e a influência que os tratamentos exerceram sobre as cultivares de palma. Análise do tecido vegetal revelou resultados significativos para nutrientes, lignina e celulose apenas para a palma Doce, e fenóis totais apenas para a palma Gigante. Em busca do entendimento empírico, a pesquisa também buscou contemplar o perfil socioeconômico da Comunidade, por meio de um Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Comunidade, realizado mediante a aplicação de uma entrevista semiestruturada. Os resultados foram comparados a diagnóstico realizado a 10 anos atrás nessa Comunidade, que mostrou alterações importantes relativos a esse grupo social, como o perfil dos chefes de família, que antes eram em maioria homens, e que agora são mulheres, mas ainda não encontram espaço nas lideranças da Comunidade, ou nas tomadas de decisão. Esse fato se deu principalmente por causa da saída de familiares da Comunidade para outras regiões em busca de outras oportunidades de trabalho. Houve um aumento no nível de escolaridade dos moradores, fato associado ao aumento da renda, proveniente de dos auxílios sociais, como Bolsa Família, PRONAF e Aposentadoria Rural. Esses resultados refletem a necessidade de políticas públicas voltadas para as mulheres bem como um apoio continuado da Assistência Técnica Rural da região, para que os moradores dessa Comunidade não se sintam forçados a abandonar suas atividades agrícolas, que já fazem parte de sua história. Acredita-se que nas próximas colheitas a produtividade das espécies de palma forrageira será ainda maior que os resultados obtidos na presente pesquisa, haja visto o poder de liberação dos nutrientes dos remineralizadores ao longo do tempo para solução do solo, especialmente quando aliados ao composto orgânico, técnica de manejo entendida pelos agricultores para potencializar a disponibilização dos nutrientes para as plantas.

Palavras-chave: Rochagem. Agroecologia. Comunidade Quilombola. Semiárido.

ABSTRACT

MEDEIROS. F. P. **The use of remineralizers associated with polycultures for the production of cactus fodder in Bahia's semi-arid region.** 2107. 108p. Master dissertation. University of Brasília, Brasilia, 2016.

This research investigates the effects of the use of stonemeal technology in a polyculture area installed in the “*Quilombola*” community of Lajedão dos Mateus, located in the municipality of América Dourada/BA. The productivity of two species of cactus fodder - the "Giant" (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) and the "Sweet" (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick) were tested and evaluated. The experimental design of the area contemplated the division in plots that were exposed to four types of treatments: (T0 - control, T1 - Remineralizer, T2 - Organic Compound and T3 - Remineralizer + Organic Compound), with four repetitions made in a randomized way. The research used as its main premises the principles related to the stonemeal technology in combined cultivation (polycultures) systems with other agricultural and fruit species as a way to enhance the productive results and increase the food supply. The work used practices related to agroecology and aimed at the achievement of the productive, economic, environmental and social sustainability, through the promotion and interaction between scientific and empirical knowledge. For the productivity analysis, the following data was collected: green mass (kg), dry mass (g), number of cladodes per treatment and the average of the number of cladode per individual in each treatment. In order to understand the changes in fertility levels, samples were collected before the experimental design was implemented and after the harvested of the cactus was made for the purpose of comparing the nutrient intake in the solution of the soil. In order to know the effects of the treatments on the vegetal tissue of the produced cactus, four cladodes from each treatment and of each species of cactus were collected for laboratory analysis. In order to analyze the influence of the salts present in the water used in the irrigation, a sample was collected and, when taken to the laboratory, revealed the presence of some nutrients above what is allowed by the environmental organs, and helped in the understanding of the productivity results, soil fertility and composition of the plant tissue of the studied species. After 12 months of research, it was possible to ascertain that the remineralizers maximize the production of both species of cactus, reaching up to 244.53 ton/ha/year of Sweet cactus, 256.87 ton/ha/year for the Gigant cactus, surpassing the productivity of the region for these species. In the cladodes count per treatment of the Sweet cactus surpassed the Giant cactus, both because of the densification that was greater for the Sweet cactus, and due to the amount of cladodes that were planted, twice the number of the Sweet cactus. However the average number of cladodes per individual was lower than the regional production, but this is due to the fact that the harvest time was shorter (12 months). It was observed an

expansion of the levels of the fertility of the soil, with the increased of phosphorus and potassium and other macro and micronutrients, especially in the treatment that contained remineralizer + organic compound, besides the reduction of iron in the solution, found in high concentrations, and after the application of the inputs it was reduced due to the adjustment in the soil's pH. It was investigated if there were changes related to the composition of the plants tissue and the influence that the treatments exerted on the cactus cultivars. Analysis of the plant tissue revealed significant results for nutrients, lignin and cellulose only for Sweet cactus, and total phenols only for the Giant cactus. In the search of the empirical understanding, the research also sought to contemplate the socioeconomic profile of the Community, through a Socioeconomic and Environmental Diagnosis of the Community, carried out by the application of a semi-structured interview. The results were compared to a diagnosis that was carried out 10 years ago in this Community, that showed important alterations related to this social group, such as the profile of heads of the families, who were, previously, mostly men, and now are women, although they haven't found their space in the leadership of the Community, or in the decision making. This happened mainly because of the departure of family members from the Community to other regions in search of other job opportunities. There was an increase in the level of education of the residents, a fact associated to the increase of the income, derived from social aid, such as "*Bolsa Família*", "*PRONAF*" and "*Rural Retirement*". These results reflect the need for public policies aimed at women as well as a continued support of the Rural Technical Assistance of the region, so that the residents of this Community don't feel as though they are forced to abandon their agricultural activities, which are already part of their history. It is believed that in the next harvests the productivity of the cactus fodder species will be even greater than the results obtained in the present research, due to the power of nutrient release of the remineralizers over time to soil solution, especially when allied to the organic compound, a management technique understood by farmers to enhance the availability of nutrients to the plants.

Key-words: Stonemeal. Agroecology. Quilombola Community. Semi-arid.

SUMÁRIO

Agradecimentos	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	xi
LISTA DE SIGLAS	xv
RESUMO	xvi
ABSTRACT	xviii
RELEVÂNCIA DA PESQUISA.....	1
ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO.....	5
CAPÍTULO 1	7
1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	7
1.1 Área de estudo	7
1.2 Pedologia da Comunidade Lajedão dos Mateus	12
1.3 Geologia da região da Comunidade Lajedão dos Mateus.....	14
1.4 Caracterização do remineralizador	16
1.5 Análise da água de irrigação	19
1.6 Diagnóstico Socioeconômico e ambiental da Comunidade Lajedão dos Mateus	19
CAPÍTULO 2	22
2. OS REMINERALIZADORES, A AGROECOLOGIA, OS POLICULTIVOS E A PALMA FORRAGEIRA.....	22
2.1 Os remineralizadores: passado, presente e futuro.....	22
2.2 Agroecologia e os sistemas de policultivo.....	26
2.3 A palma forrageira: ferramenta de sobrevivência do agricultor do semiárido	28
2.3.1 Caracterização geral	28
2.3.2 Composição química e nutrição	32
2.3.3 Adubação e produtividade	34
CAPÍTULO 3	37
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS.....	37
3.1 Delineamento Experimental	37
3.1.1 Preparo do solo	37

3.1.2	Obtenção e preparo das palmas matrizes.....	38
3.1.3	Plantio das matrizes	38
3.2	Obtenção dos dados de produtividade	40
3.2.1	Peso massa verde	40
3.2.2	Peso da massa seca	40
3.2.3	Contagem dos cladódios.....	41
3.3	Análise da fertilidade e composição química do solo.....	41
3.4	Análise química do tecido vegetal	41
3.4.1	Nutrientes – análises de detritos em cromatografia de íons	42
3.4.2	Concentração de lignina e celulose em sólidos	42
3.4.3	Método de Folin-Ciocalteu para determinação de fenóis totais	44
3.5	Análise dos dados	45
3.5.1	Produtividade.....	45
3.5.2	Fertilidade do solo	46
3.5.3	Análise do tecido vegetal.....	46
3.5.4	Análise da água.....	46
3.5.5	Entrevistas	47
CAPÍTULO 4	50
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
4.1	Produtividade das espécies de palma forrageira	50
4.2	Massa Verde	50
4.3	Massa Seca.....	51
4.4	Contagem do número de cladódios.....	53
4.5	Média de cladódios por planta	54
4.5.1	Análise dos Componentes Principais (PCA).....	55
4.6	Fertilidade do solo	58
4.7	Análise do tecido vegetal.....	65
4.7.1	Análise de detritos: Nutrientes	65
4.7.2	Lignina e celulose.....	71
4.7.3	Fenóis totais.....	72
4.8	Resultados da análise da água.....	73
4.9	Entrevista – Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental.....	75
CONCLUSÃO	79

CONSIDERAÇÕES FINAIS	82
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	83
ANEXO I.....	92
RESULTADOS DE PRODUTIVIDADE	92
ANEXO II	96
RESULTADOS DA ANÁLISE DO TECIDO VEGETAL	96
ANEXO III.....	107
RESOLUÇÃO Nº 396, DE 03 DE ABRIL DE 2008/CONAMA	107
ANEXO IV	108
MODELO DE ENTREVISTA - COMUNIDADE LAJEDÃO DOS MATEUS	108

INTRODUÇÃO

RELEVÂNCIA DA PESQUISA

O território brasileiro possui vasta geodiversidade. O país é um dos maiores produtores de minerais do planeta, mas ainda é altamente dependente da importação de insumos agrícolas e fertilizantes, os quais são derivados de fontes minerais. A utilização desses insumos anda na contramão da sustentabilidade, tanto com relação à sua composição (que privilegia três nutrientes básicos N, P, K), como aos altos preços de mercado, onde cada vez mais, os pequenos produtores se veem sem acesso a esses fertilizantes. Por conta dessa insustentabilidade econômica e ambiental, faz-se necessária a busca por insumos alternativos que visem não apenas da sustentabilidade do setor produtivo, mas, também, que favoreça o acesso dos agricultores às novas tecnologias e técnicas de manejo de solos, em especial aqueles aderentes à agroecologia (THEODORO, 2012).

Nessa abordagem, entende-se a agroecologia, não como prática de manejo responsável dos recursos naturais, mas, também, como fonte de conhecimento científico e empírico, com uma abordagem sistêmica, que pode apontar meios mais sustentáveis e acessíveis para melhorar a vida dos pequenos produtores rurais, bem como favorecer o aumento da fertilidade e da recuperação de solos. A tecnologia da rochagem caminha lado a lado com a agroecologia, porque possui princípios que se somam e se sobrepõem, sendo os remineralizadores uma fonte de insumo amplamente disponível no Brasil, segundo princípios mais sustentáveis, além de serem economicamente mais acessíveis. De modo geral, a depender da distância de entrega, os custos destes materiais chegam a ser cerca de apenas 20% dos valores pagos na aquisição dos fertilizantes convencionais (THEODORO et al, 2009).

Do ponto de vista ambiental, os benefícios devem-se ao fato de que a baixa solubilidade dos minerais que contém macro e micronutrientes não acarretam o seu excesso nos solos e, posteriormente, na rede de drenagem, tal como ocorre com os fertilizantes solúveis, que acabam sendo lixiviados para os corpos de água, causando sua eutrofização (potássio), ou perda porque ficam retidos na estrutura de argilas aluminosas e férricas (fósforo) ou, ainda, contribuem com a emissão de gases causadores do efeito

estufa (nitrogênio). Outra vantagem do uso dos remineralizadores diz respeito à reestruturação que os mesmos tendem a provocar nos solos, facilitando o aumento da permo-porosidade (ou porosidade efetiva) e, conseqüentemente e a sua descompactação (THEODORO et al, 2009).

Apesar de vários resultados de pesquisas obtidos no Brasil e no exterior, até a pouco tempo ainda não era permitido o uso e comercialização dos remineralizadores. Recentemente, a regulamentação foi totalmente concluída, com a edição da Instrução Normativa (IN) nº 05/2016, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA), que estabeleceu as garantias mínimas que os remineralizadores deverão conter. Esta IN resultou da necessária regulamentação da Lei nº 12.890, de 2013, que alterou a Lei nº 6.894, de 1980, e que incluiu os pós de rocha como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências. Essa Lei estabelece que os remineralizadores são:

“Todo o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo;”

Em 2014, o Governo Federal já havia iniciado o processo de regulamentação dessa Lei, por meio da edição do Decreto nº 8.384/2014. Com o processo totalmente concluído a partir de agora, o maior desafio é difundir, ampliar e transferir o conhecimento do uso da rochagem para a população, especialmente para agricultores familiares.

Trabalhar estes temas em meio a agricultores familiares, como aqueles pertencentes às comunidades quilombolas, que fazem parte de um grupo ainda mais excluídos do processo produtivo, é um desafio. Segundo a FUNDAÇÃO PALMARES, Quilombolas são grupos étnicos, descendentes de africanos escravizados no período colonial brasileiro. Trata-se de populações preponderantemente negras (rurais ou urbanas) que se intitulam nesta categoria a partir das relações com a terra, o parentesco, o território, a ancestralidade, as tradições e as práticas culturais e religiosas ao longo de décadas. Na maioria dos casos, essas comunidades encontram-se excluídas do processo de desenvolvimento, tanto locais como regional. Vivem quase sempre isoladas e mantêm as suas tradições afro-brasileiras e identidades a duras penas.

A comunidade quilombola Lajedão dos Mateus encaixa-se exatamente neste perfil. Localizada no município de América Dourada, na Bahia, essa Comunidade é formada por famílias de pequenos agricultores negros que tem como principal atividade econômica a agricultura de subsistência. Já obtiveram o reconhecimento formal como comunidade quilombola, o que facilita o acesso a algumas políticas públicas relacionadas à ampliação de direitos sociais.

Do ponto de vista fisiográfico, a região onde a Comunidade está localizada na região do semiárido. Possui solos, em geral, argilosos (cambissolos) o que, em casos de manejo inadequado e mecanizado, facilita a rápida compactação. A região apresenta alta vulnerabilidade hídrica, em função dos constantes períodos de secas.

Oferecer alternativas tecnológicas para este grande contingente de excluídos, do ponto de vista econômico, social ou cultural, é fundamental para livrá-los do estado de pobreza. A incorporação de tecnologias de fácil assimilação, como é o caso da Rochagem, pode desencadear desdobramentos múltiplos, capazes de auxiliar na viabilização de uma produção agrícola menos demandadora dos recursos naturais e, ainda, possibilitar a manutenção e autonomia destes pequenos produtores em suas terras, além de viabilizar uma produção de alimentos livres de agroquímicos. A difusão e replicação de uma tecnologia de baixo impacto (ou tecnologia social), como a Rochagem, parte do entendimento de que a fertilidade dos solos é a base para a alavancagem de vários indicadores sociais, econômicos e de produção agrícola. Além disto, a produção de alimentos livres de agrotóxicos possibilita o alcance de maiores índices de segurança alimentar (THEODORO, et al, 2009). Um dos desafios da tecnologia da rochagem é aliar os nutrientes adequados às necessidades nutricionais das culturas que se deseja produzir. Nesse aspecto, algumas espécies de plantas que são mais adaptadas aos agroecossistemas favorece esse entendimento.

A palma forrageira (*Opuntias sp.*) é uma espécie produzida em várias partes do mundo e, em especial, nas regiões semiáridas da América Central. Essa planta é utilizada para diversos fins, tais como para consumo humano e animal e para comercialização). No semiárido baiano e na Comunidade em foco, não é diferente, e, tem um papel fundamental tanto na produção de subsistência, como na economia dessa Comunidade. Contudo, sabe-se que pelas condições de fertilidade do solo, em muitos locais o alcance de produtividades mais significativas tem sido difícil e, quando ocorre, deve-se a um manejo que alia insumos disponíveis localmente com práticas de

convivência com a seca. No que se refere à insumos para essa cultura, alguns estudos já compararam os efeitos com o NPK, a farinha de osso, o esterco bovino e a cama de aviário (ALBUQUERQUE, 2000; SOUZA, 1966; TURCO & BLUME, 1998; VIANA, 2008; LIMA, 1974, DUBEUX JR, 2006).

Nessa perspectiva, a presente pesquisa tem também a função de suprir carência no que se refere aos estudos que utilizem os remineralizadores como fertilizantes na produção da espécie da palma forrageira no Brasil. Essa planta (*Opuntias sp.*) é muito cultivada na região nordeste do Brasil e tem sido, crescentemente, mais importante para a economia da região. Dotada de mecanismos fisiológicos que a torna uma das plantas mais adaptadas às condições ecológicas das zonas áridas e semiáridas do mundo, a palma forrageira se adaptou com relativa facilidade à região do semiárido do Nordeste Brasileiro. Esse sucesso deve-se principalmente à facilidade de cultivo dessa espécie e a enorme variedade de famílias utilizadas, não apenas como fonte de alimento para os animais, mas, também, na culinária, onde é consumido o cladódio e a flor. Esses produtos podem ainda ser comercializados pelos agricultores, gerando um aumento da renda das famílias.

A presente pesquisa propõe a aplicação conjunta dos pressupostos de base agroecológica com o uso dos remineralizadores, como insumo agrícola, de forma a potencializar a produção desse tipo de planta. Esse material é derivado de uma jazida situada na parte central do estado da Bahia, no município de Ipirá - inserida em um contexto geológico bastante distinto da bacia do Irecê - onde está localizada a Comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia. Nesta Comunidade foi implantado um experimento agrícola a campo, que utiliza as práticas relativas à agroecologia e à Rochagem, ambas associadas a um sistema mais complexo para a produção de palma forrageira (policultivo), consorciadas com duas espécies de feijão e outras cultivares adicionadas durante a pesquisa, tais como o milho, o quiabo, a melancia e o mamão, além de leguminosas, como o feijão guandú. Vale ressaltar que, apenas as palmas foram contabilizadas para fins da pesquisa, as demais cultivares inseridas no sistema foram destinadas apenas para consumo dos agricultores e estímulo aos cuidados de manejo da área experimental.

A soma dos princípios da rochagem e dos policultivos propicia, entre outros benefícios, tende a aumentar do rendimento na produção da palma na Comunidade, melhorar a renda agrícola e ampliar a oferta de outros produtos agrícolas e de frutas,

além de disseminar o conhecimento agroecológico. Como desdobramento adicional, ações dessa natureza tendem a contribuir para melhorar o perfil da agricultura familiar e da segurança alimentar de comunidades que vivam em situação de fragilidade social.

Assim, através do sistema de policultivo foram inseridas duas espécies de palma forrageira (Gigante: *Opuntia ficus-índica* (L.) Mill e Doce: *Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick), que foram submetidas a quatro tratamentos com o objetivo de analisar a produtividade dessas espécies, além de observar as mudanças relativas à fertilidade do solo e a composição química dos tecidos das cultivares avaliadas, durante 12 meses, buscando uma compreensão da relação solo-planta dentro dos tratamentos aplicados.

A aplicação de pressupostos da rochagem e da agroecologia em projetos agrícolas contribuir para uma análise interdisciplinar no meio científico, que, atravessa um período de mudança de paradigma, especialmente no que se diz respeito aos projetos e estudos aplicados em comunidades com agricultores familiares. Elaborar trabalhos que envolvam diferentes formas de análise e que resulte na geração de dados quantitativos e qualitativos, de diferentes áreas do conhecimento, revela desafios que reforçam a necessidade de associação de vários temas para a solução de um problema principal. Nesse contexto, foi elaborado ainda, um Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Comunidade de Lajedão dos Mateus que foi comparado com o Diagnóstico Rápido e Participativo realizado há 10 anos, a fim de apurar se ocorreram alterações importantes nos indicadores relativos a este grupo social.

ESTRUTURAÇÃO DA DISSERTAÇÃO

A dissertação encontra-se dividida em seis capítulos e a presente parte introdutória, que é composta por uma introdução ao tema da pesquisa, sua relevância, destacando em seu contexto a justificativa do estudo. Foi exposto ainda os objetivos geral e específicos e as principais questões norteadoras do estudo e a estruturação da dissertação

O Capítulo 1 apresenta a caracterização da área de estudo incluindo a localização da comunidade Lajedão dos Mateus, a caracterização da região, do clima, pedologia e geomorfologia da área, além do contato e envolvimento desta Comunidade em pesquisas passadas, também com cultivos agrícolas, uso de remineralizadores e

entrevistas para realização de um Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental da Comunidade.

O Capítulo 2 busca agregar, de forma transversal, os diversos temas tratados na dissertação, iniciando-se com a temática dos remineralizadores e seu o contexto no passado, presente e no futuro. Em seguida, a agroecologia é abordada, com foco especial nos sistemas de policultivo, seus conceitos e aplicações. E, por fim, é realizado uma caracterização da palma forrageira, desde sua diferenciação física, composição química e nutricional, além de técnicas de adubação e produtividade das cultivares, principalmente no contexto do semiárido, de forma a fortalecer os mecanismos de manutenção e reprodução da cultura em meio à Comunidade

O capítulo 3 dispõem sobre os procedimentos metodológicos, descrevendo as ações sobre o delineamento experimental, o preparo do solo e das matrizes de palma forrageira, bem como o plantio e as técnicas empregadas para obtenção dos dados de produtividade das palmas. Dentro deste capítulo também são descritas as análises laboratoriais realizadas na presente pesquisa, iniciando pela fertilidade do solo, análise química e petrográfica do remineralizador utilizado, análise da água usada na irrigação do experimento e análise de composição dos tecidos vegetais (cladódios). Também é descrita a pesquisa relativa ao diagnóstico socioeconômico e ambiental realizado na Comunidade.

O Capítulo 4 apresenta os resultados e as discussões da pesquisa, desde os dados quantitativos, de produtividade (estatísticas da massa verde e massa seca, número total de cladódios, média de cladódios por planta), bem como, os resultados relativos às análises de fertilidade do solo, de geoquímica da rocha que originou o remineralizador utilizado, da água e da composição dos tecidos vegetais (cladódios). Os dados quantitativos também são apresentados nesse capítulo. Por fim, são expostos os resultados das entrevistas, que gerou o Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental para ampliar a percepção dos conhecimentos empíricos da comunidade e suas aspirações em relação ao conhecimento formal e expectativas socioeconômicas.

Por fim, a última parte traz as conclusões e as considerações finais do trabalho, com os principais apontamentos sobre a pesquisa, manejo dos solos e formas de cultivo da palma forrageira. As referências bibliográficas estão disponíveis ao final do texto.

CAPÍTULO 1

1. CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

1.1 Área de estudo

A comunidade quilombola Lajedão dos Mateus está inserida na meso e microrregião geográfica de Irecê (Fig. 1). Situa-se no município de América Dourada, Bahia (Fig. 2) e tem acesso pela BA-052.



Figura 1 - Mapa dos municípios do estado da Bahia.

Mapa de localização da comunidade Lajedão dos Mateus

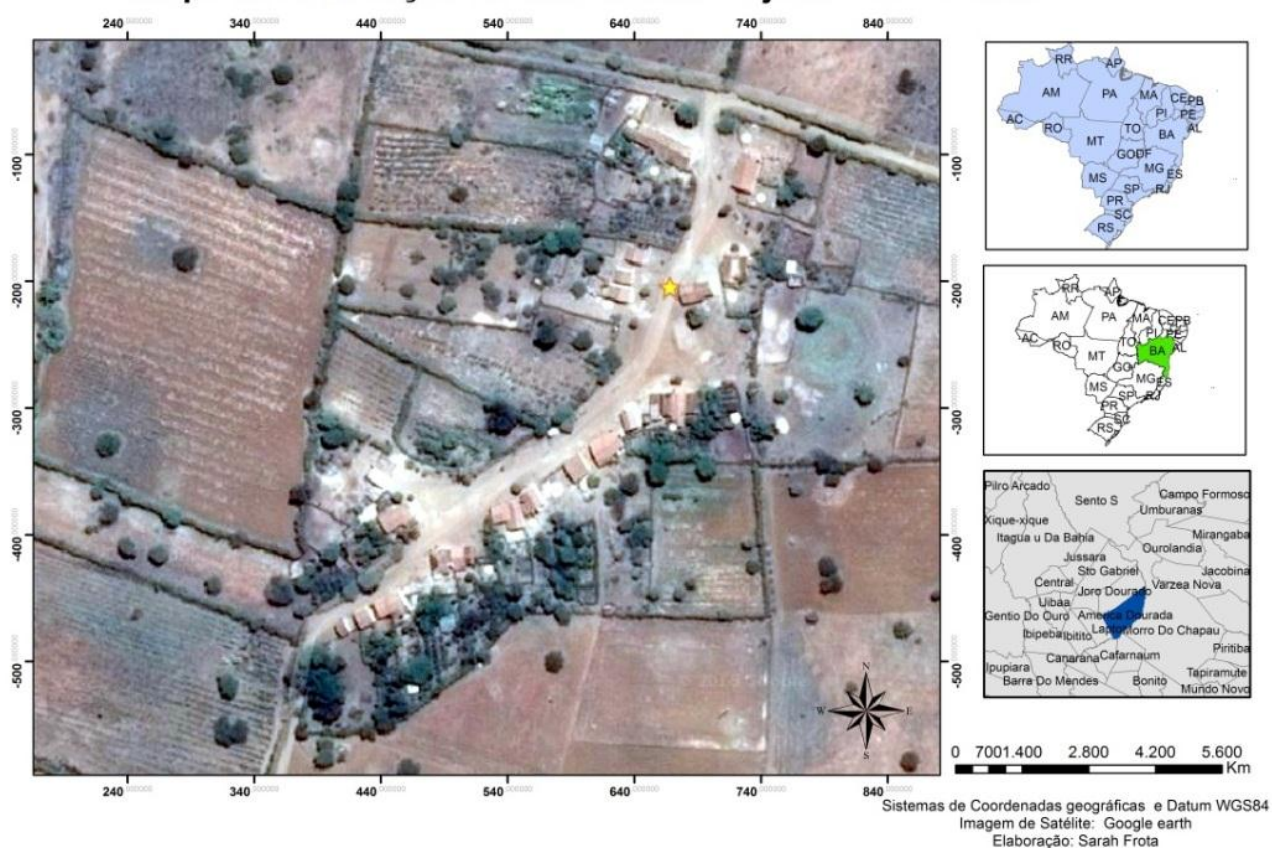


Figura 2 - Mapa de localização da comunidade Quilombola Lajedão dos Mateus, Bahia.

A região de Irecê está inserida na bacia do Rio São Francisco, onde existe pouca pluviosidade ao longo do ano. A classificação do clima é BSh (clima das estepes quentes de baixa latitude e altitude) segundo a Köppen & Geiger 23.3 °C é a temperatura média em Irecê (Fig. 4) e 583 mm é a pluviosidade média anual (Fig. 3). O mês mais seco é Julho, que tem 1 mm de precipitação. Em Dezembro cai a maioria da precipitação, com uma média de 107 mm (KÖPPEN & GEIGER, 1928).

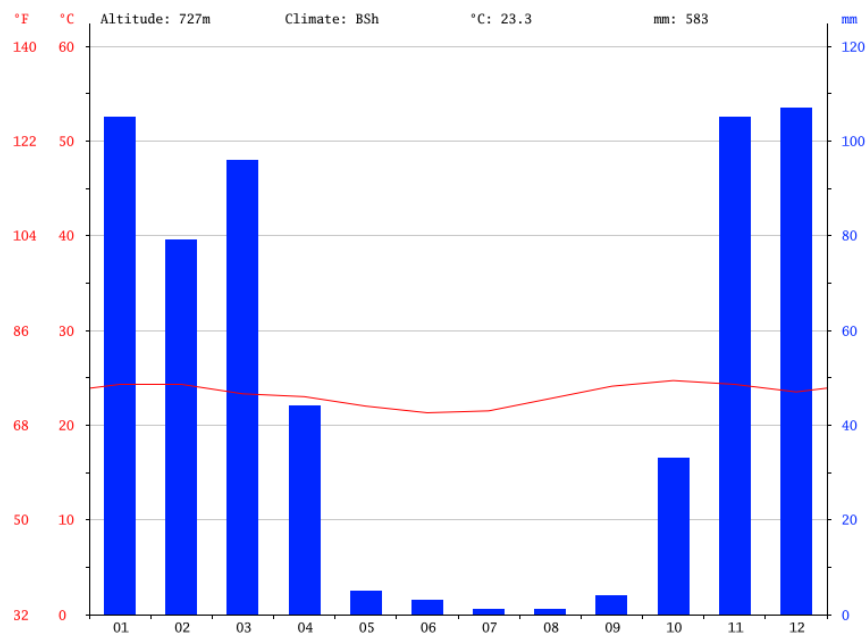


Figura 3 - Gráfico pluviométrico da região de Irecê, Bahia. FONTE: http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf.

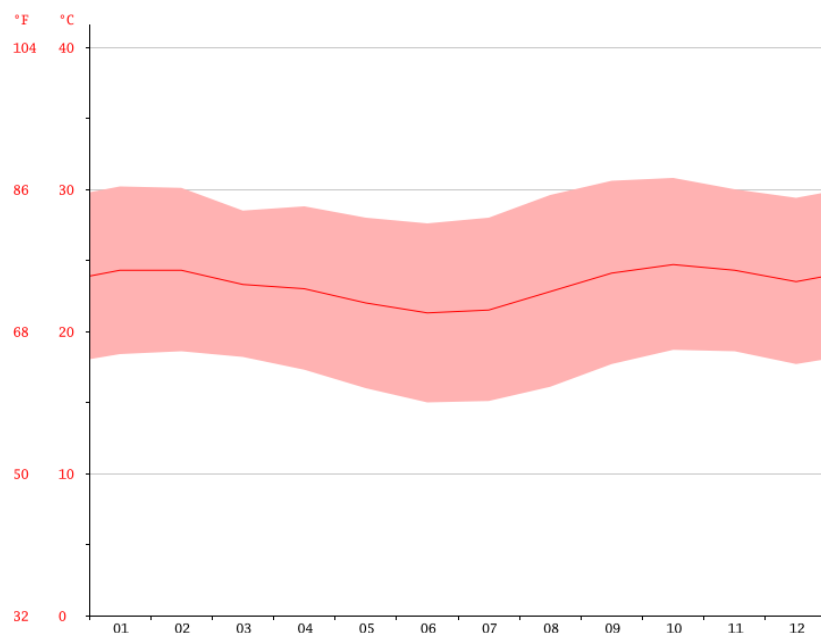


Figura 4 - Gráfico de temperatura da região de Irecê, Bahia. FONTE: http://www.sei.ba.gov.br/site/geoambientais/mapas/pdf/tipologia_climatica_segundo_koppen_2014.pdf.

A área de estudo está inserida dentro de chapadas e platôs (Fig. 5), dentro da Caatinga, bioma este que segundo Giulietti et. al (2003) é o mais desvalorizado e mal conhecido botanicamente o Brasil. Esta situação é decorrente de uma crença injustificada, e que não deve ser mais aceita, de que a Caatinga é o resultado da modificação de outra formação vegetal, estando associada a uma diversidade muito baixa de plantas, sem espécies endêmicas e altamente modificada pelas ações antrópicas. Apesar de estar bastante alterada, especialmente nas terras mais baixas, a Caatinga contém uma grande variedade de tipos vegetacionais, com elevado número de espécies e, também, remanescentes de vegetação ainda bem preservada, que incluem um número expressivo de táxons raros e endêmicos.

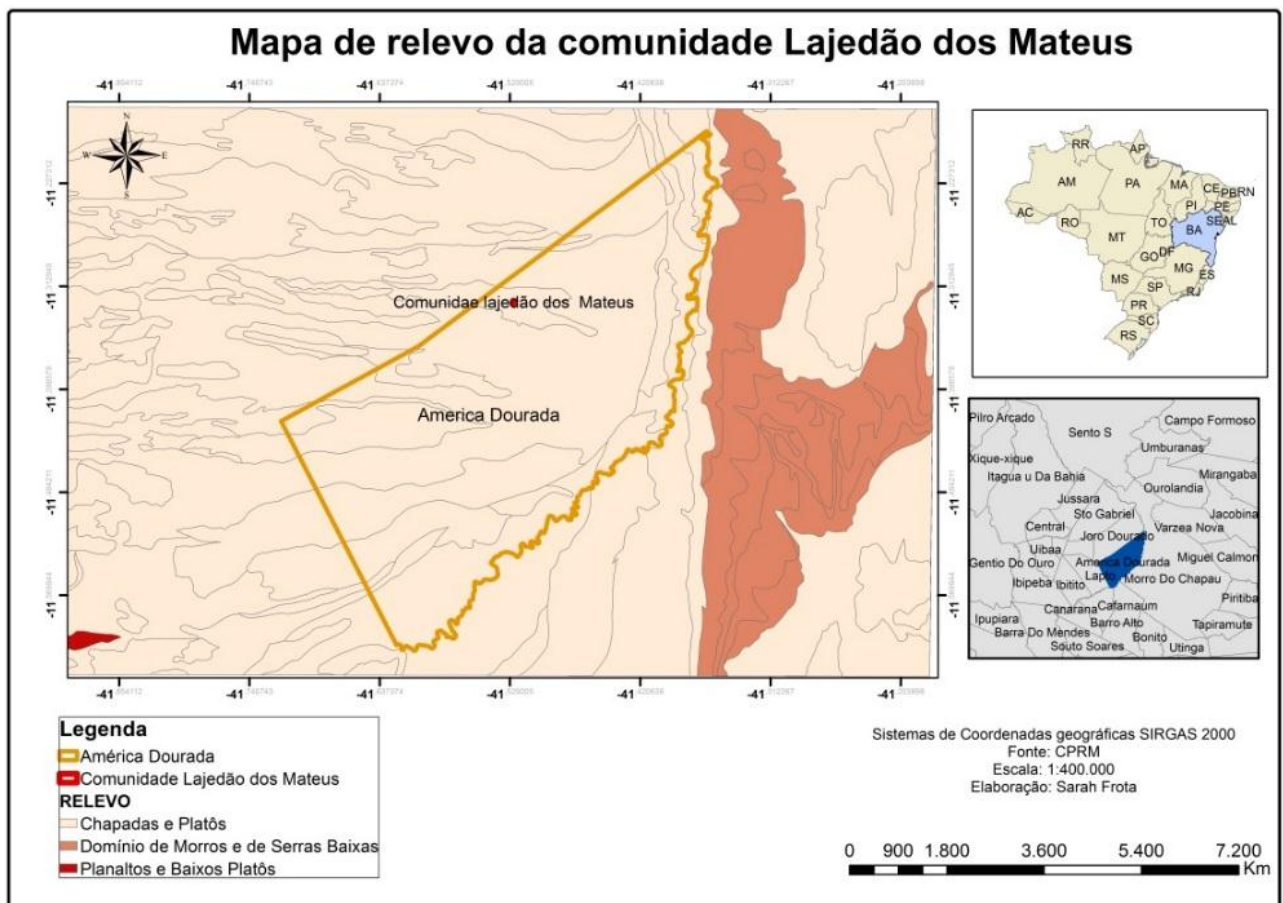


Figura 5 - Mapa de relevo da região onde está localizada a Comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia.

A região onde se situa a Comunidade não possui corpos d'água próximos, como pode ser visto na figura 6, contudo os agricultores contam com dois poços artesanais, de onde obtêm a água para consumo e para irrigação.

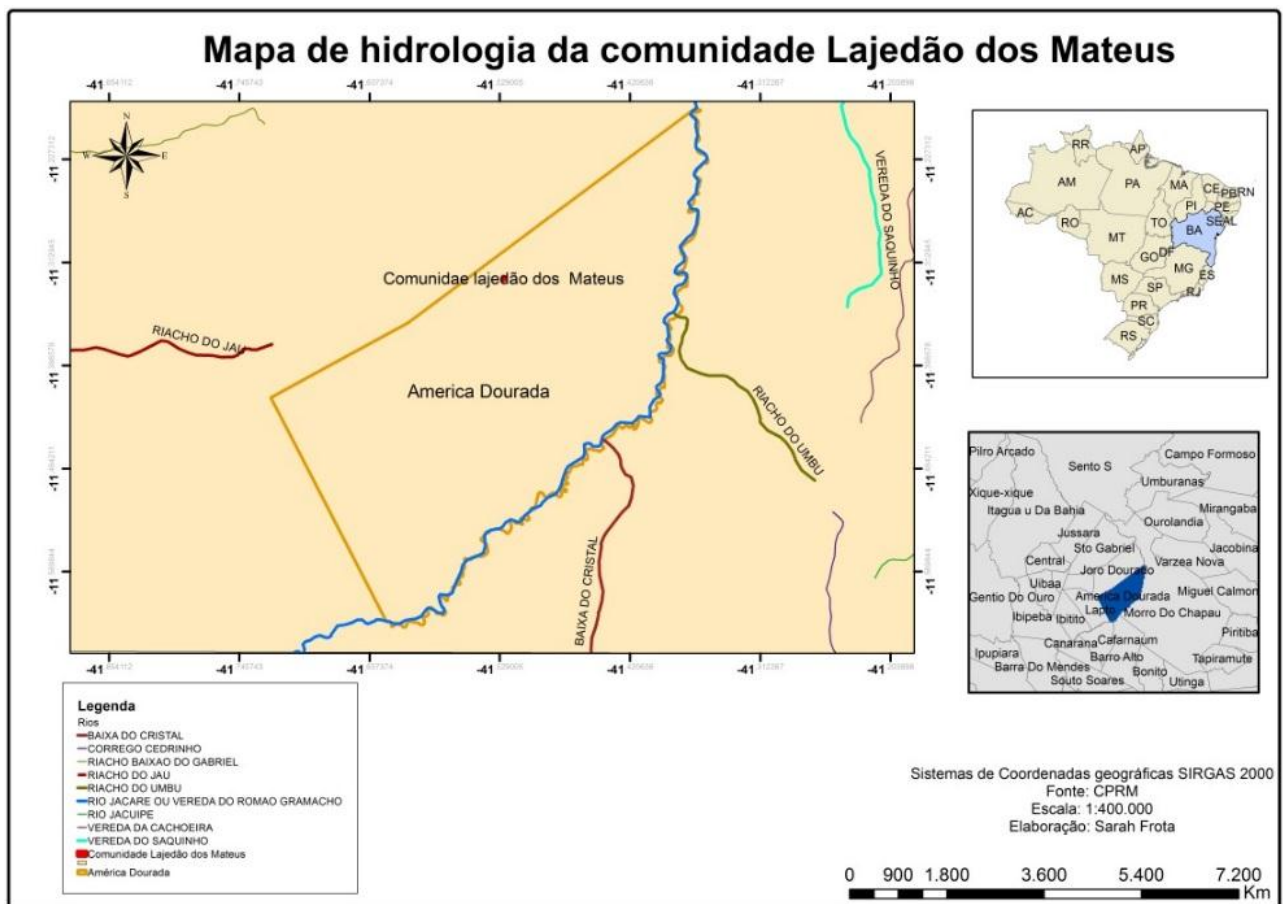


Figura 6 - Mapa de hidrologia da região onde se localiza a Comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia.

Apesar de estar inserida em uma região com forte escassez hídrica, essa região já foi um grande polo de produção de feijão. Posteriormente, por incentivo do Governo Federal, os agricultores voltaram-se para a cultura da mamona e, mais recentemente, para o milho e hortaliças. Mesmo estando esse novo perfil produtivo já consolidado, ainda é possível verificar que existe um grande número de agricultores familiares que não teve oportunidade de ser incorporado a esse sistema de produção.

O reconhecimento pela Fundação Cultural dos Palmares, como comunidade Quilombola, ocorreu em 2014. Porém, segundo moradores, sua história conta com mais de 50 anos de existência, quando os primeiros residentes estabeleceram-se nessas terras. Segundo consta na história oral da Comunidade, o primeiro agricultor, chamado Francisco Apolinário Batista, migrou do municípios de Novo Triunfo (BA) para a região de Irecê em busca de melhores áreas de cultivo. Ele adquiriu as primeiras parcelas das terras onde hoje situa-se a Comunidade. Posteriormente, vieram mais dois irmãos e suas famílias e se estabeleceram na mesma área. A posse legal da área, já

pertencia aos Mateus desde que o seu primeiro ancestral adquiriu as terras. Quando do reconhecimento da Comunidade, pela Fundação Palmares, não houve nenhum tipo de conflito pela posse das terras, uma vez que eles já possuíam o título da área. Desde o primeiro ancestral, o trabalho sempre foi voltado para a agricultura, principalmente de subsistência, uma vez que as condições econômicas e a pequena, voltado para a agricultura, principalmente de subsistência uma vez que as condições econômicas e a pequena extensão de terras não os encaixavam nos modelos de produção em larga escala. Para além da escassez hídrica, eles têm dificuldades de acesso às sementes e aos insumos agrícolas. Recentemente, muitos chefes de família viram-se obrigados a trabalhar fora da comunidade para obter complementar suas renda. Essa não é uma prática recente, um levantamento sobre o perfil socioeconômico e produtivo de 10 comunidades quilombolas do Estado da Bahia, incluindo a de Lajedão dos Mateus, que teve objetivo de divulgar os princípios da agroecologia e da tecnologia da rochagem, já apontava essa tendência (THEODORO, et al. 2006). Parte dos dados dessa pesquisa será utilizada como base comparativa de análise para os dados colhidos na presente dissertação.

As ações referentes à presente pesquisa foram iniciadas em maio de 2015, quando ocorreu a primeira visita à comunidade, onde foi possível identificar os agricultores que se dispuseram a participar da pesquisa. Como os agricultores já tinham experiências anteriores com o uso de remineralizadores e plantios agroecológicos, foi fácil obter o apoio da maioria da comunidade, que auxiliou na implantação do experimento.

1.2 Pedologia da Comunidade Lajedão dos Mateus

A microrregião de Irecê, BA é bastante conhecida pelo potencial agrícola, apresenta grande variedade de solos (Fig.7), dentre os quais se destacam os cambissolos, pela área de abrangência e pelo uso. Segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (EMBRAPA, 2013), os cambissolos são conceituados como solos constituídos por material mineral, com horizonte B incipiente subjacente a qualquer tipo de horizonte superficial, desde que em qualquer dos casos não satisfaçam aos requisitos estabelecidos para serem enquadrados nas classes vertissolos, chernossolos, plintossolos e organossolos. Devido à heterogeneidade do material de origem, das formas de relevo e das condições climáticas, as características desses solos

variam muito de um local para outro. Assim, a classe comporta desde solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escura, de alta a baixa saturação por bases e atividade química da fração argila.

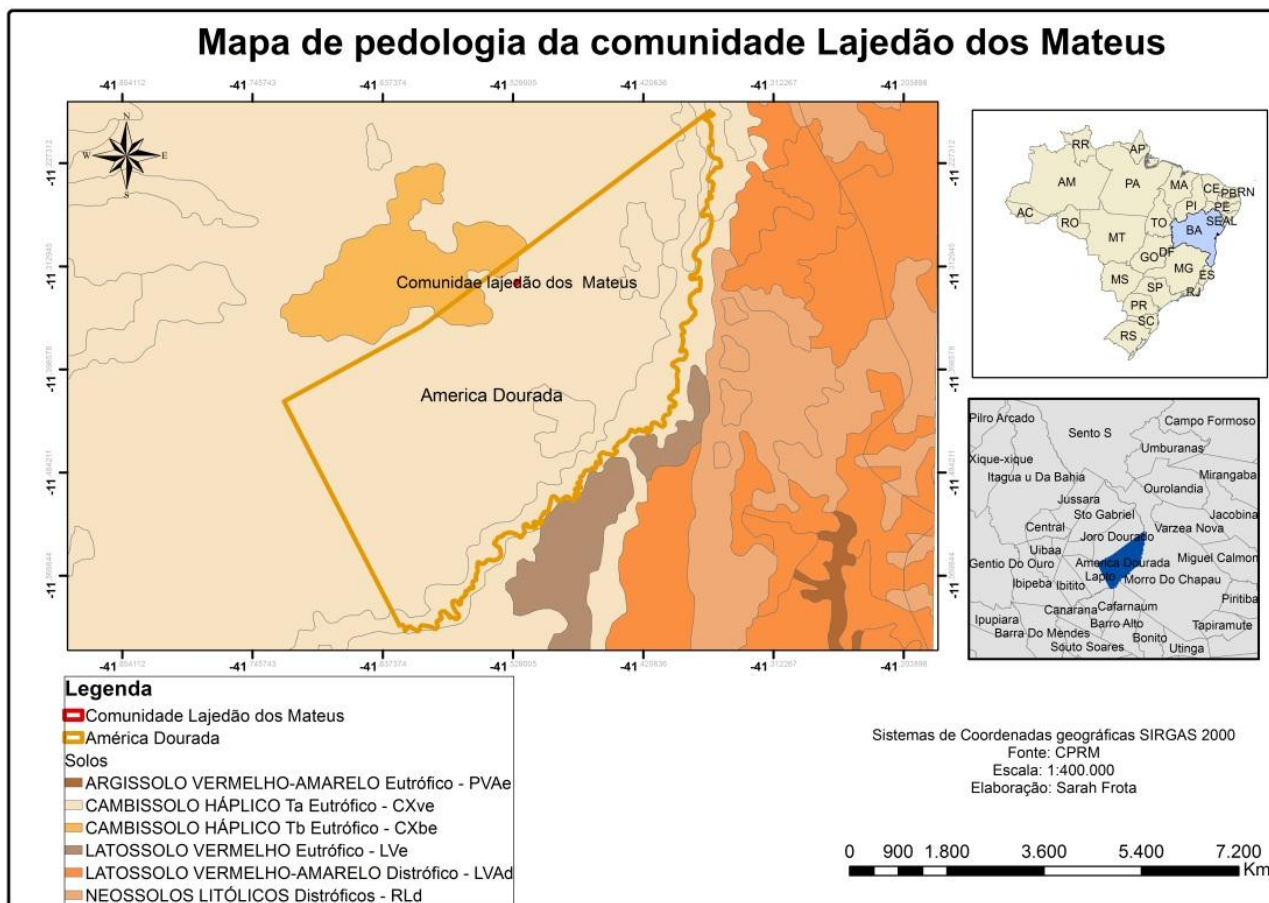


Figura 7 - Mapa de pedologia da região onde se localiza a Comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia.

Alguns solos dessa classe possuem características morfológicas similares as dos Latossolos, mas distinguem-se desses por apresentarem, no horizonte B, uma ou mais das características seguintes, não compatíveis com solos muito evoluídos: capacidade de troca de cátions, sem correção para carbono, $\geq 17 \text{ cmol}_c \text{ Kg}^{-1}$ de argila; e/ou 4% ou mais de minerais primários alteráveis ou 6% ou mais de muscovita, determinados na fração areia, porém referidos à TFSA (terra fina seca ao ar); e/ou relação molecular $\text{SiO}_2/\text{Al}_2\text{O}_3$ (Ki), determinada na fração argila, $> 2,2$; e/ou 5% ou mais do volume do solo com estrutura da rocha original, como estratificações finas, saprólito ou fragmentos de rocha semi ou não intemperizada (EMBRAPA, 2013).

1.3 Geologia da região da Comunidade Lajedão dos Mateus

A figura 8, mostra os domínios hidrogeológicos do estado da Bahia, onde é possível averiguar que a região de Irecê, está localizada na Província do São Francisco (onde predominam aquíferos restritos às zonas fraturadas, com potencialidade de baixa a média), no domínio dos carbonatos e metacarbonatos do tipo fissural, com potencial hidrogeológico média A, alto.

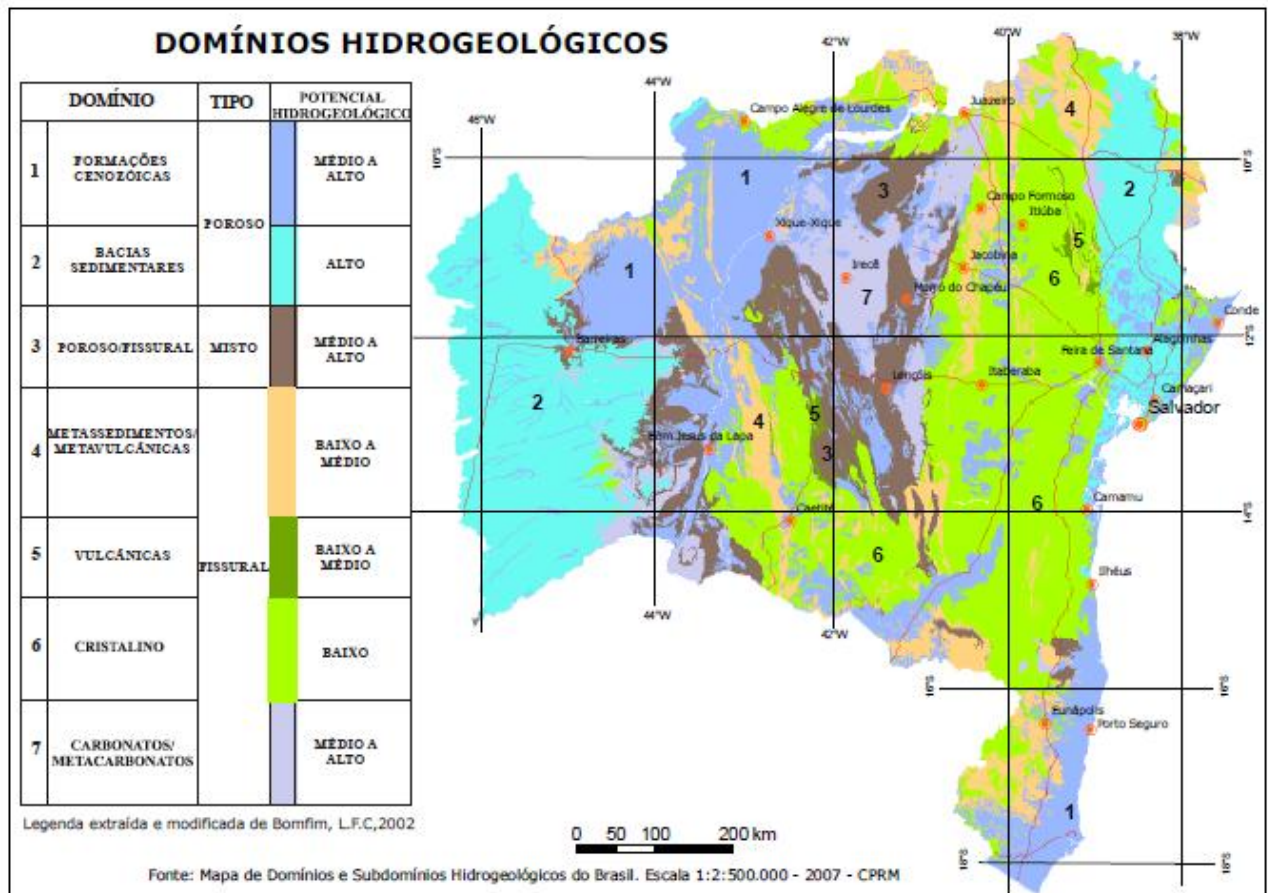


Figura 8 - Domínios hidrogeológicos do estado da Bahia. FONTE: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_bahia.pdf

Do ponto de vista geológico, a área que compõe a região do Projeto Bacia de Irecê tem uma formato triangular e faz parte da cobertura sedimentar do Cráton do São Francisco. A Bacia é preenchida por sedimentos de idade neo-proterozoica (cerca de 600 MA). É composta, basicamente por duas Formações (Salitre e Bebedouro), sendo que a segunda é mais importante do ponto de vista da área de ocorrência e, é composta por rochas carbonáticas com espessuras em torno de 1.000 metros. A Formação Bebedouro, mais antiga, é constituída por diamictitos, pelitos e arenitos, estratificados e maciços, ordenados em camadas, alternadas ou não, limitadas por contatos bruscos, erosivos e gradativos (GUIMARÃES, 1996). A parte centro-sul, na qual está inserida a

Comunidade, mostra-se relativamente uniforme (Fonte: Folha SD. 24-V-A Mapa do Brasil ao Milionésimo/CPRM apud Theodoro, et. al. 2009). A região da Comunidade está inserida numa unidade geológico-ambiental com predomínio de metacalcários, com intercalações subordinadas de metassedimentos sílico-argilosos e arenosos. A região apresenta vales encaixados, com platôs e chapadas, superfícies aplanadas, colinas, morros baixos e domos, morros serrano e montanhoso, escarpas, degraus estruturais e rebordos erosivos (MELO, 1991). O mapa geológico/litológico da região mostra a base de rochas que formam os solos da comunidade (Fig. 9).

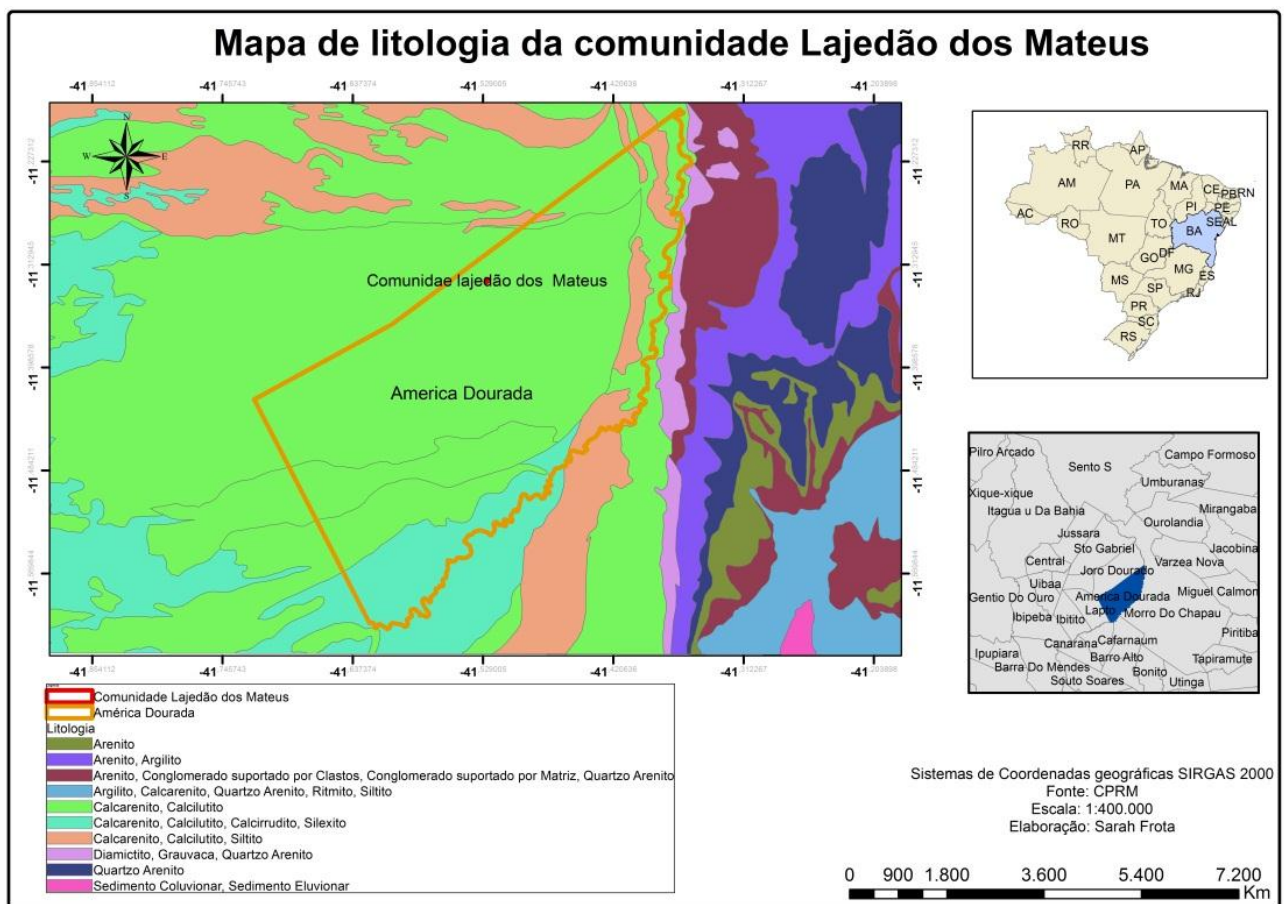


Figura 9 - Mapa geológico/litológico da região onde está localizada a comunidade Lajedão dos Mateus, Bahia.

Sobre a influência das unidades geológico-ambientais nas adequações e limitações frente ao uso e ocupação de obras de engenharia, agricultura, implantação de fontes potencialmente poluidoras e recursos hídricos subterrâneos, a CPRM (2006) listou as adequabilidades dessa região, onde informa as ocorrências das rochas calcárias

que, em condições de clima favorável, podem se alterar para solos argilosos, alcalinos e de alta reatividade química, liberando vários nutrientes, principalmente cálcio e magnésio, produzindo solos de boa fertilidade natural. São pouco erosivos nos relevos suavizados, têm alta capacidade de reter e assimilar matéria orgânica e respondem muito bem à adubação. Cerca de 35% dos solos desse domínio são considerados de alta e média à alta fertilidade e concentram-se em terrenos, suavemente ondulados. Os metacalcários com intercalações subordinadas de metassedimentos pelíticos e arenosos respondem com 56% (CPRM, 2006).

As litologias que se alteram para solos argilo-siltosos, resultam em solos residuais com pedogênese avançada, com baixa erosividade natural, boa capacidade de compactação e se mantêm estáveis em taludes de corte. Quanto às limitações, pode-se listar que a região apresenta estrutura anisotrópica acamada. Rochas pouco a intensamente fraturadas, pouco a moderadamente dobradas, de anisotropia e hidráulica vertical. Próximas às frentes empurrão e zonas de transcorrência, são dobradas, cisalhadas e fraturadas. Os aquíferos fissurais/cársticos, como cavernas e dolinas sumidouros, são passíveis de desmoronamentos.

1.4 Caracterização do remineralizador

O remineralizador utilizado como insumo agrícola nesta pesquisa tem origem na região de Ipirá (Bahia), e recebeu o nome comercial Natural Plus. Este produto encontra-se em fase de obtenção do registro junto ao Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA), para posterior comercialização.

A região de Ipirá (Bahia) situa-se no contexto geológico do Complexo Ipirá e pertencente a unidade Serra do Camisão. Essa unidade é constituída por metacarbonatos, quartzitos, ortognaisses félsicos, paragnaisses pelíticos e grafitosos, anfibolitos, metaultramáficas e formações ferríferas. As rochas calcissilicáticas ocorrem de maneira restrita ou associadas à metacarbonados e quartzitos. As ocorrências de apatita e vermiculita estão associadas às rochas calcissilicáticas, que foram metassomatizadas por pegmatitos sieníticos, relacionados a corpos tardi a pós-tectônicos e ao Complexo Araras (MELO, 1991).

Segundo Melo (1991) tais rochas são mineralogicamente compostas por diopsídio, enstatita, apatita, argilominerais derivados de alteração intempérica ou fluidos hidrotermais (como esmectita, vermiculita, e possíveis outros minerais de argila de

estrutura 2:1), além de minerais acessórios (< 5% do total) como talco, biotita, óxido de manganês, olivina, granada, hornblenda e zoizita.

O remineralizador utilizado é composto por minerais formados por silicatos de cálcio, magnésio, fósforo, além de outros micronutrientes. A análise petrográfica¹ mostrou que os constituintes principais dessas rochas - minerais como diopsídeo ($\text{CaMgSi}_2\text{O}_6$), enstatita ($(\text{Mg,Fe})_2\text{Si}_2\text{O}_6$), apatita ($\text{Ca}_5(\text{PO}_4)_3(\text{F,OH,Cl})$) e talco $\text{Mg}_6(\text{Si}_8\text{O}_{20})(\text{OH})_4$ (Tabela 1).

Tabela 1 - Composição mineralógica do natural Plus (em %).

Mineral	Porcentagem (%)
Clino e Ortopiroxênio	68,4
Apatita	21,4
Argilominerais	9,3
Biotita	0,6
Talco	0,4

As amostras analisadas para a obtenção do registro mostram uma granulação fina a média e coloração verde claro e pontilhada por grãos azul celeste. Apresentam intercalações milimétricas a subcentimétricas entre níveis descontínuos formados predominantemente por cristais de clino e ortopiroxênio (com início de alteração marcada pela formação de argilominerais nos planos de clivagem) e apatita em textura diablástica (Fig. 10). O laudo petrográfico mostrou que essas rochas encontram-se com início de saprolitização e, possivelmente, foram afetadas (em graus distintos) ou mesmo seriam produto de alteração hidrotermal. Dessa forma, a sua cominuição e aplicação em solos com matéria orgânica manejada corretamente, facilitaria a ação de microorganismos edáficos em disponibilizar mais rapidamente os macro e micronutrientes que formam os seus minerais para as culturas logo a partir da primeira safra.

¹ Análise petrográfica que originou um laudo para a obtenção do registro junto ao MAPA



Figura 10 - Fotomacrografia de três amostras representativas do Natural Plus utilizadas no estudo petrográfico. Na amostra A os minerais azulados são apatita e na amostra C, os cristais de coloração branca e granulação grossa são, aparentemente, piroxênio.

Adicionalmente à petrografia, as amostras foram analisadas quimicamente a fim de averiguar a presença dos compostos que contenham nutrientes importantes para o uso agrícolas, de forma a também atender a normativa, que rege este tema. A Tabela 2, que mostra os valores da análise química total obtida por fluorescência de Raio-X. Os dados em vermelho (Tabela 2) representam a presença dos compostos que formam a soma das bases consideradas na Instrução Normativa 05/2016.

Tabela 2 – Valores das concentrações (%) dos principais constituintes das rochas que compõem o Naturas Plus (SiO_2 , Al_2O_3 , Fe_2O_3 , MgO , CaO , K_2O , P_2O_5 , TiO_2 , Na_2O , MnO referentes à análise de química total por Fluorescência de Raio-X (XRF).

Amostra	SiO_2 (%)	Al_2O_3 (%)	Fe_2O_3 (%)	MgO (%)	CaO (%)	K_2O (%)	P_2O_5 (%)	TiO_2 (%)	Na_2O (%)	MnO (%)
Am 01	60,8	13,3	6,82	3,99	4,46	3,93	0,261	0,54	0,65	0,43
AM 02	60	13,1	6,73	3,94	4,41	3,87	0,256	0,54	0,61	0,42

A Tabela 3 mostra parte dos resultados obtidos a partir das análises de geoquímica, onde se vê a concentração de alguns elementos essenciais ao desenvolvimento das plantas. Para a preparação das amostras e rocha foram feitas análises de rotina que envolve a secagem 105° , britagem à 3 mm, homogeneização, quarteamento, pulverização de 250 à 300 g de amostra em moinho de aço 95% 150 mesh. A extração se deu por meio Água Régia ($3\text{HCl}:\text{HNO}_3$). Aqueles assinalados em vermelho, referem-se aos Elementos Potencialmente Tóxicos (EPT), que são fatores limitantes (acima de determinadas quantidades) para uso agrícola (segundo estabelecido na Instrução Normativa n° 05/2016, do MAPA). No caso da rocha utilizada nessa pesquisa, tanto a soma de bases (K_2O , CaO e MgO), quanto os EPTs mostram-se adequados para tal uso.

Tabela 3 - Valores das concentrações (%) de micronutrientes importantes e/ou restritivos ao uso presentes no remineralizador (As, Cd, Pb, Hg, Co, Cr, Cu, Mo, Sr, V, Cd) derivado do Natural Plus.

	EPTs					Demais Micronutrientes					
	As	Cd	Pb	Hg	Co	Cr	Cu	Mo	Sr	V	Cd
Am1	<10	<3	<8	0,02	20	28	45	<3	237	73	0,02
Am 2	<10	<3	14	<0,01	20	31	46	<3	207	74	0,03

1.5 Análise da água de irrigação

A água utilizada na irrigação foi analisada após duas amostras serem coletadas em garrafa esterilizada. Essas amostras foram enviadas à Companhia de Saneamento Ambiental do Distrito Federal (CAESB), que realizou análise de cátions e ânions, a fim de identificar a composição desse material. Essa análise foi importante para averiguar a composição química da água bem como a sua quantidade de sais, uma vez que os agricultores haviam relatado o entupimento por sais das mangueiras durante a irrigação (Fig. 11).



Figura 11 – Imagem ilustrando o excesso de sal acumulado nas mangueiras de irrigação e sobre as plantas em determinadas partes do experimento.

1.6 Diagnóstico Socioeconômico e ambiental da Comunidade Lajedão dos Mateus

Com objetivo de traçar o perfil das famílias da comunidade, bem como indicar as melhores oportunidades e as vocações agrícolas das famílias de agricultores, o Projeto Arranjo Produtivo Agroecológico em meio às Comunidades de Afrodescendentes (APACA), conduzido em 2006, realizou entrevistas com cerca de 20

dos 30 chefes de famílias da Comunidade. Algumas informações deste diagnóstico são mostradas a seguir.

Quando questionados sobre o número de pessoas que residiam na moradia do entrevistado, a pesquisa apurou que na maioria das casas residiam três pessoas. Isto não significava que as famílias fossem pequenas, mas segundo informações dos respondentes, este fato estava relacionado ao intenso processo de migração, especialmente entre os jovens que buscam melhores oportunidades fora da Comunidade. Famílias com um, dois, quatro, cinco e até nove pessoas representam o somatório das moradias.

Na questão que buscava investigar o número de famílias atendidas por algum tipo de programa social implantado pelos Governos Federal ou Estadual, a maioria (90%) respondeu que participavam de tais Programas em 2006. Este fato demonstra que a Comunidade estava inserida e era beneficiária de políticas públicas que buscam a inclusão social das famílias rurais. O repasse de recursos, ainda que pequeno, derivado, especialmente do programa Bolsa Família, vinha facilitando a garantia de alguma renda.

No que se refere à participação em movimentos associativos no âmbito da Comunidade, 100% dos entrevistados responderam que participam da Associação dos Moradores da Comunidade. Para os pesquisadores do projeto APACA, este fato demonstra que a organização social dessa Comunidade era ponto forte que poderia potencializar futuras conquistas. Considerando que o perfil das Comunidades é de agricultores, a pergunta que buscava delinear esta característica confirmou que a atividade que mais proporciona renda (cerca de 45%) era advinda da agricultura. Outros 30% mencionaram que uma renda adicional era derivada do consórcio pecuária/agricultura ou de prestação de serviços fora da Comunidade.

Sobre a renda familiar, a grande maioria, cerca de 60%, respondeu que possuía rendimento de até meio salário mínimo por mês. Considerando que 15% não quiseram responder este item (quase sempre porque não possuem renda fixa alguma), este percentual é de 75% das famílias. Somente quatro famílias recebem entre um e dois salários mínimo. Quase sempre baixos índices de renda são acompanhados por níveis de escolaridade também baixos. Nesse sentido, aquele diagnóstico mostrou que 55% dos entrevistados podem ser considerados analfabetos, uma vez que não frequentaram nenhum tipo de educação formal. A maioria mencionou que não sabiam ler ou escrever, ou que só sabia escrever o nome e lia com dificuldade.

Apesar desses indicadores, em especial de renda e escolaridade, os pesquisadores do Projeto APACA discutiram a impropriedade do uso de indicadores econômicos para medir o grau de desenvolvimento de determinadas coletividades, pois apesar dos indicadores econômico-educacionais dessa Comunidade (como de outras tantas) serem extremamente baixos, sua população, não pode ser considerada como miserável, uma vez que possuem acesso a produtos alimentícios derivados dos quintais e de animais (caprinos e bovinos) da propriedade. Vale dizer que a alimentação é garantida por meio da produção local e que não passa pelo mercado formal, não levando a um desembolso dos seus parcos rendimentos. A pesquisa revelou que 85% dos entrevistados nunca utilizou nem um tipo de insumo químico para viabilizar a produção, provavelmente devido aos baixos níveis de renda, mas, também, à falta de assistência técnica para este grupo de agricultores. Os principais tipos de culturas agrícolas na região eram a 10 anos atrás o milho, o feijão e a mamona. Mas a produção de frutas para o mercado regional, especialmente o mamão, o umbu e a pinha, sendo que esta última vinha sendo incentivada na região. Atualmente o milho, vem substituindo o feijão na região que era conhecida como a maior produtora de feijão do Brasil.

CAPÍTULO 2

2. OS REMINERALIZADORES, A AGROECOLOGIA, OS POLICULTIVOS E A PALMA FORRAGEIRA

2.1 Os remineralizadores: passado, presente e futuro

A restrição nutricional relacionada aos solos tropicais nunca foi um problema para o desenvolvimento agrícola brasileiro. Nos últimos 40 anos o país tornou-se um dos maiores produtores de alimentos do mundo, com práticas agrícolas baseadas nos princípios tecnológicos e de uso de insumos impostos pela Revolução Verde. Os solos são usados apenas como um substrato, onde uma variedade de produtos sintéticos (agroquímicos, pesticidas e herbicidas) é adicionada, independentemente da sustentabilidade que envolve o agroecossistema. Para Leonardos & Theodoro (2000), esse sistema intensivo de *inputs* precisa de grandes áreas para a sua reprodução e induz mudanças irreversíveis nos ecossistemas. A adoção generalizada deste modelo produtivo também tem causando uma série de transformações socioeconômicas e ambientais no Brasil. Entre eles estão: (i) aumento do desmatamento; (ii) contaminação de aquífero, por excesso de nutrientes e advindos dos agroquímicos; (iii) perda de solo por erosão; (iv) aumento da população urbana, devido ao êxodo rural (v) redução da biodiversidade e perdas de recursos genéticos; e (vi) a exclusão social dos pequenos produtores rurais (THEODORO et al, 2009).

Além disso, nos últimos anos ocorreu um aumento drástico dos preços dos fertilizantes, que sustentam esse modelo de produção. A maioria desses insumos, usados para garantir a produção de commodities agrícolas, baseia-se na disponibilidade de combustível fóssil barato e baixos preços dos recursos minerais não renováveis, baseados em rochas fosfáticas e potássicas (MANNING, 2010). A perspectiva de longo prazo indica que haverá redução da disponibilidade de fertilizantes nitrogenados com base em combustíveis fósseis (relacionado com o pico do petróleo) e alto crescimento no grau de minérios de fosfato - entre 50 e 100 anos de acordo com Vaccari (2009) e Cordell et al., (2009) -, bem como água de irrigação.

Considerando esses indicadores, é fundamental que sejam propostos novas formas de produção. Um novo paradigma de pensamento é necessário para dar conta da gestão os recursos mais importantes para a produção de alimentos (água e solos), o que

também deverá alterar a forma de produção de commodities agrícolas convencionais, que precisará, igualmente desenvolver novas estratégias de forma a garantir e melhorar as safras e, ainda resguardando as propriedades do solo, na forma de práticas de manejo do solo que precisem de menos insumos ou outros inputs de nutrientes e água (VAN STRAATEN, 2009).

Nesse sentido, o uso dos remineralizadores, eventualmente denominados como agrominerais, pode ser uma alternativa para viabilizar a continuidade da agricultura. Os agrominerais são produtos da indústria extrativa mineral que fornecem os elementos químicos para a indústria de fertilizantes ou para utilização direta pela agricultura. Compreendem as *commodities* minerais de enxofre, fosfato, potássio e o calcário dolomítico utilizado para corretivo da acidez dos solos (KULAIF & FERNANDES, 2010). Já os remineralizadores são produtos derivados de rochas que sofreram apenas processamento mecânico e configuram-se como o principal pressuposto da tecnologia da Rochagem. Segundo Leonardos et. al. (1976), essa tecnologia tem como principal pressuposto o uso de determinadas rochas, ricas em macro e micronutrientes, presentes nos minerais e tem a função de remineralizar/rejuvenescer os solos e, portanto, aumentar a fertilidade dos solos (THEODORO & LEONARDOS, 2006). É importante destacar que a disponibilização ou solubilização dos nutrientes é mais lenta do que os fertilizantes químicos solúveis, mas compensa esta desvantagem com uma disponibilização por um período mais longo (*slow-release*). Por isso, são considerados “fertilizantes inteligentes” (THEODORO, et. al. 2010).

O uso de pó de rocha para alterar positivamente as características dos solos vem sendo proposto no Brasil desde a década de 1950 (ILCHENKO & GUIMARÃES, 1953), Guimarães (1955). Posteriormente, Leonardos et. al (1976, 1987, 1999), Theodoro (2000 e 2005), Theodoro & Leonardos (2006, 2013, e 2014), e Carvalho & Cardosos (2012) vêm mostrando o potencial da técnica da Rochagem para incrementar os padrões de fertilidade dos solos tropicais. No nível mundial, mais recentemente, vários pesquisadores (VAN STRAATEN, 2007; JAMA & VAN STRAATEN, 2006, MANNING, 2010 e 2013) vêm mostrando os resultados positivos obtidos com o acréscimo de alguns tipos de rochas aos solos. O pressuposto básico desta tecnologia é a busca do equilíbrio dos nutrientes nos solos agricultáveis por meio da remineralização ou do rejuvenescimento dos mesmos, favorecendo o alcance da fertilidade plena, que é

o parâmetro fundamental para tornar os solos sustentavelmente produtivos (THEODORO, et. al. 2006).

Nos últimos 20 anos, uma série de pesquisas apontam essa tecnologia como a principal alternativa para remineralização dos solos pobres em nutrientes, porque ela poderá elevar a oferta de fertilizantes nacionais, diminuir os impactos ambientais e aumentar a produtividade agrícola a baixo custo (THEODORO & LEONARDOS, 2014). O uso de pós de rocha ou remineralizadores tem outros desdobramentos além da ampliação da fertilidade dos solos. Como as plantas absorvem somente aquilo que necessitam para o seu desenvolvimento, os demais nutrientes disponibilizados por estes insumos ficam retidos na estrutura cristalina das argilas que compõem as rochas (estoque de nutrientes) de modo a serem disponibilizados nas safras subsequentes. Tal fato é extremamente relevante tanto do ponto de vista econômico quanto agrônomo e ambiental. Assim sendo, uma única aplicação pode garantir resultados por um tempo mais longo, resultando em diminuição significativa nos custos de fertilização dos solos no período considerado e gerando benefícios econômicos (LEONARDOS, 1976; THEODORO, 2000). Adicionalmente, pesquisadores apontam como essencial a presença dos ácidos orgânicos para disponibilização de nutrientes, que são geralmente produzidos pela matéria orgânica e pela presença da microbiota do solo (OSTERROHT, 2003 e CARVALHO & CARDOSO, 2012).

As práticas utilizadas possuem várias combinações, sendo que uma das que tem apresentado os melhores resultados constitui-se de pó de rocha, ou remineralizador (em diferentes granulometrias) com leveduras, esterco e restos vegetais. Esta composição de fertilizante é mais adequada, tanto do ponto de vista ecológico, quanto econômico, porque disponibiliza nutrientes para as plantas de maneira lenta, permitindo que sejam disponibilizados conforme a demanda da cultura, dispensando a reaplicação durante quatro a cinco anos (LEONARDOS, 1976 e THEODORO, 2000, THEODORO & MEDEIROS, 2016). Além disso, possibilita a correção do pH, evitando a salinização do solo e aumentando a retenção de água no solo.

Segundo Theodoro, et. al. (2006), o fato de o Brasil ser um país extremamente diverso do ponto de vista geológico, propicia a ocorrência de uma enorme quantidade de pedreiras e de minerações no País. Essas já produzem quantidades significativas de rejeitos (ou subprodutos) ao longo do processo de produção. Quando tais subprodutos atendem as especificações nutricionais e legais eles podem ter um novo destino, mais

nobre que aterros ou pilhas de rejeitos - a produção agrícola. A prática da Rochagem proporciona o aproveitamento destes materiais, geralmente considerados resíduos descartáveis pelo processo de concentração de determinados tipos de minérios. Portanto, para Theodoro, et al. (2006), a adição de pó de rocha como forma de melhorar as condições de fertilidade dos solos sem afetar o equilíbrio do meio ambiente pode se converter em um interessante arranjo de produção que potencializa solução para os setores mineral e agrícola. Porém, os autores lembram que o uso de pó de rochas (subprodutos) está condicionado a alguns pressupostos básicos, quais sejam: (i) o material deve ser rico e conter quantidades mínimas de macronutrientes (a presença de micro nutrientes também é importante) e não possuir contaminantes; (ii) deve estar disponível na própria região (caso contrário, o custo do transporte inviabiliza sua aplicação); (iii) é conveniente que se façam análises de fertilidade do solo que receberá o material, bem como das rochas que serão utilizadas para fertilizar (com esta medida, é possível conhecer as condições naturais do solo antes da aplicação do material, de forma a facilitar o acompanhamento das mudanças ao longo do tempo); e (iv) é aconselhável que se faça o uso combinado dos pós de rochas com materiais de origem orgânica, advindos, por exemplo, da compostagem ou da adubação verde. O material tanto de origem mineral quanto orgânica pode ser incorporado ao solo em toda área de plantio ou ser distribuído nos sulcos e covas que receberão as plantas.

Apesar de vários resultados de pesquisas obtidos no Brasil e no exterior, até o pouco tempo ainda não era permitido o uso e comercialização dos remineralizadores. Recentemente, a regulamentação foi totalmente concluída, com a edição da Instrução Normativa nº 05/2016, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2016), que estabeleceu as garantias mínimas que os remineralizadores deverão conter. Esta IN resultou da regulamentação da Lei nº 12.890, de 2013, que alterou a Lei nº 6.894, de 1980, e que incluiu os pós de rocha como uma categoria de insumo destinado à agricultura, e dá outras providências. Essa Lei estabelece que um remineralizador é:

“o material de origem mineral que tenha sofrido apenas redução e classificação de tamanho por processos mecânicos e que altere os índices de fertilidade do solo por meio da adição de macro e micronutrientes para as plantas, bem como promova a melhoria das propriedades físicas ou físico-químicas ou da atividade biológica do solo;”

A criação de sistemas mais sustentáveis vem se tornando uma necessidade, imposta por questões ambientais, econômicas e legais, sendo destacável a premissa de desenvolver e utilizar fontes alternativas de nutrientes para as culturas, como os biofertilizantes e as fontes minerais.

É preciso um fortalecimento da agricultura familiar no Brasil e a rochagem é uma ferramenta importantíssima nesse momento de mudança paradigmática. É preciso políticas públicas que viabilizem essa alternativa para aqueles que não alcançaram ou não optaram por seguir a trajetória de um pacote agrícola, que estimula o de sementes transgênicas, insumos agrícolas pobres e herbicidas e pesticidas que eliminam a biodiversidade. Alguns seguimentos de pesquisa vêm fortalecendo esse movimento em todo o país, como Carvalho & Cardoso (2012) em Minas Gerais, Theodoro et al. (2000, 2005, 2009, 2012, 2013) em várias regiões do Brasil, Correia & Vasquez (2013) no Pará, Marques & Marques (2013), no Piauí e Maranhão, Souza et al., (2013) no Tocantins, Van Straaten (2007, 2009) na África e Campe (2013) divulgando trabalhos e ações do mundo todo sobre a rochagem.

2.2 Agroecologia e os sistemas de policultivo

A agroecologia mais do que tratar sobre manejo ecologicamente responsável dos recursos naturais, constitui-se em um campo do conhecimento científico que, partindo de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica, pretende contribuir para que as sociedades possam redirecionar o curso alterado da coevolução social e ecológica, nas suas mais diferentes inter-relações e mútua influência (CAPORAL, 2009). Segundo esse autor, a Agroecologia busca integrar os saberes empíricos dos agricultores com os conhecimentos de diferentes ciências, permitindo, tanto a compreensão, análise e crítica do atual modelo do desenvolvimento e de agricultura, como o estabelecimento de novas estratégias para o desenvolvimento rural e novos desenhos de agriculturas mais sustentáveis, desde uma abordagem transdisciplinar e holística.

Segundo Gliessman (2000), as agriculturas mais sustentáveis, sob o ponto de vista agroecológico, são aquelas que, tendo como base uma compreensão holística dos agroecossistemas, sejam capazes de atender, de maneira integrada, aos seguintes critérios: a) baixa dependência de *inputs* comerciais; b) uso de recursos renováveis localmente acessíveis; c) utilização dos impactos benéficos ou benignos do meio ambiente local; d) aceitação e/ou tolerância das condições locais, antes que a

dependência da intensa alteração ou tentativa de controle sobre o meio ambiente; e) manutenção, a longo prazo, da capacidade produtiva; f) preservação da diversidade biológica e cultural; g) utilização do conhecimento e da cultura da população local; e h) produção de mercadorias para o consumo interno antes de produzir para a exportação.

Já o Sistema de Policultivo de produção é uma forma de consorciação de plantas, que utilizam culturas múltiplas na mesma área, imitando a diversidade de ecossistemas naturais, buscando a sustentabilidade na produção, sendo ele um aliado da agroecologia. Segundo Santos (2008), o sistema de policultivo pode ajudar a reverter o quadro de degradação ambiental e humana que atinge boa parte dos municípios na região do Semiárido Nordeste, que é caracterizado por escassez de água e vulnerabilidade dos recursos naturais, afetadas pela variabilidade climática.

O sistema consorciado é utilizado, sobretudo, por agricultores familiares, pois ajuda a otimizar as limitações, tais como recursos escassos para a aquisição de insumos e/ou contratação de mão de obra, bem como os tamanhos de suas áreas de produção (CAETANO et al., 1999; VIEIRA et al., 1989). Esse sistema permite uma maior diversificação da dieta alimentar e aumento da rentabilidade por unidade de área cultivada (COELHO et al., 2000).

Segundo Altieri (2002), a maior cobertura vegetal proporcionada pelos policultivos pode diminuir a penetração da luz solar até a superfície do solo, de maneira que uma grande proporção da água disponível no solo é utilizada pelas culturas no processo de transpiração, em vez de perde-se pela evaporação do solo. A ampliação da cobertura, em consórcios, também aumenta a penetração da água da chuva no solo e diminui a erosão pelo menor impacto das gotas de chuva na superfície do solo, como nos consórcios de milho/mandioca (LAL, 1980).

Os policultivos compostos por espécies com sistemas radiculares espacialmente complementares podem explorar um maior volume do solo e ter maior acesso aos nutrientes pouco móveis, como o fósforo (O'BRIEN et al., 1967; WHITTINGTON & O'BRIEN, 1968). A complementariedade fisiológica pode ocorrer em policulturas compostas de espécies C3 (plantas leguminosas, como o feijão) e C4 (como a cana-de-açúcar, por exemplo). As espécies C4, geralmente adaptam-se melhor aos ambientes bem ensolarados, ocupando a parte superior dos consórcios, enquanto as espécies C3 adaptam-se melhor às condições de sombreamento ou parte mais inferior dos consórcios (WILLEY, 1990). A complementariedade fisiológica também pode se dar em relação à

nutrição nitrogenada. A fixação de nitrogênio atmosférico pelas leguminosas para satisfazer suas próprias necessidades, facilita a formação de uma reserva de nitrogênio disponível no solo, para ser utilizado pelas espécies não leguminosas do consórcio, da mesma maneira que a proporção da água disponível no solo pode ser utilizada pelas culturas no processo de transpiração, em vez de perder-se pela evaporação do solo. Assim, se uma das espécies componentes de uma policultura é uma leguminosa, que abriga bactérias fixadoras de nitrogênio em suas raízes, o nitrogênio atmosférico poderá ser transferido para plantas não leguminosas, aumentando consideravelmente sua produção (OFORI & STERM, 1987).

Alguns experimentos já demonstraram que a densidade do plantio, a escolha das espécies e de sua variedade, o arranjo espacial e o regime de adubação são fatores que afetam as interações policultivos/plantas espontâneas (MOODY & SHETTY, 1981; LIEBMAN, 1988). Além disso, o aumento da densidade das espécies resulta em maior supressão do crescimento de plantas espontâneas (SHETTY & RAO, 1981; MOHLER & LIEBMAN, 1987). Os policultivos devem incluir espécies e variedades precoces e de crescimento rápido, bem como uma formação densa e vigorosa da parte aérea, de forma a reduzir o crescimento das plantas espontâneas (BANTILAN et al, 1974; ABRAHAM & SINGH, 1984; LIEBMAN, 1988; SAMSON et al. 1990).

Para a palma forrageira, segundo Albuquerque (1997), a utilização de culturas anuais intercaladas com a palma, como milho, sorgo, feijão, fava, jerimum, mandioca etc., tem sido uma prática adotada pelos produtores com objetivo de viabilizar o cultivo em termos econômicos e de tratos culturais desta forrageira.

2.3 A palma forrageira: ferramenta de sobrevivência do agricultor do semiárido

2.3.1 Caracterização geral

A palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill) é uma espécie de múltiplos usos, nativa do México, país que a explora desde o período pré-hispânico, detendo a maior riqueza de cultivares (REYES-AGUERO et al., 2005). O seu cultivo no Nordeste do Brasil, com a finalidade forrageira, começou no início do século XX, o mesmo acontecendo nas regiões áridas e semiáridas dos Estados Unidos, da África e da Austrália (TEIXEIRA et al., 1999).

A palma forrageira pertence à divisão: Embryophyta, subdivisão: Angiospermea, classe: Dicotyledoneae, subclasse: Archiclamideae, ordem: *Opuntiales* e família das Cactáceas (SILVA & SANTOS, 2006). A família cactácea possui cerca de 130 gêneros e 1500 espécies, das quais 300 são do gênero *Opuntia* Mill (MOHAMED-YASSEEN et al., 1996). Os gêneros *Opuntia*, bem como o *Nopalea* são os mais importantes devido a sua utilidade para uso humano (VALDEZ & OSORIO, 1997). Este é, provavelmente, dentre os gêneros dessa família o que teve maior sucesso nos processos de distribuição, dispersão e multiplicação. O êxito ecológico e do ponto de vista evolutivo pode ser atribuído à forte associação com os animais durante a reprodução (REYES-AGUERO et al., 2005).

No Nordeste do Brasil são cultivadas duas espécies, conhecidas como *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill e *Nopalea cochenilifera* (L.) Salm Dyck (FARIAS et al., 2005). A espécie *Opuntia ficus-indica*, também é conhecida como palma-graúda, palma-da-índia, palma grande, palmatória, palma redonda, palma-santa, palma sem-espinho, palma-azedo, cactus-burbank, figo-da-índia, figueira-da-barbaria, figueira-da-índia, figueira-do-inferno, figueira-moura e tuna-de-castilha (ARAÚJO FILHO, 2000).

Possuidoras de uma cor verde escura, estas são cobertas de uma camada de cera, cuja espessura atinge 10 a 50 mm. As flores possuem (60)7-9(-10) cm de comprimento, tem cor laranja ou amarela, o pericarpo é 2-2,5 vezes mais comprido do que o perianto. O fruto possui sabor doce, é suculento, comestível, apresentando 5 a 10 cm de comprimento e 4 a 8 cm de largura, coloração variável, indo desde a amarela, laranja e vermelha com muita polpa e casca fina. As sementes são obovoladas e discóides com 3 a 4 mm de diâmetro (SCHEINVAR, 2001).

O sistema radicular é composto de raízes carnosas e superficiais, com uma distribuição horizontal, que é dependente do solo e do manejo da cultura. Estas são diferentes de outras plantas, porque possuem características xeromórficas que garantem a sua sobrevivência por períodos longos de seca. Observam-se quatro tipos de raízes na palma forrageira: as estruturais, as absorventes, em esporão e as desenvolvidas de aréolas. Em todos os tipos de solos, as raízes absorventes atingem uma profundidade máxima de 30 cm e uma dispersão de 4 a 8 cm (SUDZUKI-HILLS, 2001). As raízes finas (< 1 mm) são consideradas as principais nos processos de absorção de água e nutrientes pela planta, sendo observada grande variação na sua distribuição no perfil do solo, em função do genótipo e da época de amostragem. Existem evidências de que a sua extensão é uma característica hereditária, que se relaciona com o fator nutricional,

potencial produtivo e capacidade de adaptação ao estresse ambiental (MELLO et al., 1998).

As condições climáticas exercem uma forte influência no crescimento e desenvolvimento da palma forrageira. Conforme pesquisas feitas no México, existe correlação significativa entre a variável temperatura, produção e absorção de nutrientes, sendo possível concluir que estes fatores são importantes para o aumento da produção (ORONA-CASTILLO et al., 2004).

A palma forrageira é uma cultura que apresenta uma rede de raízes finas próximas da camada superficial do solo (até 10-20 cm) adaptada para absorver a água de chuvas leves e até do orvalho, caracterizando-se como uma vantagem em locais de índice pluviométrico baixo. Outra característica é a morte e renovação de um percentual das raízes, conforme a falta de água por períodos mais prolongados e o retorno da umidade ao solo (SAMPAIO, 2005).

As cactáceas são possuidoras de mecanismos morfofisiológicos que permitem a absorção de água da mais ligeira chuva, bem como a redução ao mínimo da evapotranspiração. A grande maioria das *Opuntia sp* sobrevive a prolongadas secas. Dessas, a *Opuntia ficus-indica* é a mais importante das cactáceas utilizadas na agricultura (KIESLING, 2001). Esta planta é detentora do processo fotossintético conhecido como Metabolismo Ácido das Crassuláceas (MAC), que apresenta uma alta eficiência no uso da água, em virtude da absorção do CO₂ no período noturno e a transformação deste em biomassa pela luz do sol durante o dia, tornando-se uma cultura recomendada para ser explorada nas regiões áridas e semiáridas, onde a água é o principal fator limitante ao desenvolvimento da agropecuária (FARIAS et al., 2000; SINGH & SINGH, 2003).

A eficiência no uso da água (kg de água/ kg de matéria seca) por parte das plantas MAC é muito superior às plantas de metabolismo C3 e C4, mencionadas anteriormente. Em relação às plantas C3 essa superioridade atinge até onze vezes (SAMPAIO, 2005). Conforme observações de Mohamed-Yasseen et al. (1996), a capacidade de adaptação desta cultura aos ecossistemas áridos e semiáridos, também se expressa no seu potencial de armazenar água e nutrientes no período das chuvas, para serem usados na época seca, mais economicamente do que as culturas alternativas.

No Brasil, a palma é cultivada visando principalmente à subsistência da pecuária nas regiões semiáridas da região Nordeste, que se configura como a maior área cultivada do mundo, estimada em 500 mil hectares, distribuídos nos estados da Bahia,

Sergipe, Alagoas, Pernambuco, Paraíba, Ceará e Rio Grande do Norte (LOPES *et al.*, 2007).

Adicionalmente, Barbera *et al.*, (2001) destacam que as *Opuntia*, especialmente a *Opuntia ficus-indica* (L.) Mill., palma forrageira, desempenham um papel importante nas zonas semiáridas por produzirem frutos e verduras para consumo humano, forragem para os animais, fitomassa para fins energéticos, cochonilha para a produção de corante, proteção dos solos e outros produtos como bebidas, queijo vegetariano, remédios e cosméticos. São importantes para estas regiões, não só para a subsistência, mas, também, para uma agricultura orientada para o mercado.

Aproximadamente dois terços do território baiano inserem-se na região semiárida, abrangendo 265 municípios, com espaço geográfico marcado pelas limitações à produção agropecuária impostas pelas peculiaridades dos seus recursos naturais (SUDENE, 2010). Contudo, a despeito dessas dificuldades, apresenta grande potencial produtivo, onde é fundamental saber explorá-lo com alternativas sustentáveis de desenvolvimento (CHIACCHIO *et al.* 2006). Segundo esses autores, a grande diversidade de usos e aplicações da palma forrageira revela a versatilidade dessa espécie vegetal, cultivada no semiárido baiano, para alimentação animal. Apesar do que, conforme advertem os autores, essa planta não tem sua potencialidade explorada plenamente, sendo desperdiçadas excelentes oportunidades para melhoria dos índices sociais da região, mediante geração de postos de trabalho, renda e oferta de alimentos e preservação ambiental.

Segundo Fernandes & Lima (1991), a identificação dos sistemas de produção efetivamente usados pelos produtores é importante para subsidiar as instituições de pesquisa agropecuária e extensão rural na geração e transferência das tecnologias compatíveis com a realidade dos mesmos. Estudando o papel da transferência de tecnologia e desenvolvimento da produção animal, Moreira Filho (2004) relata que a baixa produtividade obtida pela maioria dos produtores pode ser explicada por vários fatores, como baixa capacidade gerencial, baixa capacidade de investimento financeiro e baixo índice de adoção de tecnologias.

Por outro lado, os especialistas em transferência de tecnologia reconhecem que há um grande acervo de tecnologias gerado pelas instituições do setor, capazes de conferir maior produtividade, rentabilidade e sustentabilidade às cadeias produtivas (LIMA *et al.*, 2009).

2.3.2 Composição química e nutrição

Alimentos vegetais contêm quase todos os nutrientes minerais e orgânicos estabelecidos como essenciais para a alimentação animal e humana, bem como uma série de fitoquímicos orgânicos únicos que têm sido associados à promoção da boa saúde. Assim, o conhecimento dos mecanismos fisiológicos, bioquímicos e moleculares que contribuem para seu transporte, síntese e acumulação em plantas é fundamental para melhorar a qualidade nutricional das plantas, tanto no que se refere à composição quanto à concentração de nutrientes. Desde o século XIX, é bem conhecido que o crescimento das plantas é sempre limitado pelo primeiro fator cuja disponibilidade nos ambientes aéreo e raiz pode limitar o crescimento da planta. A fertilidade, entre esses fatores, significa que os nutrientes minerais podem limitar ou inibir o crescimento das plantas. Portanto, a avaliação da fertilidade do solo e a avaliação das necessidades de minerais pelas plantas são fundamentais para o manejo das culturas. Neste contexto, ensaios de plantas inteiras ou de órgãos de plantas são amplamente utilizados porque proporcionam uma medição direta das quantidades reais de nutrientes absorvidas pela cultura.

Alguns estudos consideram a análise de tecido da *Opuntia ficus-indica*, especialmente na concentração de nutrientes nos cladódios. Em geral, o nitrogênio (N) tende a ser mais concentrado em cladódios jovens do que em adultos (NOBEL, 1983). A acumulação de cálcio (Ca) pode torna-se um problema com a idade do tecido. Magallanes-Quintanar et al. (2004) encontraram os intervalos ótimos correspondentes (médias \pm desvios padrão) de nutrientes para a produção de cladódios com um valor de corte de rendimento de referência de 35 kg por planta são: N= 0,97191 \pm 0,1108 %, P=0,31458 \pm 0,340%, K= 4,4699 \pm 0,10478%, Ca= 4,36874 \pm 0,4605, e Mg = 1,46936 \pm 0,2321%. As seguintes interações de nutrientes foram evidenciadas: antagonismos entre Ca e N, Mg e N e K e P; e uma interação positiva entre Ca e Mg. A Tabela 4 abaixo mostra os resultados relativos à composição química/mineral da *Opuntia ficus-indica*.

Tabela 4 – Composição química de elementos químicos de cladódios com 135 dias de maturidade (massa seca), onde cada mineral vs. o estágio de maturidade seguido com a mesma letra na linha, não apresenta diferença significativa ($p < 0,05$).

	Estágio de maturidade (mg/g)
Elementos químicos	135 dias
Fósforo	3,94 c

Manganês	0,008 a
Ferro	0,22
Zinco	0,06
Magnésio	9,55 c
Cálcio	34,40
Potássio	63,35 b
Sódio	0,30

FONTE: GALIZZI, 2004.

Ainda segundo esses autores, a fibra é considerada dietética e é composta de vários componentes químicos que são resistentes às enzimas digestivas, tais como celulose, hemiceluloses, pectina, lignina, gomas etc. Os benefícios associados ao teor de fibras são bem conhecidos, especialmente para a prevenção de doenças como a diabetes, o tratamento de distúrbios gastrointestinais, as doenças associadas à ingestão baixa de fibra alimentar, a redução dos valores de glicose no sangue, os efeitos anti-hiperlipidêmicos e anti-hipercolesterolêmicos. Estudos anteriores demonstraram que os cladódios jovens são ricos em cálcio (Ca) e isso aumenta de acordo com a idade dos cladódios. A maioria da literatura atual aborda a utilidade de cladódios jovens, mas não inclui dados referentes ao conteúdo nutricional e mineral de cladódios em seus estágios avançados de maturidade.

Segundo os autores Stintzing & Carle (2005), os cladódios mais jovens apresentam teores maiores de carboidratos, proteínas e água. A composição química (Tabela 5) de cladódios de *Opuntia sp*, especialmente da *Nopalea cochenillifera (L.) Salm-Dick*, está disposta na Tabela 4.

Tabela 5 - Composição química dos cladódios de *Opuntia spp*, analisando água, carboidratos, cinzas, fibras, proteínas e lipídios em Massa Seca (g/100g) e Massa Verde (g/100g). FONTE: Stintzing & Carle (2005).

	Massa seca (g/100 g)	Massa Verde (g/100 g)
Água	-	88 – 95
Carboidratos	64 – 71	3 – 7
Cinza	19 – 23	1 – 2
Fibras	18	1 – 2
Proteínas	4 – 10	0,5 – 1
Lipídeos	1 – 4	0,2

Enquanto os cladódios têm sido tradicionalmente utilizados como substitutos da carne durante os períodos de seca, são hoje servidos em refeições com nutrição semelhante aos feijões verdes. Com base na determinação dos aminoácidos, foi

encontrada uma valência biológica de 72,6% quando comparada à quantidade de proteína total do ovo, mostrando o poder nutritivo das *Opuntia sp.*

2.3.3 Adubação e produtividade

Sobre as formas de cultivo da palma, Almeida et. al (2012) concluíram que são 242 municípios que cultivam palma forrageira no Estado da Bahia, totalizando 153.281 produtores. A época de maior concentração de plantio acontece no segundo semestre, normalmente a partir do mês de agosto (80%). De forma geral, os plantios ocorrem de agosto a fevereiro (11%). A principal forma de preparo do solo para plantio da palma forrageira no estado da Bahia ocorre pelo sistema manual (63%) com o plantio dos artículos realizado em covas, mas já está em uso o sistema mecanizado 11% e/ou manual e mecanizado 26%. Quanto à adubação, é comum o uso de matéria orgânica (59%) esterco de bovinos, caprinos e ovinos ou orgânica associada à química 5% e 36% não realizam adubação. Em se tratando da posição de plantio dos cladódios, Almeida et al. (2012) concluiu que a forma mais utilizada é a vertical em 58% da área cultivada. Entretanto, outras formas de plantio são utilizadas como a inclinada (22%), horizontal (3%) e diversas formas (17%).

Segundo esses autores, o consórcio com a palma forrageira é praticado por 61% dos produtores no semiárido baiano, sendo as espécies mais utilizadas nos consórcios o feijão e o milho. A utilização de culturas intercalares é uma importante alternativa, com reflexos positivos na produção de alimentos e diminuição dos custos com os tratamentos culturais da palma. A colheita da palma forrageira é realizada manualmente utilizando-se faca ou facão, principalmente dois anos após o plantio (47%). Quanto ao uso na pecuária, ela é ministrada como fonte única (80%) e os principais rebanhos que a utilizam são o bovino, caprino e ovino (52%). A comercialização dos artículos para novos plantios e para alimentação dos rebanhos é realizada por 73% dos produtores. Os artículos ou cladódios de palma são utilizados na alimentação humana em um percentual de 38% e, destes, em 30% da área estudada ocorre comercialização.

A palma é uma cultura de elevado potencial de produção e, para expressar esse potencial necessita de adubação, controle de plantas invasoras e densidade de plantio adequada, podendo a produção de matéria seca variar de 12 a 47 toneladas/ha a cada

dois anos. A tabela 6 mostra a produtividade da espécie miúda (Palma Doce) e da Palma Gigante, segundo Cunha et al. (2008) e Santos et al. (2011) (Tabela 6).

Tabela 6 - Produção de matéria seca de cultivares de palmas, conservando-se o artigo primário (matriz), submetidas à adubação de N, esterco e NPK, com 20.000 plantas/ha, em uma e três colheitas, de acordo com Santos et al. (2005), Cunha et al. (2008) e Santos et al. (2011), com dois genótipos de palma, miúda e doce.

Cultivares	Adubação (ha)	Plantas (ha)	Nº de Colheitas	PMS (t/ha)	Fonte
Miúda	100 Kg de N	20.000	1	18,14	Cunha et al. (2008)
	20 t de esterco	20.000	3	20,64	Santos et al. (2011)
	500 Kg de NPK	20.000	1	21,70	Santos et al. (2011)
Gigante	100 Kg de N	20.000	1	21,43	Cunha et al. (2008)
	20 t de esterco	20.000	3	28,88	Santos et al. (2005)

Segundo Albuquerque (2000) a produtividade média da palma pode ser estimada em torno de 80 toneladas de matéria verde/ha x corte, mas pode chegar a valores superiores a 200 t/ha x corte quando do uso de adubações. O uso do esterco deve ser feito a cada dois anos, na dose de cerca de 2 (duas) t/ha, enquanto que, em termos de adubação mineral, é recomendada a fórmula 90-60-00 kg/ha de N-P-K.

Lima et al. (1974), em trabalho cujo objetivo era medir a produção de duas espécies de palma forrageira, a gigante e a miúda, submetidas a diferentes espaçamentos em dois municípios de Pernambuco, chegaram a conclusão que a palma gigante, com 109,2 e 101,0 Mg ha⁻¹ superou a palma miúda em produção de cladódios verdes, soma de três colheitas, com 82,9 e 73,7 Mg ha⁻¹ nos municípios de São Bento do Una e Arcoverde, respectivamente. No município de Arcoverde, o espaçamento não teve efeito sobre a produção, enquanto que em São Bento do Una, a produção cresceu linearmente quando se passou do espaçamento 2,0 x 1,0 m para o espaçamento 1,0 x 1,0m e tendeu a se estabilizar quando passou desse último espaçamento para o de 1,0 x 0,67 m.

Sobre adubação orgânica, Turco & Blume (1998) consideram a matéria orgânica do solo como um dos mais importantes indicadores da qualidade do solo, tendo em vista que é essencial nos processos produtivos e na diversidade biológica. Para a palma (*Opuntia ficus-indica* (L) Mill), Souza, (1966), relata que adubando um palmal apenas com esterco, pode-se aumentar o volume de produção e o número de anos de

colheita. Já Fabrègues (1966), comenta que apesar da rusticidade das palmas forrageiras, estas cactáceas respondem fortemente à adubação orgânica e mineral.

CAPÍTULO 3

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Delineamento Experimental

3.1.1 Preparo do solo

A área experimental foi preparada na primeira semana de junho de 2015, onde foram realizadas: aração, preparo de 32 parcelas (Figura 12), e abertura dos sulcos para plantio dos dois genótipos de palma. Os sulcos de plantio tiveram as dimensões de 40 cm de largura por 30 cm de profundidade. O delineamento da área de plantio foi proposto aos agricultores, que fizeram sugestões acerca do dimensionamento das parcelas. A área total possui 638,75m², composta por 32 parcelas de 4 x 4 m e 0,5 entre parcelas e nas bordas, como pode ser observado na figura 12.

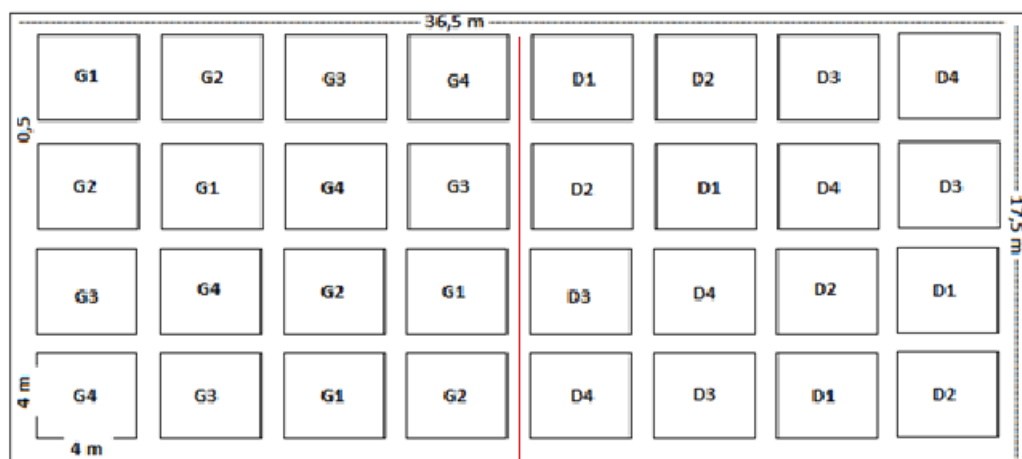


Figura 12 - Delineamento da Unidade Experimental, onde G: Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.) e D: Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick), e os tratamentos 1: Controle; 2: Remineralizador; 3: Remineralizador + Composto Orgânico; 4: Composto Orgânico.

Como as espécies de palma utilizadas no experimento apresentam tamanhos e dimensões distintas, o delineamento experimental foi dividido em dois, onde 16 parcelas foram destinadas para o plantio da Palma Gigante e as outras 16 parcelas para a Palma Doce.

Foi realizada a pesagem dos adubos e aplicação de cada tratamento nas parcelas, onde foram dosados 16kg do remineralizador (pó de rocha) e 20kg de esterco animal

nas parcelas organizadas de forma casualizada em seus tratamentos, como pode ser verificado na figura 13.

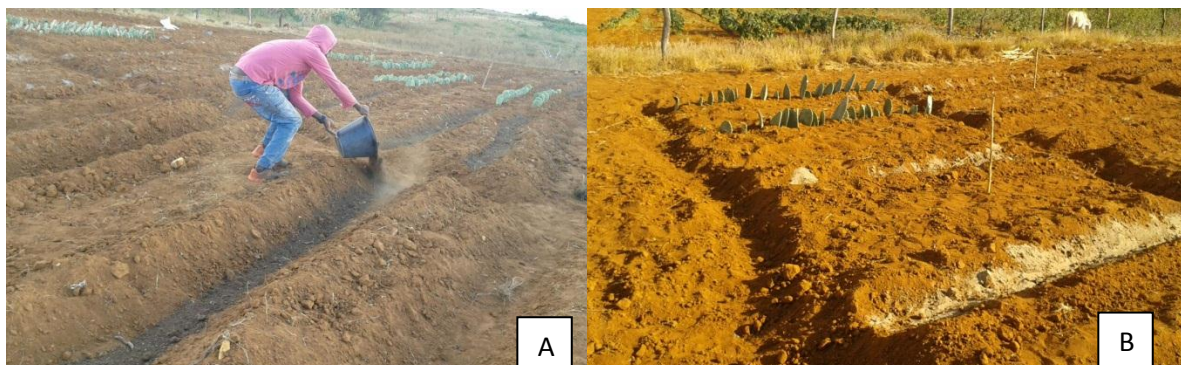


Figura 13 - Distribuição dos insumos de acordo com o tratamento no delineamento experimental. A (distribuição do esterco na linha de plantio de uma das parcelas) e B (parcela em processo de plantio após a aplicação do pó de rocha).

3.1.2 Obtenção e preparo das palmas matrizes

As matrizes das duas espécies de palmas utilizadas no experimento foram adquiridas em locais diferentes. A Palma Doce foi doada pela Central do Produtor em Irecê, Bahia, em maio de 2015 (Fig.14), onde os agricultores da Comunidade puderam auxiliar no processo de colheita dessas matrizes. Já a Palma Gigante foi retirada do palmal dos agricultores da comunidade Lajedão dos Mateus. Antes do plantio, os cladódios ficaram expostos ao sol por 10 dias para que pudessem perder o excesso de umidade.



Figura 14 - Colheita dos cladódios na Central do Produtor (antiga GBDA).

3.1.3 Plantio das matrizes

O plantio foi realizado na segunda semana de junho de 2015, em profundidade suficiente para comportar o terço inferior destes (cerca de 10 cm). Os cladódios foram plantados de forma vertical dentro do sulco (Fig.15 A), com a parte cortada da articulação voltada para o solo, observando a posição da menor largura do cladódio, como realizada por Santos et al. (2006). Em seguida foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento (Fig. 15 B), onde todos os tratamentos receberam a mesma lâmina de irrigação durante a condução do experimento.

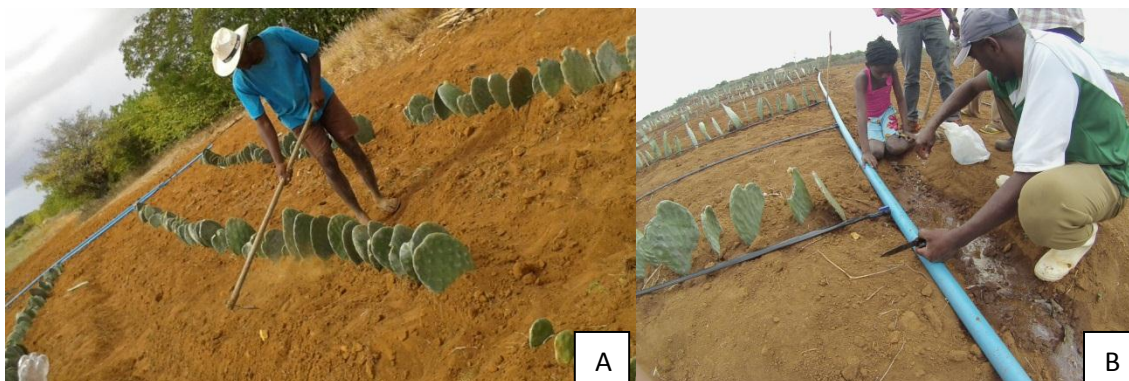


Figura 15 - A: Plantio das espécies de palma forrageira, à esquerda; e B: Instalação do sistema de irrigação em Julho de 2015, à direita.

As duas espécies de palma foram plantadas separadamente, somando 10 raquetes de Palma Doce por m² e cinco raquetes de Palma Gigante por m², considerando que a primeira abrigou quatro linhas de palma por parcela e a segunda abrigou duas linhas de palma por parcela (Fig.16).

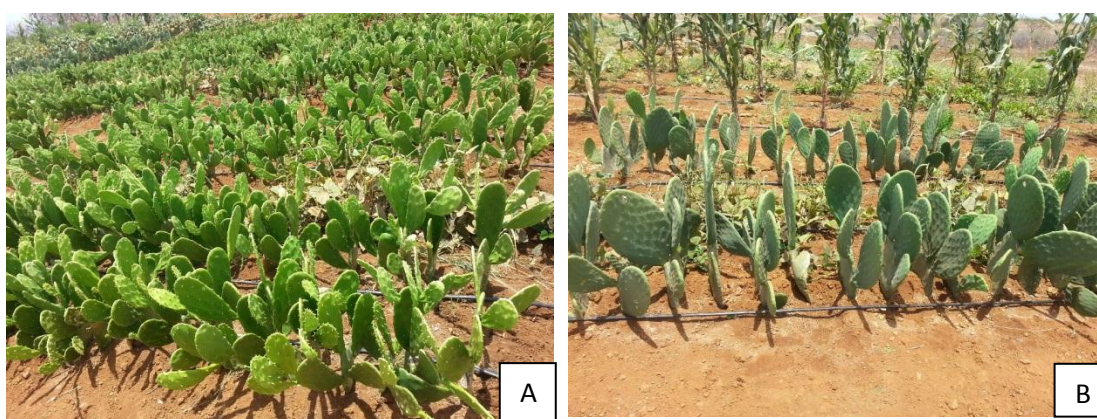


Figura 16 - Plantio de 4 linhas de Palma Doce por parcela (A) e 2 linhas de Palma Gigante por parcela (B).

3.2 Obtenção dos dados de produtividade

3.2.1 Peso massa verde

A colheita das palmas foi realizada no dia 01 de Julho de 2016 – um ano após o plantio. Ficaram preservados no solo apenas os cladódios matrizes para que ocorresse a continuidade da produção dessas espécies no local. Elas foram coletadas, pesadas e contabilizadas de acordo com o tratamento a que pertenciam. Foi utilizada uma balança rural disponível na comunidade (Fig. 17). A colheita foi contabilizada em quilos de acordo com cada tratamento, mas para análise e comparação dos resultados com a produtividade das palmas em outras pesquisas, esses valores foram calculados em equivalentes de Ton/hectare.



Figura 17 - Balança rural usada para pesar a colheita das palmas.

3.2.2 Peso da massa seca

Para obter a massa seca das palmas de acordo com cada tratamento, foi efetuada a secagem dos cladódios no Laboratório de Limnologia da Universidade de Brasília. Os cladódios foram secos em estufa de circulação de ar forçada a 60°C, e pesadas diariamente em balança de precisão até peso constante (Fig.18), para posterior determinação da massa seca por cada tipo de tratamento.

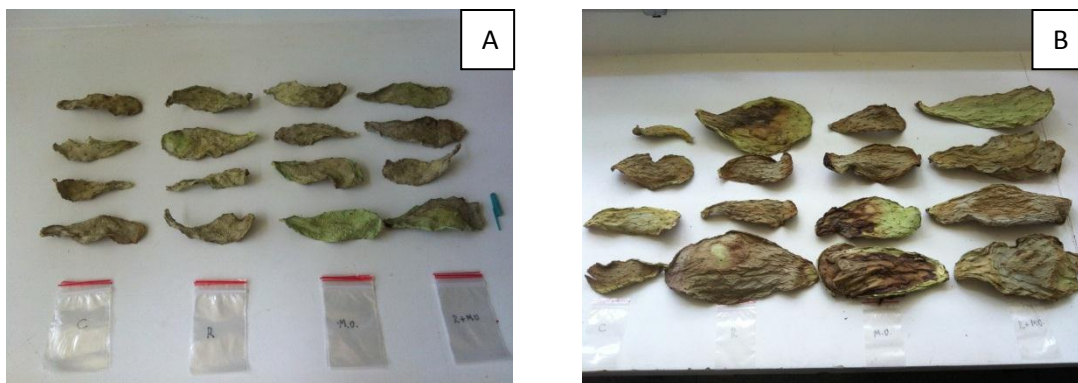


Figura 18 - Amostras dos cladódios já secos até peso constante, onde A ilustra os cladódios da Palma Doce (esquerda) e B da Palma Gigante (direita).

3.2.3 Contagem dos cladódios

No ato da colheita os cladódios foram contabilizados, computando-se o número total de cladódios de quatro plantas por tratamento de cada espécie de palma, para que fosse feita uma média de cladódios por planta por tratamento e por espécie. Igualmente importante para aferir a produtividade foi a contagem do número total de cladódios por tratamento e por espécie. Foi contabilizado o número total de cada parcela e em seguida esses valores foram somados de acordo com o tratamento aplicado em cada espécie.

3.3 Análise da fertilidade e composição química do solo

Para análise de fertilidade do solo da área experimental, foi realizada uma coleta composta de amostras do solo (0-20 cm de profundidade) das 32 parcelas antes da aplicação dos tratamentos. Ao final da colheita das palmas, foi realizada mais uma coleta de amostras composta do solo do delineamento experimental nas parcelas, dessa vez, separadas de acordo com cada um dos quatro tratamentos. Essa segunda amostragem foi realizada, selecionando-se uma porção de solo de cada tratamento, das quatro repetições, em uma profundidade de até 10cm. Esses materiais foram enviados para o laboratório Campo – Centro de Tecnologia Agrícola e Ambiental, em Paracatu, Minas Gerais. As análises de solo foram realizadas de acordo com EMBRAPA (2013).

3.4 Análise química do tecido vegetal

Os cladódios foram submetidos a determinação de nutrientes (Na, NH_3 , Mg, Ca, K^+ , Cl^- , NO_3^- e SO_4^-) pela análise de detritos, além da obtenção das concentrações de

lignina, celulose e fenóis totais, utilizando os procedimentos metodológicos da análise vegetal foram realizados no Laboratório de Aquaripária, no Departamento de Ecologia, Universidade de Brasília, utilizando a metodologia de Bärlocher & Graça (2005). As amostras foram secas em estufa a 60° C até alcançarem peso constante.

3.4.1 Nutrientes – análises de detritos em cromatografia de íons

Para determinação dos nutrientes (Na, NH₃, Mg, Ca, K⁺, Cl⁻, NO₃⁻ e SO₄⁻) contidos nas amostras secas, foi pesado aproximadamente 0,100g de cada amostra e transferido para Erlenmeyer de 125ml e reservado. Em um Becker, foi aquecido água ultrapura, em uma mesa aquecedora, até 80°C. Em seguida, em uma proveta, foi transferido 50ml da água ultrapura para os Erlenmeyers. Posteriormente, os Erlenmeyer foram colocados em uma mesa agitadora por 20 minutos a 160RPM. Após esse procedimento (com uma seringa) foi retirado 12ml do sobrenadante do conteúdo dos Erlenmeyers e filtrado com filtro PVDV, transferido imediatamente para o tubo de amostra do cromatógrafo de íons. Por fim, os tubos de amostras foram identificados e colocados no amostrador para posterior processo de leitura dos constituintes das amostras.

3.4.2 Concentração de lignina e celulose em sólidos

Para determinação da concentração de lignina e celulose foram preparadas duas soluções separadamente. A Solução 1 composta pelo ácido detergente, preparado com ácido sulfúrico 0,5M, adicionado ao detergente CTAB (20g l⁻¹) e misturado. A solução 2 foi preparada colocando-se a quantidade de água necessária em um balão volumétrico e adicionada a quantidade calculada de H₂SO₄ (72%) em pequenas porções de forma lenta, misturando ocasionalmente. O frasco foi resfriado constantemente em uma pia com gelo. Após a temperatura abaixar até 20° C foi ajustado o volume exato. O ácido sulfúrico 72% foi preparado a partir de solução a 96% (densidade = 1,83 g cm⁻³): $100 \times (72/96)/1,83 = 41,0\text{ml}$ de ácido 96%. No preparo das amostras, os cadinhos de vidro limpos e secos em estufa (precisão 0,1mg) e as amostras moídas de cladódios foram pesadas em balança de precisão (245-255mg, precisão 0,1mg) e colocar nos tubos de ensaio de vidro. Foram pesados a mesma quantidade da amostra em cadinhos de porcelana incinerados e tarados para determinação do teor de umidade e do peso seco

livre de cinzas. Em seguida foram adicionados aos tubos 20ml da Solução 1 e 0,4ml de decahidronaftaleno.

Para determinação das fibras do tecido vegetal utilizou-se banho-maria, onde os tubos foram aquecidos até ebulição por 5 a 10 min, agitando-se os tubos ocasionalmente. Foi reduzido o aquecimento após o início da fervura para evitar a formação de espuma (60 min). As amostras foram filtradas nos cadinhos de vidro tarados e ajustados no manifold. Foram removidas as partículas nos tubos e quebradas as película que se formam sobre a placa porosa com a espátula ou bastão de vidro e lavadas duas vezes com água quente (90-100%). A lavagem com acetona foi repetida até ela não remover mais cor das amostras. Todos os acúmulos de partículas foram quebrados para que o solvente entrasse em contato com todas as partículas. E, seguida a acetona foi sugada das amostras livres de fibras e secas *overnight* a 105° C (estufa). Os cadinhos foram secos no dessecador por 1 h e pesados com precisão de 0,1 mg. Em seguida foi determinada a quantidade de fibras das amostras (F) pela fórmula:

$$F = \left(\frac{Po - Pt}{Pa} \right) * 100$$

Onde: Po = Peso do cadinho de vidro seco na estufa incluindo as fibras; Pt = Peso do cadinho de vidro tarado; Pa = Peso da amostra seca na estufa.

O conteúdo dos cadinhos de vidro com H₂SO₄ (72%) resfriado foi coberto e descoberto e misturado com a espátula ou bastão de vidro até formar uma pasta e desfazendo todos os acúmulos de partícula. Nos cadinhos de vidro foram acrescentados o ácido até a metade e misturados. Em seguida o H₂SO₄ (72%) foram colocados novamente e misturados de hora em hora, até o ácido ser drenado. Três adições de ácido foram suficientes, com os cadinhos a 20-23° C. Após 3 horas, foi filtrado a maior quantidade de ácido possível (começando com vácuo mais fraco e aumentando gradativamente). Para o dia seguinte foram lavados os conteúdos dos cadinhos com bastante água quente até eles ficarem totalmente livres do ácido e secos *overnight* a 105° C (estufa).

Os cadinhos secos foram colocados no dessecador por 1h e pesados com precisão de 0,1mg. Os cadinhos foram incinerados na mufla a 550° C por 3 horas e deixados esfriar a 105° C. Novamente os cadinhos foram colocados no dessecador por 1h e pesados com precisão de 0,1mg. Feito isso foi possível calcular a quantidade de celulose (C) pela fórmula:

$$C = \left(\frac{La}{Pa} \right) * 100$$

Onde: La = Perda pelo tratamento com H₂SO₄ a 72%; Pa = Peso da amostra seca na estufa.

Calcular a quantidade de lignina (L) pela fórmula:

$$L = \left(\frac{Li}{Pa} \right) * 100$$

Onde: Li = Perda pela incineração após tratamento com H₂SO₄ (72%) ; Pa = Peso da amostra seca na estufa.

3.4.3 Método de Folin-Ciocalteu para determinação de fenóis totais

A preparação da solução do experimento foi realizada antes, dissolvendo 25mg de ácido tânico em 100ml de acetona 70%. Em seguida, com auxílio da pipeta foram transferidos os seguintes valores: 0; 0.2; 0.4; 0.6; 0.8 e 1.0 ml da solução estoque para seis tubos de centrífuga e adicionado, respectivamente, 1.0; 0.8; 0.6; 0.4; 0.2 e 0 ml de água deionizada, misturando com o auxílio do vortex. Foi adicionado 5 ml do NaOH 0,1N em Na²CO³ e misturado. Após 5 min e foi adicionado 0,5 ml do Folin-Ciocalteu e misturado. Após 120 minutos a absorbância foi lida a 760nm. Em seguida foi plotado a concentração de ácido tânico vs. absorbância. Acetona 70% = 30% água deionizada + 70% acetona.

A amostra foi preparada separadamente, os cladódios secos foram moídos e peneirados em malha de 0.5mm. Elas foram pesadas em porções de 100mg (0.100g) das folhas moídas e transferidas para tubos de centrífuga. Em seguida, 5ml de acetona a 70% foram inseridos e deixados por uma hora na geladeira. Depois de retiradas da geladeira, as amostras foram centrifugadas, aumentando-se gradativamente a velocidade da centrifuga até a velocidade 5 (10.000-20.000 g, 10-20 min.). Foi retirado 0,5 ml do sobrenadante e completado para 1ml com água deionizada e adicionado NaOH 0,1N em Na₂CO₃ e Folin-Ciocalteu. Após 120 minutos, foi possível ler a absorbância a 760nm. Com base na curva padrão, foram determinados os equivalentes de ácido tânico por mg de pó de cladódio.

3.5 Análise dos dados

3.5.1 Produtividade

Os dados relativos à produtividade (massa seca, massa verde, número de raquetes por planta, número de raquetes por tratamento) foram tratados utilizando o software estatístico R.3.3.2. Foram realizadas análises multivariadas, de acordo com o teste de normalidade de Shapiro Wilk e pelo teste de Kruskal Wallis e Mann Whitney (teste de W ou de U). O teste U pode ser considerado a versão não paramétrica do teste t, para amostras independentes. Ao contrário do teste t, que testa a igualdade das médias, o teste de Mann-Whitney (W) testa a igualdade das medianas. Os valores de W calculados pelo teste avaliam o grau de entrelaçamento dos dados dos dois grupos após a ordenação. A maior separação dos dados em conjunto indica que as amostras são distintas, rejeitando-se a hipótese de igualdade das medianas (R CORE TEAM, 2015).

Foram gerados valores de p, utilizando nível de significância de $p \leq 0,05$ e grau de liberdade 3, com $n=4$, comparando-se a técnica de análise de produtividade e análise química do tecido vegetal, de acordo com os tratamentos submetidos.

Os resultados foram expostos em formato de gráfico *Box Plot* que apresenta valores máximos, mínimos e as medianas, para cada espécie e de acordo com o tratamento submetido. Foi utilizado o símbolo (*) para ressaltar a diferença significativa entre um dos tratamentos e o controle. Para evidenciar a diferença significativa entre todos os tratamentos, foram utilizadas letras, onde *a* é diferente de *b* e de *c*, e, letras iguais não diferem entre si significativamente.

O software estatístico auxiliou também na obtenção das respostas gráficas, onde foi utilizada a Análise de Componentes Principais (PCA), que é uma técnica de identificar a relação entre características extraídas de dados. Embora n-componentes principais sejam necessários para reproduzir a variabilidade total do sistema, a viabilidade de utilização da técnica de componentes principais reside na possibilidade de resumir o conjunto de variáveis originais em poucos componentes. Assim, se os primeiros componentes principais acumularem uma porcentagem relativamente alta da variação total, em geral referida como acima de 80%, eles explicarão satisfatoriamente a variabilidade manifestada entre as plantas avaliados e, portanto, o fenômeno poderá ser interpretado com considerável satisfação (JOHNSON, et. al, 1999).

3.5.2 Fertilidade do solo

A análise de solo realiza a determinação química do conteúdo de nutrientes em uma amostra de solo da zona das raízes. Esse procedimento foi efetuado de acordo com o *Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes* (EMBRAPA, 2009), no qual incorpora metodologias clássicas e atualizadas como suporte à avaliação da reserva nutricional do solo para as plantas. Por meio de uma análise química de solo bem feita, e de posse das tabelas de interpretação de fertilidade do solo é possível avaliar o grau de deficiência de nutrientes e determinar quantidades a serem aplicadas nas adubações de várias culturas.

Os resultados das análises de fertilidade foram comparados entre as amostras de solo coletadas durante o experimento, desde a amostra inicial (antes da implantação do experimento), até as amostras coletadas nas parcelas de cada tratamento após a colheita dos cladódios.

3.5.3 Análise do tecido vegetal

Para análise do tecido vegetal, os resultados obtidos em laboratório, tanto na análise dos nutrientes, como na análise de lignina e celulose e de fenóis totais, assim como os dados de produtividade, também se encontram enquadrados no modelo de dados não paramétricos em delineamento experimental inteiramente ao acaso. Com grau de significância $p \geq 0,05$, em análise univariada. Foram gerados gráficos com os resultados, mas as tabelas estarão contidas nos Anexos da dissertação. Para análise multivariada adotou-se a PCA, que comparou diferentes variáveis numa mesma imagem gráfica, como os resultados de quantidades de detritos (nutrientes), lignina e celulose e fenóis totais nos diferentes tratamentos e produtividade.

3.5.4 Análise da água

A análise da água de irrigação foi realizada a fim de observar se os seus componentes estão de acordo com as normas do 396/CONAMA, bem como se esses nutrientes/minerais interferem/afetam na solubilização do remineralizador para a solução do solo, e/ou se se auxiliam/dificultam a absorção de nutrientes pelas raízes das espécies cultivadas. Segundo a Resolução CONAMA nº396/2008, os aquíferos se

apresentam em diferentes contextos hidrogeológicos e podem ultrapassar os limites de bacias hidrográficas. As águas subterrâneas possuem características físicas, químicas e biológicas intrínsecas, com variações hidrogeoquímicas, sendo necessário que as suas classes de qualidade sejam pautadas nessas especificidades (Anexo III). A caracterização das águas subterrâneas é essencial para estabelecer a referência de sua qualidade, a fim de viabilizar o seu enquadramento em classes. Segundo essa Resolução “classe de qualidade” é conjunto de condições e padrões de qualidade de água necessários ao atendimento dos usos preponderantes, atuais e futuros; e “condição de qualidade” é a qualidade apresentada pelas águas subterrâneas, em um determinado momento, frente aos requisitos de qualidade dos usos.

3.5.5 Entrevistas

Foi realizada uma pesquisa semiestruturada, em forma de entrevista, com os moradores da comunidade Lajedão dos Mateus, com intuito de elaborar uma análise multidimensional (econômica, social, ambiental) dessa Comunidade, bem como para buscar entender a forma como os agricultores da Comunidade se apropriaram do conhecimento sobre a rochagem. Foram realizadas 19 entrevistas (um morador de cada residência). Foram 15 perguntas fechadas e três perguntas abertas, onde o (a) respondente tinha liberdade para comentar os temas propostos.

Cada vez mais, se fazem necessárias pesquisas sociais aliadas aos experimentos agrônômicos. Esse tipo de trabalho vem conquistando espaço em debates e políticas educacionais no cenário brasileiro, que não se concretiza sem reconhecer a importância do conhecimento empírico dos agricultores, de sua realidade histórica e dos sujeitos que nele vivem, compreendendo seus processos culturais, sua socialização e as relações de trabalho vivenciadas em suas práticas cotidianas. Nesse contexto, a utilização de procedimentos mistos em pesquisas sociais é bastante usual, pois permite a apreensão do fenômeno e do objeto de estudo por prismas, por vezes distintos (CÂMARA, 2013).

Pesquisas sociais que privilegiam a subjetividade individual e grupal e requerem uma metodologia que congregue o espectro singular nelas incluso. Em 2006 Theodoro et. al realizaram ações no âmbito do Projeto APACA, que previa atividades de pesquisa nessa e em outras nove comunidades quilombolas, também localizadas na Bahia, onde pôde aprofundar os estudos da tecnologia da rochagem como uma

ferramenta de mudança no cenário da pobreza na área rural no país, especialmente no semiárido baiano. Dentro dessa pesquisa, foram implantadas áreas agrícolas experimentais utilizando culturas agrícolas escolhidas por cada comunidade. Também foi realizado um diagnóstico socioeconômico e ambiental que mostrou um perfil de socioeconômico e produtivo no âmbito das comunidades. Esse diagnóstico serviu de comparativo com o diagnóstico realizado em 2016, a fim de observar se houve mudanças nos indicadores sociais, econômicos, educacionais e ambientais dessa comunidade. Essa análise foi realizada comparando-se as respostas das perguntas objetivas de 10 anos atrás e as respostas dadas no ano de 2016.

Para análise das respostas abertas, foi utilizada a análise de conteúdo, que é um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis, em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a discursos. O fator comum destas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até a extração de estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência. Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois polos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade. Nessa análise, o pesquisador busca compreender as características, estruturas ou modelos que estão por trás dos fragmentos de mensagens tornados em consideração (BARDIN, 2011).

O esforço do analista é, então, duplo: entender o sentido da comunicação, como se fosse o receptor normal e, principalmente, desviar o olhar, buscando outra significação, outra mensagem, passível de se enxergar por meio ou ao lado da primeira. Bardin (2011) indica que a utilização da análise de conteúdo prevê três fases fundamentais, conforme o esquema apresentado na figura 19 pré-análise, exploração do material e tratamento dos resultados – a inferência e a interpretação.

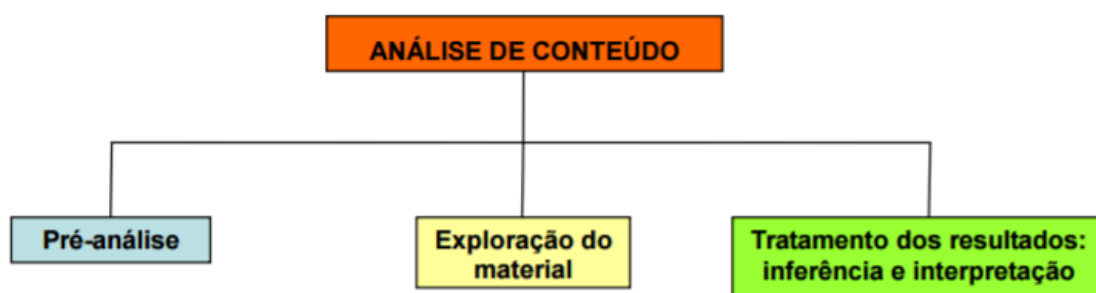


Figura 19 - Três fases da Análise de Conteúdo. Fonte: Adaptado de Bardin (2011).

A primeira fase, a pré-análise, pode ser identificada como uma fase de organização. Nela estabeleceu-se um esquema preciso de trabalho, com procedimentos bem definidos, embora flexíveis. Normalmente, segundo Bardin (2011), envolve a leitura “flutuante”, ou seja, um primeiro contato com os documentos que serão submetidos à análise, buscando-se as hipóteses e objetivos traçados, a elaboração dos indicadores que orientarão a interpretação e a preparação formal do material. Assim, iniciou-se o trabalho, onde as entrevistas foram transcritas, obedecendo às regras de exaustividade (deve-se esgotar a totalidade da comunicação, não omitir nada); representatividade (a amostra deve representar o universo); homogeneidade (os dados devem referir-se ao mesmo tema, serem obtidos por técnicas iguais e colhidos por plantas semelhantes); pertinência (os documentos precisam adaptar-se ao conteúdo e objetivo da pesquisa) e exclusividade (um elemento não deve ser classificado em mais de uma categoria) (BARDIN, 2011).

Para a elaboração dessa dissertação foi necessário abordar e integrar diversas metodologias de pesquisa, de distintas áreas do conhecimento, entre os quais a geologia, a agronomia, a fisiologia de plantas, aspectos legais/normativos e socioecológicos. Buscou-se, de forma permanente, um entendimento transversal das informações e dos resultados obtidos, de forma que uns pudessem complementar os demais e vice-versa. Não há um procedimento que integre de forma objetiva todas as linhas de ação e pressupostos utilizados na presente pesquisa, no entanto, a busca da sinergia e rigor metodológico foi perseguida ao longo de toda a pesquisa (Anexo IV).

CAPÍTULO 4

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Produtividade das espécies de palma forrageira

As espécies de palma forrageira apresentaram resultados diferentes, no que se refere à produtividade, com diferentes respostas de acordo com o tratamento em que estavam inseridas. Também estão descritos os resultados referentes à análise da composição química do solo (fertilidade) e do tecido vegetal: nutrientes, lignina, celulose e fenóis totais, bem como da água utilizada na irrigação, além dos resultados referentes às entrevistas.

Os resultados de produtividade relativos à massa verde (kg), massa seca (g), número de cladódios por tratamento e número de cladódios por planta fazem parte da análise e foram colhidos em julho de 2016. De forma a facilitar o entendimento de tais dados, as figuras subsequentes de produtividade mostram os resultados da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), à direita e os relativos à Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill), à esquerda. As barras horizontais mais espessas mostram as medianas de cada tratamento, e os extremos mostram os valores máximos e mínimos de cada tratamento para cada espécie estudada. Além disso, o símbolo (*) indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$, $n=4$); e letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$, $n=4$). Os resultados referentes à análise estatística dos dados de produtividade gerados pelo software estatístico R encontram-se no Anexo I dessa dissertação.

4.2 Massa Verde

Verificou-se que a maior quantidade de massa verde foi produzida pela Palma Gigante, com 256,87t/ha/ano advindo do tratamento onde continha o remineralizador + composto orgânico. O mesmo aconteceu com a Palma Doce, alcançando maiores produtividades – chegou a 244,53t/ha/ano - nesse mesmo tipo de tratamento. Esses resultados podem ser comparados ao que foi obtido por Albuquerque (2000), que encontrou produtividades que variaram entre 80t/ha/ano sem adubação e 200t/ha/ano com adubação. Ainda a título de comparação destaca-se os dados obtidos por Lima et al. (2009), que divulgou os resultados alcançados em testes realizados no estado de Sergipe, quando encontrou 318,39t/ha/ano para a Palma Doce e 241,75t/ha/ano da

Palma Gigante. No entanto, importante destacar que esses autores utilizaram adubação convencional como insumo agrícola (NPK). Uma possível explicação para o melhor rendimento obtidos na presente pesquisa (para a palma gigante) deve-se, provavelmente ao tipo de adubação aplicada, uma vez que, insumos agrícolas convencionais são rapidamente lixiviados, especialmente o nitrogênio que rapidamente é dissipado para a atmosfera.

A Figura 20 mostra a produtividade das espécies de palma forrageira estudadas do ponto de vista da massa verde (Kg). Entre as duas espécies, a Palma Gigante apresentou diferenças significativas no tratamento com remineralizador quando comparadas ao tratamento controle. Porém, pode-se observar que houve diferenças significativas entre os tratamentos para as duas cultivares, especialmente para a Palma Gigante que apresentou diferenças significativas entre os tratamentos remineralizador e remineralizador + composto orgânico, sendo o segundo quem apresentou maior quantidade em kg de massa verde. Contudo, vale observar que os valores máximos de produtividade de massa verde (562kg para a Palma Doce e 458kg para a Palma Gigante) foram observados nos tratamentos onde continha remineralizador + composto orgânico.

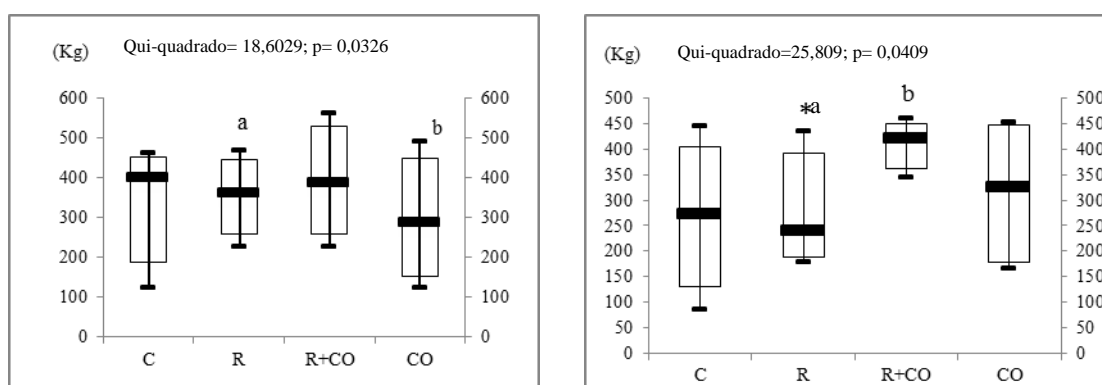


Figura 20 - Produtividade de massa verde (kg), à direita da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.) e à esquerda da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). *indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$).

4.3 Massa Seca

Foi possível identificar no início da preparação das amostras, durante o período de secagem em laboratório, a diferença de massa dos cladódios por meio de uma avaliação visual, uma vez que havia diferença entre o tamanho de cada uma das amostras. As parcelas controle apresentaram os menores cladódios e as que continham

remineralizador + composto orgânico os maiores cladódios como pode ser observado na Figura 18. Esse fato se relaciona diretamente com a quantidade de água que cada cladódio armazenava em sua estrutura celular, e acusou diferenças entre tratamentos para as duas espécies estudadas (Fig. 21). O remineralizador e o composto orgânico apresentaram resultados semelhantes de produtividade de massa seca para as duas espécies, mas foi o tratamento remineralizador + composto orgânico foi o adubo mais eficiente para produção de massa seca das duas cultivares estudadas.

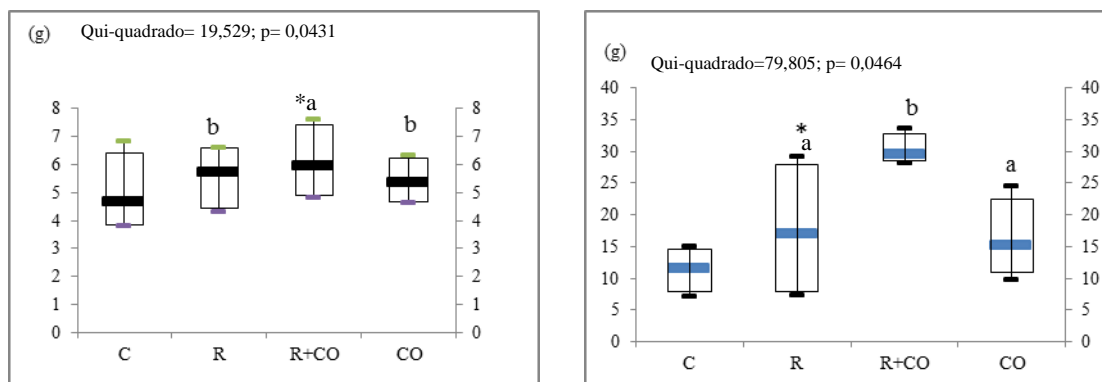


Figura 21 - Produtividade de massa seca (g), à direita Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.) e à esquerda da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$).

Cunha et al (2008) e Santos et al (2006) obtiveram valores superiores na produção de massa seca das mesmas espécies de palma forrageira avaliadas na presente pesquisa, mas é preciso observar que os autores consideraram plantios com maior adensamento e contabilização os resultados de produção após 3 colheitas Destacar essa diferença é fundamental, porque os dados obtidos na presente pesquisa foram contabilizados após um ano e, igualmente importante, o adensamento entre as plantas foi menor (o equivalente a 25.000 plantas/ha da Palma Doce e 12.500 plantas/ha para a Palma Gigante). Nesse sentido, é provável que as próximas safras mostrem que os valores obtidos deverão ultrapassar aqueles resultados obtidos por Cunha et al (2008) e Santos et al (2006). Essa hipótese baseia-se em indicadores que apontam para um significativo aumento na produção de massa seca, não apenas por conta da maturidade das palmas como também pela liberação dos nutrientes que ocorre ao longo do tempo (fertilizantes de baixa solubilidade).

4.4 Contagem do número de cladódios

Durante os 12 meses de acompanhamento das cultivares estudadas, foi possível notar pouca diferença na quantidade de cladódios nos distintos tratamentos, porém era possível observar maior ataque de patógenos no tratamento controle (Fig. 22), diferente do tratamento remineralizador + composto orgânico, que apresentou cladódios mais vigorosos e até com coloração diferenciada.



Figura 22 - Cladódios sob ataque de patógenos nos tratamentos controle da Palma Gigante.

Esse fato foi evidenciado no tratamento dos dados, como pode ser observado na Figura 23, que mostra à esquerda aos resultados para a Palma Doce (que não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos para esse tipo de análise). Já a Palma Gigante apresentou diferença significativa tanto do tratamento remineralizador + composto orgânico, quando comparado ao tratamento controle e com os demais tratamentos, exceto controle. Vale ressaltar que os tratamentos remineralizador e composto orgânico apresentaram valores semelhantes na produção do número de cladódios, mas provavelmente serão diferentes nas próximas safras, quando haverá uma maior disponibilidade dos nutrientes do remineralizador para a solução do solo.

Na contabilização do número de cladódios por tratamento, observou-se que a Palma Doce produziu maior quantidade (máximo de 2065 cladódios no tratamento com composto orgânico), mas apenas a Palma Gigante apresentou resultados significativos quando comparados ao tratamento controle, exatamente no tratamento onde foram inseridos remineralizador + composto orgânico (Fig.23), com produção máxima de 519 cladódios neste tratamento. Vale ressaltar que foram plantados duas vezes mais

cladódios de Palma Doce que de Palma Gigante, e, por isso a diferença na quantidade de cladódios produzidos.

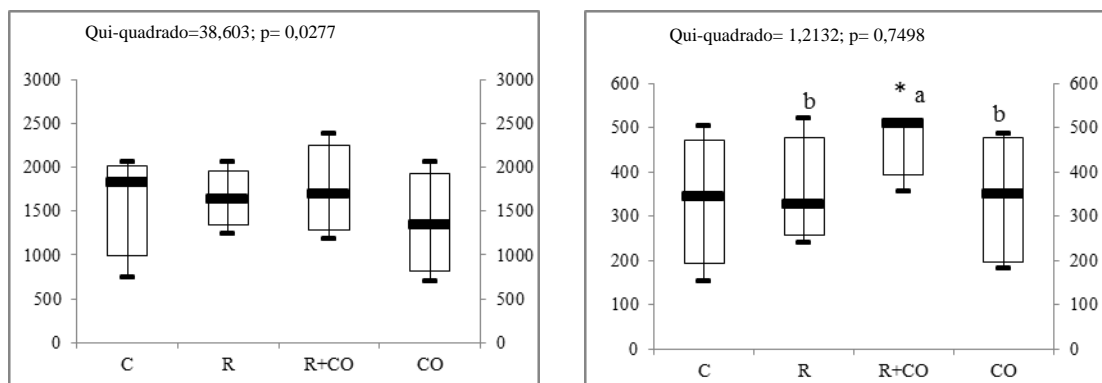


Figura 23 - Número de cladódios da produção, à direita Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.) e à esquerda da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$).

Essa evidência indica que houve influência nos distintos tratamentos, quando se contabilizou o número de cladódios para a Palma Gigante. Considerando que essa espécie de palma forrageira é a mais cultivada do semiárido baiano, tais resultados poderão contribuir para o aumento da produção na região.

4.5 Média de cladódios por planta

Pode-se perceber que há um distinto ritmo de desenvolvimento das plantas. Além dos tratamentos que podiam favorecer este desenvolvimento diferenciado, também as duas distintas espécies de palma possuem uma produtividade diferenciada. Visando medir esse indicador, foi feita uma contagem amostral dos distintos tratamentos. A Figura 24 retrata o resultado dessa quantificação, apresentando diferenças significativas para as duas espécies no tratamento que continha remineralizador + composto orgânico, quando comparado ao tratamento controle. Observou-se também que houve diferença significativa entre tratamentos para as duas espécies.

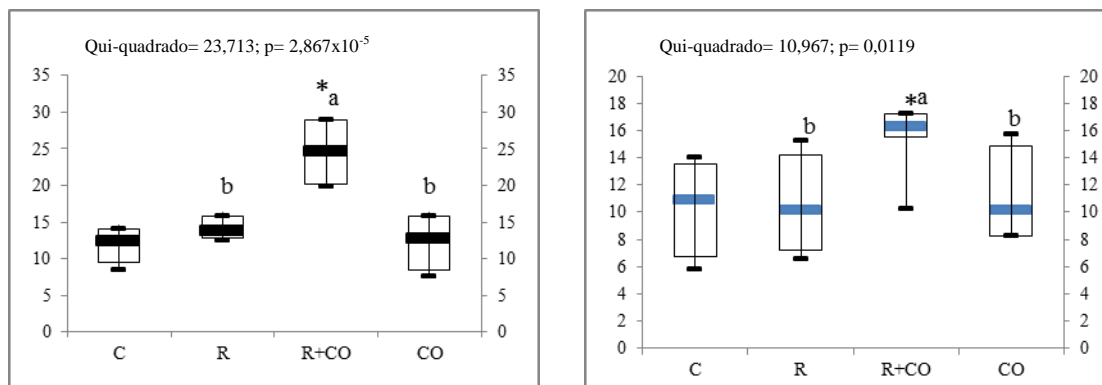


Figura 24 - Média do número de cladódios produzidos por planta, à direita Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.) e à esquerda da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$).

Ao analisar os gráficos dessa técnica de análise de produtividade foi possível verificar que as espécies de palma apresentaram resultados significativos nos tratamentos que continham remineralizador + composto orgânico, quando comparados ao tratamento controle. Porém a Palma Doce apresentou as maiores quantidades de cladódios por planta (Fig.24), totalizando um máximo de 29,25 cladódios por planta, enquanto a Palma Gigante gerou 17,25 cladódios por planta. Essa diferença entre espécies se dá certamente pela própria anatomia de cada espécie, do ponto de vista do tamanho dos cladódios. Silva et al. (2014) encontrou médias de 51,19 e 5,58 cladódios por planta, para as mesmas espécies respectivamente, valores bem superiores ao gerados na presente pesquisa, especialmente para a Palma Doce, mas muito inferiores para a Palma Gigante.

4.5.1 Análise dos Componentes Principais (PCA)

Nessa análise levou-se em conta as seguintes variáveis: as técnicas de análise de produtividade (massa verde, massa seca, número de cladódios por tratamento e número de cladódios por planta) nos quatro tratamentos aplicados e suas repetições (controle, remineralizador, remineralizador + composto orgânico e composto orgânico). Os eixos representam os padrões estudados, o que equivale dizer que as técnicas de produtividade da palma forrageira e os quatro tratamentos são as variáveis nos quais cada espécie foi submetida. Os vetores representam a intensidade de como as espécies responderam aos tratamentos aplicados. O tamanho desses vetores, e o tamanho do seu abatimento que fazem no eixo principal (eixo 1, horizontal), mostram se essa intensidade foi alta ou baixa. A proximidade ou não das variáveis - no caso os tratamentos ($n=4$, com 4

repetições) -, indicam se a influência foi grande ou pequena. Sendo assim, foram elaboradas duas PCAs, no intuito de demonstrar os efeitos dos tratamentos sobre as técnicas de análise de produtividade, de forma a poder observar quais delas responderam melhor aos tratamentos aplicados.

Para a Palma Doce (Fig. 25) pode-se averiguar que o eixo principal (1) explica 57,8% dos resultados e o eixo secundário (2) explica 26,6% dos resultados obtidos para essa espécie. Os vetores que representam a produtividade da massa verde e número de cladódios por tratamento da Palma Doce ficaram sobrepostos, o que indica que as duas técnicas de análise apresentaram respostas semelhantes, já que apresentaram os maiores vetores, representando a maior intensidade dessas duas técnicas na análise de produtividade. É possível observar também que os tratamentos mostraram-se diferentes quanto às proximidades dos vetores, sendo que os que mais se aproximaram dos vetores foram remineralizador + composto orgânico, e os mais distantes foram os tratamentos controle e composto orgânico.

A partir dos dados revelados pelas Análise dos Componentes Principais (PCA's) foi possível verificar que a técnica de análise de produtividade que apresentou maior impacto positivo para a Palma Doce, foi a contabilização do número de cladódios por planta, especialmente nos tratamentos que continham a mistura de remineralizador + composto orgânico, os quais apresentaram resultados com diferenças significativas nesse tratamento, quando comparado ao tratamento controle (Fig. 25). Nesse tratamento foram obtidas as maiores quantidades de cladódios. Do outro lado, a técnica de análise de produtividade que apresentou os resultados menos satisfatórios, do ponto de vista estatístico, foi aquela que resultou nas medidas de massa verde por tratamento. Apesar desse resultado, constatou-se que houve diferenças significativas entre tratamentos, o que pode ter resultado no rebatimento negativo sobre o eixo principal da PCA.

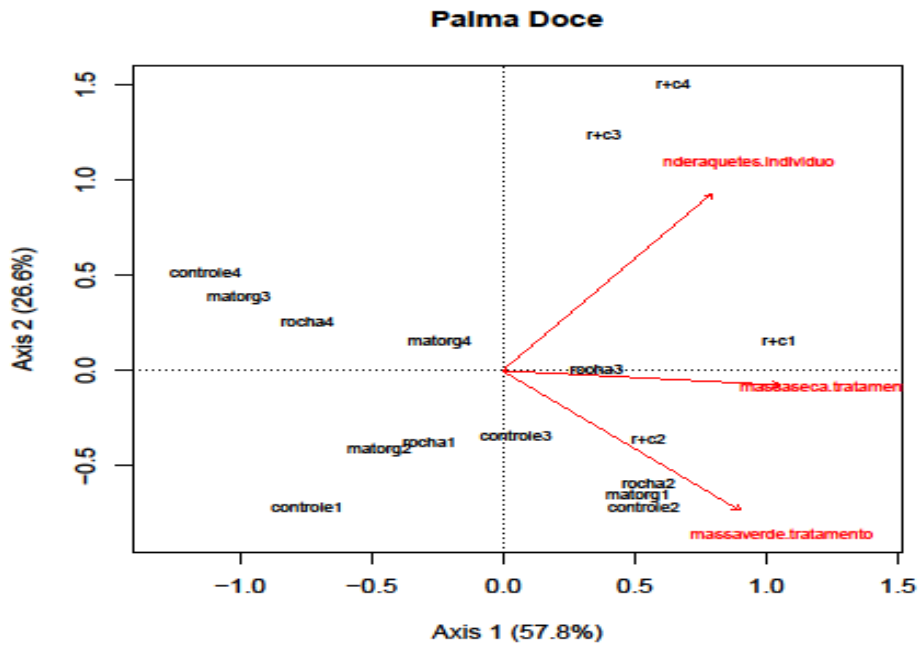


Figura 25 - Análise dos Componentes Principais da Palma Doce.

Para a Palma Gigante o eixo principal apresentou 50,3% dos resultados, e o eixo secundário apresentou 25,5%, sendo o vetor que representa a massa verde, a melhor variável para demonstrar resultados de produtividade da Palma Gigante, seguido do número de cladódios por planta como a segunda melhor técnica para análise de produtividade dessa espécie (Fig. 26). Assim como com a Palma Doce, os tratamentos demonstraram diferentes proximidades dos vetores, destacando remineralizador + composto orgânico e composto orgânico como os mais próximos dos vetores de massa seca e número de cladódios por planta. Os demais tratamentos que ficaram opostos aos vetores exerceu pouca ou nenhuma influência sobre as técnicas de análise de produtividade. A PCA da Palma Gigante mostrou que a melhor técnica de análise de produtividade para esta espécie refere-se à análise da massa verde por tratamento (Fig. 26). Os resultados indicaram que houve uma diferença significativa no tratamento que continha o remineralizador, quando comparado com o tratamento controle (Fig. 20), o que redundou em mais peso, em Kg, de massa verde no tratamento que continha esse insumo.

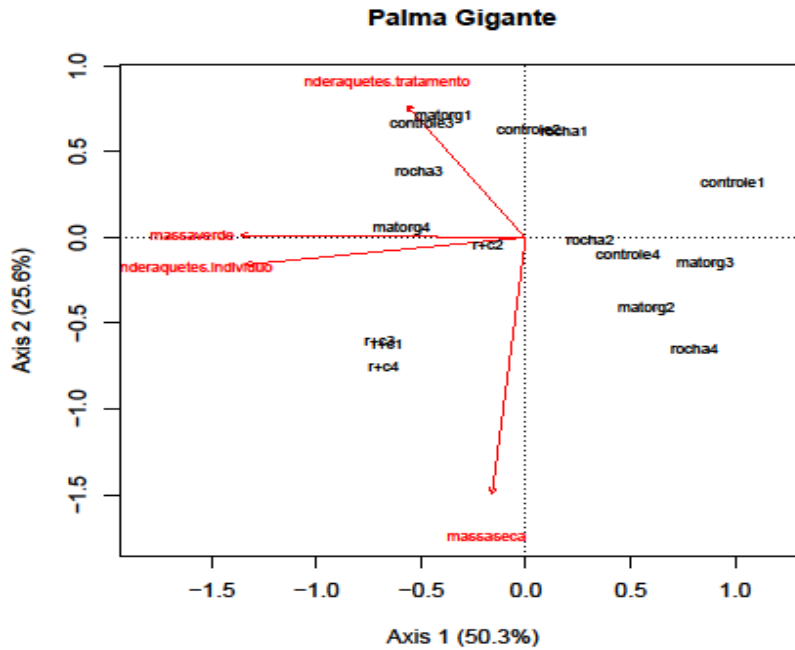


Figura 26 - Análise dos Componentes Principais da Palma Gigante.

4.6 Fertilidade do solo

A planta, como dreno, tem o solo com sua fonte principal de nutrientes minerais. No caso de deficiência de nutrientes no solo, a produtividade de uma planta é viabilizada pelo aumento da oferta de nutrientes. No caso dessa pesquisa, os insumos organo-minerais (remineralizadores + composto orgânico) atenderam essa demanda nutricional para satisfazer a planta. Há, portanto, na manutenção da produtividade das cultivares de palma (de seu dreno), necessidade de manutenção do suprimento (fonte de nutrientes) em quantidades adequadas para as plantas. A fração argila, sua qualidade em particular, é a principal característica que define o solo como fonte ou como dreno de fósforo (P).

Um solo com capacidade mais alta de troca de cátions, em geral, tem uma maior reserva de nutrientes (TAIZ & ZEIGER, 2006). Os cátions que ficam adsorvidos nas superfícies da argila e da matéria orgânica (complexos de esfera-externa) ficam em formas prontamente disponíveis para as plantas e mantém um equilíbrio dinâmico com aqueles cátions que estão na solução do solo, inclusive, aqueles provenientes da água usada na irrigação. A CTC do solo se relaciona com a “reserva” de nutrientes. Nessa forma, quanto maior for a CTC do solo maior a capacidade de o solo reter os cátions em formas prontamente disponíveis para as plantas.

O extrator mais utilizado para quantificar as necessidades nutricionais dos solos em análises de fertilidade, tem sido o Mehlich-HCl 0,05M+H₂SO₄ 0,0125M. As respostas obtidas a partir desse extrator têm fornecido indicadores que resultam na prescrição da carga de fertilizantes convencionais e calagem a serem utilizadas. No entanto, conforme Theodoro, (2014), por ser um ácido fraco, muitas vezes ele pode indicar falsas necessidades nutricionais do solo, o que acarretaria uma demanda maior de fertilizantes do que realmente seria necessário. Essa falha acarreta, segundo a autora, em desperdícios de recursos financeiros e maiores possibilidades de contaminação ambiental, devido ao excesso de fertilizantes solúveis. Na visão da autora, a comparação com outros extratores, como por exemplo o ácido cítrico a 2%, ou o ácido oxálico a 5%, poderiam fornecer indicadores mais seguros das reais carências do solo e das necessidades nutricionais das plantas, uma vez que tais ácidos se aproximam mais da realidade dos fluidos dos solos. Nesse sentido, conforme pode ser pesquisado no manual da EMBRAPA (2009), o Mehlich tende a dissolver predominantemente o P ligado ao Ca. Quanto este elemento está ligado a Fe e Al, ainda que em quantidades menores, o método tem dificuldades de quantificá-lo, muito provavelmente em função das diferenças de solubilidade dos fosfatos de Ca em relação aos de Fe e Al. Portanto, em decorrência de se extrair valores menores do P ligado ao Fe e Al (com esse extrator) obtém-se, comumente, valores irreais, especialmente em solos argilosos compostos predominantemente por Fe e Al (solos lateríticos).

Apesar de tais limitações, na presente pesquisa optou-se pelo uso do Mehlich-HCl 0,05M+H₂SO₄ 0,0125M por uma questão comparativa com resultados científicos de outras pesquisas, como extrator das amostras dos distintos tratamentos dessa pesquisa. O resultado das análises pode ser verificado na Tabela 7. Importante mencionar que a título de comparação, foi coletada amostra do solo antes da implantação do experimento, para que pudesse se avaliar em que medida (e se houve) alguma alteração nos níveis de fertilidade do solo (nos quatro distintos tratamentos) após o uso dos insumos (remineralizador e composto orgânico) associado com as ações de manejo, que foram feitas pelos próprios agricultores durante a pesquisa (um ano). A Tabela 7 mostra os resultados das análises de fertilidade das amostras. Onde (S T0) representa o solo sem uso de insumos (antes da pesquisa) e as demais resultam das amostras após um ano nos quatro diferentes tratamentos, onde C=Controle;

CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

Tabela 7 - Resultado da análise de fertilidade das amostras de solo coletadas em julho de 2015 (S T0) e dos quatro tratamentos em julho/2016, onde S T0: solo inicial, sem adubos; C: controle, C O: composto orgânico; R: remineralizador; R+C O: remineralizador+ composto orgânico.

Tratamento/Nutriente	S T0	C	C O	R	R + C O
P (ppm)	2,75	6,49	6,02	4,88	13
K (ppm)	68	164	248	125	264
Mg (cmol _c /dm ³)	3,2	5,0	5,5	6,4	6,5
Ca (cmol _c /dm ³)	6,2	17,6	16,2	17,5	21,2
Al (cmol _c /dm ³)	2,3	5,2	5,4	5,0	5,7
Mn (mg/dm ³)	49	92	104	68	105
Fe (mg/dm ³)	112	6,95	6,93	4,69	6,54
Cu (mg/dm ³)	1,03	0,45	0,42	0,4	0,39
Zn (mg/dm ³)	0,51	0,9	1,26	0,85	2,33
S (mg/dm ³)	n.a	n.a	n.a	n.a	n.a
B (mg/dm ³)	0,5	1,7	1,6	1,7	2,1
pH em água	6,5	6,3	6,9	7,5	6,3
pH em CaCl ₂	5,9	5,9	6,6	7	5,9
M.O. (dag/Kg)	1,8	1,8	1,9	1,5	2,3
C Org. Total (%)	1	1	1,1	0,8	1,3
H+Al (cmol _c /dm ³)	0,9	0,9	0,5	<0,2	0,5
CTCtotal (cmol _c /dm ³)	6	18,8	18,1	18,8	18,1
V (%)	85	95	97	99	97
M (%)	2	1	1	1	1
Relações					
Ca/Mg	1,94	3,52	2,95	2,73	3,26
Ca/K	0,09	3,52	0,07	0,14	0,08
Mg/K	0,05	0,03	0,02	0,05	0,02

As figuras 27, 28, 29 e 30 (onde S T0: solo inicial, sem adubos; C: controle, C O: composto orgânico; R: remineralizador; R+C O: remineralizador + composto orgânico) mostram os resultados dos teores de macro nutrientes para os diferentes tratamentos, após um ano de aplicação das diferentes misturas de insumos (composto orgânico, remineralizador e composto orgânico + remineralizador, além das parcelas controle).

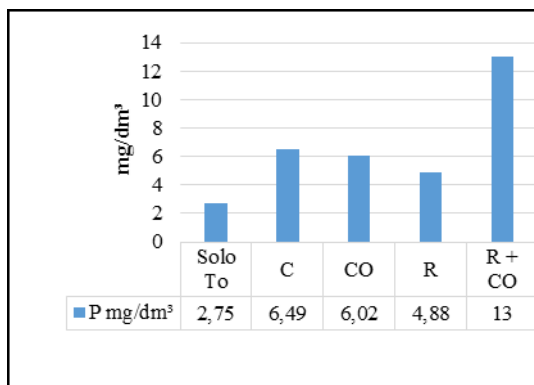


Figura 27 - Análise temporal da disponibilidade de Fósforo inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.

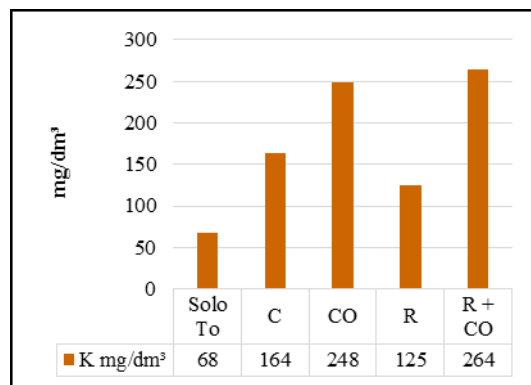


Figura 28 - Análise temporal da disponibilidade de Potássio inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.

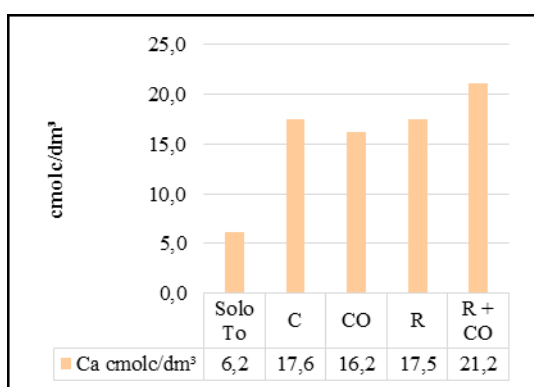


Figura 29 - Análise temporal da disponibilidade de Cálcio inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.

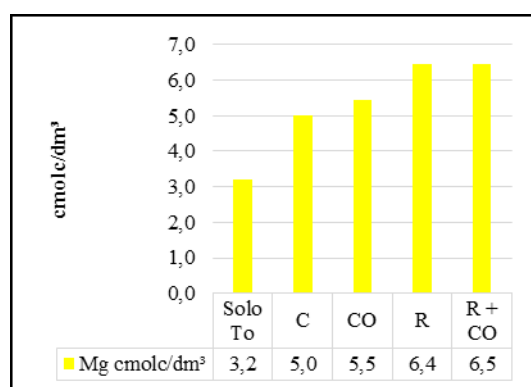


Figura 30 - Análise temporal da disponibilidade de Magnésio inicial (S T0) e após um ano sob diferentes tratamentos.

O fósforo (P) é um componente importante para diversos arranjos de desenvolvimento da planta e, em especial, para o protoplasma da planta, que tende a circular no solo quando os compostos orgânicos formam fosfatos, que se tornam disponíveis para as plantas. Esse fato pôde ser observado nos tratamentos que continha o composto orgânico. No entanto, essa possível oferta de P foi ainda mais evidente nas parcelas que continham o remineralizador + o composto orgânico, onde os valores aumentaram quatro vezes, quando comparados ao S T0 (Fig. 27).

No caso do potássio (K), sua disponibilidade foi certamente favorecida pelo uso do remineralizador, que pode ainda ter sido potencializada pelos ácidos orgânicos provenientes da matéria orgânica, como pode ser observado na figura 28, onde o tratamento remineralizador + composto orgânico aumentou em 3,88 vezes quando comparado ao solo inicial. Além disso, quando ocorre um aumento do pH do solo (que será tratado a diante), a disponibilidade desse nutriente torna-se mais eficaz. O fato observado de que o cálcio (Ca) e o magnésio (Mg) (Fig. 29 e 30) também apresentaram

teores maiores em todas os tratamentos de 3,41 e 2,03 vezes, respectivamente, quando comparados ao Solo T0. Esse aumento deve ter influenciado a oferta de potássio, por meio da alteração do pH. Além disso, deve ser mencionado, que os níveis de fertilidade do solo da área do experimento já apresentava concentrações razoáveis de nutrientes.

A presença da matéria orgânica no tratamento onde continha os remineralizador associado ao composto orgânico favoreceu a disponibilização dos micronutrientes, como Mn, Fe, Zn, Cu e B. De acordo com Shuman (1991), os micronutrientes estão associados principalmente à solução do solo, superfície inorgânica (troca iônica e adsorção específica); matéria orgânica; óxidos e minerais primários e secundários. Cabe lembrar que, na solução do solo, os micronutrientes podem estar na forma de íons livres ou complexados com ligantes orgânicos ou inorgânicos. Além disso, a adsorção é o processo mais importante relacionado com a disponibilidade de micronutrientes às plantas, pois controla a concentração dos íons e complexos na solução do solo, além de exercer grande influência na sua absorção pelas raízes das plantas. A partir da decomposição microbiana do material orgânico (presente no esterco) ocorre a produção de amônia e de sulfeto de hidrogênio, os quais podem ser oxidados no solo, formando ácido nítrico (HNO_3) e ácido sulfúrico (H_2SO_4), respectivamente. Os íons hidrogênio podem deslocar K^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} e Mn^{2+} do complexo de troca de cátions do solo (TAIZ & ZEIGER, 2009).

Segundo Silveira & Sommers (1977), a troca iônica é um mecanismo de pequena influência na disponibilidade dos micronutrientes, embora, em algumas situações, ela tenha sido apontada como mecanismo importante para o manganês (Mn) (MURAOKA et al., 1983b). No caso da área estudada, a água utilizada para irrigação continha altas quantidades de íons (Anexo III), o que pode ter favorecido na liberação nesses micronutrientes, especialmente do Mn.

De modo geral, o ferro (Fe) pode ocorrer nos solos nas formas Fe^{2+} (solúvel) e Fe^{3+} (baixa solubilidade). De modo geral, ele é absorvido pelas plantas na forma de Fe^{2+} , mas sua solubilidade é largamente controlada pelos óxidos hidratados. Além da forma Fe^{3+} , outras espécies iônicas predominam na faixa de pH entre 5 e 9, graças à hidrólise de Fe^{3+} (LINDSAY, 1972).

A esse respeito, é importante lembrar que a concentração de íons hidrogênio (pH) é uma propriedade importante dos solos, porque afeta o crescimento das raízes, a atividade dos microrganismos e a solubilidade do Fe para a solução do solo. Quanto

menor o pH maior será o conteúdo de Fe-ferroso, o que não ocorre no solo estudado pois o pH do solo da área do experimento, mesmo antes da implantação da pesquisa, já era fracamente alcalino (6,5) o que se configura como adequado para produção agrícola. Além disso, a maior oferta de cálcio e magnésio, derivada do remineralizador, deve ter sido determinante para a alteração do conteúdo desse nutriente.

Além disso, os conteúdos de argila e matéria orgânica do solo também influenciam na disponibilidade do Fe. Em solos argilosos, existe uma tendência à retenção do Fe, enquanto teores adequados de matéria orgânica proporcionam melhor aproveitamento do Fe pelas plantas, por causa de suas características acidificantes e redutoras, bem como devido a capacidade de determinadas substâncias húmicas para formar quelatos em condições adversas de pH. Nos demais tratamentos, inclusive nas parcelas controle, ocorreram as mesmas tendências, o que sugere que o Fe que estava presente no solo foi em parte absorvido pelas plantas.

Outro fator que afetou a disponibilidade do Fe foi a presença do magnésio (Mg), que tem sua absorção pelas plantas na forma Mg^{2+} e que também foi fortemente afetado pela disponibilidade de K^+ , NH_4^+ , Ca^{2+} e Mn^{2+} e pelas relações Mg/k e Ca/Mg mostradas na Tabela 7. Outro fator relevante sobre as relações Ca/Mg e suas influências no solo dizem respeito à redução do Fe disponível no solo da área experimental. Os altos *inputs* desses nutrientes (vindos da água e do remineralizador) favoreceram para a diminuição do Fe em 23 vezes quando comparados o S T0 e que continha remineralizador, que apresentou a menor concentração de Fe, seguido do tratamento que continha remineralizador + composto orgânico (Tabela 7).

Igualmente importante, o boro (B) intervém na absorção dos cátions, principalmente do Ca. Denchen et al (1991) considera que o B, em solução, move-se até as raízes por meio de fluxo de massa, até que ocorra equilíbrio entre as concentrações dos nutrientes nas raízes e na solução. Em decorrência dessa absorção passiva, verifica-se, segundo os autores, situações em que quantidades tóxicas são absorvidas pelas plantas, quando o teor de B na solução é alto. Assim, é importante verificar em remineralizadores a quantidade desse nutriente e o possível excesso do mesmo no solo para evitar toxidez para as plantas (Tabela 7).

A entrada de cobre (Cu) no solo por meio da adição do remineralizador beneficiou indiretamente o sistema, uma vez que esse nutriente é importante para as plantas que dependem da fixação de N_2 , tais como as leguminosas (milho e feijão)

também cultivados na área do experimento. Plantas leguminosas que têm acesso ao amônio, nitrato ou aminoácidos, não dependem tanto do Cu. Por outro lado, em plantas que dependem de fixação de N₂ atmosférico e não tem acesso a esses complexos nitrogenados, o Cu é essencial para o seu crescimento.

O zinco (Zn) também pode é afetado pelo pH do solo. De modo geral, ele se encontra mais disponível em solos ácidos (baixo pH) que em solos alcalinos (pH alto), apresentando uma mínima disponibilidade em pH acima de 7, o que pode afetar diretamente no crescimento das plantas. Porém, no caso do solo estudado, apesar do aumento do pH, com a adição do remineralizador houve um incremento da disponibilidade desse nutriente no solo.

O cloro (Cl) derivado especialmente da água de irrigação é absorvido pelas plantas, tanto pela raiz como pela parte aérea, na forma de Cl⁻. Os sintomas de excesso desse nutriente são mais frequentes e mais graves do que os de deficiência, os sintomas de toxidez dependem do grau de tolerância das plantas, que no caso das *Opuntia sp.* esse não é um problema, pois elas são halófitas, ou seja, são tolerantes ao excesso de Cl⁻. Seus efeitos puderam ser observados nas demais espécies cultivadas no policultivo.

Tão importante quanto à fertilidade (disponibilidade de nutrientes no solo), os parâmetros físicos também interferem no desenvolvimento das plantas, na circulação de fluidos e na capacidade de retenção da umidade, entre outros fatores. A Tabela 8 apresenta os resultados obtidos para os diferentes tratamentos, bem como para o solo antes da implantação do experimento. A partir dos resultados informados é possível averiguar que os solos mostraram uma diferenciação antes e depois da aplicação dos insumos.

Tabela 8 - Resultados referentes aos parâmetros físicos de textura do solo das amostras de solo coletadas em julho de 2015 (S T0) e dos quatro tratamentos em julho/2016, onde S T0: solo inicial, sem adubos; C: controle, C O: composto orgânico; R: remineralizador; R+C O: remineralizador+ composto orgânico.

Tratamento/Parâmetro	S T0	C	C O	R	R + C O
Silte (%)	48	28	25	48	26
Argila (%)	30	42	44	35	35
Areia (%)	22	30	31	17	17
Classificação	Franco-Argiloso	Argila	Argila	Franco - Argiloso-Siltoso	Argila

Os resultados obtidos na análise física dos solos revelaram que a fração argila aumentou em todos os tratamentos, inclusive na parcela controle. Pressupõe-se que essa alteração deve-se ao manejo e irrigação que produziram um novo arranjo físico no solo. Possivelmente pode ter ocorrendo a neoformação de alguns minerais de argila, em função das disponibilidades derivadas dos nutrientes contidos nos insumos e na água de irrigação. No entanto, para confirmar essa hipótese, seriam necessários outros tipos de análises, em especial, Difractometria de Raio-X

4.7 Análise do tecido vegetal

Os resultados brutos referentes à análise estatística dos dados de todas as análises do tecido vegetal, gerados pelo software estatístico R, que encontram-se no Anexo II dessa dissertação. As próximas figuras mostram à direita os resultados referentes à Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.) e à esquerda os resultados referentes à Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). O símbolo (*) indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$, $n=4$); e letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$, $n=4$).

4.7.1 Análise de detritos: Nutrientes

A análise da concentração (mg/L) de nutrientes (Na , NH_3 , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , F^- , Cl^- , NO_3^- e SO_4^-) encontrados no tecido vegetal dos cladódios tem papel essencial na observação da absorção deles pelas plantas, o que mostra a influência dos tratamentos aplicados para as duas espécies de palma forrageira estudadas, bem como da água utilizada na irrigação. Apenas a Palma Doce apresentou resultados significativos nessa análise. As figuras 31 a 39 mostram os resultados relativos à análise estatística dos nutrientes contidos no tecido vegetal. À direita os resultados referentes à Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.) e à esquerda os resultados referentes à Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill).

A salinidade influencia na estrutura do solo e reduz sua capacidade de armazenar água e, conseqüentemente, sua absorção. Afeta também a absorção dos nutrientes em que o mecanismo de contato íon-raiz ocorre em solução aquosa (fluxo em massa) e,

assim, interfere na absorção principalmente de N, S, Ca e Mg (NOVAIS & MELLO, 2007). Deste modo, a salinidade pode afetar a fisiologia das plantas cultivadas devido às alterações químicas e físicas do solo (SERTÃO, 2005). Contudo, as espécies de palma forrageira estudadas são halófitas, ou seja, apresentam a capacidade de estabelecer esse equilíbrio osmótico, mesmo em condições de baixos potenciais de água no solo, sendo tolerante à salinidade (SERTÃO, 2005; EPSTEIN & BLOOM, 2006). De acordo com SILVA et al. (2000), as plantas halófitas acumulam no vacúolo das células foliares os íons salinos absorvidos, mantendo a concentração salina no interior da célula em níveis baixos. Dessa forma, o excesso de sais não interfere na hidratação das proteínas e nos mecanismos enzimáticos e metabólicos da planta (FARIAS, 2008). Também apresentam capacidade de acumular íons no vacúolo (cloro e sulfato, como podem ser vistas nas figuras 35 e 32) e solutos orgânicos de baixo peso molecular no citoplasma, o que lhes permitem um ajustamento osmótico a esse tipo de condição.

Tais aspectos tornam ainda mais evidente o porquê do fraco desenvolvimento de algumas cultivares inseridas no policultivo, como também, de outras plantas usualmente presentes nas áreas agrícolas da Comunidade.

As espécies halófitas apresentam mecanismos de exclusão de Na^+ e Cl^- em estruturas morfológicas como glândulas secretoras e pêlos vesiculares (FERNANDES et al., 2010). As glândulas secretoras eliminam ativamente os sais presentes nas folhas. Devido a suas altas taxas de absorção e acumulação de sais nos tecidos, sobretudo na parte aérea, as halófitas apresentam a habilidade de extrair sais do solo. Foi possível observar que ocorreu maior concentração de Na^+ na Palma Gigante do que na Palma Doce. Já o Cl^- apresentou diferença significativa apenas para a Palma Doce, nos tratamentos que continham o remineralizador e naqueles com matéria orgânica. Mas, foi com a Palma Gigante que esse nutriente alcançou os maiores valores, demonstrando sua tolerância à salinidade presente na solução do solo. Possivelmente essa adaptabilidade da Palma Gigante seja um indicador do por que ela predomina na região, conforme mencionado anteriormente.

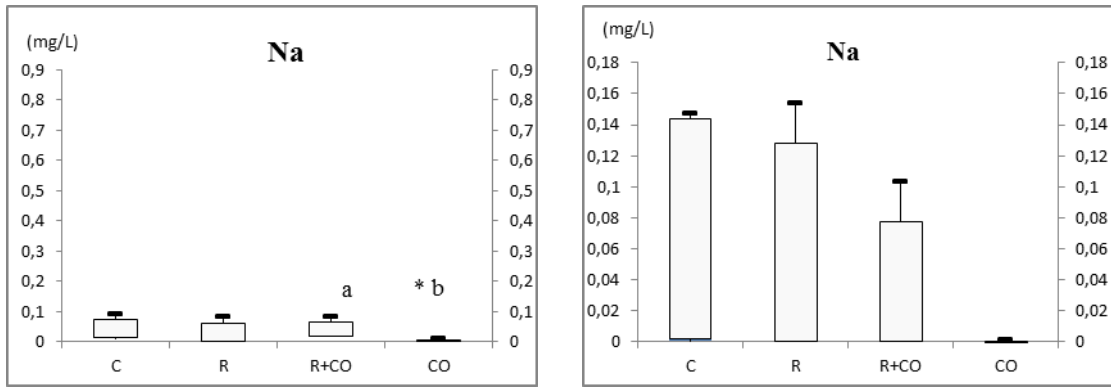


Figura 31 - Concentração de Na (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

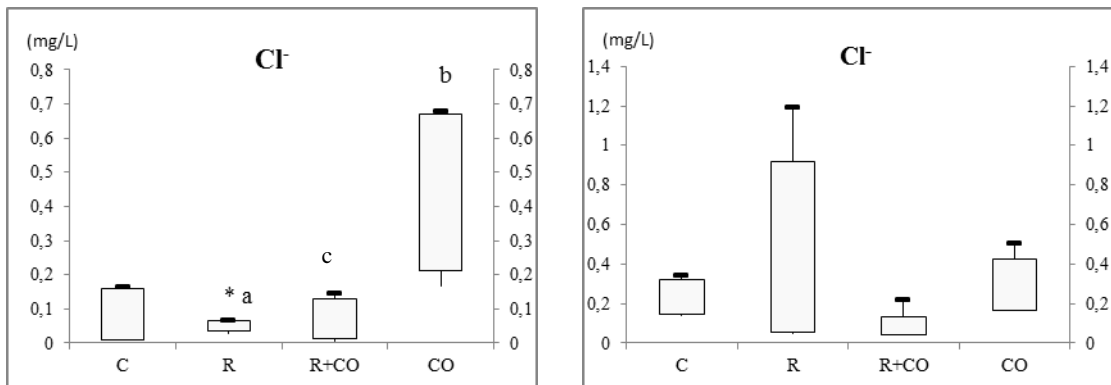


Figura 32 - Concentração de Cl^- (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

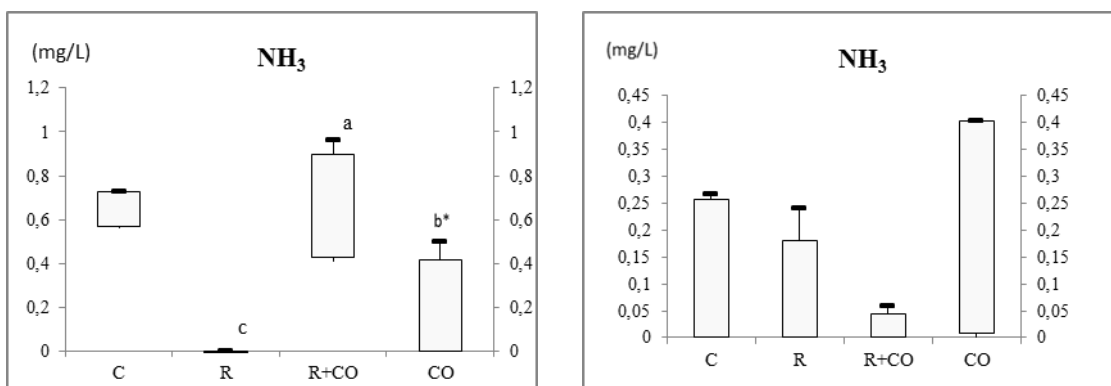


Figura 33 - Concentração de NH_3 (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$).

Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

Já Mg^{2+} não apresentou diferenças significativas para esse nutriente em nenhum dos tratamentos submetidos. (Fig. 34).

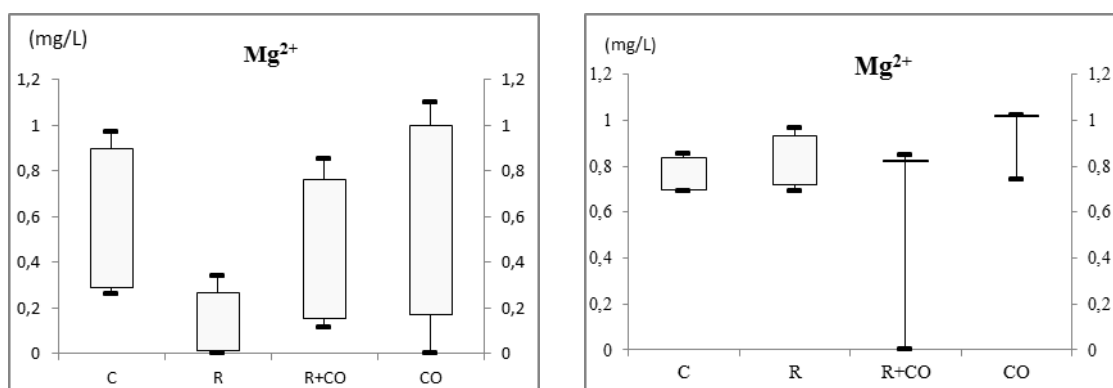


Figura 34 - Concentração de Mg^{2+} (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

A Palma Doce apresentou os maiores concentrações de Ca^{2+} (Figura 35), mostrando diferenças significativas em todos os tratamentos, exceto para as parcelas controle, evidenciando a influência da alta concentração de Ca^{2+} presente nos remineralizadores e, secundariamente, na água utilizada na irrigação.

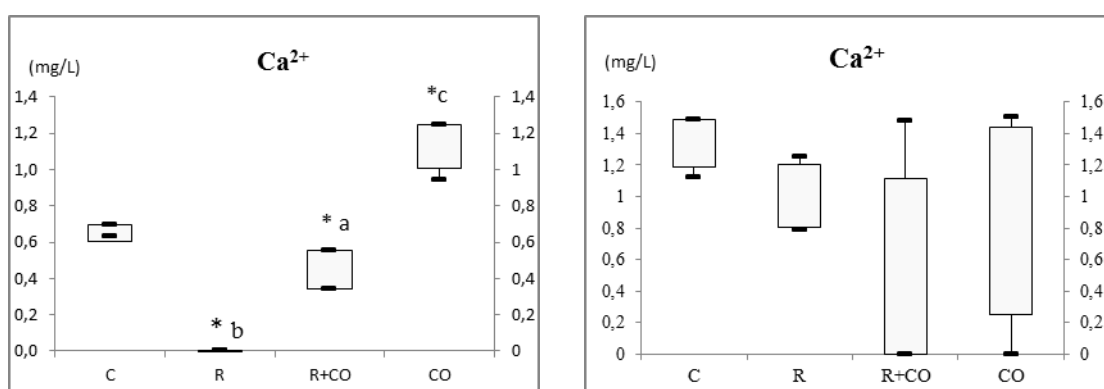


Figura 35 - Concentração de Ca^{2+} (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

Muitas vezes, a tolerância à salinidade correlaciona-se positivamente com a concentração de Na^+ e, quando relacionada com elevadas concentrações citoplasmáticas de K^+ , favorece o ajuste osmótico da planta em relação ao ambiente. Além de acumular K^+ , as halófitas sintetizam solutos orgânicos no citoplasma para fazer frente ao baixo potencial osmótico do vacúolo, devido ao excesso de sais (FREIRE et al., 2010). Isso pode ser observado na figura 36, no qual foi possível verificar diferenças significativas nos três tratamentos, exceto controle, para a absorção de K^+ , onde a espécie que apresentou as maiores concentrações de K^+ foi a Palma Gigante.

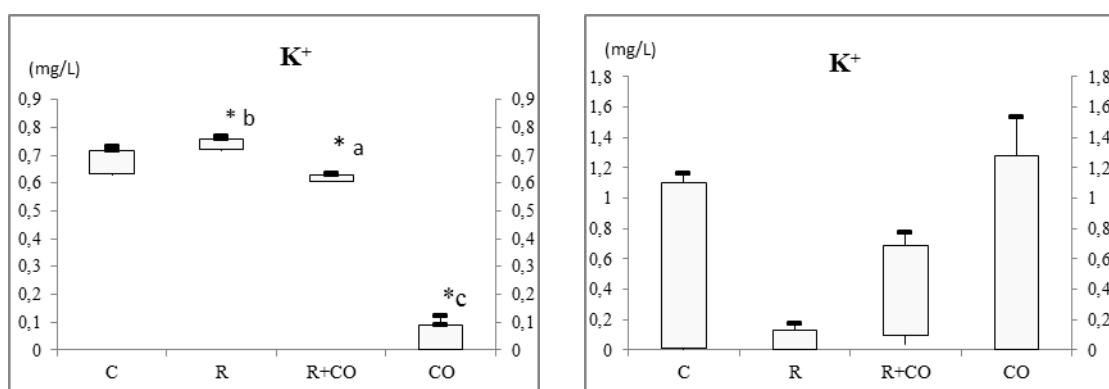


Figura 36 - Concentração de K^+ (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

O flúor (F^-) foi o nutriente que apresentou diferenças estatísticas significativas tanto no tratamento com o remineralizador como no tratamento com remineralizador + composto orgânico, onde aparentemente os tratamentos não tiveram influência sobre a absorção desse nutriente pelas plantas, observando-se os valores dos demais tratamentos (Figura 37).

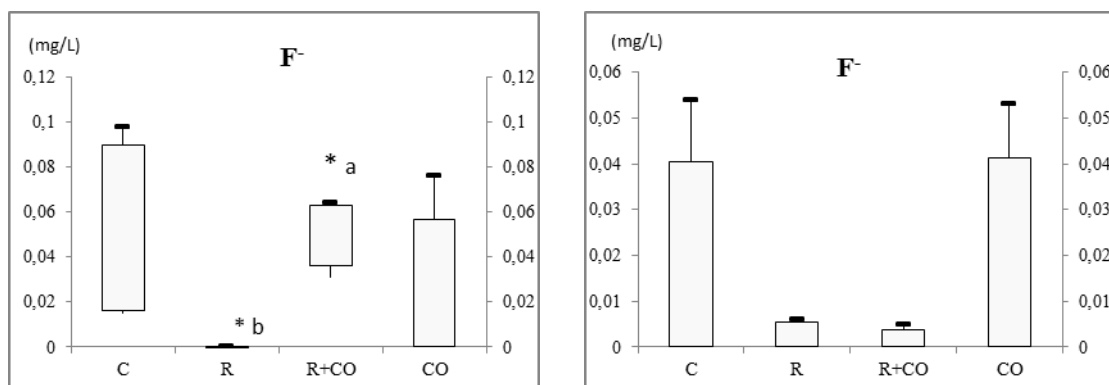


Figura 37 - Concentração de F^- (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

Já o NO_3^- e o SO_4^- (Fig. 38 e 39) não apresentaram diferenças significativas com relação às concentrações, revelados pela estatística dos dados obtidos através da análise do tecido vegetal, mas a Palma Gigante foi quem apresentou as maiores concentrações nesses compostos.

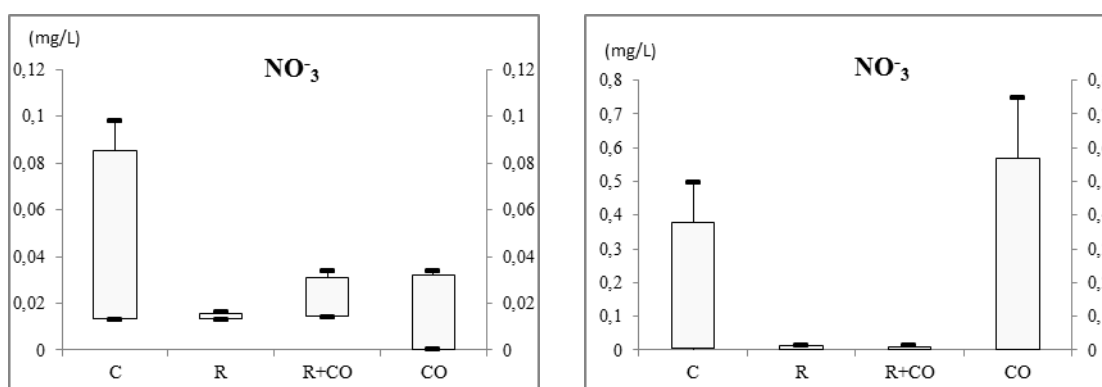


Figura 38 - Concentração de NO_3^- (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

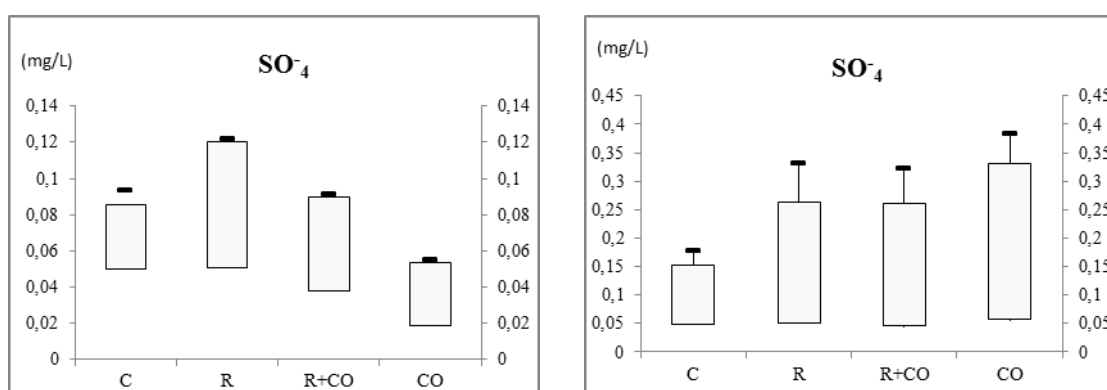


Figura 39 - Concentração de SO_4^- (mg/L) contidos no tecido vegetal das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

4.7.2 Lignina e celulose

Concentrações de Lignina e Celulose estão ligadas diretamente com a construção do tecido vegetal da espécie analisada. A celulose é o principal componente da parede celular da fibra e a lignina é responsável pela proteção contra a ação de microrganismos, e também pela resistência mecânica (quanto mais lignina, mais resistente), além de função essencial de auxiliar no transporte de nutrientes, água e metabólitos.

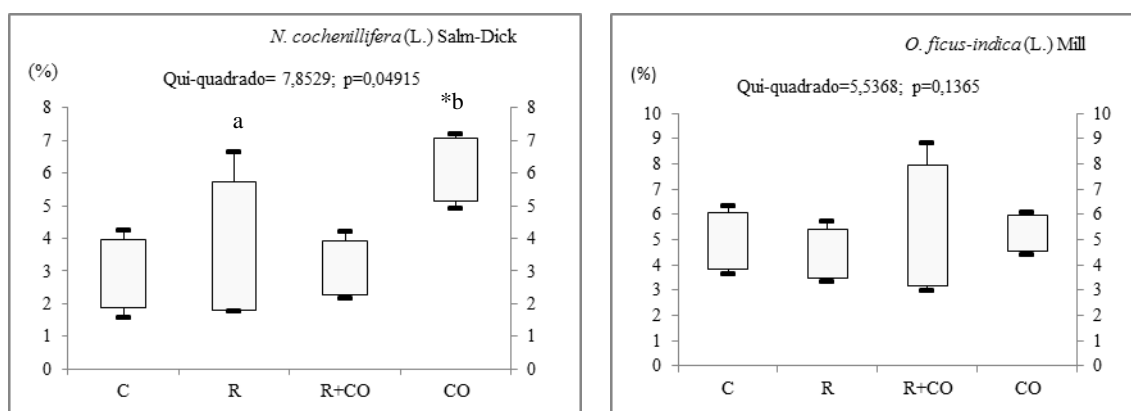


Figura 40 - Concentração (%) de lignina contida no tecido vegetal das espécies de palma forrageira, sabendo-se que o símbolo (*) indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

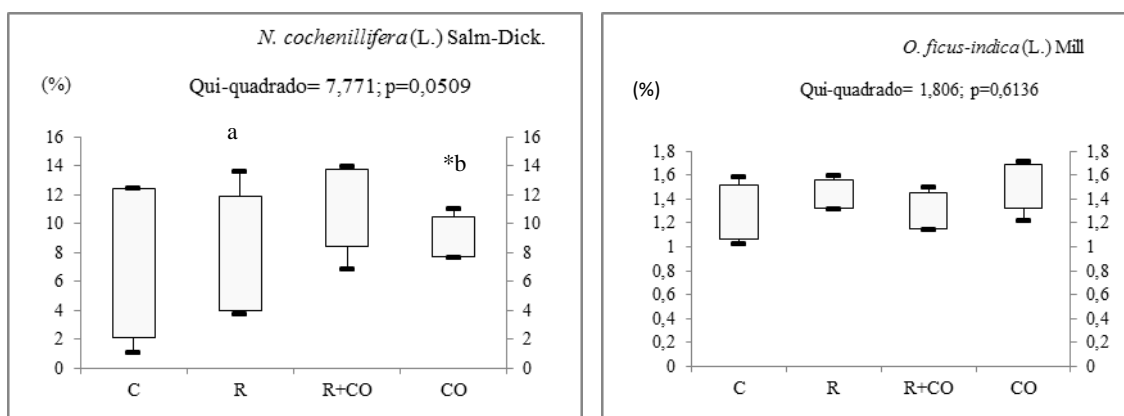


Figura 41 - Concentração (%) de celulose contida no tecido vegetal em massa seca das espécies de palma forrageira sabendo-se que o símbolo (*) indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

A análise das concentrações de lignina e celulose apresentaram diferenças significativas entre tratamentos apenas para a Palma Doce (Fig. 40 e 41), espécie que apresentou valores superiores aos adquiridos por Cavalcante et al. (2014), que realizou plantio de Palma Doce em diferentes adensamentos com outras espécies de palma forrageira num período de dois anos. Com o aumento da densidade de plantio, a planta tende a diminuir a quantidade de cladódios emitidos e seus tamanhos, porém, agora a planta enfrenta menor competição de nutrientes, em termos de número de cladódios, e, assim, esses passam a ser mais estruturados. Quando a densidade de cultivo ultrapassa 40.000 plantas ha⁻¹, o teor de lignina diminui, pois agora os cladódios são menores (CAVALCANTE et al., 2014).

4.7.3 Fenóis totais

Observar a concentração de fenóis totais nos tecidos vegetais é essencial para o entendimento dos mecanismos de defesa que as plantas utilizam para se protegerem contra ataque de patógenos, deficiência nutricional ou influências do ambiente, como falta ou excesso de água, ventos e/ou chuvas fortes. Quanto maior for essa concentração, maior o estado de fragilidade dessa planta, a não ser que esse seja um fator intrínseco da espécie, o que não é o caso das espécies em análise.

A Figura 42 revela os resultados relativos à concentração de fenóis totais obtidos em laboratório, onde à direita encontram-se as concentrações obtidas para a Palma Gigante e à esquerda os valores obtidos para a Palma Doce, sabendo-se que o símbolo (*) indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, p<0,05). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, p<0,05).

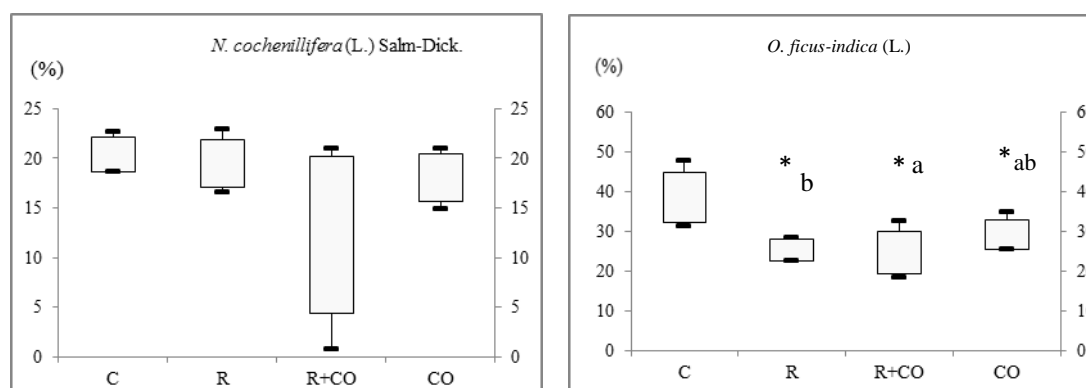


Figura 42 - Concentração (%) de fenóis totais contidos no tecido vegetal em massas seca das espécies de palma forrageira. O * indica diferenças significativas entre tratamento Controle (Kruskal Wallis, $p < 0,05$). Letras diferentes indicam diferenças entre tratamentos (Mann Whitney, $p < 0,05$). Onde: C=Controle; CO=Composto Orgânico; R= Remineralizador; R+CO= Remineralizador e Composto Orgânico.

Foi possível verificar diferença significativa apenas para Palma Gigante em todos os tratamentos, quando comparados ao controle, mesmo esse tratamento apresentando as maiores concentrações de fenóis totais. Isso ocorreu, provavelmente porque no tratamento controle, a oferta de nutrientes no solo foi menor que nos demais tratamentos e, por isso, a planta precisou produzir mais fenóis para sua defesa, uma vez que, quando ocorre a deficiência nutricional, as plantas ficam mais propícias ao ataque de patógenos e para buscar proteção e defesa, aumenta a produção de fenóis. Esses resultados vão de acordo com a Teoria da Trofobiose, que determina que as plantas que não conseguem obter a quantidade de nutrientes necessários para o seu desenvolvimento, tendem a sofrer ataque de pragas e patógenos, quando comparadas às plantas adubadas em concentrações adequadas. As plantas mal manejadas (quando o solo está pobre em nutrientes ou quando adubado com agrotóxicos em geral) aumentam a produção da proteossíntese, que resultam num incremento de aminoácidos livres e na formação de toxinas que servem como alimento para os patógenos, favorecendo sua proliferação (CHABOUSSOU, 1987).

4.8 Resultados da análise da água

O enquadramento das águas subterrâneas dar-se-á de acordo com as normas e procedimentos definidos pelo Conselho Nacional de Recursos Hídricos - CNRH e Conselhos Estaduais de Recursos Hídricos, observadas as diretrizes ambientais, e lista de parâmetros com maior probabilidade de ocorrência em águas subterrâneas, seus respectivos Valores Máximos Permitidos (VMP) para cada um dos usos considerados como preponderantes e os limites de quantificação praticáveis (LQP), considerados como aceitáveis para aplicação da Resolução 369/2008 do CONAMA (Anexo III).

As Tabelas 9 e 10 revelam os resultados da análise utilizada na irrigação da área da pesquisa realizada na Comunidade Lajedão dos Mateus. A Tabela 9 mostra a quantidade de cátions contidos na água, onde o Na (33,523mg/L) e o K (2,093mg/L) apresentaram LQP's abaixo do que foi estabelecido pela resolução (51,79mg/L e 8,3mg/L, respectivamente). Porém, os cátions de Mg e Ca apresentaram os valores

acima dos Limites de Quantificação Praticáveis (LQP) estipulados pela resolução, mas não superaram os níveis máximos permitidos.

Tabela 9 - Resultado da análise da água, coletada em Julho/2016, realizada pela CAESB para extração de cátions (Na, NH₄, K, Mg, Ca) em mg/L.

Componente	Concentração (mg/L)
Sódio	33,523
Amônia	-0,118
Potássio	2,093
Magnésio	55,296
Cálcio	129,740

A Tabela 10 mostra a concentração de ânions (Cl⁻, NO₃⁻, N- NO₃⁻, SO₄²⁻), onde Cl⁻ e NO₃⁻ apresentaram valores bastante superiores aos valores permitidos pela resolução citada acima (49,09mg/L e 0,13mg/L, respectivamente, vide Anexo III).

Tabela 10 - Resultado da análise da água, coletada em Julho/2016, realizada pela CAESB para extração de ânions (Cl⁻, NO₃⁻, N- NO₃⁻, SO₄²⁻) em mg/L.

Componente	Concentração (mg/L)
Cloreto	138,989
Nitrato	33,759
N-Nitrato	7,626
Sulfato	27,329

Percebe-se que a água analisada no laboratório da CAESB apresentou concentrações de Mg, Ca, Cl⁻ e NO₃⁻ acima dos parâmetros de LQP's da Resolução 396/2008 do CONAMA, apresentando excesso de salinidade na água de irrigação. Esse fato influenciou diretamente os resultados obtidos no que se refere à produtividade, composição química do solo e composição química do tecido vegetal das espécies de palma forrageira analisadas na presente dissertação. Segundo Freire & Freire (2007), os sais em excesso prejudicam o crescimento das plantas não só pelos efeitos diretos sobre o potencial osmótico da solução do solo e pelos íons potencialmente tóxicos presentes em elevadas concentrações, mas também pela degradação de algumas propriedades físicas dos mesmos (a longo prazo), reduzindo a infiltração da água, trocas gasosas, crescimento das raízes e, com isso, dificultando o crescimento das plantas.

4.9 Entrevista – Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental

Realizar um Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental numa Comunidade Quilombola, contextualizado numa pesquisa que vise analisar a produtividade de duas espécies de palma forrageira utilizando-se de um remineralizador como insumo agrícola, é no mínimo uma prática contra-hegemônica nas práticas usuais da ciência. Mas neste trabalho perseguiu-se, de forma intensiva, um entendimento mais holístico, ainda que a pesquisa tenha o seu principal objeto voltado para o setor agrícola. Nesse sentido, tentar compreender os processos e os desafios vividos por agricultores familiares quilombolas propicia a construção de um saber mais justo e ativo. Retratar essa Comunidade, que abraçou e se envolveu profundamente com a pesquisa, contribui para tornar aquele povo forte o suficiente para ver em si, um fator importante não apenas como ser político, cidadão, mas, também, ator essencial na agricultura brasileira. Em certa medida, esse grupo de agricultores tende a torna-se capaz não apenas de produzir alimentos, mas, também, de reconhecer seu papel na conservação dos recursos naturais.

Comparando-se com os dados atuais aos obtidos no projeto APACA, foi possível averiguar que desde 2006, 100% dos agricultores participam da cooperativa da Comunidade. Recentemente esta participação e luta por direitos resultou no seu reconhecimento, pela Fundação Palmares, como Comunidade Quilombola.

Ainda com relação à comparação dos dados, verificou-se que cresceu o número de mulheres que desempenham a função de chefes de família na Comunidade. Em 2006, havia sido constatado que os homens eram maioria, somando 55% dos chefes de família. Entretanto, em 2016, 68,41% das mulheres exercem este papel (Fig. 43).

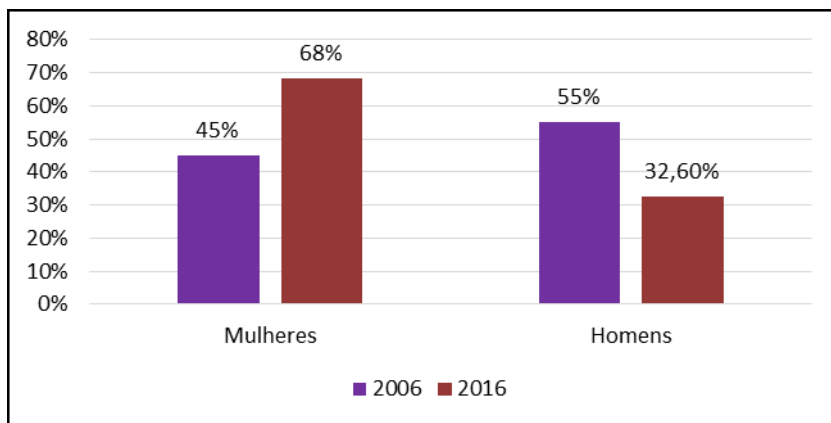


Figura 43 – Número de mulheres e homens em 2006, diagnosticado pelo Projeto APA, e, os dados atuais de 2016.

Elas agora cuidam não apenas dos afazeres domésticos e da criação dos filhos, mas, também, estão cada vez mais ativas nos trabalhos do campo, ainda que encontrem pouco ou nenhum espaço entre as lideranças para a participação na tomada de decisão da Comunidade. Nesse contexto, a elaboração de políticas públicas que viabilizem o acesso dessas mulheres aos meios de produção poderá converter-se em uma ação que facilite a permanência das famílias no campo, de forma que elas consigam não apenas produzir o seu alimento, mas que também incentive e crie mecanismos voltados para a geração de renda, o que, por certo, garantirá o seu empoderamento. Mas é fundamental que essas mulheres encontrem formas de ocupar os espaços de poder dentro do contexto decisório de sua própria Comunidade, para que suas aspirações e necessidades sejam consideradas e priorizadas. Somente tendo voz, poderão ser escutadas e consideradas.

O nível de escolaridade aumentou em 17,63%, provavelmente, reflexo da continuidade na participação de programas sociais do Governo Federal, onde em 2016, 59,90% da comunidade mencionou que recebe algum tipo de benefício (Bolsa Família, PRONAF e aposentadoria rural). Outros programas sociais também auxiliaram na ampliação de conquistas. Em 2006 havia apenas um caso de acesso ao PRONAF e, em 2016, 26,31% informaram que acessaram esse Programa, o que induz ao aumento da renda derivada de atividades agrícolas, para o plantio do milho, feijão, mamona, palma forrageira e frutas (Fig. 44). Ainda que tenha aumentado a renda e o acesso a programas de incentivo à agricultura, os agricultores declararam que não fazem uso de fertilizantes químicos durante esses anos.

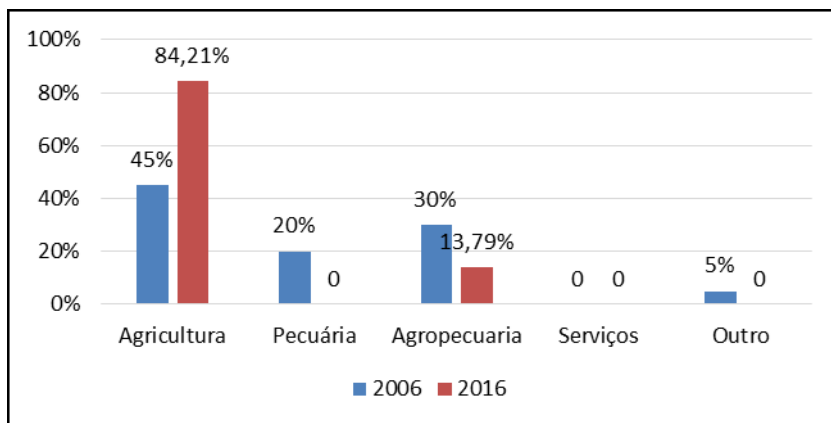


Figura 44 - Atividade econômica nos dois períodos (2006 e 2016).

A renda mensal da Comunidade aumentou (Fig. 45) e atualmente a maioria das famílias recebe até um salário mínimo por mês, contra $\frac{1}{2}$ salário aferido em 2006. Nas entrevistas de 2016 foi constatado que mais da metade da comunidade (52,63%) possui alguém da família que executa trabalhos temporários em outra cidade como fonte complementar de renda. Pode-se perceber, por meio da pesquisa, que apesar do incremento, alcançado pelas famílias nos últimos 10 anos, essa melhora não impediu que vários de seus membros migrassem para a cidade em busca de outras condições de trabalho, não necessariamente melhores do que tinham na Comunidade. A redução do número de famílias de 30 para 19 retrata este aspecto.

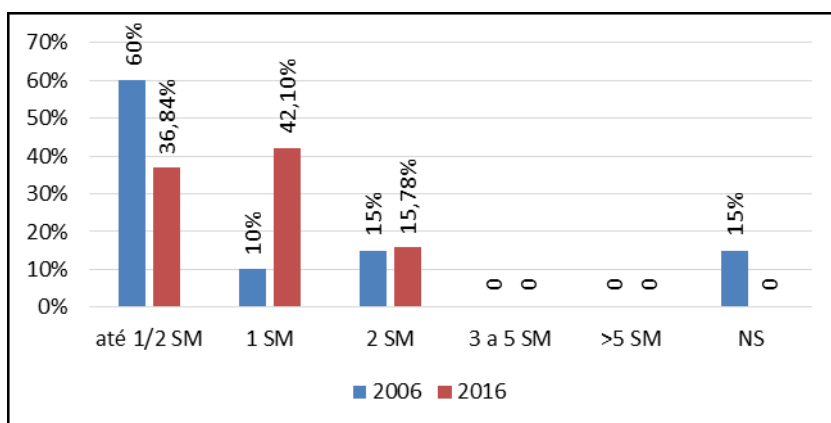


Figura 45 - Nível de renda nos dois períodos (2006 e 2016), onde SM: salários mínimos.

Quando questionados sobre os resultados observados na pesquisa com a rochagem e a palma forrageira realizada em 2016, 100% dos agricultores acharam positiva a intervenção e adição do remineralizador no policultivo. Nas perguntas

abertas, os moradores da comunidade declararam que o projeto ampliou as oportunidades com relação às formas de cultivo da palma e o conhecimento sobre os remineralizadores da região. Informaram que pretendem estender o uso do pó de rocha em outras culturas. Para os moradores da Comunidade, o trabalho desenvolvido possibilitou a união e engajamento dos agricultores nos trabalhos coletivos e sugeriram a expansão da área experimental, para outras partes da comunidade. Mencionaram ainda, que gostariam que as palmas colhidas fossem doadas para outras comunidades, para que haja áreas maiores de palmal na região o que possibilitaria uma rede de troca dessa cultura em fases de dificuldade financeira e de déficit hídrico. Essa afirmativa indica apropriação do conhecimento da importância da palma forrageira para essa e outras comunidades, assim como das técnicas utilizadas para o seu cultivo.

Por meio das respostas às questões abertas, a pesquisa também constatou que a assistência técnica existente hoje na região é conduzida segundo os preceitos da agricultura convencional, que, de modo geral, atende pouco aos recursos e necessidades que os agricultores. Ela é feita de forma esporádica e, segundo informação dos agricultores, não ocorre um acompanhamento de longo prazo. Isso prejudica não apenas o aprendizado e troca de saberes entre os agricultores e extensionistas com relação à inovação e às práticas, bem como não facilita a obtenção de produção de alimentos em níveis satisfatórios. Essa conduta vem sendo modificada para aplicação dos pressupostos da agroecologia, mas muito ainda deve ser feito, especialmente nos trabalhos de Assistência Técnica Rural no semiárido baiano. Isso não só do ponto de vista dos insumos agrícolas, mas, também sobre sistemas de produção, cultivo e armazenamento de sementes, organização das épocas de plantio, manejo e colheita, para um trabalho cada vez mais eficiente no campo.

Para finalizar, as mulheres sugeriram que na expansão do projeto haja um envolvimento maior das mulheres nos trabalhos e decisões acerca da escolha das cultivares e trabalhos realizados no campo.

CONCLUSÃO

O desafio imediato da atual geração é transformar a agricultura industrial a partir de uma transição dos sistemas alimentares para que eles sejam crescentemente menos dependentes dos combustíveis fósseis. Mas, muito além de uma transição em direção a um modelo de produção menos intensivo no uso de insumos sintéticos, o que a sociedade contemporânea necessita é de um paradigma de desenvolvimento agrícola que incentive formas de agricultura mais ecológicas, diversificadas, sustentáveis e socialmente justas.

Positivamente, hoje existem diversas iniciativas no mundo e, especialmente no Brasil, como é o caso do uso de materiais geológicos disponíveis regionalmente - os remineralizadores. A tecnologia da rochagem, juntamente com os princípios relativos à agroecologia, vem se fortalecendo, promovendo uma agricultura ecológica, a produção de alimentos saudáveis, seguros e culturalmente diversos e a criação de circuitos locais de distribuição e comercialização.

No caso específico dessa pesquisa, pode-se averiguar que os resultados obtidos para a produtividade da Palma Doce e da Palma Gigante indicam que o uso dos remineralizadores comporta-se como um tipo de insumo adequado para melhorar a fertilidade dos solos e, assim, favorecer produtividade agrícola mais expressiva. Ambas as cultivares de palma forrageira testadas nessa pesquisa apresentam resultados bastante animadores em termos de produtividade, em especial quando comparadas com aquelas obtidas para outras áreas na região do semiárido.

Ainda que o uso do sistema de policultivos possa ter potencializado os resultados, por conta da sinergia entre a circulação de fluidos no espaço solo-planta, o uso dos remineralizadores associados a compostos orgânicos favoreceu o aumento da produtividade e da sanidade das plantas. Conclui-se, portanto, que, o uso desse tipo de insumo, quando aliado a uma fonte de matéria orgânica (no caso, esterco bovino compostado) mostrou-se capaz de viabilizar o aumento da produção anual da palma. Além disso, a irrigação e os tratamentos de manejo foram fatores que também tiveram forte influência nos resultados.

De modo geral, a produtividade obtida no experimento conduzido na presente pesquisa superou a produtividade regional, onde os insumos são escassos, sendo os remineralizadores uma importante ferramenta para o incremento na produção do agricultor do semiárido.

É provável, que os resultados de produtividade a serem obtidos na segunda e terceira safras confirmem o grande potencial da associação organo-mineral para facilitar a obtenção de produtividades expressivas, quando comparadas ao sistema de adubação convencional. Essa hipótese baseia-se no pressuposto de que os nutrientes (macro e micro) estarão presentes de forma ainda mais disponível até o quinto ano, após ser aplicado, segundo resultados obtidos em pesquisas anteriores.

No que se refere à água utilizada na irrigação, é fundamental que se destaque a influência deste componente essencial para o pleno desenvolvimento das plantas. Ainda que ela tenha apresentado altos índices de salinidade, o que por certo, também impactou em diversos processos no solo e nas plantas, sua presença e a alta quantidade de nutrientes também contribuiu para o aumento da produtividade, especialmente, porque esta região padece de uma forte escassez hídrica.

Outro aspecto importante percebido a partir dos resultados é que a palma forrageira comporta-se como uma planta fitorremediadora, no que se refere à salinidade do solo. Caso estudos futuros confirmem esse pressuposto, pode-se prever um uso mais extenso desta cultivar para amenizar um dos grandes problemas da agricultura tropical, relacionada a salinização dos solos, em especial, na região nordeste do Brasil. A fitorremediação é uma eficiente estratégia de recuperação de solos salinos e sódicos - tanto pela remoção de sais quanto pela melhoria da estruturação do solo e incremento da atividade biológica quando as plantas são introduzidas em áreas sem cobertura vegetal. Elas também colaboraram positivamente dentro do contexto do policultivo, facilitando a redução da salinidade do solo e incrementado, assim, a capacidade de absorção de nutrientes por outras espécies agrícolas cultivadas no sistema. Mesmo que a salinidade possa ter afetado alguns processos relativos à disponibilidade de nutrientes no solo, o resultado das análises de fertilidade mostraram diferenças significativas do ponto de vista de oferta dos principais nutrientes, como P, K, Ca e Mg, bem como provavelmente favoreceram a redução na disponibilidade do Fe.

Além disso, as análises relativas ao teor de nutrientes dos cladódios apresentaram diferenças na forma de absorção de nutrientes para cada espécie, destacando-se o Ca, NH₃, e o K para a Palma Doce. Já para a Palma Gigante essa

diferença não foi confirmada pelo método estatístico utilizado, o que revela a baixa exigência nutricional dessa espécie e sua adaptação aos solos do semiárido.

A análise temporal do Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental auxiliou na construção do conhecimento holístico sobre a vocação da aplicação desse estudo na Comunidade Lajedão dos Mateus. Aprofundar o conhecimento a respeito da realidade da Comunidade, seja do ponto de vista produtivo, seja do ponto de vista socioeconômico, facilitou a apreensão de diversas necessidades e conhecimentos associados à cultura da Comunidade. Propiciou, ainda, a percepção de que as políticas públicas devem ser direcionadas às mulheres, que hoje são maioria nessa Comunidade (assim como o são em diversas outras comunidades rurais do País).

Ainda que tenha havido o aumento da renda recebida por família em 100% nos últimos dez anos (de meio para até um salário mínimo), não impediu que parte dos pais ou jovens do sexo masculino precisassem buscar trabalho em outras cidades (em especial nas lavouras de café de Minas Gerais e São Paulo), e assim acabassem por abandonar o trabalho na Comunidade. Porém, os benefícios sociais fizeram e ainda fazem diferença na vida dessas famílias. É através desses benefícios que uma parte dos agricultores resiste no trabalho na terra e, mantêm os seus filhos na escola, aumentando assim o nível de escolaridade dos moradores dessa Comunidade nos últimos 10 anos. O Diagnóstico de 2016 revelou que os moradores desejam permanecer na Comunidade, direcionando sua vida para a produção de alimentos. Muitos responderam que a pesquisa auxiliou na união dos agricultores, que estavam desacreditados, por conta da falta de recursos e apoio para o trabalho.

Essa condição reforça ainda mais a necessidade de aplicar práticas agroecológicas aliadas ao uso de fontes de insumos naturais e disponíveis regionalmente/localmente, como é o caso do remineralizador utilizado, sinalizando para uma mudança na forma de produção rural, que deve vir aliada a uma visão que contemple a observação da capacidade de suporte dos agroecossistemas, a troca de conhecimentos científicos e empíricos (troca de saberes) e com um manejo que visa mais o solo do que a necessidade nutricional específica das plantas. Esse fato é compatível ao que foi observado no Diagnóstico Socioeconômico e Ambiental, que conduziu a pesquisa a um olhar também holístico sobre a compreensão do solo e os

sistemas de cultivo, compreendendo a necessidades de troca e aplicação de novos e velhos conhecimentos na Comunidade.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Para além de resultados científicos, os quais são importantes, o grande desafio para o futuro com respeito a essa pesquisa, é tornar a área experimental um local de conquistas e de troca de conhecimentos e aprendizados da Comunidade. Esses resultados podem desencadear uma nova forma de uso e ocupação do solo, sendo as espécies de palma forrageira e demais culturas inseridas no policultivo uma nova forma de convivência da Comunidade com a escassez hídrica, típica da região do semiárido da Bahia. Espera-se que as famílias que participaram dessa pesquisa incorporem e adaptem os novos conhecimentos ao potencial e diversidades dos sistemas de policultivos, fortalecendo e promovendo uma agricultura ecológica, a preservação dos seus meios de vida, a produção de alimentos saudáveis, seguros e diversos, fomentando cada vez mais a criação de circuitos locais de distribuição e comercialização de alimentos.

Mas para além das mudanças em meio aos agricultores é necessário que o poder público promova políticas de incentivo a essas iniciativas por meio de ações de Extensão Rural, capacitações e apoios financeiros. A mudança pode ser uma opção dos agricultores, mas ela precisa de suporte de políticas públicas que afirmem a sua manutenção e reprodução.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAHAM, C. T; SINGH, S. P. Weed management in sorghum legume intercropping systems. *Journal of Agriculture Science*, n. 103. P.103-105. 1984
- ALBUQUERQUE, S. G.; RAO M. K. Espaçamento da palma forrageira em consórcio com sorgo e feijão-de-corda no sertão pernambucano. *Rev. Bras. Zootec.* V.26. n.4 p.645-650; 1997.
- ALBUQUERQUE, S.S.C. Utilização de diferentes fontes de proteína e palma forrageira cv gigante na suplementação de vacas leiteiras mantidas em pasto diferido. Recife: UFRPE. Dissertação (Mestrado em Zootecnia) Universidade Federal Rural de Pernambuco, 76 p. 2000.
- ALMEIDA, J., PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. S. Caracterização do sistema de produção e utilização da palma forrageira na região semiárida do estado da Bahia. *Enciclopédia Biosfera, Centro Científico Conhecer, Goiânia*, v.8, n.15, p.399, 2012.
- ALTIERI, M. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. *Expressão Popular*. São Paulo, 3ª Edição, 2002.
- ARAÚJO FILHO, J. T. Efeitos da adubação fosfatada e potássica no crescimento da palma forrageira (*Opuntia ficus-indica* Mill.) - Clone IPA -20. 78f. Dissertação (Mestrado em Zootecnia). Universidade Federal Rural de Pernambuco, Recife, PE. 2000.
- BANTILAN, R. T; PALADA, M. C., HARWOOD, R. R. Integrated weed management. I. Key factors affecting crop-weed balance. *Philippine Weed Sci. Bull.*; n. 1, p. 14-36, 1974.
- BARBERA, G.; INGLESE, P.; PIMIENTA-BARRIOS, E. (Eds.). *Agroecologia, cultivos e usos da palma forrageira*. Paraíba: SEBRAE/PB, 216 p. 2001.
- BARDIN, L. *Análise de conteúdo*. São Paulo: Edições 70, 229 p. 2011.
- BÄRLOCHER, F. & GRAÇA, M.A.S. Total phenolics. In: Graça, M.A.S.; Bärlocher, F. & Gessner, M.O. (eds), *Methods to Study Litter Decomposition: A Practical Guide*, 97-100. Springer. The Netherlands. 2005.
- CAETANO, L.C.S.; FERREIRA, J.M.; ARAÚJO, M.L. de. Produtividade de cenoura e alface em sistema de consorciação. *Horticultura Brasileira*, Brasília, v.17, n.2, p.143-146, 1999.
- CÂMARA, R. H. *Análise de conteúdo: da teoria à prática em pesquisas sociais aplicadas às organizações*. Gerais: Revista interinstitucional de Psicologia, 6, jul-dez, p. 179-191. 2013.
- CAMPE, J. *The Potential of Remineralization as a Global Movement*. Anais. II Congresso de Rochagem. Poços de Caldas, Minas Gerais. ISBN: 978.85.8179.061-9, 399p. 2013.

CAPORAL, F. R. Agroecologia, uma nova ciência para apoiar a transição a agriculturas mais sustentáveis. Brasília, DF. 30 p. 2009.

CARVALHO, A. M. X. & CARDOSO, I. Rochagem e suas interações no ambiente do solo: contribuições para aplicação em agroecossistemas sob manejo agroecológico. Tese de Doutorado. Viçosa, Minas Gerais. 2012.

CAVALCANTE, L. A.; SANTOS, G. R. A.; SILVA, L. M.; FAGUNDES, J. L.; SILVA, M. A. Respostas de genótipos de palma forrageira a diferentes densidades de cultivo. E-ISSN1983-4063 – www.agro.ufg.br/pat - Pesq. Agropec. Trop., Goiânia, v.44, n.4. p. 424-433, out/dez 2014.

CHABOUSSOU, F. Plantas doentes pelo uso de agrotóxicos: a teoria da trofobiose. 2 ed. Porto Alegre: L & PM, 256 p. 1987.

CHIACCHIO, F. P. B.; MESQUITA, A. S.; SANTOS, J. R. Palma forrageira: uma oportunidade econômica ainda desperdiçada para o Semiárido baiano. Revista Bahia Agrícola. Salvador. Bahia: SEAGRI/BA. v. 7, n. 3, p.39-49, nov./2006.

COELHO, F.C.; FREITAS, S. de P.; RODRIGUES, R. et al. Manejo de plantas daninhas e sistema de consórcio na cultura do quiabeiro: produtividade e qualidade de frutos. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 40. São Pedro, Resumos..., Brasília: SOB/FCAV-UNESP, v. 18, n.2, p.587-588. 2000.

CONAMA, nº 396 de 03 de Abril de 2008. <Disponível em: <http://portalpnqa.ana.gov.br/Publicacao/RESOLU%C3%87%C3%83O%20CONAMA%20n%C2%BA%20396.pdf>>. 2008

CPRM, Mapa da Geodiversidade da Bahia, Disponível em: http://www.cprm.gov.br/publique/media/geodiversidade_bahia.pdf . 2006.

CORDELL, D., DRANGERT, J. O.; WHITE S. The story of phosphorus: Global food security and food for thought. Global Environmental Change. p. 292-305, 2009.

CORREIA JR, F. C.; VASQUEZ, M. L. Potencial para rochagem de rochas sedimentares na bacia do amazonas no Pará. Anais. II Congresso Brasileiro de rochagem. Poços de Caldas, Minas Gerais, 399p. 2013.

CUNHA, M.V.; SANTOS, D.C.; SILVA, M.C. et al. Características agronômicas de genótipos de palma forrageira (*Opuntia* e *Nopalea*) no semi-árido de Pernambuco. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 45, Lavras, Anais ... SBZ, Lavras, 2008.

DECHEN, A.R.; HAAG, H.P.; CARMELLO, Q.A.C. Funções de micronutrientes nas plantas. In: FERREIRA, M.E.; CRUZ, M.C.P. (eds.). *Micronutrientes na agricultura*. Piracicaba: POTAFOS/CNPq, p.65-78. 1991.

DUBEUX JÚNIOR, J.C.B.; SANTOS, M.V.F. dos; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; FARIAS, I.; LIMA, L.E.; FERREIRA, R.L.C.; Productivity of *Opuntia ficus-indica* (L) Miller under different N and P fertilization and plant population in north- east

- Brasil. Journal of Arid Environments, v. 67, n. 3, p. 357-372, 2006.
- EMBRAPA, Manual de análises químicas dos solos, plantas e fertilizantes. 2ª Edição revista e ampliada. Brasília – DF. 2009
- EMBRAPA, Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 3ª Edição. Revista e ampliada. Brasília, DF. 353p. 2013.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas. Londrina: Editora Planta. 403p, 2006.
- FABRÈGUES, B. P, Los cactéos forragêres dans Nord-Est brésiliens (Etude ecologique). Paris: Ministère de Affanes. Etrangeres, 80 p. 1966.
- FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, D.C. dos; TAVARES FILHO, J.J.; SANTOS, M.V.F. dos; FERNANDES, A. de P.M.; SANTOS, V.F. de. Manejo de colheita e espaçamento da palma forrageira, em consórcio com sorgo granífero, no agreste de Pernambuco. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 35, n. 2, p. 341-347, 2000.
- FARIAS, I; SANTOS, D.C. dos; DUBEUX JR., J.C.B. Estabelecimento e manejo do palmar. In: MENEZES R. S. C.; SIMÓES, D.A.; SAMPAIO, E. V. S. B. A palma do Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 81-88. 2005.
- FARIAS, S. G. G. Estresse osmótico na germinação, crescimento e nutrição mineral de glicirídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.)). 61f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2008.
- FERNANDES, T.A.G.; LIMA, J.E. Uso de análise multivariada para Identificação de sistemas de produção. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.26, n.10, p.1823-1836, 1991.
- FERNANDES, P.D.; GHEYI, H. R.; ANDRADE, E. P.; MEDEIROS, S. S. Biossalinidade e produção agrícola. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, 472p. 2010.
- FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J. Fertilidade do solo e seu manejo em solos afetados por sais. In: Novais, R. F.; Alvarez V., V. H.; Barros, N. F.; Fontes, R. L. F.; Cantarutti, R. B.; Neves, J. C. L. (ed.). Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, cap.16, p.929-954. 2007.
- FREIRE, M. B. G.; SOUZA, E. R.; FREIRE, F. J. Fitorremediação de solos afetados por sais. In: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F. Manejo da salinidade na agricultura. Fortaleza, INCT Sal, 472p. 2010.
- GALIZZI, F. A., FELKER P., GONZALEZ, C.; GARDINER D. Correlations between soil and cladode nutriente concentrations and fruit yield and quality in cactus pears, *Opuntia ficus indica* in a traditional farm setting in Argentina. Journal of Arid Environments. 59 (2004) p. 115–132. [2004](#).
- GIULIETTI, A. M. et al. Diagnóstico da vegetação nativa do bioma Caatinga. In: SILVA, J. M. C.; TABARELLI, M.; FONSECA, M. T.; LINS, L. V. (Org.). *Biodiversidade da caatinga: áreas e ações prioritárias para a conservação*.

Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, Universidade Federal de Pernambuco, 382 p. 2003.

GLIESSMAN, S. R. Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável. Porto Alegre: UFRGS, 2000.

GUIMARÃES, D. Contribuição aos estudos dos Tufos da mata da Corda. Instituto de Tecnologia Industrial. Minas Gerais, p. 31, 1955.

ILCHENKO, W & GUIMARÃES, D. Sobre a utilização agrícola dos sienitos nefelínicos do Planalto de Poços de Caldas. MG. Inst. Tecn. Avulso. 15. 16p, 1953.

JAMA, B. E VAN STRAATEN, P. Potential of East African phosphate rock deposits in integrated nutrient management strategies. Academia Brasileira de Ciências. *Anais*. Rio de Janeiro/RJ. v.78 n.4 p. 735 – 748. 2006.

JOHNSON, D. H. The insignificance of statistical significance testing. *J. Wildl. Manage.* p. 763-772. 1999.

KIESLING, R. Cactáceas de la Argentina promissórias agronomicamente. 2001. Disponível em <http://www.Jpacd.org>. Consultado em 09 de junho de 2015.

KULAIIF, Y.; FERNANDES, F. R. C. Panorama dos agrominerais do Brasil: atualidade e perspectiva. In: Agrominerais do Brasil. Cap.1. p. 01-21. 2010.

LAL, R. Soil erosion as a constraint to crop production. In: Priorities for Alleviating Soil-related Constraints to Food Production in the Tropics. Philippines IRRI, 1980.

LEONARDOS, O. H., FYFE, W.S.; KRONBERG, B.I. Rochagem: o método de aumento da fertilidade em solos lixiviados e arenosos. *Anais 29 Congresso Brasileiro de Geologia*, Belo Horizonte. p.137-145. 1976.

LEONARDOS, O.H., FYFE, W.S. & KRONBERG, B. I. The Use of Ground Rocks in Laterite Systems: an Improvement to the Use of Conventional Soluble Fertilizers. *Chemical Geology*, n. 60, p. 361 - 370. 1987.

LEONARDOS, O.H. H., THEODORO, S. H. Fertilizer tropical soils for sustainable development. *Proceedings. International workshop on Science for Sustainable development in Latin America and Caribe*. Rio de Janeiro. *Academia Brasileira de Ciência*. p. 143 - 153. 1999.

LEONARDOS, O. H., THEODORO, S. H., ASSAD, M. L., Remineralization for sustainable agriculture: A tropical perspective from a Brazilian viewpoint, *Nutrient Cycling in Agroecosystems*, 56, p.3-9, 2000.

LINDSAY, W. L. Inorganic phase equilibria of micronutrientes in soil. In: MORTEVEDT, j. j.; GIORDANO, P. M. & LINDSAY, W. L., eds. *Micronutrientes in agriculture*. Madison, Soil Science Society of America, p.41-57. 1972.

LIEBMAN, M. Ecological suppression of weeds in intercropping systems a review. In:

ALTIERI, M. A.; LIEBMAN, M. Weed Management in Agrossystems: ecological approaches. Florida CRC Press, 1988.

LIMA, M. C. A.; CORREIA, E. R.; FERNADES, A. P. M.; FARIAS, I.; DIAS, F. M.; WANDERLEY, M. B. Efeito de NPK sobre a produção da palma —Gigantel no município de Caruaru, PE. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, 11, 1974, Fortaleza. Anais...Fortaleza.: SBZ, p.285-6, 1974.

LIMA, P. O.; DUARTE, L.S.; SOUZA, A. Z. B.; AQUINO, T. M. F.; OLIVEIRA, C.S. Perfil dos produtores rurais do município de Quixeramubim no Estado do Ceará. Revista Caatinga, Mossoró, v.22, n.4, p.255-259, out/dez. 2009.

LOPES, E. B.; SANTOS, D. C. E VASCONCELOS, M. F. Cultivo da palma forrageira In: LOPES, E. B. (Ed.). Palma forrageira: cultivo, uso atual e perspectivas de utilização no semiárido nordestino. Paraíba: EMEPA/FAEPA, p. 11-33, 2007.

MAGALLANES-QUINTANAR, R., VALDEZ-CEPEDA, R. D., BLANCO-MACÍAS, F. Compositional nutrient diagnosis in Nopal (*Opuntia ficus-indica*). Journal of the Professional Association for Cactus Development 6 (1), p.78-89 2004.

MANNING, D. A. C.; Stone meal as source of plant nutrients, especially potash: a mineralogical approach. Anais. I Congresso Brasileiro de Rochagem. Embrapa Cerrados. Planaltina, DF. 322p. 2010.

MANNING, D. A. C.; Why do crushed silicate rock fertilizers sometimes not work?. Anais. II Congresso Brasileiro de Rochagem. Poços de Caldas, Minas Gerais. 399p. 2013.

MAPA, Lei nº 6.894 de 06 Dezembro de 1980. Disponível em: <http://www2.camara.leg.br/legin/fed/lei/1980-1987/lei-6894-16-dezembro-1980-371561-norma-pl.html>.1980.

MAPA, Lei nº 12.890 de 10 de Dezembro de 2013. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2011-2014/2013/Lei/L12890.htm>. 2013.

MAPA, Instrução Normativa IN nº 05 de 10 de Março de 2016. Disponível em: < <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=317444>>. 2016.

MARQUES, V. L.; MARQUES, S. S. Rochagem no sul dos estados do Maranhão e Piauí. Anais. II Congresso de Rochagem. Poços de Caldas, Minas Gerais. 399p. 2013.

MELO, R. C.. Programa Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil. Pintadas. Folha SC.24-Y-D-V. and Folha SD.24-V-A. Estado da Bahia. Org. por Roberto Campêlo de Melo. DNPM/CPRM. 1991.

MELLO, S.L. de M.; GONÇALVES, J.L. de M.; OLIVEIRA, L.E.G. de. Características do sistema radicular em povoamentos de eucalyptus propagados por sementes e estacas. Scientia Florestalis, v. , n. 54, p. 17- 28, 1998.

MOHAMED-YASSEEN, Y.; BARRINGER, S.A.; SPLITTSTOESSER, W.E. A note on the uses of *Opuntia spp.* in Central/North America. Journal of Arid Environments, v. 32, n. 3, p. 347-353, 1996.

MOHLER, C. L.; LIEBMAN, M. Weed productivity and composition in sole crops and intercrops of barley and field pea. J. Appl. Ecol.; n. 24. P. 685-689, 1987.

MOODY, K.; SHETTY, S. V. R. Weed management in intercrops. In: PROC. INTER. CONF ON INTERCROPPING, India ICRISAT, 1981.

MOREIRA FILHO, P. Papel da transferência de tecnologia no desenvolvimento da Produção Animal. In: REUNIÃO ANUAL DA SOCIEDADE BRASILEIRA DE ZOOTECNIA, Campo Grande, MS. Anais...Campo Grande: SBZ, CD-ROM. p. 41.2004.

MURAOKA, T.; NEPTUNE, A. M. L. & NASCIMENTO FILHO, V. F. Avaliação da disponibilidade de zinco e manganês do solo para o feijoeiro. II Manganês. R. Bras. Ci. Solo, p.177-182, 1983b.

NOBEL, P.S. Nutrient levels in cacti-relation to nocturnal acid accumulation and growth. Amer. J. Bot. P. 1244-1253. 1983.

NOVAIS, R. F.; MELLO, A. W. V. de. Relação Solo-Planta. In: NOVAIS, R. F.; et al. Fertilidade do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. p. 133-204. 2007.

O'BRIEN, T. A.; MOORLEY, J.; WHITTINGTON, W. J. The effect of management and competition on the uptake of ³²P by ryegrass, meadow lescue and their natural hybrid. Journal of Applied Ecology; n.4, p. 513-520, 1967.

OFORI, F., STEM, W. R. Cereal-legume intercropping systems. Adv. Agron; n.41, p.41-90, 1987.

ORONA-CASTILLO, I.; CUETO-WONG, J.A.; MURILLO-AMADOR, B.; SANTAMARÍA-CÉSAR, J.; FLORES-HERNÁNDEZ, A.; VALDEZ-CEPEDA, R.D.; GARCÍA-HERNÁNDEZ, J.L.; TROYO-DIÉGUEZ, E. Extracción nutrimental de nopal- verdura bajo condiciones de riego por goteo. 2004. Disponível em <http://www.jpacd.org>. Consultado em 20 de junho de 2015.

OSTERROHT, M., Rochagem, Para quê?, Agroecologia Hoje, Nº 20, Agosto/Setembro, p.12-15, 2003.

R CORE TEAM. R: A language and environment for statistical computing. R foundation for statistical computing, Vienna, Austria. Disponível em: < <http://www.rproject.org/> >, 2015.

REYES-AGUERO, J.A.; AGUIRRE-RIVERA, J.R.; HERNÁNDEZ, H.M. Notas sistemáticas y descripción detallada de *Opuntia ficus-indica* (L) Mill. (*Cactáceae*). Agrociencia, v. 39, n. 4, p. 395-408, 2005.

SAMPAIO, E.V.S.B. Fisiologia da palma. In; MENEZES, R.S.C. et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 43-55. 2005.

SAMSON, R.; FOULOS, C.; PATRIQUIN, O. Choice and management of cover crop species and varieties for use in row crop dominant rotations. Harrow, Ontario: Resource Efficient Agricultural Production (REAP) – Canada/Agriculture Canada, Res Sta, 1990.

SANTOS, M.V.F. dos; FERREIRA, M. de A.; BATISTA, A.M.V. Valor nutritivo e utilização da palma forrageira na alimentação de ruminantes. In; MENEZES, R.S.C. et al. (eds). A palma no Nordeste do Brasil: conhecimento atual e novas perspectivas de uso. Recife: Editora Universitária da UFPE, p. 143-162. 2005.

SANTOS, D. C. dos; FARIAS, I.; LIRA, M. de A.; SANTOS, M. V. F.; ARRUDA, G. P.; COELHO, R. S. B.; DIAS, F.M.; WARUMBAY, J. F.; MELO, J. N. de. Manejo e utilização da palma forrageira (*Opuntia e Nopaleia*) em Pernambuco: cultivo e utilização. Recife: IPA, 48p. 2006.

SANTOS, A. S. Vulnerabilidades socioambientais diante das mudanças climáticas projetadas para o semiárido da Bahia. 153 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade de Brasília. 2008.

SANTOS, M. V.; CUNHA, M. V.; LIRA M. A.; DUBEUX JR., C. B.; FREIRE, J. L.; PINTO, M. S.; SANTOS, D. C.; SOUZA, T. C.; SILVA, M. C. Manejo da Palma Forrageira. 2º Congresso de Palma e outras Cactáceas. Garanhuns, Pernambuco. 2011.

SCHEINVAR, L. Taxonomia das Opuntias utilizadas. In: Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, p. 20-27. 2001.

SERTÃO, M. A. J. Uso de corretivos e cultivo do capim *Urochloa (Urochloa mosambicensis* (Hack.) Dandy) em solos degradados do Semi-árido. 75f. (Dissertação – Mestrado) Universidade Federal de Campina Grande. Brasil, 2005.

SHEETY, S. V. R.; RAO, A. N. Weed management studies in sorghum/pigeon pea and pearl millet/gronnut intercrop systems – some observations. In: PROC. INI WORKSHOP ON INTERCROPPING, India ICRISAT, p. 238-248, 1981.

SHUMAN, L. M. Chemical forms of micronutrients in the soils. In: MORTVEDT, J. J.; COX, F. R.; SHUMAN, L. M. & WELCH, R. M., eds. Micronutrients in agriculture. 2. Ed. Madison. Soil Science Society of America, p.113-1444. 1991.

SILVA B.M.; CARVALHO A.F. Novo Supermagro: o biofertilizante. Viçosa: TA/ZM, 16p. 2000.

SILVA, C.C.F. da & SANTOS, C. L. Palma Forrageira (*Opuntia Ficus- Indica* Mill) como alternativa na alimentação de ruminantes. Revista Electrónica de Veterinaria REDVET ®, ISSN 1695-7504, Vol. VII, nº 10, Octubre/2006, Veterinaria.org ® - Comunidad Virtual Veterinaria.org ® - Veterinaria Organización S.L.® España. Mensual. Disponible em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet> y más específicamente em <http://www.veterinaria.org/revistas/redvet/n101006.html>. Acessado em: 09/08/2015.

SILVA, L. M., FAGUNDES, J. L., VIEGAS P. A. A.; MUNIZ, E. N.; MUNIZ E. N.; RANGEL, J. H. A.; MOREIRA, A. L.; BACKES, A. A. Produtividade da palma forrageira cultivada em diferentes densidades de plantio. Ciência Rural, Santa Maria,

v.44, n.11, p.2064-2071, nov, 2014. Disponível em:< <http://dx.doi.org/10.1590/0103-8478cr20131305>>

SILVEIRA, D. J. & SOMMERS, L. M. Extractability of copper, zinc, cadmium and lead in soils incubated with sewage sludge. *J. Environ. Qual.*, p. 47-52, 1977.

SINGH, R.S.; SINGH, V. Growth and development influenced by size, age and planting methods of cladodes in Cactus pear (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill). 2003. Disponível em <http://www.Jpacd.org.br>. Consultado em 08 de junho de 2015.

SOUZA, A. C. Revisão dos conhecimentos sobre as “Palmas forrageiras”. *Boletim técnico*, 5. Recife. 41 p. 1966.

SOUZA, F. N. da S., ALVES, J. M.; NASCENTE, L. M.; MARTINS, M. Viabilidade do uso de pó de rocha como fonte alternativa de nutrientes no estado do Tocantins. *Anais. II Congresso Brasileiro de Rochagem*. Poços de Caldas, Minas Gerais. 399p. 2013.

STINTZING, F. C. & CARLE, R. Cactus stems (*Opuntia* spp.): A review on their chemistry, technology, and uses. *Mol. Nutr. Food Res.*, 49, p.175 – 194 DOI 10.1002/mnfr.200400071. 2005.

SUDENE. Área de atuação da SUDENE. 2010. Disponível em www.sudene.gov.br. Acesso em 20 de junho de 2015.

SUDZUKI-HILLS, F. Anatomia e fisiologia. In: *Agroecologia, cultivo e usos da palma forrageira*. Traduzido por SEBRAE/PB. João Pessoa: SEBRAE/PB, p. 28-34. 2001.

TEIXEIRA, J.C.; EVANGELISTA, A.R.; PEREZ, J.R.O.; TRINDADE, I.A.C.M.; MORON, I.R. Cinética da digestão ruminal da palma forrageira (*Nopalea cochenillifera* (L.) Lyons- Cactaceae) em bovinos e caprinos. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 23, n. 1, p. 179- 186, 1999.

TAIZ, L; ZEIGER, E. *Fisiologia Vegetal*, Capítulo 5. Nutrição Mineral. p.95-116. 4ª edição. 2006.

THEODORO, S.C.H. A fertilização da terra pela terra: uma alternativa para a sustentabilidade do pequeno produtor rural. Centro de Desenvolvimento Sustentável. Universidade de Brasília - UnB. Tese de Doutorado. 225p. 2000.

THEODORO, S. H. Rochas para plantas: o resgate de uma produção alimentar sadia. *Anais do II SUFFIB – Seminário: O uso da fração Fina da Britagem*, Cuchierato et. al. (eds).CD_ROM. São Paulo. 2005.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.; ROCHA, E.L.; REGO, K.G. Experiências de uso de rochas silicáticas como fonte de nutrientes. *Revista Espaço & Geografia*, V.9, n. 2, p. 263-292. 2006.

THEODORO, S.H.; LEONARDOS, O.H.; REGO, K.G.; ROCHA, E. L. Stonemeal technology: changing the poverty scenario in Brazil In: VAN STRAATEN, P.; ORAN, N. *Proceedings of the Second International Rocks for Crops Conference*. Nairobi and Kisumu, Kenya. p. 145- 170, 2009.

THEODORO S.C.H.; LEONARDOS, O.H.; FONSECA, R. Rochagem: uma construção do link entre a mineração e a agricultura. Congresso Brasileiro de Geologia, Pará, 2010.

THEODORO, S. H., LEONARDOS, O. H., REGO, K. G., MEDEIROS; F. P. de, TALINI, N. L. e SANTOS, F. dos - 2012. Uso de rochas e materiais orgânicos para fertilização e remineralização dos solos. Workshop Insumos para agricultura Sustentável/Embrapa Clima Temperado. Disponível em: <http://www.cpact.embrapa.br/eventos/2012/workshop_insumos/PALESTRAS%20PDF/Theodoro.pdf>

THEODORO, S. H.; LEONARDOS, O. H. Stonemeal: principles, potencial and Perspective from Brazil. In: Goreau, T. J., Larson, R. W. and Campe, J. Geotherapy: Innovative methods of soil fertility restoration, carbon sequestration and reversing CO2 increase. CRC Press. USA. p. 403-418. 2014

THEODORO, S. H.; MEDEIROS, F. P. Uso de remineralizadores de solo na recuperação de áreas degradadas. No prelo Anais do III Congresso Brasileiro de Rochagem. Pelotas, Rio Grande do Sul. 2016.

TURCO, R.F.; BLUME, E. Indicators of soil quality. In: REUNIÃO BRASILEIRA DE FERTILIDADE DO SOLO E NUTRIÇÃO DE PLANTAS, 23.; REUNIÃO BRASILEIRA SOBRE MICORRIZAS, 7. SIMPÓSIO BRASILEIRA DE MICROBIOLOGIA DO SOLO, 5.; REUNIÃO BRASILEIRA DE BIOLOGIA DO SOLO, 2., Lavras, 1998. Anais. Lavras, UFLA/SBCS/SBM, 836p. 1998.

VACCARI, D. Phosphorus: a looming crisis, Scientific American, June 2009, p.54-60. 2009.

VALDEZ, C.A.F.; OSORIO, G.A. Opuntia- based ruminant feeding systems in México. 1997. Disponível em <http://www.Jpacd.org>. Consultado em 07 de dezembro de 2016.

VAN STRAATEN P. *Agrogeology: The use of rock for crops* Enviroquest Ltd. Toronto, Canada. 440 p. 2007.

VAN STRAATEN, P. Geodiversity, Biodiversity and the Origino f Crops. Anais I Congresso Brasileiro de Rochagem, Setembro 2009, p. 13-22, 2009.

VIANA, B. L. et al. Influência da Adubação Organo-mineral no índice de área de cladódio em variedades de Palma Forrageira (*Opuntia ficus-indica* e *Nopalea cochenilifera*) no semiárido paraibano. Associação Brasileira de Zootecnia (ABZ/UFPB). João Pessoa, maio 2008.

VIEIRA, C. O feijão em cultivos consorciados. Viçosa: UFV, 134p. 1989.

WHITTINGTON, W. J.; O'BRIENT T. A. A comparison of yields from plots sown with a single species or a mixture of grass species. J. App. Ecol. N. 5 p. 209-213. 1968.

WILLEY, R. W. Resource use in intercropping systems. Agric. Water Manege. N.17, p.215-231. 1990.

ANEXO I

RESULTADOS DE PRODUTIVIDADE

a. Produtividade da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.)

i. Massa Verde

Tabela 11 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	w	p
Controle	0,81828	0,1393
Remineralizador + Composto Orgânico	0,99827	0,9946
Composto Orgânico	0,99385	0,9763
Remineralizador	0,98058	0,9054

Tabela 12 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	w	p
Controle – Remineralizador	95	0,8856
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	79	0,8857
Controle - Composto Orgânico	103	0,6857
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	73	0,8857
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	107	0,6857
Remineralizador - Composto Orgânico	110	0,0485*

ii. Massa Seca

Tabela 13 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	w	p
Controle	0,89977	0,4299
Remineralizador + Composto Orgânico	0,89753	0,4189
Composto Orgânico	0,88644	0,3669
Remineralizador	0,81683	0,136

Tabela 14 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	w	p
Controle – Remineralizador	61	0,6631
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	45,5	0,03836*
Controle - Composto Orgânico	67	0,6857
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	43,5	0,0380*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	78,5	0,7702
Remineralizador - Composto Orgânico	111,5	0,0383*

iii. Contagem do número de cladódios

Tabela 15 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	w	P
Controle	0,82097	0,1455
Remineralizador + Composto Orgânico	0,98764	0,9451
Composto Orgânico	0,99779	0,9929
Remineralizador	0,95711	0,7607

iv. Média de raquetes por planta

Tabela 16 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	w	P
Controle	0,91495	0,1399
Remineralizador + Composto Orgânico	0,96039	0,6688
Composto Orgânico	0,91525	0,1414
Remineralizador	0,93649	0,3083

Tabela 17 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	86,5	0,1208
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	21,5	$6,31 \times 10^{-5}$ *
Controle - Composto Orgânico	12,6	0,9548
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	31,5	0,0002829*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	228,5	0,0001606*
Remineralizador - Composto Orgânico	154,5	0,3257

b. Produtividade da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.)

i. Massa verde

Tabela 18 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	w	P
Controle	0,96446	0,807
Remineralizador + Composto Orgânico	0,88927	0,3797
Composto Orgânico	0,8387	0,1916
Remineralizador	0,89039	0,3849

Tabela 19 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	133	0,0239*
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	93	0,8841
Controle - Composto Orgânico	75,4	0,8857
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	130,7	0,0271*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	101	0,6852
Remineralizador - Composto Orgânico	63	0,6857

ii. Massa seca

Tabela 20 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	w	P
Controle	0,97301	0,86
Remineralizador + Composto Orgânico	0,89625	0,4127
Composto Orgânico	0,95042	0,7188
Remineralizador	0,88509	0,3609

Tabela 21 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	P
Controle – Remineralizador	226	0,02857*
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	50,5	0,5614
Controle - Composto Orgânico	40	0,3429
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	140	0,1143
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	160,2	0,0277*
Remineralizador - Composto Orgânico	80	0,1073

iii. Contagem do número de cladódios

Tabela 22 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	w	P
Controle	0,99176	0,9663

Remineralizador + Composto Orgânico	0,66111	0,003705
Composto Orgânico	0,88044	0,3405
Remineralizador	0,92914	0,5894

Tabela 23 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	81	0,1984
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	22	0,0114*
Controle - Composto Orgânico	82	0,1367
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	41	0,0342*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	114	0,0113*
Remineralizador - Composto Orgânico	94	0,8857

iv. Média de cladódios por planta

Tabela 24 - Teste de normalidade de Shapiro Wilk para a Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	w	P
Controle	0,9194	0,1651
Remineralizador + Composto Orgânico	0,97871	0,9526
Composto Orgânico	0,95883	0,6406
Remineralizador	0,9021	0,08686

Tabela 25 - Resultados referentes ao teste de Mann Whitney na comparação entre os tratamentos da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	P
Controle – Remineralizador	122	0,8351
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	58	0,008569*
Controle - Composto Orgânico	113,5	0,5951
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	53	0,004857*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	115	0,6356
Remineralizador - Composto Orgânico	193	0,01468*

ANEXO II

RESULTADOS DA ANÁLISE DO TECIDO VEGETAL

1. Análise de detritos – nutrientes:

1.1 Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.)

Tabela 26 - Resultado de nutrientes da análise do tecido vegetal da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	Na	NH3	Mg	Ca	K	Fl	Cl	NO2	Br	NO3	PO4	SO4
C1	0,03	0,57	0,67	0,70	0,65	0,02	0,01	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06
C2	0,01	0,57	0,26	0,67	0,67	0,10	0,15	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06
C3	0,02	0,73	0,36	0,63	0,73	0,02	0,01	0,04	0,06	0,10	0,00	0,05
C4	0,09	0,72	0,97	0,59	0,63	0,07	0,16	0,07	0,08	0,05	0,00	0,09
MO1	0,00	0,00	0,69	1,22	0,00	0,00	0,35	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
C.O2	0,00	0,50	1,10	1,20	0,12	0,00	0,17	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
C.O3	0,00	0,00	0,69	1,26	0,00	0,00	0,65	0,03	0,00	0,03	0,00	0,02
C.O4	0,01	0,16	0,00	0,94	0,00	0,08	0,68	0,00	0,04	0,03	0,00	0,02
R+C.O1	0,08	0,41	0,85	0,51	0,63	0,06	0,14	0,03	0,09	0,03	0,04	0,09
R+C.O2	0,02	0,48	0,49	0,47	0,61	0,06	0,05	0,00	0,00	0,02	0,00	0,09
R+C.O3	0,02	0,96	0,27	0,34	0,61	0,03	0,09	0,00	0,00	0,01	0,04	0,03
R+C.O4	0,02	0,70	0,12	0,57	0,62	0,05	0,00	0,00	0,00	0,02	0,00	0,06
R1	0,00	0,00	0,06	0,00	0,77	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00	0,11
R2	0,08	0,00	0,34	0,00	0,74	0,00	0,06	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05
R3	0,00	0,00	0,05	0,00	0,72	0,00	0,07	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05
R4	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74	0,00	0,03	0,00	0,00	0,01	0,00	0,12

1.1.1 Análise estatística

Na

Tabela 27 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Na da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,82803	0,1627
Remineralizador	0,62978	0,001241
Remineralizador + Composto Orgânico	0,62978	0,001241
Composto Orgânico	0,62978	0,001241

Tabela 28 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para Na da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	13	0,1832
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	7,5	1
Controle - Composto Orgânico	15,5	0,03719*
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	3	0,172
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	8,5	1
Remineralizador - Composto Orgânico	16	0,02284*

NH₃

Tabela 29 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para NH₃ da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,72863	0,02386
Remineralizador	1	0,6579
Remineralizador + Composto Orgânico	0,9231	0,5545
Composto Orgânico	0,82233	0,1487

Tabela 30 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para NH₃ da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	16	0,01936
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	10	0,6612
Controle - Composto Orgânico	16	0,02747*
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	1	0,02107*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	4	0,1859
Remineralizador - Composto Orgânico	14	0,1102

Mg

Tabela 31 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Mg da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,93863	0,6463
Remineralizador	0,7792	0,06985
Remineralizador + Composto Orgânico	0,96052	0,7822
Composto Orgânico	0,79012	0,08566

Ca

Tabela 32 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Ca da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,98407	0,9254
Remineralizador	0,62978	0,001241*
Remineralizador + Composto Orgânico	0,95291	0,7343

Composto Orgânico	0,7373	0,02916*
-------------------	--------	----------

Tabela 33 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para Ca da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	1	0,0294*
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	16	0,02857*
Controle - Composto Orgânico	1	0,0294*
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	4	0,3005
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	2	0,09508
Remineralizador - Composto Orgânico	1	0,0294*

K

Tabela 34 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para K da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,92708	0,5774
Remineralizador	0,92614	0,5719
Remineralizador + Composto Orgânico	0,86337	0,2725
Composto Orgânico	0,62978	0,001241

Tabela 35 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para K da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	1	0,05907*
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	15,5	0,04083*
Controle - Composto Orgânico	16	0,02652*
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	16	0,02843*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	16	0,02558*
Remineralizador - Composto Orgânico	16	0,0255*

F-

Tabela 36 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para F da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,91184	0,4922
Remineralizador	1	1
Remineralizador + Composto Orgânico	0,82743	0,1612
Composto Orgânico	0,62978	0,001241*

Tabela 37 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para F da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
------------------------------	---	---

Controle – Remineralizador	16	0,02107*
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	8	1
Controle - Composto Orgânico	13	0,1832
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	1	0,02021*
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	6	0,4533
Remineralizador - Composto Orgânico	12	0,2975

Cl⁻

Tabela 38 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Cl⁻ da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,75782	0,04559
Remineralizador	0,8397	0,1945
Remineralizador + Composto Orgânico	0,88266	0,3501
Composto Orgânico	0,88737	0,371

Tabela 39 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para Cl⁻ da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para p<0,05.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	8	1
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	8	1
Controle - Composto Orgânico	1	0,0294*
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	4	0,3094
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	1	0,0295*
Remineralizador - Composto Orgânico	2	0,1143

NO₂⁻

Tabela 40 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para NO₂⁻ da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,85721	0,2504
Remineralizador	0,62978	0,001241
Remineralizador + Composto Orgânico	0,94466	0,683
Composto Orgânico	0,72863	0,02386

SO₄⁻

Tabela 41 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para SO₄⁻ da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,62978	0,001241
Remineralizador	0,8494	0,2242

Remineralizador + Composto Orgânico	0,89654	0,4141
Composto Orgânico	0,82745	0,1612

1.2 Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.)

Tabela 42 - Resultado de nutrientes da análise do tecido vegetal da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	Na	NH ₃	Mg	Ca	K	F	Cl	NO ₂	Br	NO ₃	PO ₄	SO ₄
C1	0,15	0,23	0,71	1,47	0,05	0,05	0,34	0,04	0,06	0,50	0,04	0,18
C2	0,13	0,00	0,85	1,12	1,16	0,00	0,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
C3	0,00	0,00	0,69	1,49	0,00	0,00	0,27	0,00	0,00	0,02	0,00	0,07
C4	0,01	0,27	0,79	1,40	0,92	0,00	0,16	0,00	0,00	0,02	0,00	0,05
R1	0,00	0,24	0,84	0,86	0,17	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
R2	0,05	0,00	0,81	0,79	0,00	0,00	0,06	0,00	0,00	0,01	0,00	0,05
R3	0,00	0,00	0,96	1,07	0,00	0,01	0,12	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
R4	0,15	0,00	0,69	1,25	0,00	0,00	1,19	0,00	0,00	0,02	0,00	0,33
R+C.O1	0,10	0,06	0,69	0,00	0,04	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,07
R+C.O2	0,00	0,00	0,00	1,48	0,44	0,01	0,22	0,00	0,00	0,01	0,00	0,32
R+C.O3	0,00	0,00	0,77	0,00	0,28	0,00	0,04	0,00	0,00	0,00	0,00	0,04
R+C.O4	0,00	0,00	0,85	0,00	0,77	0,00	0,05	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
C.O1	0,00	0,40	1,02	0,99	0,00	0,00	0,16	0,00	0,00	0,01	0,00	0,06
C.O2	0,00	0,40	0,77	0,00	1,53	0,00	0,18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,06
C.O3	0,00	0,03	0,74	1,25	0,54	0,05	0,18	0,07	0,08	0,75	0,00	0,38
C.O4	0,00	0,00	1,00	1,51	0,00	0,01	0,51	0,00	0,00	0,04	0,00	0,17

1.2.1 Análise estatística

Na

Tabela 43 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Na da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,78951	0,08471
Remineralizador	0,78915	0,08104
Remineralizador + Composto Orgânico	0,62978	0,001741
Composto Orgânico	0,62978	0,001243

NH₃

Tabela 44 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Na da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,79139	0,08765

Remineralizador	0,62978	0,001241
Remineralizador + Composto Orgânico	0,62978	0,001241
Composto Orgânico	0,76138	0,9908

Mg

Tabela 45 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Mg da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,89872	0,4247
Remineralizador	0,98996	0,9573
Remineralizador + Composto Orgânico	0,75322	0,04138
Composto Orgânico	0,81033	0,1221

Ca

Tabela 46 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Ca da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,82687	0,1598
Remineralizador	0,93319	0,6133
Remineralizador + Composto Orgânico	0,62978	0,001241
Composto Orgânico	0,91272	0,4969

K

Tabela 47 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para K da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,83164	0,1721
Remineralizador	0,62978	0,001241
Remineralizador + Composto Orgânico	0,99076	0,9613
Composto Orgânico	0,83212	0,1734

F

Tabela 48 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para F da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,90939	0,4792
Remineralizador	0,90939	0,004738
Remineralizador + Composto Orgânico	0,6689	0,006618
Composto Orgânico	0,67997	0,006618

Cl⁻

Tabela 49 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para Cl⁻ da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,90939	0,4792
Remineralizador	0,6689	0,004738
Remineralizador + Composto Orgânico	0,67997	0,006618
Composto Orgânico	0,67997	0,006618

SO₄⁻

Tabela 50 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para SO₄⁻ da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,73558	0,02804
Remineralizador	0,65548	0,003082
Remineralizador + Composto Orgânico	0,71231	0,016
Composto Orgânico	0,85207	0,2329

2. Lignina e celulose

2.1 Palma Gigante (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.)

Tabela 51 - Resultado da análise de Lignina e Celulose para a Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Amostra	Celulose (%)	Lignina (%)
Controle 1	1,06758	3,12061
Controle 2	12,39122	1,55401
Controle 3	5,35959	2,80348
Controle 4	12,37323	4,21907
Remineralizador 1	13,56388	3,00961
Remineralizador 2	3,67698	1,77788
Remineralizador 3	4,89202	6,64201
Remineralizador 4	7,05882	1,90669
Remineralizador + Composto Orgânico 1	13,15160	4,20521
Remineralizador + Composto Orgânico 2	13,33409	2,14154
Remineralizador + Composto Orgânico 3	13,96015	2,62499
Remineralizador + Composto Orgânico 4	6,85598	3,04260
Composto Orgânico 1	10,96320	4,88622
Composto Orgânico 2	7,62677	7,18053
Composto Orgânico 3	7,94801	6,66473
Composto Orgânico 4	9,00152	5,90598

2.1.1 Análise estatística

i) Celulose

Tabela 52 - Resultado do teste de normalidade de Shapiro Wilk para celulose da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,88075	0,3419
Remineralizador	0,85771	0,2521
Remineralizador + Composto Orgânico	0,73176	0,2567
Composto Orgânico	0,89324	0,3983

Tabela 53 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para celulose da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	5	0,4857
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	5	0,4857
Controle - Composto Orgânico	1	0,02857 *
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	7	0,8857
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	2	0,1143
Remineralizador - Composto Orgânico	1	0,02857*

ii) Lignina

Tabela 54 - Resultados do teste de normalidade de Shapiro Wilk de lignina da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,90148	0,4384
Remineralizador	0,79824	0,09909
Remineralizador + Composto Orgânico	0,94682	0,6963
Composto Orgânico	0,96654	0,82

Tabela 55 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para lignina da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	5	0,4857
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	5,5	0,5614
Controle - Composto Orgânico	1	0,02857*
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	6,5	0,7715
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	2	0,1143
Remineralizador - Composto Orgânico	1	0,02375*

2.2 Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.)

Tabela 56 - Resultado da análise de Celulose e Lignina para a Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Amostra	Celulose (%)	Lignina (%)
Controle 1	11.83905	5.29323
Controle 2	12.97695	6.30880
Controle 3	10.26467	4.49846
Controle 4	15.83928	3.63657
Remineralizador 1	13.50896	3.32592
Remineralizador 2	15.98377	4.34077
Remineralizador 3	13.08515	3.97725
Remineralizador 4	14.30597	5.73064
Remineralizador + Composto Orgânico 1	14.96761	3.76235
Remineralizador + Composto Orgânico 2	11.42477	2.96643
Remineralizador + Composto Orgânico 3	11.62618	5.40081
Remineralizador + Composto Orgânico 4	13.40046	8.79787
Composto Orgânico 1	16.30673	4.37498
Composto Orgânico 2	17.07499	4.99176
Composto Orgânico 3	16.37093	6.06922
Composto Orgânico 4	12.15429	5.71493

i) Celulose

Tabela 57 - Resultado do teste de normalidade Shapiro Wilk para celulose da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,97353	0,8632
Remineralizador	0,91368	0,5021
Remineralizador + Composto Orgânico	0,89553	0,4092
Composto Orgânico	0,8061	0,1136

ii) Lignina

Tabela 58 - Resultados do teste de normalidade de Shapiro Wilk para lignina da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,99681	0,9891
Remineralizador	0,94758	0,701
Remineralizador + Composto Orgânico	0,83621	0,1846
Composto Orgânico	0,97098	0,8476

3. Concentração de fenóis

3.1 Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.)

Tabela 59 - Resultado da concentração (%) de fenóis totais da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Amostra	Concentração (mg/ml)	Concentração (%)
Controle 1	2.0291432	20.27116084
Controle 2	1.8693134	18.65582236
Controle 3	1.9861121	19.82147804
Controle 4	2.2750352	22.68230508
Remineralizador 1	1.8754607	18.754607
Remineralizador 2	2.2955262	22.88660219
Remineralizador 3	1.6582561	16.51649502
Remineralizador 4	1.9000499	18.9247998
Remineralizador + Composto Orgânico 1	0.0784*	0.7800995025*
Remineralizador + Composto Orgânico 2	1.5086718	15.05660479
Remineralizador + Composto Orgânico 3	2.1090581	21.0274985
Remineralizador + Composto Orgânico 4	1.7914476	17.914476
Composto Orgânico 1	1.4840826	14.840826
Composto Orgânico 2	1.8139877	18.08562014
Composto Orgânico 3	1.9041481	19.00347405
Composto Orgânico 4	2.0988126	20.92534995

*: possível erro de análise

Tabela 60 - Teste de Shapiro Wilk para concentração de fenóis da Palma Doce (*Nopalea cochenillifera* (L.) Salm-Dick.).

Tratamento	W	p
Controle	0,91696	0,52
Remineralizador	0,90607	0,4618
Remineralizador + Composto Orgânico	0,86332	0,2723
Composto Orgânico	0,96683	0,8217

3.2 Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.)

Tabela 61 - Resultado da concentração (%) de fenóis da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Amostra	Concentração (mg/ml)	Concentração (%)
Controle 1	4.7933791	47.933791
Controle 2	3.15205	31.42622134
Controle 3	3.5044952	34.870599
Controle 4	3.5290844	35.15024303
Remineralizador 1	2.8672251	28.58649153
Remineralizador 2	2.2934771	22.7979831
Remineralizador 3	2.6951007	26.84363247
Remineralizador 4	2.2750352	22.68230508
Remineralizador +	3.2627014	32.56189022

Composto Orgânico 1 Remineralizador +	1.8385769	18.34907086
Composto Orgânico 2 Remineralizador +	2.2115131	22.04898405
Composto Orgânico 3 Remineralizador +	2.2197095	22.17492008
Composto Orgânico 1	3.4942497	34.73409245
Composto Orgânico 2	2.5598601	25.598601
Composto Orgânico 3	2.721739	27.0819801
Composto Orgânico 4	2.5701056	25.59866135

Tabela 62 - Teste de Shapiro Wilk para concentração de fenóis da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.).

Tratamento	W	p
Controle	0,81986	0,1429
Remineralizador	0,85275	0,2352
Remineralizador + Composto Orgânico	0,85685	0,2491
Composto Orgânico	0,74244	0,03274

Tabela 63 - Resultado do teste de comparação de tratamentos de Mann Whitney para fenóis da Palma Gigante (*Opuntia ficus-indica* (L.) Mill.), * valores com diferença significativa, para $p < 0,05$.

Comparação entre tratamentos	W	p
Controle – Remineralizador	15	0,05002*
Controle - Remineralizador + Composto Orgânico	16	0,02857*
Controle - Composto Orgânico	15	0,05009*
Remineralizador - Remineralizador + Composto Orgânico	4	0,3429
Remineralizador + Composto Orgânico - Composto Orgânico	3	0,1913
Remineralizador - Composto Orgânico	5	0,4678

ANEXO III

RESOLUÇÃO Nº 396, DE 03 DE ABRIL DE 2008/CONAMA

Dispõe sobre a classificação e diretrizes ambientais para o enquadramento das águas subterrâneas e dá outras providências.

Tabela 64 - Parâmetros estabelecidos pelo CONAMA para águas subterrâneas (aquíferos confinados). LQP: limites de quantificação praticáveis e VMP: valores máximos praticáveis.

Parâmetro	Média (LQP)	Máximo (VMP)	Mínimo	Desvio Padrão
Cor Aparente (UC)	11,21	54,50	1,40	14,29
Turbidez (NTU)	1,92	4,00	1,00	0,97
pH	6,89	8,04	4,77	1,01
C. elétrica ($\mu\text{S}/\text{cm}$)	367,53	564,30	138,40	106,87
Salinidade (ppm)	197,61	284,30	70,19	64,02
SDT (mg/L)	223,67	348,00	92,50	64,77
Alcalinidade total (mg.CaCO ₃ /L)	52,77	88,00	2,00	29,05
Alcalinidade de bicarbonato (mg.HCO ₃ ⁻ /L)	64,38	107,36	2,44	35,44
Alcalinidade de carbonato (mg.C ₃ O ₂ ⁻ /L)	31,66	52,80	1,20	17,43
Dureza (mg. CaCO ₃ /L)	175,23	346,00	42,00	90,04
Ca ⁺⁺ (mg/L)	91,35	168,00	30,00	47,88
Na ⁺ (mg/L)	51,79	265,10	1,65	75,74
K (mg/L)	8,36	38,60	0,63	11,54
Cl ⁻ (mg/L)	49,09	118,54	20,45	30,31
Fe (mg/L)	0,31	0,55	0,15	0,11
Mg (mg/L)	41,02	57,12	7,56	14,37
Nitrato (NO ₃ ⁻) (mg/L)	0,13	0,64	0,00	0,20
Nitrito (NO ₂ ⁻) (mg/L)	0,01	0,03	0,00	0,01
N-amoniaco (mg/L)	0,18	1,12	0,00	0,35
OD mg.O ₂ /mL	6,01	7,80	3,50	1,35
Coliformes totais (NMP/100mL)	585,43	2419,60	1,00	912,84
<i>E. coli</i> (NMP/100mL)	2,40	19,20	1,00	5,05

ANEXO IV

MODELO DE ENTREVISTA - COMUNIDADE LAJEDÃO DOS MATEUS

Nome do (a) respondente _____

Idade: _____

1. Sexo feminino Masculino

2. Você se considera de qual cor/raça?

Preto Pardo Branco Indígena Outro

3. Quantas pessoas moram na sua casa?

1 2 3 4 5 06 mais. Quantos

4. Você participou ou participa de algum programa do governo federal ou estadual?

sim Não Qual _____

5. Qual atividade lhe proporciona mais ganho?

Agricultura Pecuária serviços outro Qual _____

6. Você participa de alguma associação e/ou cooperativa?

Sim Não Qual _____

7. Você estudou até que nível (Nível de escolaridade)?

Não sabe ler ou escrever; Sabe escrever o nome Sem escolaridade mas sabe ler e escrever ensino fundamental incompleto ensino fundamental completo ensino superior incompleto ensino superior completo

8. Vc ou alguém de sua família executa trabalhos temporários em outros estados?

Sim Não

Em que Estado? _____ Qual tipo de trabalho? _____

9. Alguém de sua família trabalha em outra cidade? Sim Não

10. Você possui alguma ajuda financeira vinda de fora de sua família/trabalho?

Sim Não

11. Quantos salários mínimos você ganha por mês?

até meio salário mínimo um salário mínimo dois salários mínimos três a cinco salários mínimos mais de cinco salários mínimos não sabe /não respondeu

12. Qual a sua relação com a terra?

Proprietário Morador Arrendatário Outro

13. Quais os principais alimentos que você colhe do seu quintal ou nas áreas comunitárias?

milho Feijão Mamona Palma Hortaliças Frutas diversas
 Outras Quais _____

14. Você compra ou já comprou fertilizantes químicos?

sim Não Qual tipo? _____

15. Como vc avalia os resultados para as plantas dos pós de rocha?

positivo Negativo não observou diferença Não sabe/Não responde

Perguntas Abertas:

1. O que vc acha do projeto que atualmente está sendo desenvolvido em sua comunidade?

2. Vc acha que o acompanhamento técnico está sendo suficiente?

3. O que vc sugere para manter ou expandir o projeto em sua comunidade?
