

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE DOUTORADO**

**A MANIPUEIRA MELHORA ATRIBUTOS QUÍMICOS DE  
LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO E A  
PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays* L.)**

**SÉRGIO RICARDO MATOS ALMEIDA**

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**JUNHO - 2019**

# **A MANIPUEIRA MELHORA ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO E A PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays* L.)**

**SÉRGIO RICARDO MATOS ALMEIDA**

Mestre em Ciências Agrárias

Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2012

Esp. em Manejo Ambiental em Sistemas Agrícolas

Universidade Federal de Lavras, 2009

Engenheiro Agrônomo

Universidade Federal da Bahia, 1984

Tese apresentada ao Colegiado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, como requisito parcial para a obtenção do Título de Doutor em Ciências Agrárias (Área de Concentração: Fitotecnia).

**Orientadora:** Profa. Dra. Franceli da Silva

**Coorientador:** Prof. Dr. José Fernandes de Melo Filho

**CRUZ DAS ALMAS - BAHIA**

**JUNHO - 2019**

## FICHA CATALOGRÁFICA

A447m	<p>Almeida, Sérgio Ricardo Matos. A manipueira melhora atributos químicos de Latossolo Amarelo Distrocoeso e a produtividade de milho (<i>Zea mays</i> L.) / Sérgio Ricardo Matos Almeida._ Cruz das Almas, BA, 2019. 113f.; il.</p> <p>Orientadora: Franceli da Silva. Coorientador: José Fernandes de Melo Filho.</p> <p>Tese (Doutorado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias Ambientais e Biológicas.</p> <p>1.Solos – Adubos e fertilizantes orgânicos. 2.Milho – Plantio direto. 3.Manipueira – Análise. I.Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. II.Título.</p> <p>CDD: 631.8</p>
-------	--

Ficha elaborada pela Biblioteca Universitária de Cruz das Almas – UFRB.  
Responsável pela Elaboração – Antonio Marcos Sarmiento das Chagas (Bibliotecário – CRB5 / 1615).  
Os dados para catalogação foram enviados pelo usuário via formulário eletrônico.

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE DOUTORADO**

**A MANIPUEIRA MELHORA ATRIBUTOS QUÍMICOS DE  
LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO E A PRODUTIVIDADE  
DE MILHO (*Zea mays* L.)**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE TESE DE  
SÉRGIO RICARDO MATOS ALMEIDA**

Realizada em 05 de junho de 2019

Profa. Dra. Franceli da Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Examinador Interno (Orientadora)

Prof. Dr. Daniel Melo de Castro  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Examinador Externo

Prof. Dr. Geovane Lima Guimarães  
Instituto Federal Baiano - IFBaiano  
Examinador Externo

Prof. Dr. Rômulo Magno Oliveira de Freitas  
Instituto Federal do Ceará - IFCE  
Examinador Externo

Profa. Dra. Cintia Armond  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia - UFRB  
Examinador Externo

## DEDICATÓRIA

Às pessoas que valorizam a cultura da Mandioca e ajudam a promover o aproveitamento de todos os seus coprodutos, dedico.

### Prece de Gratidão (Raiz do Brasil)

Pai nosso e do Universo,  
E Jesus Senhor do mundo,  
Agradecemos reverentes,  
A presente tão fecundo...

Em nosso Planeta Vivo,  
Onde Teu Saber impera,  
Natureza exuberante,  
Paisagem de aquarela...

Pela nobre Mandioca,  
Útil de toda maneira,  
Bela planta de mil usos  
E riqueza brasileira.

Da floresta ao sertão,  
Mãe da nacionalidade,  
Imprimindo ao país  
Sua personalidade:

Humilde e generosa,  
Versátil e gentil.  
Louvada sempre seja  
A Raiz do Brasil.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, nosso Pai e Criador,  
Ao Divino Mestre Jesus,  
Pelas oportunidades  
De trilhar a Senda da Luz.

Ao Instituto Federal  
Baiano - Campus Valença,  
Pelo amparo irrestrito  
E necessária licença.

À UFRB,  
Que herdou com galhardia  
O lugar e a história  
Da Escola de Agronomia.

À CAPES, pela bolsa  
E apoio financeiro,  
Sem o qual o experimento  
Não se faria por inteiro.

Ao Professor Carlos Alfredo  
E sua generosidade,  
Com a qual tornou o Curso  
Suave realidade.

A Franceli e Zé Fernandes,  
Pela boa acolhida.  
Orientadores atentos  
Nos percalços da lida.

Ao Professor Albany,  
Pelas reflexões,  
Ajuda na Estatística  
E valiosas sugestões.

A Erivaldo e Luiz Antônio,  
Da Fazenda Experimental,  
E demais funcionários  
Desse Setor fundamental.

À esposa e aos filhos,  
Aos velhos e novos amigos,  
Por dizerem sem palavras  
Que estão sempre comigo.

A todos os Trabalhadores  
Do Porto Espiritual  
Divina Luz pelo auxílio  
No nível transcendental.

Ao agricultor Nerival,  
Dono da casa de farinha  
Que forneceu manipueira  
Pra prosseguirmos nossa linha.

A Rubenei, pelo transporte  
Do líquido precioso  
Objeto da pesquisa,  
E seu trabalho primoroso.

A Iara Fernandes,  
Cujo apoio e dedicação  
Conquistaram para sempre  
Minha admiração.

A Rodrigo, Adriele e Livia,  
No serviço devotado.  
Na Fitossociologia  
Estiveram lado a lado.

A Karol Montenegro,  
Pela sua disposição  
Em atender ao chamado  
Em qualquer ocasião.

Ao amigo Cícero Júnior  
Por sua boa vontade  
Em revisar alguns textos,  
E pela solidariedade.

Ao nobre pioneirismo  
Do Professor Júlio da Ponte,  
Que com a manipueira  
Abriu novo horizonte.

À Professora Primavesi,  
Fonte de sabedoria,  
Pelo prazer de converter  
Suas lições em Poesia.

A todos que direta  
E indiretamente  
Deram sua contribuição,  
Mesmo inconscientemente.

A construção do saber  
É tarefa coletiva,  
E trabalhar com amigos  
É sublime alternativa.

## PRÓLOGO

Manipueira é o líquido residual de cor amarelada que escorre das raízes raladas e prensadas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), gerado abundantemente durante o processo de fabricação de farinha ou extração de fécula, e comumente descartado de forma inadequada no ambiente. Minha relação com a manipueira teve início de forma inesperada; e cabe aqui contar essa história.

Durante 25 anos trabalhei na Extensão Rural, pública e privada, entre os anos de 1984 e 2009, convivendo de forma mais intensa com agricultores familiares. Nesse nobre labor aprendi a admirar a cultura da mandioca, por compreender seu importante papel na segurança alimentar da família rural, ocupar a mão de obra durante todo o ano e ser uma espécie estratégica pela sua tolerância a estiagens e a solos de baixa fertilidade.

No ano de 2004 recebi de uma dirigente do Sindicato dos Trabalhadores Rurais de Olindina (Agreste da Bahia) uma apostila sobre o uso da manipueira (água da mandioca) na adubação foliar e no controle de pragas e doenças de culturas agrícolas. Entusiasmei-me com o material e passei a difundir entre agricultores as possibilidades do aproveitamento do resíduo, pois na região havia forte presença de casas de farinha.

Mais tarde, no ano de 2006, conheci uma publicação do Banco do Nordeste, intitulada *Cartilha da Manipueira: uso do composto como insumo agrícola*, de autoria do Professor José Júlio da Ponte, conhecido fitopatologista cearense, na qual apresentava resultados de pesquisas sobre a manipueira e seus usos na agricultura. Naquele momento dei-me conta que a apostila que conheci 2 anos antes era uma síntese desse compêndio. O livro me proporcionou fundamentação mais ampla e novo estímulo na divulgação das utilidades da manipueira como insumo agrícola e, assim, intensifiquei essa ação em nosso trabalho na extensão rural.

Tentando conseguir exemplares da referida obra, no desejo de divulgá-la, procurei a instituição que a havia publicado e fui informado que a edição estava esgotada, mas consegui a versão eletrônica (digital), o que me facilitou a propagação entre pessoas de maior escolaridade. No entanto, reconheci que a linguagem utilizada era muito acadêmica, mais direcionada a técnicos e, por isso,

talvez menos acessível aos agricultores. Nesse contexto, e após conhecer no estado de Sergipe experiências de aproveitamento de manipueira na alimentação de ruminantes (uso este não citado no livro do Prof. Júlio da Ponte), concebi a ideia de escrever um opúsculo em versos rimados traduzindo e colocando nesse formato literário as informações técnico-científicas contidas na *Cartilha da Manipueira*. Assim, em 2008, atuando em empresa pública de pesquisa e extensão rural, produzi a *Cartilha Rimada da Manipueira: múltiplos usos na agricultura familiar*, trabalho que teve boa repercussão sendo publicado com tiragem de 5.000 exemplares e lançado nesse mesmo ano durante o I Seminário Nacional sobre Manipueira, realizado em Vitória da Conquista – BA.

O trabalho com a manipueira prosseguiu e, em função da publicação da *Cartilha Rimada*, passei a ser convidado a ministrar cursos e palestras sobre o aproveitamento desse insumo na agricultura.

Em 2010 fui admitido no Mestrado em Ciências Agrárias da UFRB e desenvolvi a Dissertação: *Uso de manipueira na produção de biomassa e diversidade de plantas espontâneas*, cuja Defesa ocorreu em maio de 2012, sendo as Professoras Franceli da Silva minha orientadora e Alessandra Caiafa a coorientadora. Durante todo o Curso recebi da Professora Franceli incentivo e apoio ao trabalho de pesquisa com a manipueira, sempre demonstrando receptividade e entusiasmo à causa do aproveitamento desse resíduo tão estratégico na agricultura familiar.

Fato interessante sobre minha relação com a manipueira aconteceu em abril de 2011. A TV Educativa da Bahia estava produzindo um documentário intitulado *Mandioca raiz do Brasil* e, fazendo gravações em Cruz das Almas, a jornalista responsável, tendo conhecido através de uma amiga a *Cartilha Rimada da Manipueira*, me procurou e perguntou se eu poderia produzir uma música sobre o assunto a fim de que ela incluísse no documentário. Abracei o desafio e compusemos a *Canção da Manipueira*, cuja interpretação foi incluída nas filmagens. Eis a sua letra:



A Manipueira... A Manipueira laiá... A Manipueira...

É o líquido amarelo  
Resultante da prensagem  
Da raiz da mandioca  
Durante a farinhagem.

É resíduo do processo  
De industrialização  
Dessa popular raiz  
De tão viva tradição.

É o ouro que escorre  
Das raízes generosas  
Da excelsa Mandioca  
Planta muito prestimosa.

A Manipueira... A Manipueira laiá... A Manipueira...

Ela pode substituir  
Com vantagem infinita  
Os venenos agrícolas,  
Causa de tanta desdita.

Além de ser excelente  
Pesticida natural  
É adubo eficiente  
Boa ração animal.

Seu destino é tornar-se  
Geradora de riqueza  
No campo e na cidade,  
Protegendo a Natureza.

Na pesquisa de Mestrado pude verificar que a manipueira, aplicada no solo sobre a vegetação espontânea, após repouso por 7 dias e diluição em água a 50% (1:1) na dose de 4 L m<sup>-2</sup> quinzenalmente, não causou fitotoxicidade aparente e influenciou a produção de biomassa, a disponibilidade de minerais no solo e a comunidade de espécies espontâneas, aumentando significativamente a biomassa e induzindo a predominância de gramíneas (Poaceae), especialmente o capim *Brachiaria decumbens* Stapf.

Na fase final do Mestrado fui aprovado em seleção pública da UFRB, em agosto de 2011, e assumi o cargo de Professor Temporário do Magistério Superior, no Curso Tecnólogo em Agroecologia, onde ministrei aulas nas

Disciplinas de Ecologia Geral, Gestão Ambiental e Manejo Agroecológico de Pragas e Doenças.

No final do ano de 2012 fui aprovado em concurso público do Instituto Federal Baiano – Campus Valença, e no início de 2013 assumi o cargo de Professor do Ensino Básico, Técnico e Tecnológico, na área de Agroecologia. A partir de então, além das aulas e demais atividades docentes, retomei a prática extensionista de ministrar palestras em comunidades rurais sobre o aproveitamento da manipueira e seus usos na agricultura.

Durante o exercício docente, desde a UFRB, passei a produzir e apresentar nas aulas uma síntese em versos rimados de cada assunto ministrado, com grande receptividade pelos estudantes. A partir de 2014, no IF Baiano, senti a necessidade de musicar os poemas-sínteses das aulas, passando a compor músicas didáticas que me levaram a produzir os CDs: *Agroecologia em Música* (2015), *Namorando a Terra* (2016) e *Produzir Conservando* (2017), que fazem parte do Projeto *Estudando Agroecologia com Música e Poesia*. As composições: *Canção da Manipueira*, *Raiz da Brasil (Prece de Gratidão)* e *Mandioca e Agrofloresta* integram esses CDs.

Desde 2015 venho desenvolvendo, de maneira informal, em comunidades rurais onde sou convidado, o *Projeto Mandiocultura Sustentável*, que envolve 3 aspectos: 1) técnicas ecológicas de aumento da produtividade da mandioca; 2) aproveitamento dos coprodutos da casa de farinha, especialmente manipueira, tapioca e casca; 3) adequação das casas de farinha às normas da vigilância sanitária (cuidados com a higiene).

Os resultados apresentados na Dissertação de Mestrado indicavam a viabilidade da utilização da manipueira como adubo de solo em culturas agrícolas, pois, embora existissem trabalhos sobre a utilização como adubo foliar e no controle de pragas e doenças, as pesquisas para o seu uso intensivo como adubo de solo pareciam ser insuficientes. Na própria *Cartilha da manipueira* o Prof. Júlio da Ponte faz uma tímida referência à sua aplicação no solo, recomendando como adubação de fundação em dose única, diluída em água (1:1) na linha de cultivo, na razão de 2 a 4 litros da diluição por metro linear de sulco, 8 dias antes da semeadura da cultura.

Nessa perspectiva e imbuído do interesse de aprofundar estudos e preencher lacunas deixadas no experimento de mestrado, percebi como desafios

buscar respostas a algumas dúvidas: 1) poderia a manipueira ser aplicada no solo pura, sem diluição, já que a adição de água eleva custos e dificulta a logística? 2) sendo aplicada pura, sem diluição, quanto tempo deveria ficar em repouso (fermentando) antes da aplicação no solo, a fim de evitar efeitos negativos, nas raízes, do ácido cianídrico e da elevação da demanda bioquímica de oxigênio? 3) que dosagem poderia ser utilizada numa cultura agrícola, por exemplo, no milho, com efeito significativo e sem prejuízos ao solo? 4) ela poderia substituir, parcial ou totalmente, a adubação química convencional no milho? 5) a adição de algum outro insumo de baixo custo (pó de rocha, bactéria fixadora de N) poderia potencializar o efeito da manipueira?

Nesse caminho fui admitido, no segundo semestre de 2015, no Doutorado em Ciências Agrárias da UFRB (DINTER UFRB – IF Baiano), durante o qual desenvolvi a presente Tese, prosseguindo a parceria com a Professora Franceli da Silva (orientadora) e firmando sinergia com o Professor José Fernandes de Melo Filho (coorientador), aos quais agradeço o fundamental apoio.

## SUMÁRIO

Página

**RESUMO**

**ABSTRACT**

**REFERENCIAL TEÓRICO .....1**

**ARTIGO 1**

**MANIPUEIRA: DE RESÍDUO POLUENTE A INSUMO AGRÍCOLA. EFEITOS NO SOLO, NO PESO DE ESPIGAS E GRÃOS DE MILHO ..... 18**

**ARTIGO 2**

**ATRIBUTOS QUÍMICOS E PRODUTIVIDADE DE MILHO EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO COM MANIPUEIRA E PÓ DE ROCHA DE IPIRÁ.. 33**

**ARTIGO 3**

**PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVO DE MILHO EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO COM MANIPUEIRA E PÓ DE ROCHA DE IPIRÁ.. 67**

**CONSIDERAÇÕES FINAIS .....98**

## **A MANIPUEIRA MELHORA ATRIBUTOS QUÍMICOS DE LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO E A PRODUTIVIDADE DE MILHO (*Zea mays* L.)**

Autor: Sérgio Ricardo Matos Almeida  
Orientadora: Dra. Franceli da Silva

**RESUMO:** Manipueira é o resíduo líquido amarelado resultante da prensagem das raízes raladas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o processo de fabricação de farinha ou extração de fécula. Um terço de toda a produção de raízes é convertido em manipueira, e descartado no ambiente. Com elevada carga orgânica e presença de cianetos, esse resíduo tem se constituído em um problema ambiental; mas seu uso como adubo de solo, associado a pó de rocha, influencia na produtividade agrícola e na vegetação espontânea. Pó de rocha de Ipirá é um produto rico em silício, cálcio, magnésio, potássio e micronutrientes, produzido na Bahia. Plantas espontâneas são as espécies que nascem e se reproduzem espontaneamente, sem serem cultivadas, e constituem a expressão natural da condição do solo. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da manipueira, associada ao pó de rocha de Ipirá, na melhoria de atributos químicos de Latossolo Amarelo Distrocoeso e na adubação de milho; e seu efeito na composição florística e estrutura fitossociológica da comunidade de plantas espontâneas. O experimento foi conduzido em campo, com delineamento experimental em blocos casualizados (DBC), com 4 repetições e 10 tratamentos: 3 doses de manipueira (7, 14 e 28 L m<sup>-2</sup>) sem e com pó de rocha (400 g m<sup>-2</sup>); testemunha absoluta (sem manipueira, com e sem pó de rocha); e testemunha com adubação química (75 g NPK m<sup>-2</sup>) com e sem pó de rocha. A variedade utilizada foi a BRS Caimbé, e a semente foi inoculada com *Azospirillum brasilense*. Foram realizados 2 plantios subsequentes de milho. Os parâmetros avaliados foram: fertilidade do solo, produtividade de grãos secos (kg ha<sup>-1</sup>) e índices fitossociológicos. A manipueira aumentou significativamente os teores de potássio e fósforo do solo e pode ser utilizada como insumo agrícola; associada ao pó de rocha de Ipirá aumentou significativamente a produtividade do milho; e influenciou na comunidade de plantas espontâneas, aumentando o índice de valor de cobertura de espécies indicadoras de boa qualidade de solo.

**Palavras-chave:** Água de mandioca, adubação orgânica, agricultura sustentável.

## THE CASSAVA WASTEWATER IMPROVES CHEMICAL ATTRIBUTES OF YELLOW OXISOL AND CORN PRODUCTIVITY

Author: Sérgio Ricardo Matos Almeida

Adviser: Dra. Franceli da Silva

**ABSTRACT:** Manipueira is the yellowish liquid residue resulting from the pressing of grated roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) during the process of manufacturing flour or starch extraction. One-third of all root production is converted into manipueira, and disposed of in the environment. With high organic load and the presence of cyanides, this residue has become an environmental problem; but its use as soil fertilizer, associated with rock powder of Ipirá, influences agricultural productivity and spontaneous vegetation. Ipirá rock powder is a product rich in silicon, calcium, magnesium, potassium and micronutrients, produced in Bahia. Spontaneous plants are species that are born and reproduce spontaneously, without being cultivated, and constitute the natural expression of the condition of the soil. The objective of this work was to evaluate the potential of the manipueira, associated to the rock powder of Ipirá, in the improvement of chemical attributes of Yellow Oxisol and in the fertilization of corn; and its effect on floristic composition and phytosociological structure of the community of spontaneous plants. The experiment was conducted in the field, with a randomized complete block design (DBC), with 4 replicates and 10 treatments: 3 doses of manipueira (7, 14 and 28 L m<sup>-2</sup>) without and with rock powder (400 g m<sup>-2</sup>); absolute witness (without manipueira, with and without rock powder); and with chemical fertilization (75 g NPK m<sup>-2</sup>) with and without rock powder. The variety used was BRS Caimbé, and the seed was inoculated with *Azospirillum brasilense*. Two subsequent corn plantations were carried out. The evaluated parameters were: soil fertility, dry grain yield (kg ha<sup>-1</sup>) and phytosociological indexes. The manipueira significantly increased potassium and phosphorus levels of the soil and can be used as an agricultural input; associated with the rock powder of Ipirá, significantly increased the corn yield; and influenced the community of spontaneous plants, increasing the index of coverage value of indicative species of good soil quality.

**Keywords:** Cassava water, organic fertilization, sustainable agriculture.

## REFERENCIAL TEÓRICO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta brasileira, originária da floresta tropical, que tem aqui seu centro de origem e dispersão. Carrasco *et al.* (2016) afirmam que a mandioca é uma espécie tropical que se destaca como uma fonte de alimento para os países em desenvolvimento; e que a Baixada Cuiabana, no Mato Grosso, está incluída no centro de origem da espécie. Os referidos pesquisadores, estudando a importância da mandioca para a agrobiodiversidade, caracterizaram 211 genótipos de mandioca em 10 comunidades de 3 municípios desse Território de Identidade e constataram um elevado número de variedades locais exclusivas de cada município.

### Cultura da Mandioca

Quando os europeus chegaram ao continente americano, no século XV, a mandioca já havia sido domesticada pelos índios há pelo menos 8.000 anos; e no decorrer desses milênios ela foi se tornando a base da alimentação local. E chama a atenção o expressivo papel que a mandioca desempenhou no sucesso da colonização portuguesa e na formação socioeconômica e cultural do Brasil (SILVA e MURRIETA, 2014).

A partir de sua pesquisa histórica, Santos (2018) afirma que a farinha de mandioca era um alimento nordestino secular e que desde a roça do índio, onde a cultura da mandioca nasceu, até o final do regime escravista no Brasil, esse alimento constituía o “pão nosso de cada dia”; e na Bahia, entre 1549 e 1888, o cultivo da mandioca foi a base da lavoura do Recôncavo Baiano, e a farinha, o alimento diário de nove em cada dez habitantes da cidade do Salvador.

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura, FAO, considera a mandioca o alimento do século 21 (ONU News, 2019). No livro “Save and Grow: Cassava” (“Economize e Cresça: Mandioca”) a FAO destaca o enorme potencial da cultura na segurança alimentar, no aumento da renda e no estímulo ao desenvolvimento industrial rural; e recomenda técnicas ecológicas de cultivo para aumento da produtividade, baseadas na rotação e consorciação de culturas e na redução de insumos agroquímicos (FAO, 2013).

Segundo resultados preliminares do Censo Agropecuário 2017 (IBGE, 2019), o Brasil possui 5.072.152 de estabelecimentos rurais ocupando 350.253.329 ha, e a Bahia, 762.620 imóveis, que ocupam 27.831.883 ha; sendo o estado com maior número de estabelecimentos rurais, seguido por Minas Gerais (607.448) e Rio Grande do Sul (365.052). Isto se deve principalmente à agricultura familiar, uma vez que o número de estabelecimentos rurais com menos de 1 ha até menos de 10 ha são no Brasil 2.542.662 e na Bahia, 466.615, ocupando área de 7.989.114 ha e 1.401.169 ha respectivamente.

Dentre os 10 maiores produtores de mandioca do Brasil (IBGE, 2019), a Bahia ocupa o 5º lugar, perdendo apenas para o Paraná (1º), Pará (2º), São Paulo (3º) e Mato Grosso do Sul (4º); ficando à frente de Rio Grande do Sul (6º), Amazonas (7º), Minas Gerais (8º), Rio Grande do Norte (9º) e Goiás (10º); no entanto, em termos de número de estabelecimentos rurais que cultivam mandioca, a Bahia é o 2º colocado, com 121.745 propriedades, atrás apenas do Rio Grande do Sul, com 131.131, e à frente do Pará (109.671), Minas Gerais (68.978), Amazonas (57.991) e Paraná (51.490). A comparação desses dados sugere que no Paraná, São Paulo e Mato Grosso do Sul o processamento da mandioca se dá predominantemente em fecularias (grandes agroindústrias), enquanto no Pará e na Bahia predominam as casas de farinha, que no geral se caracterizam como espaços ocupados por agricultores familiares.

No Norte do país, a forte influência da mandioca na culinária regional se deve basicamente pela herança indígena, muito viva naquela região. No Nordeste, talvez essa influência se deva mais pela rusticidade da cultura, por ser capaz de produzir em solos de baixa fertilidade e apresentar resistência a períodos de estiagem, o que torna seu cultivo extremamente estratégico no que tange à segurança alimentar.

A classificação da mandioca em brava (de indústria) ou mansa (de mesa) se dá pelo teor de ácido cianídrico (HCN) contido na raiz fresca. As mandiocas mansas, de mesa ou doces (aipim, macaxeira) possuem menos de 100 mg de HCN por kg de raiz fresca; e as bravas (de uso industrial na produção de farinha e extração de fécula) possuem mais de 100 mg de HCN por kg de raiz fresca (OLIVEIRA, 2016; ZAGO *et al.*, 2016).



O processamento industrial da mandioca acontece em casas de farinha e em fecularias; onde se realiza, respectivamente, a produção de farinha (seca ou d'água) e a extração do amido ou fécula (FERREIRA, 2013), conforme se observa nos fluxogramas das Figuras 1 e 2. De pequeno a grande porte, todas produzem e descartam grandes quantidades de manipueira, seja pura (casas de farinha) ou diluída (fecularias).

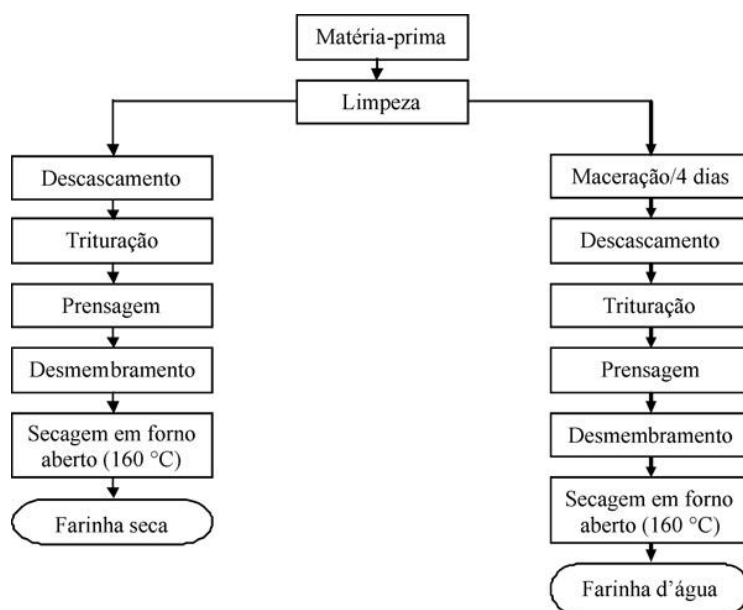


Figura 1 – Fluxograma de Casa de farinha.  
Fonte: [acta.inpa.gov.br/fasciculos/40-1/img/n1a28f01.jpg](http://acta.inpa.gov.br/fasciculos/40-1/img/n1a28f01.jpg)

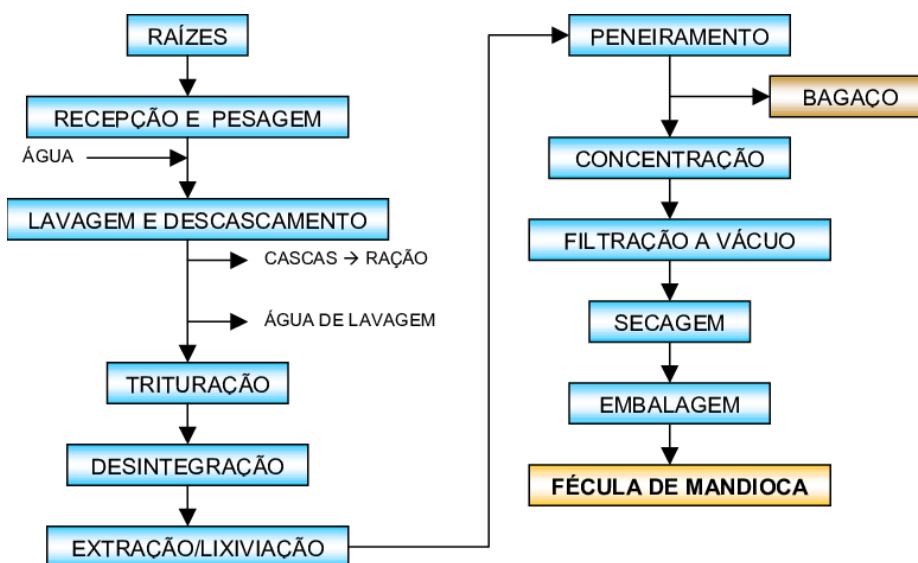


Figura 2 – Fluxograma de Fecularia.  
Fonte: [researchgate.net/figure/216897517\\_fig7\\_Figura-29-Fluxograma](http://researchgate.net/figure/216897517_fig7_Figura-29-Fluxograma)

## Manipueira

Palavra de origem indígena (em Tupi: o que brota da mandioca), a manipueira é o resíduo líquido amarelado resultante da prensagem das raízes raladas da mandioca durante o processo de fabricação de farinha ou extração de fécula, sendo abundantemente produzido e frequentemente desperdiçado. Um terço de toda a produção de raízes dessa cultura, em média, é convertida em manipueira, e geralmente descartada no ambiente (PONTE, 2006). Esse efluente líquido com elevada carga orgânica e presença de cianetos tem se constituído em um problema ambiental, por possibilitar contaminação de solos, lençol freático e cursos d'água, mas pode tornar-se insumo útil e de baixo custo na agricultura (ALMEIDA *et al.*, 2009).

A industrialização da mandioca gera resíduo líquido cujo despejo no ambiente causa problemas de poluição, devido ao grande volume produzido, ao elevado valor de sua demanda bioquímica de oxigênio (DBO) e ao expressivo teor de ácido cianídrico, que geralmente é tóxico para os seres de respiração aeróbica; a DBO da manipueira varia de 14.000 mg L<sup>-1</sup> até 34.000 mg L<sup>-1</sup> e o volume, por tonelada de raízes processada, de 300 L (em casa de farinha) a 3.000 L, em fecularia; sendo que essa proporção varia em função do tipo de processamento e suas diferentes diluições (CEREDA, 1994; FERREIRA *et al.*, 2001).

A manipueira contém uma média de 6% de sólidos dissolvidos, 30.000 mg kg<sup>-1</sup> de DBO, 46.000 mg kg<sup>-1</sup> de Demanda Química de Oxigênio (DQO) e 250 mg kg<sup>-1</sup> de ácido cianídrico; e sua composição química apresenta teores de potássio superiores a 2.000 mg L<sup>-1</sup>. Em experimento com emprego de manipueira como adubo orgânico, geralmente se utiliza o cálculo para determinar as doses de manipueira com base na quantidade de potássio contida nas doses de cloreto de potássio da adubação química, recomendada para a cultura (CEREDA, 1994; FERREIRA *et al.*, 2001).

Na manipueira estão presentes todos os macronutrientes e principais micronutrientes necessários à produção vegetal (PONTE, 2006), no entanto, sua composição química varia em função do tipo de solo, da adubação, da variedade da mandioca, das condições climáticas e da época de colheita (NEVES *et al.*, 2014).

Ferreira *et al.* (2001), monitorando o repouso da manipueira (com ou sem agitação diária), demonstraram que com 15 dias de fermentação a DBO (demanda bioquímica de oxigênio) foi reduzida em 50%, mantendo-se estável a partir daí; e por isso recomendam sua aplicação sobre o solo, após 20 dias de fermentação; processo que favorece a liberação de gases, especialmente do ácido cianídrico. Tais autores consideram a manipueira como adubo orgânico potássico e nitrogenado em potencial; constataram que os valores de pH das manipueiras, medidos imediatamente após a produção, decresceram de 6,2 para 3,7, com 48 horas de fermentação e estabilizaram-se em 3,6, após 72 horas de fermentação; e, em termos de equivalência em adubo químico ( $\text{kg m}^{-3}$ ) da manipueira, chegaram aos seguintes valores: Ureia (45% N):  $5,4 \text{ kg m}^{-3}$ ; Superfosfato triplo (45%  $\text{P}_2\text{O}_5$ ):  $2,36 \text{ kg m}^{-3}$ ; Cloreto de potássio (60%  $\text{K}_2\text{O}$ ):  $5,43 \text{ kg m}^{-3}$ ; Carbonato de cálcio (50%  $\text{CaO}$ ):  $0,46 \text{ kg m}^{-3}$ ; Sulfato de magnésio (16%  $\text{MgO}$ ):  $4,66 \text{ kg m}^{-3}$ .

A busca de alternativas de aproveitamento e utilização da manipueira constitui campo de estudo fundamental, a exigir urgência e dedicação, uma vez que a sua conversão em insumo agrícola pode contribuir no fortalecimento da sustentabilidade da agricultura familiar, na conservação de agroecossistemas e na geração de renda. Além disso, a utilização da manipueira como insumo agrícola soluciona um grave problema ambiental, que é a destinação inadequada desse resíduo no meio ambiente.

Dantas *et al.* (2016) consideram que a utilização de resíduos orgânicos em cultivos agrícolas é alternativa que possibilita a redução de adubos minerais aplicados ao solo. Os referidos pesquisadores, avaliando o acúmulo de macronutrientes em girassol adubado com manipueira, comparando doses (0; 8,5; 17; 34; 68 e  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), verificaram que a dose de  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  proporcionou o maior acúmulo dos nutrientes avaliados, concluem que a manipueira forneceu concentrações suficientes desses minerais e apresenta potencial como adubo orgânico.

Neves *et al.* (2014) encontraram a seguinte caracterização da manipueira, obtida em casa de farinha na microrregião de Vitória da Conquista – BA, em  $\text{mg L}^{-1}$ : cianeto livre ( $\text{CN}^-$ ): 257,2; P: 201,5; K: 4.044,0; Ca: 29,5; Mg: 288,4; S: 22,7; Cu: 1,2; Fe: 3,6; Zn:  $3,5 \text{ mg L}^{-1}$  e pH: 4,14.

Cabral *et al.* (2010) constataram que a aplicação de água residuária de fecularia de mandioca, proporcionou acréscimos na produtividade da cultura da aveia preta, obtendo-se a produtividade de 3629 kg ha<sup>-1</sup> para o nível de 300 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> e 2818 kg ha<sup>-1</sup> na testemunha.

Nasu, Formentini e Furlanetto (2015), testando o efeito nematicida de manipueira no controle de *Meloidogyne incognita* em campo cultivado com plantas de tomate, durante as estações de inverno e verão, constataram que os tratamentos com manipueira (coletada em uma fábrica de amido de mandioca) diluída em água com 10%, 25% e 50% de concentração foram superiores ao controle (contendo apenas água), em todas as variáveis analisadas (massa seca e massa fresca de tomates, número de galhas e ovos por sistema radicular e rendimento de frutos); e que não foi encontrada diferença estatística entre os tratamentos com manipueira; no entanto, as plantas de tomate apresentaram melhor desenvolvimento quando a manipueira foi aplicada a 50% de concentração.

Vale ressaltar que a manipueira oriunda de casas de farinha, no geral pode ser considerada pura (não diluída); já as manipueiras oriundas de fecularias são diluídas (misturadas a água, devido a lavagem da massa para extração da fécula), sendo sua concentração imprecisa, variando entre 10% a 90%, informação que se confirma pelas observações de Ferreira *et al.* (2001).

Duarte *et al.* (2012), avaliando o efeito de doses de manipueira (0, 5, 15, 25, 45, 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) obtida em casa de farinha, em substituição à adubação mineral, sobre as características agronômicas da alface, constaram que a dose de 45 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> propiciou maior ganho de altura de planta, área foliar e a maior produção de matérias fresca e seca, confirmando que o uso da manipueira serve como fonte de adubação para a referida cultura, a depender da dose aplicada.

Dantas *et al.* (2017), afirmam que a aplicação de manipueira em culturas agrícolas constitui uma boa fonte alternativa de nutrientes para os vegetais. Analisando o crescimento e produtividade de girassol adubado com doses de manipueira (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) em Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, os referidos autores constataram que a dose igual a 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> promoveu maiores valores de produtividade, área foliar, índice de área foliar e

massa seca da parte aérea; e os menores valores de razão de área foliar, área foliar específica e razão de peso foliar.

Neves *et al.* (2014) verificaram o aumento do pH da manipueira em função do tempo de repouso, não sendo significativo nos primeiros 20 dias e se intensificando a partir daí, se estabilizando aos 80 dias de armazenamento, com valor em torno de 9,0. Constataram também que os teores médios do cianeto livre após 20 dias de armazenamento se reduziram acentuadamente, passando de 129,0 para 20,66 mg L<sup>-1</sup>; aos 40 dias atingiu 7,13 mg L<sup>-1</sup>, e aos 60 dias não foram mais detectados teores de cianeto; e que o pH aumenta na medida que o teor de CN<sup>-</sup> reduz.

Cardoso, Paula e Amante (2004), avaliando o uso de efluente líquido resultante do processamento da mandioca em fertirrigação, afirmam que o tratamento da manipueira em lagoas de estabilização reduziu a DBO em 43,9%, elevou o pH de 3,6 para 4,1, reduziu em quase 100% os sólidos sedimentáveis (0,1 mg L<sup>-1</sup>), e que não houve redução significativa nos teores dos principais nutrientes.

Resultados do experimento de campo de Ferreira *et al.* (2001) mostraram (Tabela 1) efeito significativo da manipueira aplicada como adubo de solo, em 2 doses (aos 30 e aos 90 dias após o plantio), na cultura da mandioca. Em relação às testemunhas (sem adubação), as plantas adubadas com o resíduo apresentaram aumento de 61% no primeiro ano e 84% no segundo ano. Observa-se que não ocorreram diferenças entre as produtividades de raízes de plantas adubadas com manipueira e adubo químico, nos dois anos de cultivo.

Tabela 1. Efeito da adubação química e da adubação com manipueira sobre a produção de raízes e parte aérea (t ha<sup>-1</sup>) e teor de amido da mandioca (variedade Pretinha), cultivada em Podzólico Amarelo textura média, no Município de Igarapé-Açu, PA. (Ferreira *et al.*, 2001)

Fonte	Raízes (t ha <sup>-1</sup> )		Parte Aérea (t ha <sup>-1</sup> )		Amido (%)	
	1999	2000	1999	2000	1999	2000
<b>Manipueira</b> (48 m <sup>3</sup> ha <sup>-1</sup> )	29	35	18	21	32	33
<b>Adubo químico</b> <sup>1</sup> (867 kg ha <sup>-1</sup> )	31	33	23	19	34	31
<b>Sem adubo</b>	18	19	13	12	32	32

1 – Ureia: 267 kg ha<sup>-1</sup>; superfosfato triplo: 400 kg ha<sup>-1</sup>; cloreto de potássio: 200 kg ha<sup>-1</sup>.

Ferreira *et al.* (2001) concluem que a adubação de solos de baixa fertilidade com a manipueira possibilita a substituição da adubação química, e que o emprego da manipueira como adubo poderá eliminar o seu despejo inadequado no ambiente.

Magalhães *et al.* (2014), avaliando o efeito da adubação com manipueira no desenvolvimento inicial do milho, em ambiente protegido dispendo de uma planta por vaso de 20 L, constataram que a dose equivalente a  $63 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  propiciou maior ganho de diâmetro de colmo, número de folhas, massa fresca e massa seca de folhas, confirmando que o uso de manipueira serviu como fonte de adubação para a cultura do milho.

Fonseca *et al.* (2016) constataram que a manipueira é eficiente no controle de *Meloidogyne incognita*, e influencia positivamente no desenvolvimento da cultura da soja, podendo ser recomendada como nematicida e como adubo orgânico.

Dantas *et al.* (2015), avaliando o crescimento do girassol fertilizado com manipueira, aplicada ao solo 15 dias antes do plantio, afirmam que a dose de  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  proporcionou um desenvolvimento mais adequado das plantas; e recomendam o uso da manipueira como fonte de nutrientes na cultura do girassol. No entanto, esses pesquisadores não informam a origem da manipueira e, portanto, não se pode conhecer seu nível de diluição.

Quando o relato de uma pesquisa informa que a manipueira utilizada veio de fecularia, pode-se considerar que sua diluição é de 50%, em média. Assim sendo, uma aplicação no solo de  $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  pode significar o aporte efetivo de  $68 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de manipueira pura.

Santos *et al.* (2010), utilizando manipueira como fonte de potássio na cultura da alface, comentam que apesar de a manipueira possuir propriedades desejáveis como fonte de nutrientes, caso não seja utilizada corretamente, poderá causar danos ao solo e às plantas, provocando redução na produtividade, o que pode ser indicativo do declínio da atividade fotossintética em função da indisponibilidade iônica ocasionada pelo excesso de potássio.

Magalhães *et al.* (2016), avaliando os teores de macronutrientes e sódio em plantas de milho, em casa de vegetação, em vasos com capacidade de 25 L de solo, em função da aplicação de doses de manipueira e idade das plantas aos

20, 40 e 52 dias após a emergência (DAE), constataram que o incremento de doses de manipueira aplicadas no solo aumentou os teores de N, P e K na parte aérea das plantas e reduziu a absorção de Ca e Mg.

Dantas *et al.* (2016), avaliando o acúmulo de macronutrientes em girassol adubado com manipueira (que foi analisada), comparando doses (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), verificaram que a dose de 136 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup> proporcionou o maior acúmulo dos nutrientes avaliados; e que a ordem de acumulação pelas plantas inteiras é: N > K > Ca > Mg > P > S.

Araújo *et al.* (2019) ponderam que o uso de resíduos orgânicos para fins agrícolas constitui alternativa sustentável para reciclar nutrientes e minimizar impactos ambientais decorrentes de sua destinação inadequada.

Silva Júnior *et al.* (2012), avaliando efeitos, no solo e na produtividade, do uso de manipueira associado a fertirrigação com NK em bananeira 'Terra Maranhão', em Latossolo Amarelo Distrocoeso, com 4 doses (T1 – 6 L/planta/mês; T2 – 2 L/planta/mês + NK; T3 – 4 L/planta/mês + NK; T4 – 6 L/planta/mês + NK), equivalentes a aplicações mensais de 4, 8 e 12 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, constataram que a dose de 4 L/planta/mês + fertirrigação com NK resultou na maximização dos parâmetros de produção e produtividade da cultura. Tais resultados podem indicar a vantagem do uso de manipueira como adubo de solo e também que não foi a maior dose que apresentou o melhor efeito.

Duarte *et al.* (2013), avaliando as alterações de atributos físicos e químicos em um Neossolo Regolítico cultivado com alface, em casa de vegetação, em vasos de 4 L (3 kg de solo) e submetido às doses de manipueira: 0, 5, 15, 25, 45, 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, oriunda de casa de farinha; apontam que a aplicação de manipueira ao solo propiciou aumento do grau de flocculação, do pH, da condutividade elétrica do extrato de saturação, do teor de P e dos teores de cátions trocáveis (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Na<sup>+</sup>); e diminuição da argila dispersa em água, e tendência à salinização.

O Brasil importa grande parte do adubo potássico usado na agricultura, uma vez que a produção nacional corresponde a 10% de sua demanda, fato que representa grande ônus à balança comercial brasileira (RESENDE *et al.*, 2006). Diante desse cenário, a busca de fontes alternativas de K para uso agrícola (resíduos orgânicos e pós de rocha) assume papel importante para a sustentabilidade da agricultura.

### Pó de rocha de Ipirá

A riqueza mineral de um solo guarda relação direta com a composição da rocha de origem e, portanto, rochas moídas por processos físicos (pós de rocha) podem restituir nutrientes ao solo e favorecer o aumento do rendimento de culturas agrícolas. Daí a viabilidade do aproveitamento de resíduos de “pedreiras” como alternativa ao uso e importação de adubos solúveis (CAMARGO *et al.*, 2012).

Rochagem do solo é o enriquecimento mineral de solos pobres, por meio do uso de pós de rocha (PRATES *et al.*, 2010). A rochagem é uma prática agrônômica que se mostra viável, uma vez que a nutrição mineral é um fator determinante no sucesso das culturas, nos sistemas alternativos de produção (CAMARGO *et al.*, 2012).

Rochas silicáticas têm sido estudadas com o objetivo de avaliar seus potenciais como fonte de nutrientes às plantas; e cerca de 85% do K utilizado como insumo agrícola no Brasil é importado (RIBEIRO *et al.*, 2010).

O silício vem sendo muito utilizado na agricultura brasileira, especialmente após sua inclusão na legislação de fertilizantes e corretivos (CAMARGO, KORNDÖFER e PEREIRA, 2007).

O silício desempenha no reino mineral um papel comparável ao carbono nos reinos vegetal e animal, pois possui a capacidade de formar longas cadeias, muitas vezes ramificadas. Cerca de 80% dos minerais das rochas ígneas e metamórficas são silicatos, que são sais nos quais a sílica é combinada com oxigênio e outros elementos, como Al, Mg, Ca, Na, Fe e K (LIMA FILHO, 2009).

Avaliando a produtividade de morangueiro em função da adubação com esterco bovino (0, 50 e 100 t ha<sup>-1</sup>) e pó de basalto (0, 2, 4 e 6 t ha<sup>-1</sup>), Camargo *et al.* (2012) afirmam que a produtividade e a produção comercial de frutos apresentaram maior desempenho com a associação das maiores doses de esterco com as doses intermediárias de pó de basalto; e que o efeito reduzido de estudos com pó de basalto estão geralmente associados a experimentos de curta duração, solos com baixa atividade microbiana e doses inadequadas.

O pó de rocha de Ipirá é um adubo mineral rochoso rico em silício, cálcio, magnésio, potássio e micronutrientes, produzido na Bahia, que vem sendo utilizado por produtores orgânicos, mas que carece de comprovação científica de



sua eficiência e eficácia na melhoria do solo e da nutrição mineral das culturas. O fato de ser produzido na Bahia, no município de Ipirá (que dista 95 km de Feira de Santana) favorece a redução do custo do transporte, uma vez que este é o fator que mais eleva o custo dos pós de rocha disponíveis nas diversas regiões do Brasil.

A Tabela 2 apresenta o resultado da análise de 4 amostras de pó de rocha de Ipirá, realizadas em 2015 no GSS GEOSOL Laboratórios Ltda (Vespasiano – MG), fornecido pela Empresa Ipirá Fértil (Certificado de Análises GQ1500307).

Tabela 2: Resultado de análises de 4 amostras de pó de rocha de Ipirá, fornecido pela empresa Ipirá Fértil (Certificado de Análises GQ1500307 SGS Geosol Laboratório Ltda.)

Amostras	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe <sub>2</sub> O <sub>3</sub>	MnO	Zn	Cu	Co
	%							ppm		
1	53,15	7,97	5,09	3,22	0,70	8,33	0,41	147	196	27,2
2	57,21	6,70	5,15	3,91	0,37	6,34	0,61	48	63	21,7
3	55,09	7,36	5,28	3,66	0,56	7,46	0,50	105	136	24,1
4	56,74	5,83	4,76	3,75	0,44	6,35	0,47	77	79	20,8
Média	55,55	6,97	5,07	3,64	0,52	7,12	0,50	94	119	23,5

O panorama descrito evidencia o potencial da manipueira como adubo de solo, em diversas culturas agrícolas; e a associação com o pó de rocha de Ipirá visa potencializar o aproveitamento como insumo agrícola, no cultivo de milho.

#### Cultura do Milho

As lavouras temporárias (incluindo a mandioca e o milho) ocupam no Brasil 55.383.875 ha, e na Bahia, 3.376.439 ha (IBGE, 2019).

O milho, por sua versatilidade de usos na propriedade rural, para alimentação humana e animal, tem grande importância na agricultura familiar, especialmente na região Nordeste (EMBRAPA, 2011).

O milho é comumente plantado no período chuvoso e, regra geral, deve ser cultivado em locais com precipitação de no mínimo 350 a 500 mm; sendo que as melhores produtividades ocorrem quando a disponibilidade de água está entre 500 e 800 mm em todo o ciclo da cultura (EMBRAPA, 2011).

Na safra 2010/2011 o rendimento médio de milho no Brasil foi de 4200 kg ha<sup>-1</sup>. Na mesma safra a produtividade do milho na região Nordeste foi de 2015 kg

ha<sup>-1</sup> e na Bahia, 2827 kg ha<sup>-1</sup>. Esse baixo rendimento no Nordeste se atribui a condições climáticas adversas, pouca utilização de sementes melhoradas e baixo uso de insumos (EMBRAPA, 2011).

A utilização da manipueira (resíduo do processamento da mandioca) na adubação de milho possibilita a integração de atividades na propriedade agrícola, e ampliação de receitas, envolvendo as duas culturas que são, possivelmente, as mais importantes para a segurança alimentar do agricultor familiar.

O presente estudo testou as seguintes hipóteses: 1) A manipueira, após repouso, e aplicada ao solo pura sem diluição, de forma parcelada, na dose a ser definida, contribui significativamente na melhoria de atributos químicos de Latossolo Amarelo Distrocoeso e pode ser utilizada como insumo agrícola; 2) A manipueira, associada ao pó de rocha de Ipirá na dose de 4 t ha<sup>-1</sup>, atende às necessidades nutricionais do milho e contribui significativamente no aumento de sua produtividade; 3) A manipueira, aplicada ao solo como insumo agrícola na cultura do milho, influencia positivamente na comunidade de plantas espontâneas e favorece o aparecimento de espécies indicadoras de qualidade do solo.

O objetivo nesse estudo foi avaliar o efeito da aplicação de manipueira no solo, associada ou não ao pó de rocha de Ipirá, sobre atributos químicos de um Latossolo Amarelo Distrocoeso, na produtividade do milho (*Zea mays* L.) e na comunidade de plantas espontâneas. O primeiro artigo aponta a viabilidade do aproveitamento da manipueira como adubo de solo e avalia seus efeitos em atributos químicos do solo e na adubação e produção de milho verde. O segundo artigo avalia o efeito da manipueira associada ao pó de rocha de Ipirá, em atributos químicos do solo e na produtividade de milho, em dois plantios sucessivos, sendo que no segundo não houve aplicação de manipueira, a fim de se verificar seu efeito residual no solo. O terceiro artigo estuda a fitossociologia associada à aplicação de manipueira e pó de rocha no solo, ou seja, observa as alterações na comunidade de plantas espontâneas que ocorreram na área do plantio de milho em função da adubação.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. R. M.; SILVA, A. M.; LIMA, J. P.; ALMEIDA, A. M. M.; ZACHARIAS, F.; REGIS, U.O. Avaliação do Potencial nutritivo da Manipueira na dieta de ovinos deslanados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1689-1693, 2009.

ARAÚJO, N. C.; LIMA, V. L. A.; SENA, L. F.; LIMA, G. S.; ANDRADE, E. M. G.; CARDOSO, J. A. F.; OLIVEIRA, S. J. C. Produção de milho 'Potiguar' fertirrigado com água amarela e manipueira. **Revista de Ciências Agrárias**. Lisboa, v. 42, n. 1, Março 2019.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; BERTONHA, A.; MUNIZ, A. S. Effects of wastewater from a cassava industry on soil chemistry and crop yield of lopsided oats (*Avena strigosa* Schreb). **Brasilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 53, n. 1, 2010.

CAMARGO, C. K.; RESENDE, J. T. V. de; CAMARGO, L. K. P.; FIGUEIREDO, A. S. T.; ZANIN, D. S. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, nº. 1, p. 2985-2993, 2012.

CAMARGO, M. S.; KORNDORFER, G. H.; PEREIRA, H. S. Solubilidade do silício em solos: influência do calcário e ácido silícico aplicados. **Bragantia**. Campinas, v. 66, n. 4, p. 637-647, 2007.

CARDOSO, E.; PAULA, M. M. S.; AMANTE, E. R. Uso de manipueira diluída (efluente líquido resultante do processamento da mandioca) em fertirrigação: avaliação do efeito da disposição deste efluente sobre o solo e as águas subterrâneas. **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável**. Anais, p. 2514-2523, Florianópolis, 2004.

CARRASCO, N. F.; OLER, J. R. L.; MARCHETTI, F. F.; CARNIELLO, M. A.; AMOROZO, M. C. M.; VALLE, T. L.; VEASEY, E. A. Growing Cassava (*Manihot*

*esculenta*) in Mato Grosso, Brazil: Genetic Diversity Conservation in Small-Scale Agriculture. **Economic Botany**. V. 70, p. 15-28, March 2016.

CEREDA, M. P. (Coordenadora). **Resíduos da Industrialização da Mandioca no Brasil**. São Paulo. Paulicéia, 1994. p. 51-80.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. de S.; PEDROSA, E. M. R.; TABOSA, J. N.; DANTAS, D. da C. Growth of sunflower fertilized with liquid waste from processing of cassava. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 19, n. 4, p. 350-357, 2015.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; BEZERRA NETO, E.; SILVA, G. F. da; SILVA, E. F. de F. e. Accumulation of macronutrients in different parts of sunflower fertilized with cassava wastewater. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 20, n. 7, p. 630-636, 2016.

DANTAS, M. S. M.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; SILVA, M. M. da; DANTAS, D. da C. Growth and seed yield of sunflower on soil fertilized with cassava wastewater. **Revista Caatinga**. Mossoró, v. 30, n. 4, p. 963-970, 2017.

DUARTE, A. de S.; SILVA, E. F. de F. e; ROLIM, M. M.; FERREIRA, R. F. de A. e L.; MALHEIROS, S. M. M.; ALBUQUERQUE, F. da S. Use of different doses of cassava wastewater in lettuce crop in substitution of mineral fertilizer. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 16, n. 3, p. 262-267, 2012.

DUARTE, A. de S.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. de F. e; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. da S; MAGALHÃES, A. G.. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 938-946, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Circular Técnica 159. Produção de milho na agricultura familiar**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 42 p. 2011.

FERREIRA, M. S. Avaliação bromatológica dos resíduos da industrialização da mandioca e seu aproveitamento em ração para animais ruminantes. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 3, n. 1, p. 105-109, Julho 2013.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C. **Manipueira: um adubo orgânico em potencial**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001.

FONSECA, W. L.; ALMEIDA, F. A. de; OLIVEIRA, A. M. de; LEITE, M. L. T.; PROCHNOW, J. T.; RAMOS, L. da L. Toxicity of manipueira to *Meloidogyne incognita* in soybean. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, V. 46, n. 4, p. 413-420, 2016.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS. **Save and Grow: Cassava** – A guide to sustainable production intensification. FAO, 2013. 140 pp.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Censo Agro 2017 Resultados preliminares**. Disponível em: [http://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo\\_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=O&tema=76500](http://censoagro2017.ibge.gov.br/templates/censo_agro/resultadosagro/agricultura.html?localidade=O&tema=76500). Acesso em 13 de fevereiro de 2019.

LIMA FILHO, O. F. de. História e uso do silicato de sódio na agricultura. Dourados, MS: **Embrapa Agropecuária Oeste**, 2009. 112p.

MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. de S.; BEZERRA NETO, E.; TABOSA, J. N.; PEDROSA, E. M. R. Desenvolvimento inicial do milho submetido a adubação com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 18, p. 675-681, 2014.

MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. de S.; SILVA, G. F. da; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M. R. Macronutrients and sodium content in maize plants under cassava wastewater fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 20, n. 3, p. 215-222, 2016.

NASU, E. das G. C.; FORMENTINI, H. M.; FURLANETTO, C. Effect of manipueira on tomato plants infected by the nematode *Meloidogyne incognita*. **Crop Protection**. V. 78, p. 193-197, December 2015.

NEVES, O. S. C.; SOUZA, A. S.; COSTA, M. A.; SOUSA, L. de A.; VIANA, A. E. S.; NEVES, V. B. F. Persistência do cianeto e estabilização do pH em manipueira. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**. Ponta Grossa, v. 08, n. 01: p. 1274-1284, 2014.

OLIVEIRA, L. A. Compostos cianogênicos presentes na mandioca – processamento como forma de eliminação. **XIII Semana Acadêmica de Engenharia de Alimentos da UEFS**, setembro de 2016.

ONU News. **Modelo da FAO pode aumentar plantações de mandioca em até 400%**. Disponível em: <<http://news.un.org/pt/audio/2013/05/1066141>>. Acesso em 6 de março de 2019.

ONU News. **FAO quer impulsionar mandioca para um alimento do século 21**. Disponível em: <https://news.un.org/pt/story/2013/05/1439191-fao-quer-impulsionar-mandioca-para-um-alimento-do-seculo-21>. Acesso em 6 de março de 2019.

PONTE, J. J. da; **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. 3. Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 66p.

PRATES, F. B. de S.; VELOSO, H. S.; SAMPAIO, R. A.; ZUBA JUNIOR, G. R.; LOPES, P. S. N.; FERNANDES, L. A.; MAIO, M. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação com superfosfato simples e pó de rocha. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 57, n. 2, p. 239-246, 2010.

RESENDE, A. V.; MARTINS, E. S.; OLIVEIRA, C. G.; SENA, M. C.; MACHADO, C. T. T.; KINPARA, D. I. & OLIVEIRA FILHO, E. C. Suprimento de potássio e pesquisa de uso de rochas “in natura” na agricultura brasileira. **Revista Espaço & Geografia**, Vol. 9, n. 1, 2006.

RIBEIRO, L. da S.; SANTOS, A. R. dos; SOUZA, L. F. da S. SANTANA, J. S. Rochas silicáticas portadoras de potássio como fontes do nutriente para as plantas solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**. Viçosa, v. 34, n. 3, p. 891-897, 2010.

SANTOS, F. S. **O pão nosso de cada dia: a farinha de mandioca na cidade da Bahia e sua lavoura no Vale do Copioba no Recôncavo Baiano**. Tese de Doutorado em Planejamento Territorial e Desenvolvimento Social, da Universidade Católica do Salvador, 2018.

SANTOS, M. H. V. dos; ARAÚJO, A. C. de; SANTOS, D. M. R. dos; LIMA, N. da S.; LIMA, C. L. C. de; SANTIAGO, A. D. Uso da manipueira como fonte de potássio na cultura da alface (*Lactuca sativa* L.) cultivada em casa-de-vegetação. **Revista Acta Scientiarum. Agronomy**. Maringá, v. 32, n. 4, p. 729-733, 2010.

SILVA, H. A. da; MURRIETA, R. S. S. Mandioca, a rainha do Brasil? Ascensão e queda da *Manihot esculenta* no estado de São Paulo. **Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências humanas**. V. 9, n. 1. Belém Jan/Abril. 2014.

SILVA JÚNIOR, J. J. da; COELHO, E. F.; SANT'ANA, J. A. do V.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; PAMPONET, A. J. M. Uso da manipueira na bananeira ‘terra maranhão’ e seus efeitos no solo e na produtividade. **Revista Irriga**. Botucatu, v. 17, n. 3, p. 353-363, 2012.

ZAGO, B. W.; HOOGERHEIDE, E. S. S.; SILVA, B. R.; BARELLI, M. A. A. Avaliação de acessos de mandioca quanto ao teor de ácido cianídrico, em raízes ferescas. **IV Congresso Brasileiro de Recursos Genéticos**. Curitiba, novembro de 2016.

## ARTIGO 1

### **MANIPUEIRA: DE RESÍDUO POLUENTE A INSUMO AGRÍCOLA. EFEITOS NO SOLO, NO PESO DE ESPIGAS E GRÃOS DE MILHO<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo apresentado na Conferência da Terra 2018 e publicado como capítulo do livro: Terra – habitats urbanos e rurais (SEABRA, 2019), ISBN: 918-85-68066-32-9.



## **Manipueira: de resíduo poluente a insumo agrícola. Efeitos no solo, no peso de espigas e grãos de milho**

**Resumo:** A manipueira é o líquido amarelo resultante da prensagem das raízes da Mandioca (*Maniot esculenta* Crantz) durante o seu processamento industrial. Um terço de toda a produção de raízes de mandioca, quando processada, converte-se em manipueira, que é despejada no ambiente de forma inadequada. Esse resíduo líquido, disponível gratuitamente em agroindústrias de processamento de mandioca, tem sido desprezado e se tornado problema ambiental, pela contaminação de solos, cursos d'água e lençol freático, mas pode tornar-se importante insumo gratuito na agricultura familiar. O objetivo deste trabalho é avaliar o potencial da manipueira na melhoria de atributos químicos de Latossolo Amarelo Distrocoeso e na adubação de milho (*Zea mays* L.), pela aplicação periódica no solo. O experimento foi conduzido em campo, de acordo com os tratamentos (T) a seguir: T1 – sem manipueira (testemunha); T2 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira; T3 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira; T4 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira; T5 – sem manipueira e com 75 g m<sup>-2</sup> de adubo químico NPK. O delineamento experimental é em blocos casualizados (DBC), com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela tem 20 m<sup>2</sup> (4 x 5 m), e comportou 4 fileiras de milho (espaçamento 1,0 x 0,4 m) com 12 plantas por linha de plantio, totalizando 48 plantas por parcela. A variedade utilizada foi a BRS Caimbé, indicada para produção orgânica, e a semente foi inoculada com *Azospirillum brasilense*. Os parâmetros avaliados foram: fertilidade do solo e peso de grãos e de espigas verdes (g). A manipueira, aplicada no solo de forma fracionada, nas doses de 14 e 28 L m<sup>-2</sup>, aumentou significativamente os teores de potássio e fósforo e o peso de espigas verdes e grãos de milho, podendo ser utilizada na adubação de culturas.

**Palavras-chave:** Resíduo de mandioca, adubação, agricultura sustentável.

## **Manipueira: from pollutant residue to agricultural input. Effects on the soil, weight corn cobs and corn grains**

**Abstract:** The Manipueira is the yellow liquid resulting from the pressing of the roots of cassava (*Maniot esculenta* Crantz) during its industrial processing. One third of all cassava root production, when processed, becomes manipueira, which is disposable in the environment in an inappropriate manner. This liquid waste, freely available in cassava processing agroindustries, has been neglected and has become an environmental problem due to the contamination of soils, water courses and groundwater, but it can become an important free input in family agriculture. The objective of this work is to evaluate the potential of the manipueira in the improvement of chemical attributes of Latosol Yellow Distrocoeso and in the fertilization of maize (*Zea mays* L.), by the periodic application in the soil. The experiment was conducted in the field, according to the following treatments (T): T1 - without manipueira (control); T2 - 7 L m<sup>-2</sup> manipueira; T3 - 14 L m<sup>-2</sup> manipueira; T4 - 28 L m<sup>-2</sup> manipueira; T5 - without manipueira and with 75 g m<sup>-2</sup> of chemical fertilizer NPK. The experimental delineation is in randomized blocks (DBC), with 5 treatments and 4 repetitions, totaling 20 experimental plots. Each plot has 20 m<sup>2</sup> (4 x 5 m), and consisted of 4 rows of corn (spacing 1.0 x 0.4 m) with 12 plants per planting line, totaling 48 plants per plot. The variety used was the BRS Caimbé, indicated for organic production, and the seed was inoculated with *Azospirillum brasilense*. The parameters evaluated were: soil fertility and weight of grains and green ears (g). The manipueira, applied in the soil fractionally, at doses of 14 and 28 L m<sup>-2</sup>, significantly increased the levels of potassium and phosphorus and the weight of green ears and grains of corn, and can be used in the fertilization of crops.

**Keywords:** Cassava residue, fertilization, sustainable agriculture

## INTRODUÇÃO

A manipueira é o líquido amarelo resultante da prensagem das raízes (massa ralada) da mandioca (*Maniot esculenta* Crantz) durante o processo de fabricação de farinha. Em média, um terço de toda a produção de raízes de mandioca, quando processada, converte-se em manipueira (água de mandioca), que é descartada no ambiente (PONTE, 2006). Esse resíduo líquido, disponível gratuitamente em agroindústrias de processamento de mandioca (fecularias e casas de farinha) e abundantemente desperdiçado, tem sido desprezado e se tornado um problema ambiental, pela contaminação de solos, cursos d'água e lençol freático, mas pode tornar-se importante insumo de baixo custo para a agricultura e pecuária (ALMEIDA et al., 2009).

A agroindústria da mandioca gera subproduto líquido (manipueira) cuja disposição inadequada causa problemas ambientais, devido, basicamente, ao elevado valor de sua demanda bioquímica de oxigênio (DBO), ao grande volume produzido e ao elevado teor de ácido cianídrico, que é tóxico para a maioria dos seres de respiração aeróbica. O valor médio da DBO da manipueira varia de 14.000 mg L<sup>-1</sup> até 34.000 mg L<sup>-1</sup> e o volume, de 300 L a 3.000 L por tonelada de raízes processada, em casa de farinha e fecularia, respectivamente (FERREIRA et al., 2001).

Ao comparar-se a DBO de despejos orgânicos de indústrias com a produção *per capita* de esgotos domésticos, tal relação é denominada "população equivalente". Considerando-se o índice equivalente populacional em DBO (5 dias, 20 °C) de 54 g/habitante/dia, uma fecularia ou casa de farinha que processe 1 tonelada de raízes por dia equivale, respectivamente, à poluição gerada por 300-400 habitantes por dia e 150-250 habitantes por dia. No cenário planetário de crescente escassez de água potável, o despejo de resíduos líquidos em pequenos cursos d'água, como ocorre com a manipueira, representa sério problema ambiental. No entanto, a infiltração desse resíduo no solo constitui processo de tratamento natural, eficiente e eficaz, que proporciona proteção segura das águas contra as consequências da poluição (FIORETTO, 1994).

No ano de 2016 a área plantada de mandioca no Brasil foi de 2.173.318 hectares, e na Bahia, de 234.982 ha; sendo o rendimento médio no Brasil de

14.992 kg ha<sup>-1</sup> e na Bahia de 11.235 kg ha<sup>-1</sup> (IBGE, 2016). Levando-se em conta que um terço de toda produção de raízes de mandioca, quando processada, se converte em manipueira (pura, não diluída), conclui-se que naquele ano na Bahia foram descartados no ambiente cerca de 880.000 t (oitocentos e oitenta mil toneladas) de manipueira. Considerando que cada m<sup>3</sup> de manipueira contém, no mínimo, 2 kg de potássio (K), o volume descartado do resíduo em 2016 na Bahia equivale a 3.520 t (três mil, quinhentos e vinte toneladas) somente de cloreto de potássio (KCl), que poderiam adubar 35.000 ha de lavouras.

O aproveitamento da manipueira é um tema urgente, uma vez que a Mandioca constitui a base da Agricultura Familiar na Bahia, por ser lavoura menos exigente em solos, presente em todos os biomas baianos e adaptada a períodos de estiagem; além de ocupar a força de trabalho durante todo o ano e garantir a segurança alimentar da família rural. Por isso torna-se essencial a busca permanente de agregação de valor aos produtos dessa cultura (ALMEIDA, 2008).

Converter a manipueira em insumo agrícola pode contribuir na geração de renda, no fortalecimento da sustentabilidade da agricultura familiar e na conservação de agroecossistemas. Ademais, o seu aproveitamento soluciona um grave problema ambiental, que é a destinação inadequada desse produto no meio ambiente.

O uso de manipueira como adubo orgânico de solo, após um período de fermentação, pode favorecer a melhoria da qualidade do solo, pelo aporte de nutrientes, e atender, total ou parcialmente, as necessidades nutricionais de culturas agrícolas. O objetivo desse estudo foi avaliar o efeito da aplicação de manipueira sobre atributos químicos de um Latossolo Amarelo Distrocoeso e no peso de espigas e grãos de milho verde.

## PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

O experimento foi conduzido em uma área de 1.350 m<sup>2</sup>, com histórico de desuso por 5 anos com vegetação predominante da espécie *Braquiaria decumbens* Stapf (Poaceae), localizada na Fazenda Experimental I do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas, situada nas coordenadas

geográficas: 12°39'22,9" S e 39°04'59,36" W, altitude de 212 m, no período de outubro de 2017 a julho de 2018, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso (SISTEMA, 2006).

O experimento cumpriu as seguintes etapas: 1) capina e remoção da biomassa da vegetação espontânea; 2) três aplicações de manipueira no solo, com intervalos médios de 50 dias; 3) capina de cada parcela e disposição do material nas entrelinhas para cobertura do solo; 4) imersão de sementes em solução de zinco e boro a 0,1%, inoculação com *Azospirillum brasilense* e plantio do milho; 5) duas aplicações de manipueira no solo durante o crescimento do milho; 6) quatro adubações foliares, sendo 2 com zinco e boro a 1% e 2 com manipueira a 33%; 7) colheita de espigas verdes e medições (21/6/2018).

As 3 aplicações de manipueira no solo antes do plantio do milho adicionaram: 2, 4 e 8 L m<sup>-2</sup>; totalizando 6, 12 e 24 L m<sup>-2</sup> nos tratamentos T2, T3 e T4 respectivamente; e o plantio do milho foi realizado 60 dias após a terceira aplicação de manipueira. As 2 aplicações de manipueira no solo durante o crescimento do milho adicionaram: 0,5, 1 e 2 L m<sup>-2</sup>; totalizando 1, 2 e 4 L m<sup>-2</sup> nos tratamentos T2, T3 e T4 respectivamente.

O milho utilizado no experimento foi o BRS Caimbé, que é uma cultivar tipo variedade, de ciclo precoce, lançada pela EMBRAPA em 2010, recomendada para agricultura familiar como alternativa de baixo investimento, que apresenta adaptabilidade às principais regiões do país e produtividade média de 6.727 kg ha<sup>-1</sup> em sistema de produção convencional, com o uso de insumos (Portal EMBRAPA, 2018). A variedade é indicada para produção orgânica e está sendo multiplicada por uma empresa licenciada pela Embrapa (SF AGRO, 2018).

A semente foi inoculada com *Azospirillum brasilense*, que é uma bactéria benéfica à cultura do milho, pela capacidade de captar nitrogênio atmosférico tornando-o assimilável pelas plantas (Fixação Biológica de Nitrogênio), o que promove ganhos para o agricultor pela redução da necessidade de adubos nitrogenados (Portal EMBRAPA, 2018).

O plantio foi realizado no dia 29/3/2018, no início do período chuvoso da região (Recôncavo da Bahia), e do plantio até o ponto de colheita de espigas verdes (21/6/2018) ocorreram 470,5 mm de chuva. Pluviômetro instalado na área

do experimento registrou as seguintes precipitações mensais: março: 126,0 mm; abril: 144,0 mm; maio: 190,5 mm; junho: 144,5 mm.

O esquema experimental é um delineamento em blocos casualizados (DBC), com 5 tratamentos e 4 repetições, totalizando 20 parcelas experimentais. Cada parcela tem 20 m<sup>2</sup> (4 x 5 m), e comportou 4 fileiras de milho (espaçamento 1,0 x 0,4 m) com 12 plantas por linha de plantio, totalizando 48 plantas por parcela. Os tratamentos (T) utilizados foram os seguintes: T1 - Sem manipueira (testemunha); T2 - Com 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira; T3 - Com 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira; T4 - Com 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira; T5 – Sem manipueira e com adubo químico NPK.

A adubação com NPK no tratamento T5 foi feita em função da análise de solo e a respectiva recomendação para milho, a saber: 90 kg N, 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, equivalentes a 200 kg de ureia, 450 kg de superfosfato simples e 100 kg de cloreto de potássio ha<sup>-1</sup> (75 g m<sup>-2</sup>).

A manipueira utilizada no experimento foi coletada em uma casa de farinha localizada na comunidade rural de Tapera, no município de Cruz das Almas, Bahia.

Antes de ser aplicada ao solo a manipueira, coletada semanalmente, ficou em repouso por um período médio de 21 dias, armazenada à sombra em tanques de PVC, para fermentação anaeróbia e redução da DBO e dos teores de ácido cianídrico, o qual se volatiliza ou degrada com o tempo; uma vez que com 15 dias de fermentação a DBO se reduz em 50%, mantendo-se estável a partir daí (FERREIRA et al., 2001). No dia de cada aplicação a manipueira acumulada foi homogeneizada, enviada amostra para análise e aplicada pura com regador, sendo que cada parcela recebeu sua respectiva dose de manipueira e a seguir esse volume foi ajustado com água de modo que todas as parcelas receberam a mesma quantidade de líquido (água pura, ou manipueira + água, ou manipueira pura).

Foram avaliados os parâmetros de fertilidade do solo: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio trocável (K), fósforo disponível (P), acidez potencial (H<sup>+</sup>, Al<sup>+3</sup>), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e Alumínio trocável (Al); e no milho: peso de grãos e espigas verdes.

As amostras de manipueira aplicadas no solo foram analisadas no Laboratório CAMPO Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal Ltda, localizado em Paracatu – MG (Tabela 1); e as amostras de solo, analisadas pelo AKLO Laboratório de Análise de Solo, Água e Plantas Ltda, localizado em Governador Mangabeira – BA, os quais utilizam os métodos e protocolos recomendados (TEIXEIRA et al., 2017).

A Tabela 1 apresenta o resultado das análises das manipueiras utilizadas em cada uma das aplicações no solo (Amostra 1: 1ª aplicação; Amostra 2: 2ª aplicação e assim sucessivamente).

Tabela 1: Composição química das 5 manipueiras utilizadas no experimento e coletadas em casa de farinha no município de Cruz das Almas – BA.

Amostras	pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	S	Mg	Fe	B	Zn	Cu	Mn
		mg L <sup>-1</sup>										
1	4,82	500	260	4500	40	1450	150	1250	80	160	210	20
2	4,73	800	830	4500	90	1170	380	50	50	120	100	*
3	4,42	4500	2880	7500	1440	190	630	970	150	70	300	*
4	4,64	100	60	3000	301	1290	306	8500	210	471	162	687
5	4,68	*	17000	4500	690	870	306	1100	450	124	162	158

\* Teores abaixo do nível de detecção do método utilizado para determinação.

As análises foram feitas empregando-se o programa computacional Statistical versão 7.0 (STATSOFT, 2004) com o delineamento em blocos ao acaso. Os dados foram submetidos à Análise de Variância (Teste F) e os efeitos significativos das variáveis do milho foram submetidos ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias entre os tratamentos. Para encontrar a melhor dose de manipueira para as variáveis estudadas foi feita a análise de Regressão.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### *Efeito da manipueira em atributos químicos do solo*

Considerando-se que a composição média da manipueira utilizada no experimento (Tabela 1) apresentou 1.180 mg L<sup>-1</sup> de N, 4.200 mg L<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 4.800 mg L<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O, pode-se calcular que os 880.000 m<sup>3</sup> de manipueira não diluída, que foram produzidos na Bahia no ano de 2016, seriam suficientes para

adubar 70.400 ha de lavouras, tomando-se por base a utilização de 100 kg de cloreto de potássio (KCl) por hectare.

A Figura 1 apresenta o efeito da aplicação de doses de manipueira em atributos químicos do solo: Potássio (a), Fósforo (b), Cálcio (c), Magnésio (d) e pH (e).

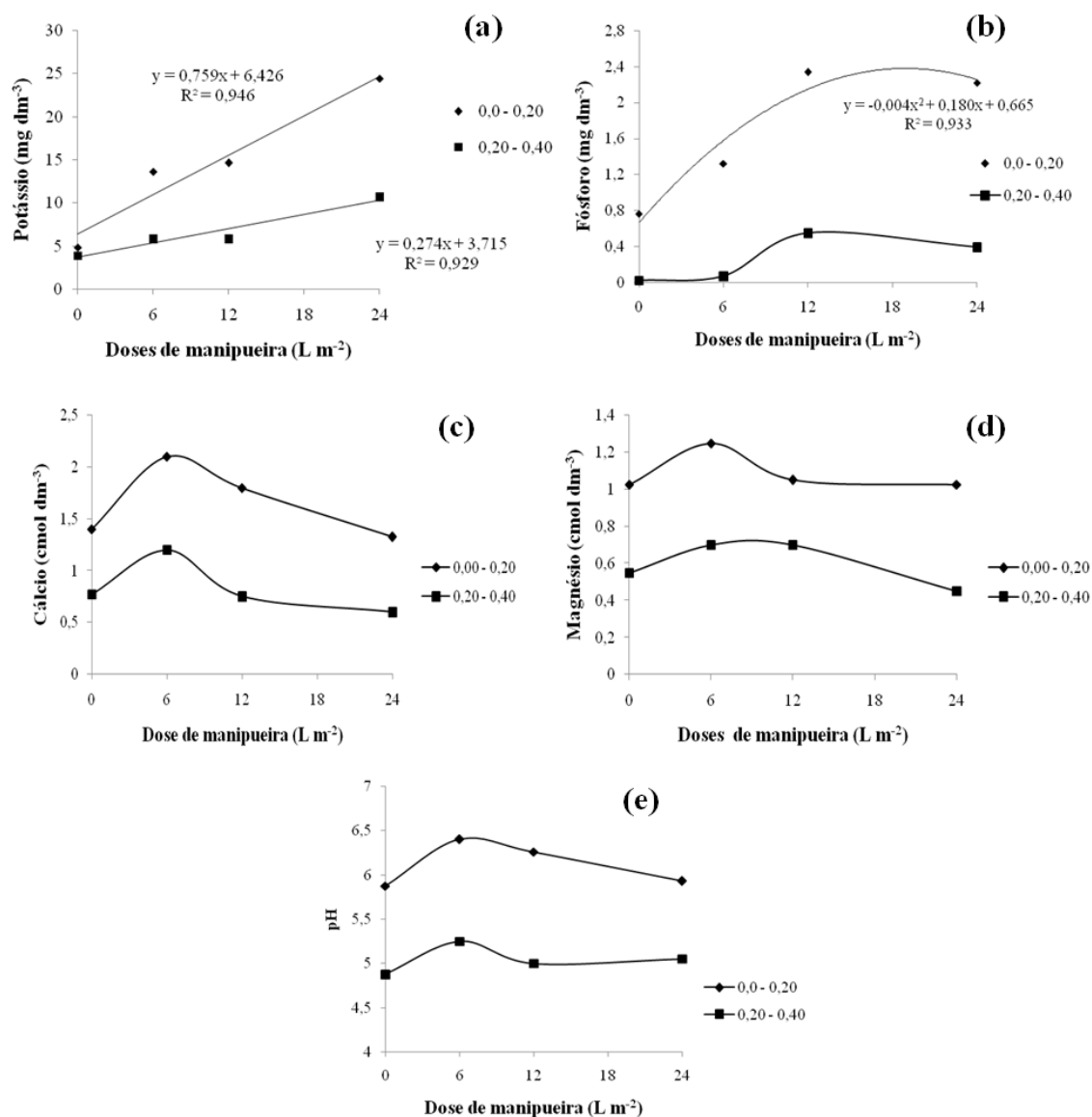


Figura 1 – Efeito da aplicação de doses de manipueira em atributos químicos do solo: Potássio (a); Fósforo (b); Cálcio (c); Magnésio (d) e pH (e).

De acordo com o teste F, houve diferença significativa ( $p < 0,05$ ) para os atributos químicos potássio ( $K^+$ ) e fósforo (P) quanto à aplicação da manipueira no solo na profundidade de 0,0 - 0,20 m. Para a profundidade de 0,20 - 0,40 houve diferença significativa apenas para o  $K^+$ .



Observa-se pela Figura 1a que os teores de  $K^+$  se ajustaram a uma equação linear em relação às doses de manipueira aplicadas na profundidade de 0,0 - 0,20 m; de modo que a cada  $1 \text{ L m}^{-2}$  de manipueira aplicada ao solo, os teores de  $K^+$  aumentaram  $0,759 \text{ mg dm}^{-3}$ . Assim, a maior dose de manipueira ( $24 \text{ L m}^{-2}$ ) promoveu o maior teor deste elemento no solo para tal profundidade. Na profundidade de 0,20 - 0,40 m os teores de  $K^+$  foram inferiores à profundidade anterior e também se ajustaram a uma equação linear, de modo que a cada  $1 \text{ L m}^{-2}$  de manipueira aplicada ao solo, os teores de  $K^+$  aumentaram  $0,274 \text{ mg dm}^{-3}$ .

Esses resultados, estão em acordo com os resultados obtidos por Barreto et al. (2013), no cultivo de milho em vasos de 4 L em casa de vegetação com 4 doses de manipueira (0; 11,2; 22,4 e  $44,8 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ ), no qual, verificaram que o seu uso contribuiu no aumento do pH e da CTC, pelos altos teores de  $K^+$  e  $Mg^{2+}$ , sendo que o potássio teve efeito linear crescente, indicando que quanto maior a dose de manipueira, maior o teor de potássio trocável.

De acordo com a Figura 1b os teores de P foram maiores na profundidade de 0,0 - 0,20 m, os quais se ajustaram a uma equação quadrática em relação às doses de manipueira aplicadas ao solo, sendo a dose de  $22,5 \text{ L m}^{-2}$  a que proporcionou o maior teor de P ( $2,69 \text{ mg dm}^{-3}$ ). Na profundidade de 0,20 - 0,40 m não houve diferença significativa para os teores de P, no entanto observa-se tendência de maiores teores quando se aplica a manipueira ao solo.

Não houve diferença significativa quanto às doses de manipueira aplicadas ao solo nos atributos químicos pH,  $H+Al$ , SB,  $CTC_{(t)}$ ,  $CTC_{(T)}$ , MO, V, Ca e Mg nas duas profundidades estudadas. No entanto, devido à presença de  $Ca^{2+}$  e  $Mg^{2+}$  na manipueira aplicada, observa-se que os mesmos apresentaram tendência a aumentar, quando aplicada manipueira ao solo em uma menor dosagem, e diminuir com o aumento das dosagens (Figura 1c e 1d).

Esta tendência de decréscimo dos teores de cálcio (Ca) e magnésio (Mg) pode ser explicada pela constatação de Fioretto (1994), de que a predominância do potássio (K) na manipueira predispõe o cálcio e o magnésio à lixiviação.

O pH apresentou comportamento semelhante ao do Ca e Mg, indicando que em doses menores a manipueira tende a alcalinizar o solo (Figura 1e). No entanto, vale ressaltar que o decréscimo relativo dos valores do pH se

mantiveram acima do valor de pH do tratamento testemunha (sem manipueira), o que pode ser considerado um indicativo de que a manipueira não acidifica o solo.

*Efeito da manipueira no peso de espigas e grãos de milho verde*

A Tabela 2 apresenta o peso médio de espigas verdes (sem palha) e o peso médio de grãos, nos tratamentos: testemunha (T1), doses crescentes de manipueira (T2, T3 e T4) e sem manipueira e com adubação química NPK (T5).

Tabela 2 – Peso de espigas e de grãos de milho verde (*Zea mays* L.) nos tratamentos testemunha, doses de manipueira e adubação química.

Tratamentos	Peso da espiga	Peso de grãos por espiga
	g	
1	145,34 d	67,20 d
2	174,60 cd	88,60 bcd
3	195,47 abc	106,54 abc
4	220,80 ab	123,70 a
5	238,60 a	117,90 ab

De acordo com a Tabela 2 os tratamentos que obtiveram os maiores pesos de espiga foram compostos pela maior dose de manipueira (T4 = 220,8 g) e aquele com adubação química e sem manipueira (T5 = 238,6 g), os quais não diferiram estatisticamente entre si. No entanto, a testemunha (T1, sem manipueira) apresentou o menor peso, não diferiu estatisticamente do tratamento com menor dose de manipueira (T2 = 174,6 g), mas diferiu estatisticamente dos demais tratamentos. Comportamento que se repetiu com relação ao peso de grãos por espiga.

As Figuras 2 e 3 apresentam o efeito das doses de manipueira (0, 7, 14 e 28 L m<sup>-2</sup>) no peso de espigas de milho verde e no peso de grãos de milho verde.

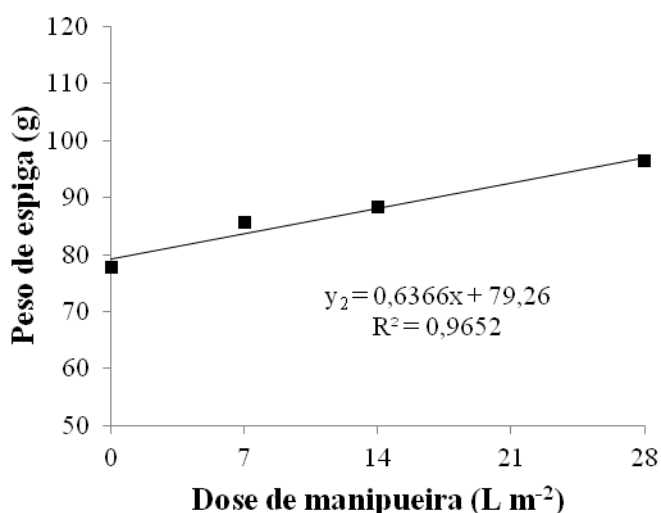


Figura 2 – Efeito de doses de manipueira no peso de espigas de milho verde (*Zea mays* L.)

De acordo com o teste F houve diferença significativa quanto à aplicação de manipueira no peso das espigas (PE). O PE apresentou comportamento linear em relação às doses de manipueira aplicadas ao solo, de modo que a dose de 28 L m<sup>-2</sup> promoveu o maior valor de PE, sendo que para cada 1 L m<sup>-2</sup> de manipueira aplicada ao solo o PE aumenta em 0,6366 g (Figura 1).

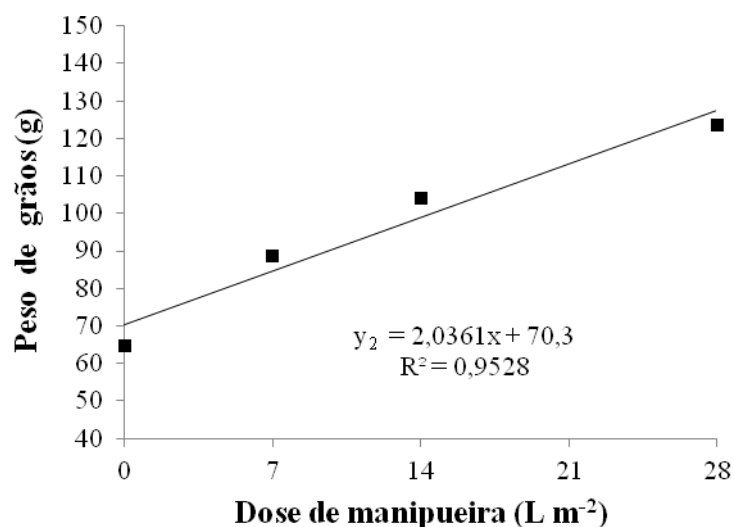


Figura 3 – Efeito de doses de manipueira no peso de grãos de milho verde (*Zea mays* L.)

Observa-se pela Figura 3 que o peso de grãos por espiga (PG) apresentou comportamento linear em relação às doses de manipueira aplicadas ao solo, de

modo que a dose de 28 L m<sup>-2</sup> promoveu os maiores valores de PG, aumentando o PG em 2,0361 g a cada 1 L m<sup>-2</sup> aplicado.

Ferreira et al. (2001), avaliando a adubação de solo com manipueira na cultura da mandioca, por dois anos consecutivos, em Podzólico Amarelo textura média, obtiveram efeito positivo; e destacam que, praticamente, não ocorreram diferenças na produtividade na comparação entre a adubação com manipueira e com adubo químico (NPK).

## **CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A aplicação de manipueira aumentou significativamente os teores de potássio (K<sup>+</sup>) e fósforo (P) no solo.

Os teores de K<sup>+</sup> se ajustaram a uma equação linear em relação às doses de manipueira, nas profundidades 1 e 2; e os teores de P se ajustaram a uma equação quadrática, na profundidade 1.

A aplicação de manipueira no solo aumentou significativamente os pesos de espiga e de grãos de milho verde.

Os tratamentos que obtiveram os maiores pesos de espiga (PE) e peso de grãos (PG) foram compostos pelas maiores doses de manipueira, que não diferiram estatisticamente do tratamento com adubação química sem manipueira.

A manipueira contribui significativamente na melhoria de atributos químicos do solo e no atendimento às necessidades nutricionais do milho, fato que pode viabilizar sua utilização na recuperação de solos degradados, e contribuir substancialmente na transformação da realidade protagonizada pela agricultura familiar na Bahia, do não aproveitamento, desprezo e desperdício da manipueira gerada no processamento de raízes de mandioca. A reversão desse cenário, através de sua utilização na adubação de culturas, pode implicar na economia de insumos, no aumento da produtividade, e na redução ou eliminação de impactos ambientais no solo, lençol freático e cursos d'água causados pelo despejo do resíduo no ambiente.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. R. M.; **Cartilha Rimada da Manipueira: múltiplos usos na agricultura familiar**. Salvador: EBDA, 2008. 26p.

ALMEIDA, S. R. M.; SILVA, A. M. da; LIMA, J. P.; ALMEIDA, A. M. M.; ZACHARIAS, F.; REGIS, U. de O. Avaliação do Potencial nutritivo da Manipueira na dieta de ovinos deslanados. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 4, n. 2, p. 1689-1693, 2009.

BARRETO, M. T. L.; ROLIM, M. M.; PEDROSA, E. M. R.; MAGALHÃES, A. G.; TAVARES, U. E.; DUARTE, A. de S. Atributos químicos de dois solos submetidos à aplicação de manipueira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**. Recife, v. 8, n. 4, p. 528-534, 2013.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C. **Manipueira: um adubo orgânico em potencial**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001.

FIORETTO, R. A. Uso direto da manipueira em fertirrigação. CEREDA, M. P. **Resíduos da Industrialização da Mandioca no Brasil**. São Paulo. Paulicéia, 1994. p. 51-80.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Levantamento Sistemático da Produção Agrícola (2016)**. Disponível em: <[www.ibge.gov.br](http://www.ibge.gov.br). Acesso em 23 de outubro de 2017.

PONTE, J. J. da. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. 3. Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 66p.

PORTAL EMBRAPA. **Milho – BRS Caimbé**. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnologicas/-/produto-servico/381/milho---brs-caimbe>. Acesso em: 18 jul. 2018.

PORTAL EMBRAPA. **Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos.** Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-productividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SF AGRO. **Licenciada pela Embrapa lança sementes de milho orgânico BRS Caimbé.** Disponível em: <https://sfagro.uol.com.br/licenciada-da-embrapa-lanca-sementes-de-milho-organico-brs-caimbe/>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 2. ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 306 p. 2006.

STATSOFT, INC. **Statistica for Windows** – Computer program manual. Tulsa, 2004.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos e análises de solo.** 3 ed. Revisada e ampliada. Brasília – DF: Embrapa Solos, 2017.

## ARTIGO 2

### **ATRIBUTOS QUÍMICOS E PRODUTIVIDADE DE MILHO EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO COM MANIPUEIRA E PÓ DE ROCHA DE IPIRÁ<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico científico *Scientia Horticulturae*, em versão na língua inglesa.

## **Atributos químicos e produtividade de milho em Latossolo Amarelo Distrocoeso com manipueira e pó de rocha de Ipirá**

**Resumo:** Manipueira é o resíduo líquido amarelado resultante da prensagem das raízes raladas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) durante o processo de fabricação de farinha ou extração de fécula, sendo abundantemente produzido e frequentemente desperdiçado. Com elevada carga orgânica e presença de cianetos, esse resíduo tem se constituído em um problema ambiental, por possibilitar contaminação de solos, lençol freático e cursos d'água, mas pode tornar-se insumo útil e de baixo custo na agricultura; e ter seu benefício potencializado quando associada à rochagem (adubação com pós de rocha). O Pó de rocha de Ipirá é um produto rico em silício, cálcio, magnésio, potássio e micronutrientes, produzido na Bahia. O objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial da manipueira, associada ao pó de rocha de Ipirá, na melhoria de atributos químicos de Latossolo Amarelo Distrocoeso e na adubação de milho (*Zea mays* L.). O experimento foi conduzido em campo, com os tratamentos: T1 – sem manipueira e sem pó de rocha (testemunha); T2 – sem manipueira e com pó de rocha (400 g m<sup>-2</sup>); T3 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha; T4 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira e com pó de rocha; T5 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha; T6 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira e com pó de rocha; T7 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha; T8 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e com pó de rocha; T9 – somente com adubo químico NPK (75 g m<sup>-2</sup>); T10 – com adubo químico NPK e com pó de rocha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos e 4 repetições. Cada parcela de 20 m<sup>2</sup> comportou 48 plantas de milho. A variedade utilizada foi a BRS Caimbé e a semente foi inoculada com *Azospirillum brasilense*. Foram realizados 2 plantios subsequentes de milho, no período chuvoso e no período seco. Os parâmetros avaliados foram: fertilidade do solo e produtividade de grãos secos (kg ha<sup>-1</sup>). A manipueira associada ao pó de rocha de Ipirá, nas doses de 14 e 28 L m<sup>-2</sup>, aumentou significativamente os teores de potássio e a produtividade do milho. A adição do pó de rocha possibilita o aumento das doses de manipueira e, conseqüentemente, o aumento do rendimento.

**Palavras-chave:** Água de mandioca, adubação orgânica, agricultura sustentável.



## Chemical attributes and corn yield in Yellow Oxisol with manipueira and rock powder of Ipirá

**Abstract:** Manipueira is the yellowish liquid residue resulting from the pressing of grated roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) during the process of manufacturing flour or starch extraction, being abundantly produced and often wasted. With high organic load and the presence of cyanides, this residue has become an environmental problem, because it allows contamination of soils, water table and water courses, but it can become a useful and low-cost input in agriculture; (and have their benefit enhanced when associated with rocking (fertilization with rock powders). Rock powder of Ipirá is a product rich in silicon, calcium, magnesium, potassium and micronutrients, produced in Bahia. The objective of this work was to evaluate the potential of the manipueira, associated to the rock powder of Ipirá, in the improvement of chemical attributes of Yellow Latosol Distrocoeso and in the fertilization of maize (*Zea mays* L.), by the periodic application in the soil. The experiment was conducted in the field, with the treatments: T1 - without manipueira and without rock powder (control); T2 - without manipueira and with rock dust (400 g m<sup>-2</sup>); T3 - 7 L m<sup>-2</sup> of manipueira and without rock dust; T4 - 7 L m<sup>-2</sup> of manipueira and with rock dust; T5 - 14 L m<sup>-2</sup> of manipueira and without rock dust; T6 - 14 L m<sup>-2</sup> of manipueira and with rock dust; T7 - 28 L m<sup>-2</sup> of manipueira and without rock dust; T8 - 28 L m<sup>-2</sup> of manipueira and with rock dust; T9 - only with chemical fertilizer NPK (75 g m<sup>-2</sup>); T10 - with chemical fertilizer NPK and with rock powder. The experimental design was a randomized complete block (RCB), with 10 treatments and 4 repetitions. Each plot of 20 m<sup>2</sup> contained 48 maize plants. The variety used was BRS Caimbé and the seed was inoculated with *Azospirillum brasilense*. Two subsequent corn plantations were carried out in the rainy season and in the dry season. The evaluated parameters were: soil fertility and dry grain yield (kg ha<sup>-1</sup>). The manipueira (associated with the rock powder of Ipirá), at doses of 14 and 28 L m<sup>-2</sup>, significantly increased the level of potassium and corn yield. The addition of the rock powder allows the increase of the doses of manipueira and, consequently, the increase of the yield.

**Keywords:** Cassava water, organic fertilization, sustainable agriculture.

## INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura de grande importância no Brasil (NEVES et al., 2014), não apenas no aspecto econômico, mas principalmente nos aspectos social e ambiental, por se constituir a base da agricultura familiar, e representar uma cultura estratégica na segurança alimentar, sendo fundamental na formação do Brasil, pois o índio já a cultivava muito antes da chegada dos portugueses, no ano de 1500 (ALMEIDA, 2008).

Historicamente a mandioca assume um papel preponderante na cultura alimentar do Brasil, haja vista que a casa de farinha é uma invenção do índio brasileiro (SILVA e MURRIETA, 2014; ALMEIDA e MOTTA, 2012).

Por estar profundamente enraizada na cultura brasileira, a mandioca e seus múltiplos produtos alimentares fazem parte do cotidiano das pessoas, a exemplo do tucupi, goma e farinha d'água na região Norte, da farinha e beiju de tapioca no Nordeste, ou do pão de queijo em Minas Gerais, no Sudeste (ALMEIDA e MOTTA, 2012); ela cumpre papel fundamental na economia da agricultura familiar, por sua importância na geração de emprego e renda (RIEDNER e BERTOLINI, 2014).

A industrialização da mandioca ocorre em farinheiras (ou casas de farinha) e em fecularias, estas destinadas à extração do amido. Independentemente do seu tamanho, todas necessitam lidar com os resíduos gerados no processo. A casca, entrecasca e raspa são subprodutos gerados no descascamento da raiz; e a manipueira é o resíduo líquido gerado na prensagem da massa, sendo malcheiroso e de elevado potencial poluente (FERREIRA, 2013).

A manipueira (palavra de origem indígena) é o líquido amarelado de aspecto leitoso que escorre das raízes da mandioca, durante a sua prensagem para extração da fécula ou produção de farinha; é um resíduo do processamento da mandioca, em forma de suspensão aquosa, sendo uma mistura de compostos: glicose e outros açúcares, proteínas, linamarina e derivados cianogênicos (ácido cianídrico, cianetos e aldeídos), goma (5 a 7%) e diversos sais minerais, constituindo fonte de macros e micronutrientes para os vegetais (PONTE, 2006; FIORETTO, 1994).

A manipueira apresenta potencial de aproveitamento como adubo, pela sua riqueza em nitrogênio, fósforo, e principalmente, potássio (SARAIVA *et al.*, 2007). Sua composição química complexa contém todos os macros e principais micronutrientes necessários à nutrição das plantas, em teores consideráveis, e, portanto, pode ser utilizada, pura ou diluída, como fertilizante, seja em adubação de solo, seja por via foliar. Em média, um terço de toda a produção de raízes de mandioca, quando processada, converte-se em manipueira, a qual é despejada no meio ambiente, nos quintais das agroindústrias (PONTE, 2006). Tal resíduo gerado no processamento da mandioca apresenta elevada carga orgânica e alta concentração de nutrientes, e se descartado inadequadamente no solo pode trazer sérios riscos ao ambiente (DUARTE *et al.*, 2013).

A composição química da manipueira não pode ser considerada padrão, pois varia em função da variedade da mandioca e das condições edáficas e climáticas, tendo que ser determinada para cada local e época do ano (NEVES *et al.*, 2014).

Barreto *et al.* (2014), avaliando o desenvolvimento vegetativo e o acúmulo de macronutrientes (N, P, K, Ca e Mg) em plantas de milho em vasos, em casa de vegetação, submetidas a 4 doses de manipueira (0; 11,2; 22,4 e 44,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>) coletada em casa de farinha, em 2 tipos de solo (franco-arenoso e franco-argiloso), verificaram que o aumento das doses elevou o conteúdo de massa fresca e o teor de nitrogênio e potássio da parte aérea das plantas, mas diminuiu o teor de magnésio e a altura das plantas. E concluem que a manipueira pode ser utilizada na adubação de milho, porém em doses adequadas de modo a se evitar o efeito negativo, sobre a absorção de magnésio e outros nutrientes, dos altos teores de potássio nela contidos.

A associação de manipueira com a prática da rochagem pode potencializar benefícios nutricionais em cultivos agrícolas.

Rochagem é o enriquecimento mineral de solos pobres, por meio do uso de pós de rocha (PRATES *et al.*, 2010). A rochagem é uma prática agrônômica presente em sistemas alternativos de produção (CAMARGO *et al.*, 2012).

O pó de rocha de Ipirá é um adubo mineral rochoso que contém silício, cálcio, magnésio, potássio e micronutrientes, é produzido na Bahia e utilizado por produtores orgânicos.

A busca de alternativas de aproveitamento e utilização da manipueira constitui campo de estudo relevante, a exigir urgência e dedicação, pois a consagração desse resíduo como insumo agrícola possibilita sua destinação adequada e abre oportunidades à agricultura familiar, no fortalecimento de sua sustentabilidade, na redução de custos de produção, no aumento da produtividade de lavouras e, quiçá, na recuperação de solos degradados.

O presente experimento objetiva avaliar o efeito da manipueira e do pó de rocha de Ipirá na produtividade de milho, em sistema de produção compatível com a agricultura familiar.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental I do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, *Campus* Cruz das Almas, em uma área de 1.350 m<sup>2</sup> com histórico de desuso por 5 anos com vegetação espontânea e predominância da espécie *Braquiaria decumbens* Stapf (Poaceae), pertencente ao PET Agronomia, situada nas coordenadas geográficas: 12°39'22,9" S e 39°04'59,36" W, altitude de 212 m, entre outubro de 2017 e fevereiro de 2019, envolvendo 2 plantios subsequentes de milho. Segundo EMBRAPA (2006), o solo é classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso. A Tabela 1 mostra o resultado da análise física do referido solo antes do experimento.

Tabela 1: Resultado de análise física de Latossolo Amarelo Distrocoeso.

Amostra	Profundidade (m)	Granulometria <sup>1</sup>			Classe Textural
		Areia Total	Silte	Argila	
		----- g kg <sup>-1</sup> -----			
1	0,0 – 0,2	764	45	191	Média
2	0,2 – 0,4	728	44	228	Média

<sup>1</sup>Método da Pipeta

O clima de Cruz das Almas (BA) é classificado como tropical quente e úmido com estação seca no verão, do tipo As segundo a classificação de Köppen,

com médias anuais de 1.131,2 mm de pluviosidade, 23,9 °C de temperatura e 81% de umidade relativa do ar (EMBRAPA, 2016).

O experimento foi desenvolvido no período de outubro de 2017 a fevereiro de 2019, e teve início com as seguintes etapas: 1) capina e remoção da biomassa da vegetação espontânea; 2) delimitação e sorteio das parcelas; 3) aplicação de pó de rocha de Ipirá em 20 das 40 parcelas; 4) três aplicações de manipueira no solo (160, 113 e 57 dias antes do 1º plantio), com intervalos médios de 50 dias; 5) Instalação de pluviômetro na área do experimento; 6) coleta de amostras de solo para análise (18 dias antes do 1º plantio); 7) duas coletas de plantas espontâneas, em todas as parcelas, para análise fitossociológica (2 dias antes do plantio e 37 dias após a 1ª colheita).

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais; cada parcela com 20 m<sup>2</sup> (4 x 5 m), com 4 fileiras de milho (espaçamento 1,0 x 0,4 m) e 12 plantas por linha, totalizando 48 plantas por parcela sendo 20 plantas de parcela útil. Os tratamentos (T) utilizados foram os seguintes:

- T1 – sem manipueira e sem pó de rocha; (testemunha);
- T2 – sem manipueira com 400 g m<sup>-2</sup> (4 t ha<sup>-1</sup>) de pó de rocha;
- T3 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha;
- T4 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira com 400 g m<sup>-2</sup> (4 t ha<sup>-1</sup>) de pó de rocha;
- T5 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha;
- T6 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira com 4 t ha<sup>-1</sup> (400 g m<sup>-2</sup>) de pó de rocha;
- T7 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha;
- T8 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira com 4 t ha<sup>-1</sup> (400 g m<sup>-2</sup>) de pó de rocha;
- T9 – sem manipueira, c/ adubo mineral NPK (75 g m<sup>-2</sup>) e sem pó de rocha;
- T10 – sem manipueira, com NPK e com 4 t ha<sup>-1</sup> (400 g m<sup>-2</sup>) de pó de rocha.

A adubação com NPK, nos tratamentos T9 e T10, foi feita em função da análise de solo e a respectiva recomendação para milho, utilizando-se 90 kg de N, 90 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> e 60 kg de K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, equivalentes a 200 kg de ureia, 450 kg de superfosfato simples e 100 kg de cloreto de potássio ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 75 g m<sup>-2</sup>. A definição da dose de pó de rocha de Ipirá (4 t ha<sup>-1</sup>) se deu em função da recomendação da indústria que o produz e comercializa.

O milho BRS Caimbé, utilizado no experimento, é uma cultivar tipo variedade de polinização aberta, de ciclo semiprecoce, lançada pela EMBRAPA em 2010, recomendada para agricultura familiar, como alternativa de baixo investimento, apresenta resistência ao acamamento e ao quebramento, adaptabilidade às principais regiões do país e produtividade média de 6.727 kg ha<sup>-1</sup> em sistema de produção convencional, com o uso de insumos (Portal EMBRAPA 1, 2018). A variedade é indicada para produção orgânica e está sendo multiplicada por uma empresa licenciada pela Embrapa (SF AGRO, 2018).

Cada uma das 3 aplicações de manipueira no solo antes do plantio do milho adicionou: 2, 4 e 8 L m<sup>-2</sup>; totalizando 6, 12 e 24 L m<sup>-2</sup> nos tratamentos com manipueira; e o milho foi semeado 60 dias após a terceira aplicação. Cada uma das 2 aplicações de manipueira no solo durante o crescimento da lavoura adicionou: 0,5, 1 e 2 L m<sup>-2</sup>; totalizando 1, 2 e 4 L m<sup>-2</sup>. Assim, a dose total de manipueira utilizada foi de: 7, 14 e 28 L m<sup>-2</sup> nos tratamentos T3 e T4, T5 e T6, T7 e T8 respectivamente.

As sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, bactéria benéfica às gramíneas (Poaceae) de modo geral, pela capacidade de captar nitrogênio atmosférico e torná-lo assimilável às plantas através da Fixação Biológica de Nitrogênio, favorecendo ganhos ao agricultor, pela redução da demanda de adubos nitrogenados (Portal EMBRAPA 2, 2018). A aplicação da bactéria na semente e no solo foi feita conforme orientação do fabricante.

A manipueira utilizada no experimento foi produzida e coletada (semanalmente) em casa de farinha localizada na comunidade rural de Tapera, município de Cruz das Almas, Bahia. Antes de ser aplicada ao solo ficou em repouso por prazo médio de 21 dias, armazenada à sombra em tanques de PVC, para fermentação anaeróbia e redução da DBO e dos teores de ácido cianídrico, o qual se volatiliza ou degrada com o tempo; uma vez que com 15 dias de fermentação a DBO se reduz em 50%, mantendo-se estável a partir daí (FERREIRA et al., 2001). No dia de cada aplicação a manipueira acumulada foi homogeneizada, enviada amostra para análise e aplicada pura com regador, cada parcela recebendo sua respectiva dose e a seguir esse volume foi ajustado com água de modo que todas as parcelas receberam a mesma quantidade de líquido (água pura, ou manipueira + água, ou manipueira pura).

A manipueira, após repouso de 21 dias, foi aplicada ao solo de forma parcelada, antes do plantio (85%) e durante o crescimento (15%) do milho.

As amostras de manipueira foram enviadas ao Laboratório CAMPO Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal Ltda, em Paracatu – MG (Tabela 3); e as amostras de solo, analisadas pelo AKLO Laboratório de Análise de Solo, Água e Plantas Ltda, em Governador Mangabeira – BA, os quais utilizam os métodos e protocolos recomendados pela EMBRAPA (TEIXEIRA *et al.*, 2017).

A Tabela 2 mostra o resultado das análises das manipueiras utilizadas em cada uma das aplicações no solo (Amostra 1: 1ª aplicação; Amostra 2: 2ª aplicação e assim sucessivamente).

Tabela 2: Composição química das 5 manipueiras utilizadas no experimento e coletadas em casa de farinha no município de Cruz das Almas – BA.

Amostras	pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	S	Mg	Fe	B	Zn	Cu	Mn
1	4,82	500	260	4500	40	1450	150	1250	80	160	210	20
2	4,73	800	830	4500	90	1170	380	50	50	120	100	*
3	4,42	4500	2880	7500	1440	190	630	970	150	70	300	*
4	4,64	100	60	3000	301	1290	306	8500	210	471	162	687
5	4,68	*	17000	4500	690	870	306	1100	450	124	162	158
Média	4,66	1664	2354	5250	519	865	376	1335	127	143	197	66

\* Teores abaixo do nível de detecção do método utilizado para determinação.

O pó de rocha de Ipirá utilizado no experimento foi doado pela Empresa Ipirá Fértil. Após a aplicação no solo foi encaminhada amostra do pó de rocha para análise no Laboratório CAMPO Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal Ltda, localizado em Paracatu – MG.

A Tabela 3 mostra o resultado da análise do pó de rocha de Ipirá utilizado no experimento e aplicado ao solo.

Tabela 3: Resultado de análise de amostra de pó de rocha de Ipirá utilizado no experimento (Certificado de Análise de Remineralizador 004/18F).

pH	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Co	Ni
%											mg Kg <sup>-1</sup>	
6,68	27,8	4,42	2,02	4,59	0,045	4,47	0,38	0,079	0,013	0,014	29,0	40,87

### Primeiro cultivo de milho

O 1º cultivo cumpriu as seguintes etapas: 1) capina de cada parcela e disposição da biomassa nas entrelinhas para cobertura do solo (1 dia antes do plantio); 2) imersão de sementes em solução de zinco e boro a 0,1%, inoculação com *Azospirillum brasilense* e plantio do milho BRS Caimbé; 3) aplicação de NPK nos tratamentos com adubação mineral (2 dias após o plantio); 4) aplicação de *Azospirillum brasilense*, diluído em água, no solo junto ao milho nascido (14 dias após o plantio); 5) duas aplicações de manipueira no solo durante o crescimento do milho (44 e 69 dias após o plantio); 6) quatro adubações foliares, sendo 2 com zinco e boro a 1% e 2 com manipueira a 33% (18, 24, 27 e 42 dias após o plantio) em todas as parcelas; 7) desbaste (raleamento) do milho deixando uma planta por cova (25 dias após o plantio); 8) capina e amontoa do milho (28 dias após o plantio); 9) início das medições de crescimento do milho (33 dias após o plantio); 10) adubação de cobertura com N e K (34 dias após o plantio) e N (44 dias após o plantio) nos tratamentos com fertilização mineral; 11) colheita de espigas secas (126 dias após o plantio); 12) pesagens e medições de espigas e grãos.

O milho foi semeado no dia 29/3/2018, com plantio manual (enxada) sem aração nem gradagem, no início do período chuvoso da região (Recôncavo da Bahia), e do plantio até a colheita de espigas secas ocorreram 528 mm de chuva. Pluviômetro instalado no local registrou as precipitações mensais: março: 126,0 mm; abril: 144,0; maio: 190,5; junho: 144,5; julho: 35,0 mm.

O enriquecimento das sementes de milho com sulfato de zinco e ácido bórico a 0,1%, e as adubações foliares com zinco e boro a 1% e manipueira a 33% foram realizadas para prevenção e controle do ataque de lagarta do cartucho (*Spodoptera frugiperda* (J.E. Smith)).

Entre a 1ª colheita e a 2ª semeadura houve um intervalo de 84 dias.

### Segundo cultivo de milho

O segundo plantio de milho teve como objetivo avaliar o efeito residual da manipueira e do pó de rocha aplicados ao solo no cultivo anterior, e observar o comportamento da cultura em dois períodos distintos: no inverno (com chuvas); e no verão (com irrigação complementar).

No 2º plantio utilizou-se sementes da primeira colheita do experimento, que cumpriu as seguintes etapas: 1) coleta de amostras de solo para análise (48 dias



antes do plantio); 2) capina de cada parcela e disposição da biomassa (plantas espontâneas e restos culturais) nas entrelinhas para cobertura do solo (38 dias antes do plantio); 3) imersão de sementes em solução de zinco e boro a 0,1% por 30 minutos, e plantio do milho variedade BRS Caimbé; 4) instalação e funcionamento do sistema de irrigação complementar (fita gotejadora) com aplicação de 4 mm de água acionado 3 vezes por semana (instalado 6 dias após o plantio); 5) uma adubação foliar com zinco e boro a 1% (20 dias após o plantio), em todas as parcelas; 6) desbaste (raleamento) do milho deixando uma planta por cova (29 dias após o plantio); 7) coleta de plantas espontâneas, em todas as parcelas, para análise fitossociológica (43 dias após o plantio); 8) duas adubações foliares com manipueira a 33% (53 e 66 dias após o plantio) em todas as parcelas; 9) capina e amontoa do milho (47 dias após o plantio); 10) medição da altura das plantas (65 dias após o plantio); 11) colheita de espigas secas (112 dias após o plantio); 12) pesagens e medições de espigas e grãos.

O milho foi semeado no dia 25/10/2018, em pleno período seco da região (Recôncavo da Bahia), e do plantio até a colheita de espigas secas (14/02/2019) ocorreram 296 mm de chuva e foram aplicados 172 mm com irrigação por gotejamento (4 mm por dia, 3 vezes por semana), totalizando 468 mm. Pluviômetro local registrou as precipitações mensais: outubro: 21,0 mm; novembro: 153,0; dezembro: 154,5 mm; janeiro: 95,5 mm; fevereiro: 64,5 mm.

Os parâmetros avaliados referentes à fertilidade do solo foram: pH, cálcio (Ca), magnésio (Mg), potássio trocável (K), fósforo disponível (P), acidez potencial ( $H^+$ ,  $Al^{+3}$ ), capacidade de troca de cátions (CTC), saturação por bases (V%) e Alumínio trocável (Al), com coletas de amostras de solo em 2 profundidades: 0 a 0,2 e 0,2 a 0,4 m; e no milho: número de plantas com deficiência de boro, altura das plantas aos 63 DAE, massa (peso) de grãos e espigas secas e produtividade.

As análises foram feitas empregando-se o programa computacional Statistical versão 7.0 (STATSOFT, 2004). Os dados foram submetidos à Análise de Variância (Teste F) e os efeitos significativos das variáveis do milho foram submetidos ao Teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparação das médias entre os tratamentos. Para encontrar a melhor dose de manipueira para as variáveis estudadas foi feita a análise de Regressão e observação do valor de  $R^2$  como critério de significância.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Efeito da manipueira e pó de rocha em atributos químicos do solo

A Tabela 4 mostra o resultado da análise química do solo realizada após 3 aplicações de manipueira (doses incompletas de 6, 12 e 24 L m<sup>-2</sup>) e antes do primeiro plantio de milho.

Tabela 4 - Atributos químicos do solo após três aplicações de manipueira.

Profundidade 0,0 – 0,20 m												
Trat	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC <sub>(t)</sub>	CTC <sub>(T)</sub>	MO	V
		mg dm <sup>-3</sup>		cmol <sub>(c)</sub> dm <sup>-3</sup>					%			
T1	5,88 a	0,76 b	4,89 de	1,40 a	1,03 a	0,03 a	1,25 a	2,44 a	2,46 a	3,69 a	0,66 a	65,81 a
T2	5,68 a	2,65 ab	3,91 e	1,63 a	0,90 a	0,08 a	1,33 a	2,54 a	2,61 a	3,86 a	0,92 a	65,35 a
T3	6,40 a	1,32 ab	13,68 cde	2,10 a	1,25 a	0,00 a	0,90 a	3,39 a	3,39 a	4,29 a	0,90 a	78,25 a
T4	6,33 a	0,54 b	11,73 cde	1,85 a	1,18 a	0,00 a	1,03 a	3,06 a	3,06 a	4,08 a	1,11 a	74,73 a
T5	6,05 a	2,33 ab	14,66 bcd	1,50 a	1,05 a	0,00 a	1,05 a	2,58 a	2,58 a	3,63 a	0,45 a	67,98 a
T6	5,83 a	1,66 ab	17,60 bc	1,23 a	0,83 a	0,00 a	1,35 a	2,10 a	2,10 a	3,45 a	0,98 a	58,67 a
T7	6,15 a	2,22 ab	24,44 ab	1,33 a	1,03 a	0,00 a	1,25 a	2,41 a	2,41 a	3,66 a	0,93 a	65,70 a
T8	6,55 a	3,26 a	30,30 a	1,85 a	1,13 a	0,00 a	0,75 a	3,05 a	3,05 a	3,80 a	1,21 a	79,98 a
T9	5,80 a	1,69 ab	4,89 de	1,55 a	0,95 a	0,05 a	1,23 a	2,51 a	2,56 a	3,74 a	0,77 a	65,25 a
T10	6,15 a	1,46 ab	9,78 cde	1,93 a	1,08 a	0,00 a	1,08 a	3,03 a	3,03 a	4,10 a	0,96 a	72,94 a
Profundidade 0,20 – 0,40 m												
T1	4,88 a	0,02 a	6,84 a	0,78 a	0,55 a	0,33 ab	1,83 a	1,34 a	1,67 a	3,17 a	0,54 a	42,63 a
T2	4,93 a	0,30 a	1,96 a	0,68 a	0,48 a	0,23 ab	1,65 a	1,16 a	1,38 a	2,81 a	0,51 a	40,95 a
T3	5,25 a	0,27 a	5,87 a	0,98 a	0,70 a	0,13 ab	1,55 a	1,69 a	1,82 a	3,24 a	0,67 a	49,77 a
T4	5,15 a	0,16 a	3,91 a	0,85 a	0,75 a	0,18 ab	1,50 a	1,61 a	1,78 a	3,11 a	0,63 a	50,11 a
T5	5,00 a	0,55 a	5,87 a	0,75 a	0,70 a	0,20 ab	1,65 a	1,47 a	1,67 a	3,12 a	0,48 a	43,20 a
T6	4,68 a	0,07 a	3,91 a	0,53 a	0,45 a	0,38 a	1,75 a	0,99 a	1,36 a	2,74 a	0,63 a	34,88 a
T7	5,05 a	0,29 a	10,75 a	0,70 a	0,45 a	0,18 ab	1,53 a	1,18 a	1,35 a	2,70 a	0,75 a	43,13 a
T8	5,40 a	0,49 a	8,80 a	1,08 a	0,78 a	0,08 b	1,43 a	1,87 a	1,95 a	3,30 a	0,66 a	55,10 a
T9	4,98 a	0,17 a	2,93 a	0,83 a	0,50 a	0,28 ab	1,65 a	1,33 a	1,61 a	2,98 a	0,52 a	43,52 a
T10	5,08 a	0,62 a	3,91 a	0,75 a	0,45 a	0,28 ab	1,63 a	1,21 a	1,49 a	2,84 a	0,75 a	41,38 a

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 6 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 6 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 12 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 12 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 24 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 24 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha. \*Valores com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se pela Tabela 4 o aumento dos teores de K em função da aplicação de manipueira, na profundidade 0,0 – 0,20 m. As variáveis P e K<sup>+</sup> na profundidade de 0,0 – 0,20 m e Al<sup>3+</sup> na profundidade de 0,20 – 0,40 m diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Na profundidade 0,20 – 0,40 m o efeito do aumento dos teores de K somente é percebido na dose de manipueira maior (T7 e T8). Isto é um indicativo de que no momento da 1ª coleta de solo (após 40 dias da 3ª aplicação e 17 dias antes do plantio) a manipueira

somente percolou para a camada mais profunda nos tratamentos com a dose maior (24 L m<sup>-2</sup>).

A Figura 1 mostra os teores em função das doses de manipueira e a influência do pó de rocha nas variáveis K<sup>+</sup> e P (que diferiram significativamente, p<0,05) e nas variáveis que não diferiram significativamente (p < 0,05) Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> e pH, na profundidade de 0,0 – 0,20 m.

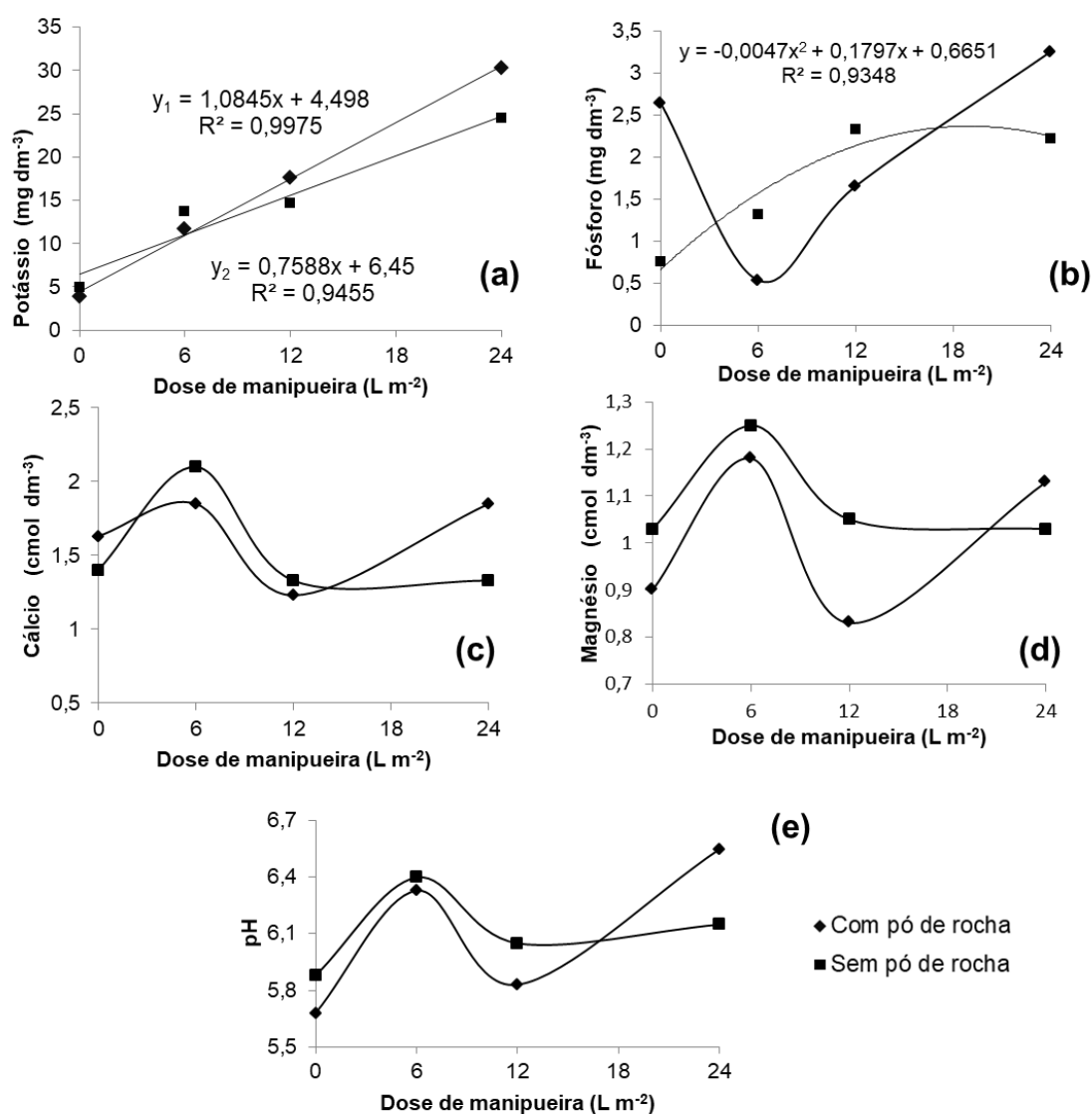


Figura 1 - Efeito da aplicação de pó de rocha e doses de manipueira em atributos químicos do solo: (a) Potássio; (b) Fósforo; (c) Cálcio; (d) Magnésio e (e) pH, na profundidade de 0,0 - 0,20 m.

Observa-se pela Figura 1a que os teores de K<sup>+</sup> se ajustaram a uma equação linear em relação às doses de manipueira, tanto para a curva da presença do pó de rocha (y<sub>1</sub>) quanto da ausência (y<sub>2</sub>).

Na primeira curva, observa-se que a cada 1 L m<sup>-2</sup> de manipueira com pó de rocha aplicada ao solo, os teores de K<sup>+</sup> aumentaram 1,0845 mg dm<sup>-3</sup>, sendo a dose de 24 L m<sup>-2</sup> a que propiciou o maior teor de K<sup>+</sup> ao solo (30,526 mg dm<sup>-3</sup>), representando aumento de 520%. O mesmo comportamento linear é observado na curva y<sub>2</sub> e a cada 1 L m<sup>-2</sup> de manipueira aplicada ao solo os teores de K<sup>+</sup> aumentaram 0,7588 mg dm<sup>-3</sup>; e o maior teor de K<sup>+</sup> (24,661 mg dm<sup>-3</sup>) é obtido na dose de 24 L m<sup>-2</sup>, representando aumento de 400%. Assim, a adição do pó de rocha aumentou os teores de K<sup>+</sup> no solo.

Sem pó de rocha e com aplicação de dosagem menor de manipueira, os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> apresentaram tendência a aumentar; e depois a diminuir com o aumento das doses (Figura 1c e 1d). Com pó de rocha, os teores de Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup> apresentaram um comportamento variável, aumentando na dosagem de 6 L m<sup>-2</sup> de manipueira, decrescendo na dose de 12 L m<sup>-2</sup>, e novamente aumentando na dose de 24 L m<sup>-2</sup>.

Fernandes *et al.* (2019) relatam a redução dos teores de Ca<sup>2+</sup> como efeito da aplicação de manipueira, em Latossolo Amarelo Distrocoeso.

Corroboram em parte com essa visão, Barreto *et al.* (2014), que, avaliando o acúmulo de macronutrientes em plantas de milho cultivadas em vasos, submetidas a 4 doses de manipueira, constataram que o aumento das doses elevou o teor de N e K na parte aérea, mas diminuiu o teor de Mg; e que isto pode ser explicado pela diminuição da absorção de Mg provocado pelos altos teores de potássio existentes na manipueira, devido ao antagonismo entre K e Mg.

E também Magalhães *et al.* (2016), que, avaliando os teores de macronutrientes em plantas de milho, em casa de vegetação, em função da aplicação de doses de manipueira e idade das plantas aos 20, 40 e 52 dias após a emergência (DAE), constataram que o incremento de doses de manipueira aplicadas no solo aumentou os teores de N, P e K na parte aérea das plantas e reduziu a absorção de Ca e Mg.

O pH apresentou comportamento semelhante ao do Ca<sup>2+</sup> e Mg<sup>2+</sup>: sem pó de rocha e na dose menor de manipueira teve tendência a aumentar; e depois a diminuir e estabilizar (ou levemente aumentar) com o aumento das doses (Figura 1e). Com pó de rocha, o pH aumentou na dose de 6 L m<sup>-2</sup> de manipueira, decresceu na dosagem de 12 L m<sup>-2</sup> e de novo aumentou na dose de 24 L m<sup>-2</sup>.

Corroborando em parte com esses resultados, Cabral *et al.* (2010), avaliando o efeito da aplicação de água residuária de fecularia de mandioca nas propriedades químicas de um Latossolo Vermelho Distrófico, constataram que, dos nutrientes encontrados nas camadas, somente o potássio apresentou acréscimos; e os demais apresentaram redução.

A Tabela 5 mostra o resultado da análise química do solo realizada após 5 aplicações de manipueira (doses completas de 7, 14 e 28 L m<sup>-2</sup>) e após a colheita do primeiro plantio de milho.

Tabela 5-Atributos químicos do solo após 5 aplicações de manipueira e colheita de milho.

Profundidade 0,0 – 0,20 m												
Trat	pH	P	K <sup>+</sup>	Ca <sup>2+</sup>	Mg <sup>2+</sup>	Al <sup>3+</sup>	H+Al	SB	CTC <sub>(t)</sub>	CTC <sub>(T)</sub>	MO	V
		mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>(c)</sub> dm <sup>-3</sup>				%			
T1	5,70 a	2,59 a	10,75 a	2,08 a	1,15 a	0,08 a	1,58 a	3,25 a	3,32 a	4,82 a	1,04 a	65,76 a
T2	5,60 a	3,03 a	12,71 a	1,85 a	0,90 a	0,10 a	1,88 a	2,78 a	2,88 a	4,66 a	1,10 a	57,67 a
T3	6,15 a	3,42 a	37,15 a	2,48 a	1,18 a	0,00 a	1,35 a	3,75 a	3,75 a	5,10 a	1,05 a	73,15 a
T4	6,23 a	3,86 a	34,21 a	2,75 a	1,20 a	0,00 a	1,15 a	4,04 a	4,04 a	5,19 a	1,31 a	77,79 a
T5	5,93 a	2,59 a	45,94 a	2,05 a	1,10 a	0,03 a	1,48 a	3,27 a	3,30 a	4,75 a	0,74 a	67,75 a
T6	5,80 a	2,44 a	32,26 a	1,55 a	0,98 a	0,03 a	1,53 a	2,61 a	2,63 a	4,13 a	1,29 a	62,43 a
T7	5,98 a	2,70 a	55,72 a	2,13 a	1,03 a	0,00 a	1,50 a	3,29 a	3,29 a	4,79 a	1,26 a	66,33 a
T8	6,43 a	4,79 a	49,85 a	3,20 a	1,53 a	0,00 a	1,20 a	4,85 a	4,85 a	6,05 a	1,47 a	80,18 a
T9	5,68 a	1,77 a	21,51 a	2,15 a	0,95 a	0,10 a	1,63 a	3,15 a	3,25 a	4,78 a	0,90 a	63,56 a
T10	6,08 a	2,56 a	23,46 a	2,23 a	1,13 a	0,00 a	1,30 a	3,41 a	3,41 a	4,71 a	1,12 a	71,60 a
Profundidade 0,20 – 0,40 m												
T1	4,93 b	4,23 ab	7,82 b	1,15 a	0,75 ab	0,25 a	2,20 a	1,92 ab	2,17 ab	4,12 a	0,75 a	45,40 ab
T2	5,28 ab	5,23 ab	22,48 ab	1,20 a	0,65 ab	0,18 a	2,05 ab	1,91 ab	2,08 ab	3,96 a	0,88 a	46,92 ab
T3	5,48 ab	4,55 ab	31,28 ab	1,40 a	0,83 ab	0,08 a	1,85 ab	2,30 ab	2,38 ab	4,15 a	0,75 a	55,09 ab
T4	5,70 ab	3,71 ab	26,39 ab	1,58 a	0,95 ab	0,08 a	1,65 ab	2,59 ab	2,67 ab	4,24 a	0,76 a	60,40 ab
T5	5,23 ab	3,95 ab	27,37 ab	1,03 a	0,68 ab	0,18 a	1,90 ab	1,77 ab	1,95 ab	3,67 a	0,63 a	48,37 ab
T6	5,10 ab	5,18 ab	28,35 ab	0,95 a	0,55 b	0,20 a	2,23 a	1,57 b	1,77 b	3,80 a	0,95 a	41,13 b
T7	5,53 ab	7,52 a	42,03 a	1,60 a	0,75 ab	0,10 a	1,85 ab	2,46 ab	2,56 ab	4,31 a	1,03 a	53,37 ab
T8	6,03 a	3,22 b	27,37 ab	2,40 a	1,13 a	0,03 a	1,38 b	3,60 a	3,62 a	4,97 a	0,77 a	71,09 a
T9	4,98 b	3,49 ab	16,62 ab	0,90 a	0,63 ab	0,23 a	2,18 ab	1,57 b	1,79 b	3,74 a	0,93 a	41,44 b
T10	5,30 ab	2,39 b	18,57 ab	1,20 a	0,65 ab	0,15 a	1,90 ab	1,90 ab	2,05 ab	3,80 a	1,02 a	49,96 ab

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 7 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 14 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 28 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha. \*Valores com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Observa-se pela Tabela 5 que na profundidade de 0,0 – 0,20 m não houve diferença significativa (p<0,05) para todas as variáveis, no entanto numericamente houve aumento dos teores de K nas maiores dosagens de manipueira (T7 e T8), da ordem de 420 e 360% respectivamente. Por outro lado na profundidade de

0,20 – 0,40 m as variáveis pH, P, K,  $Mg^{2+}$ , H+Al, SB,  $CTC_{(t)}$  e V% diferiram entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade; com destaque para o K no tratamento T7. Isto é um indicativo de que, ao final do 1º ciclo da cultura (entre a 1ª e a 5ª aplicação e após a colheita), a manipueira havia percolado até a camada mais profunda.

A redução nos teores de P na camada 0,0 – 0,20 m, em comparação com a camada 0,20 – 0,40 m após a colheita, pode ser também justificada pela extração de nutrientes pela cultura e pelas plantas espontâneas, que é mais intensa nos primeiros 20 cm de solo. Corroborando com esse argumento, Fernandes *et al.* (2019), avaliando o efeito da aplicação de manipueira em Latossolo Amarelo Distrocoeso, constataram que nos tratamentos onde ocorreu aplicação de  $9 \text{ L m}^{-2}$  do resíduo a produtividade de massa seca da vegetação espontânea foi significativamente maior do que naqueles onde não houve aplicação.

Comparando-se a Tabela 4 (doses incompletas e antes do 1º plantio) e a Tabela 5 (doses completas e após a 1ª colheita) percebe-se que não houve diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) para a variável pH, exceto na Tabela 4 na camada 0,20 – 0,40 m, no tratamento T8 em relação à testemunha (T1). Isso é um indicativo de que a manipueira não acidifica o solo.

A Figura 2 mostra os teores de  $K^+$ , P,  $Mg^{2+}$  e pH que diferiram significativamente ( $p < 0,05$ ), em função das doses de manipueira e a influência do pó de rocha; e também os teores de  $Ca^{2+}$  (que não diferiu significativamente) na profundidade de 0,20 - 0,40 m.

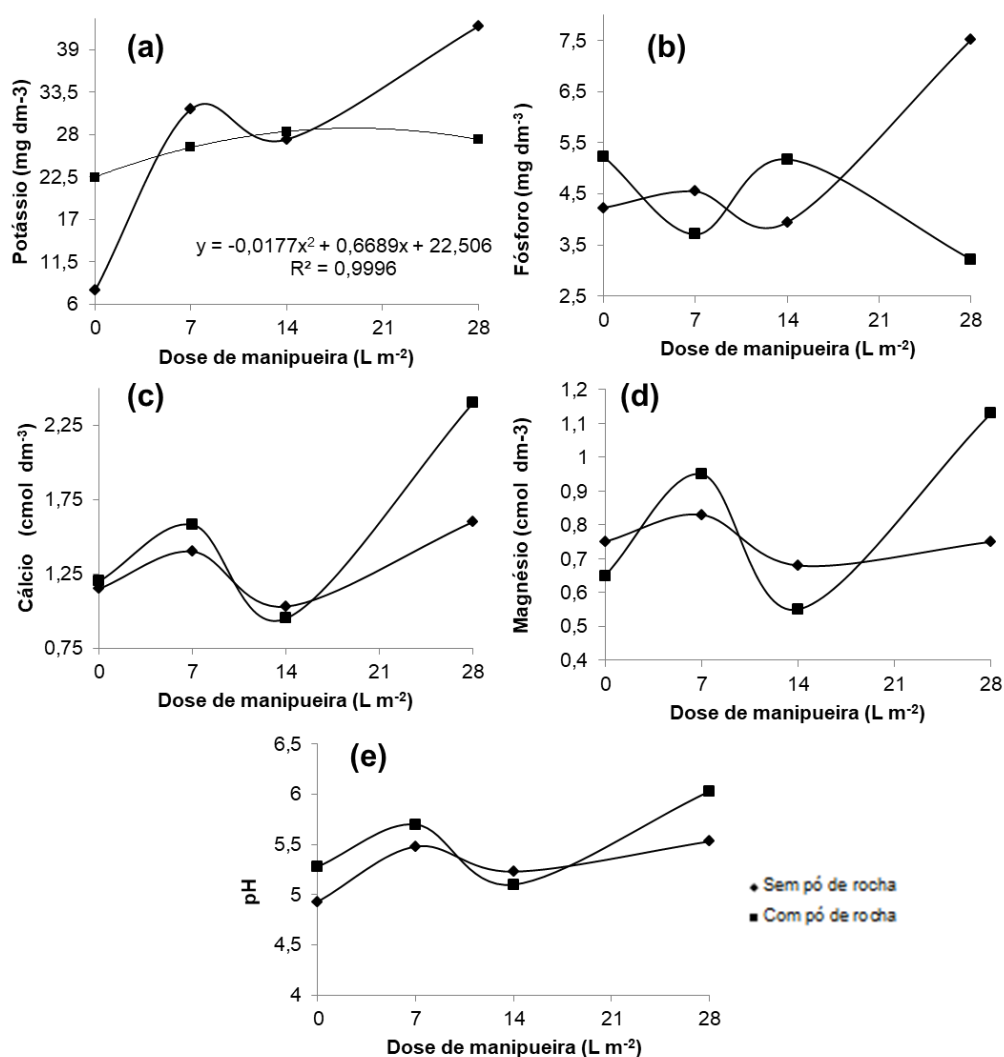


Figura 2 - Efeito da aplicação de pó de rocha e doses de manureira em atributos químicos do solo: (a) Potássio; (b) Fósforo; (c) Cálcio; (d) Magnésio e (e) pH, na profundidade de 0,20 - 0,40 m.

Observa-se pela Figura 2a que os teores de K<sup>+</sup> em função das doses de manureira se ajustaram a uma equação quadrática, quando adicionado pó de rocha, de modo que a melhor dose foi 18,89 L m<sup>-2</sup>, obtendo o teor de 28,82 mg dm<sup>-3</sup> de K<sup>+</sup>. Por outro lado, assim como o K<sup>+</sup> sem a adição do pó de rocha, as outras variáveis (P, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e pH), também não se ajustaram a nenhum modelo de regressão, apresentando comportamento variável, tanto com quanto sem a adição do pó de rocha (Figura 2). Para tais variáveis, os gráficos apresentaram comportamento semelhante reduzindo os teores com a dose de 14 L m<sup>-2</sup> e aumentando com a dose de 28 L m<sup>-2</sup>; exceto o P com a aplicação de pó

de rocha, que apresentou redução de seus teores com a maior dosagem (Figura 2b).

Corroborando em parte com esses resultados, Silva Júnior *et al.* (2012), avaliando efeitos no solo e na produtividade, do uso de manipueira associado a fertirrigação com NK em bananeira 'Terra Maranhão', em Latossolo Amarelo Distrocoeso, com aplicações mensais de 4, 8 e 12 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, constataram que houve baixo incremento de K, P, H+Al e Al no solo e um relevante incremento de Mg, Ca e Ca+Mg, Na, CTC e V%.

Contrastando em parte com esses resultados, Duarte *et al.* (2013), avaliando as alterações de atributos químicos em um Neossolo Regolítico cultivado com alface, em casa de vegetação, e submetido às doses de manipueira: 0, 5, 15, 25, 45, 65 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>, observaram que a aplicação de manipueira ao solo propiciou aumento do pH e do teor de P e cátions trocáveis (K<sup>+</sup>, Ca<sup>2+</sup>, Mg<sup>2+</sup> e Na<sup>+</sup>).

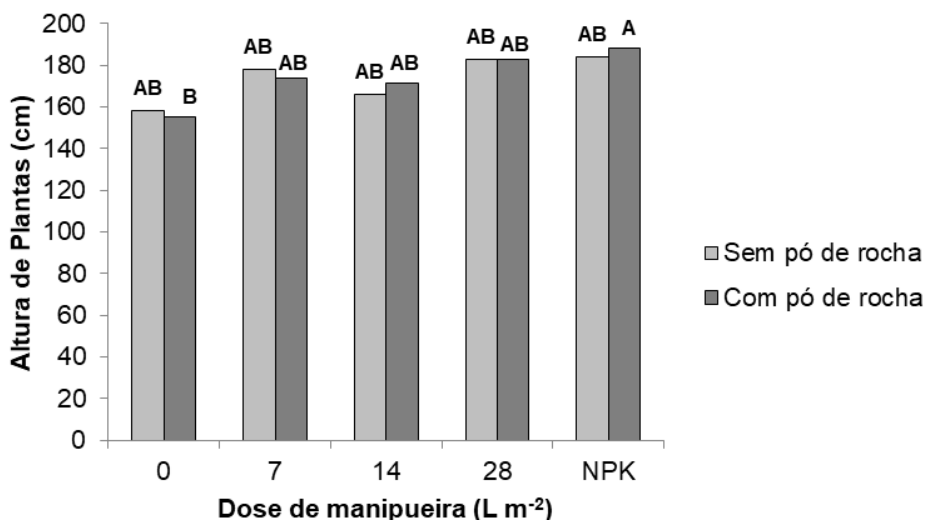
De modo geral, com e sem pó de rocha, as variáveis tenderam a aumentar com a dosagem menor de manipueira (7 L m<sup>-2</sup>); depois, a diminuir com a dose de 14 L m<sup>-2</sup> e a seguir tenderam a aumentar (Figura 2) com a dose de 28 L m<sup>-2</sup>.

Esse comportamento de redução dos teores na dose média parece difícil de ser explicado, mas pode ter relação com a extração de nutrientes pela cultura do milho e pelas plantas espontâneas. A esse respeito, Fernandes *et al.* (2019), avaliando o efeito da aplicação de manipueira em Latossolo Amarelo Distrocoeso, relatam que os tratamentos com vegetação espontânea apresentaram menores teores de P, em comparação com os tratamentos sem vegetação.

### Resultados do primeiro plantio de milho

A Figura 3 apresenta o efeito da aplicação de pó de rocha de Ipirá e doses de manipueira na altura das plantas de milho variedade BRS Caimbé, no 1º plantio, aos 63 dias após a emergência (DAE).





\*Barras seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade  
 Figura 3 - Efeito da aplicação de pó de rocha, adubo mineral (NPK) e doses de manipueira na altura de plantas de milho, no 1º plantio, aos 63 dias após emergência.

Observa-se pela Figura 3 que não houve diferença estatística entre os tratamentos para a altura de plantas aos 63 DAE, de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. A única exceção foi o tratamento com NPK e pó de rocha em comparação com a testemunha (sem manipueira) com pó de rocha. A inexistência de diferença estatística entre os tratamentos pode ser explicada pela influência dos componentes do sistema de produção presentes em todos os tratamentos (inoculação de sementes com bactéria fixadora de nitrogênio e utilização de 4 adubações foliares) durante o desenvolvimento da cultura.

Contrastando em parte com esses resultados, Barreto *et al.* (2014), avaliando o desenvolvimento vegetativo e o acúmulo de macronutrientes em plantas de milho cultivadas em vasos, em casa de vegetação, submetidas a 4 doses de manipueira (0; 11,2; 22,4 e 44,8 m<sup>3</sup> ha<sup>-1</sup>), verificaram que o aumento das doses elevou o teor de N e K na parte aérea, mas diminuiu o teor de Mg e a altura das plantas.

Observou-se no milharal a presença de plantas que apresentavam sintoma de deficiência de boro. Os sintomas pronunciados de deficiência de boro no milho aparecem especialmente nas espigas: tendência de produzir muitas espigas (Figura 4) sendo estas curtas, finas, estéreis ou com sementes chochas e enrugadas do lado voltado ao colmo (PRIMAVESI, 2018).

O milho tem alta sensibilidade à deficiência de zinco e média sensibilidade à deficiência de boro (EMBRAPA, 2011). O antagonismo do potássio perante o boro pode ser observado com frequência, pois a aplicação de adubo potássico tende a fazer desaparecer o boro assimilável (VOISIN, 1973).



Figura 4 – Milho com sintoma de deficiência de boro (espigas múltiplas), em 13/6/2018.

A Figura 5 mostra o percentual de plantas de milho que apresentaram sintoma característico de deficiência de boro, em função da aplicação de doses de maniqueira e pó de rocha.

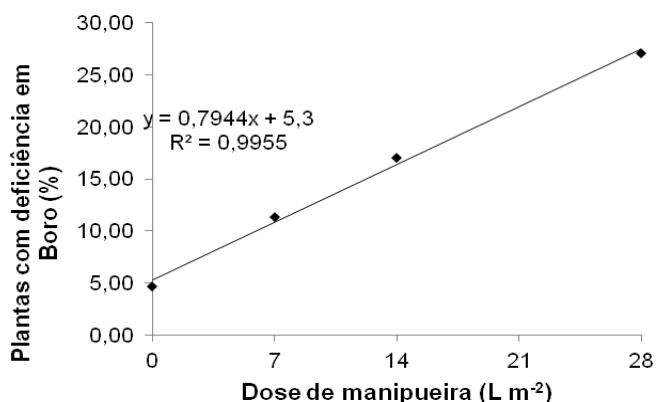


Figura 5 – Percentual de plantas de milho com sintoma de deficiência de boro em função da aplicação de doses de maniqueira

Observa-se pela Figura 5 que o aumento da dose de maniqueira aumentou a incidência de plantas com sintoma de deficiência de boro. De acordo com o gráfico, a curva apresentou um comportamento linear, sendo que a cada dose de

manipueira aplicada, a incidência de plantas com sintoma de deficiência de boro aumenta 0,794 %; deste modo, a dose de 28 L m<sup>2</sup> apresentou a maior porcentagem de plantas com deficiência em boro (27,53 %).

A Tabela 7 mostra o percentual de plantas de milho que apresentaram sintoma característico de deficiência de boro, no 1º plantio, nos tratamentos testemunha, doses de manipueira e adubação química.

Tabela 7 – Percentual de plantas de milho que apresentaram sintoma de deficiência de boro, no 1º plantio, em todos os tratamentos.

Tratamentos	Deficiência de boro
	%
1	5,3 b*
2	4,0 b
3	11,3 ab
4	11,5 ab
5	18,0 ab
6	16,0 ab
7	17,3 ab
8	23,0 a
9	26,5 a
10	22,5 a

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 7 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 14 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 28 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha. \*Valores com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 7, os tratamentos que apresentaram maiores percentuais de plantas com sintoma de deficiência de boro foram os com maior dose de manipueira (28 L m<sup>-2</sup>) e pó de rocha e aqueles com adubação mineral (NPK) com e sem pó de rocha; e esses 3 apresentaram diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ), em comparação com as testemunhas sem manipueira (T1 e T2), indicando que a adição de potássio, seja via manipueira ou adubação química (100 kg ha<sup>-1</sup> de KCl), aumentou a incidência de plantas com sintoma de deficiência de boro. No entanto, a deficiência de B verificada não alterou o rendimento.

Afirma Voisin (1973) que deve ser restituído ao solo o boro assimilável que desapareceu em decorrência da adubação com potássio. Daí porque se incluiu no experimento o enriquecimento de sementes e a adubação foliar com o referido micronutriente.

A Tabela 8 mostra a massa média de espigas secas (sem palha) e a massa média de grãos de milho por espiga, no 1º plantio, em todos os tratamentos.

Tabela 8 – Massa (peso) de espigas e de grãos de milho seco para todos os tratamentos.

Tratamentos	Massa da espiga	Massa de grãos por espiga
	g	
1	148,10 d*	117,55 c
2	157,29 cd	122,51 c
3	192,21 bcd	151,01 bc
4	206,26 abc	164,95 ab
5	210,58 ab	166,15 ab
6	218,85 ab	172,90 ab
7	232,12 ab	178,54 ab
8	252,78 a	201,12 a
9	217,90 ab	170,47 ab
10	253,10 a	199,70 a

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 7 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 14 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 28 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha. \*Valores com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 8 os tratamentos que apresentaram maiores massas de grãos foram os com maior dose de manipueira (28 L m<sup>-2</sup>) e pó de rocha e o com adubação mineral (NPK) e pó de rocha, não havendo diferença estatística entre estes. Todos os tratamentos com manipueira, exceto o T3 (7 L m<sup>-2</sup> e sem pó de rocha), apresentaram diferença significativa (p<0,05), em comparação com as testemunhas sem manipueira (T1 e T2), indicando o efeito positivo da adição do resíduo líquido no aumento da massa de grãos de milho por espiga.

Araújo *et al.* (2015), analisando o crescimento e produtividade de milho fertilizado via foliar, com 4 pulverizações de manipueira diluída em água, a

intervalos quinzenais, também obtiveram resultados que apresentaram diferença estatística significativa ( $p < 0,05$ ) para a variável massa seca de espiga, em comparação à testemunha; sendo a dose 1:3 (1 L de manipueira para 3 L de água) a que promoveu os melhores resultados.

A Tabela 9 mostra o rendimento de grãos (produtividade) de milho, para os tratamentos avaliados.

Tabela 9 – Rendimento de grãos de milho seco, do 1º plantio, nos tratamentos testemunha, doses de manipueira e adubação mineral.

Tratamentos	Rendimento de grãos
	t ha <sup>-1</sup>
1	2938,75 c*
2	3062,91 c
3	3775,31 bc
4	4123,88 ab
5	4153,92 ab
6	4322,50 ab
7	4463,61 ab
8	5028,21 a
9	4261,78 ab
10	4992,50 a

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 7 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 14 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 28 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha. \*Valores com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 9, os tratamentos que apresentaram melhores rendimentos de grãos foram aqueles com maior dose de manipueira (28 L m<sup>-2</sup>) + pó de rocha e com adubação mineral (NPK) + pó de rocha. Todos os tratamentos com manipueira, exceto o T3 (7 L m<sup>-2</sup> e sem pó de rocha), apresentaram diferença significativa ( $p < 0,05$ ) em comparação com as testemunhas sem manipueira (T1 e T2), indicando o efeito positivo da adição de manipueira no aumento da produtividade do milho. Entre o tratamento testemunha (T1), sem manipueira e sem pó de rocha, e o tratamento com 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e com pó de rocha (T8) houve um ganho de produtividade no milho da ordem de 71%. Vale ressaltar que não houve diferença estatística, no rendimento, entre a adubação com

manipueira com  $28 \text{ L m}^{-2}$  e pó de rocha e a adubação mineral com NPK e pó de rocha de Ipirá.

Corroboram em parte com esses resultados os obtidos por Cardoso, Paula e Amante (2004), que aplicando em Neossolo Quartzarênico altas doses de manipueira diluída ( $480 \text{ L m}^{-2}$ ) para fertirrigação de milho, verificaram que o solo apresentou significativa melhoria na sua fertilidade; e o incremento de fósforo e potássio promoveu aumento significativo na produtividade do milho, com massa média das espigas fertirrigadas 31% maior, em comparação com a testemunha.

Corroborando com esses resultados, Araújo *et al.* (2019), avaliando em casa de vegetação a produtividade de milho fertirrigado com manipueira, urina humana e NPK, afirmam que a urina humana, associada à manipueira e aplicada via fertirrigação, apresenta potencialidade para substituir a adubação mineral nitrogenada e potássica requerida pela cultura do milho.

A literatura não fornece informações de trabalhos semelhantes com as doses utilizadas de manipueira e a associação com pó de rocha de Ipirá; no entanto, Cabral *et al.* (2010) avaliando o efeito da aplicação de água residuária de fecularia na produção de aveia preta em um Latossolo Vermelho Distrófico, constataram que o resíduo proporcionou acréscimos na produtividade, obtendo-se  $3629 \text{ kg ha}^{-1}$  para o nível de  $300 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  e  $2818 \text{ kg ha}^{-1}$  na testemunha.

A Figura 6 apresenta o efeito da aplicação de doses de manipueira, com e sem pó de rocha, no rendimento de grãos de milho no 1º plantio.

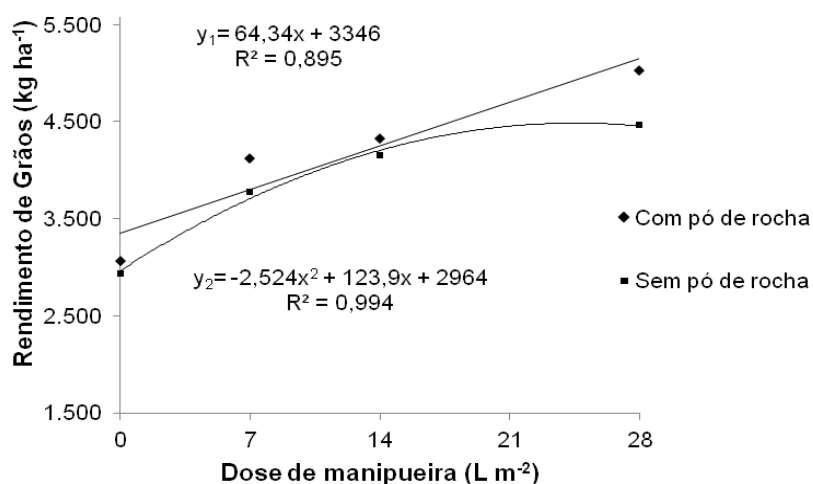


Figura 6 – Efeito da aplicação de doses de manipueira, com e sem pó de rocha de Ipirá, no rendimento de grãos de milho, no 1º plantio.

De acordo com a Figura 6, a adição do pó de rocha nas doses de manipueira promoveu um maior rendimento de grãos. Com a adição do pó de rocha a curva de rendimento de grãos em função das doses aplicadas ( $y_1$ ) apresentou um comportamento linear; de acordo com a mesma, a cada 1 L m<sup>-2</sup> de manipueira com pó de rocha o rendimento aumenta 64,34 kg ha<sup>-1</sup>; a dose de 28 L m<sup>-2</sup> apresentou o maior rendimento de grãos (5147,52 kg ha<sup>-1</sup>). Por outro lado, sem a adição do pó de rocha a curva apresentou um comportamento quadrático ( $y_2$ ) sendo a dose ótima 24,54 L m<sup>-2</sup>, que promoveu um rendimento de grãos de 4484,52 kg ha<sup>-1</sup>. Pela Figura 6 pode-se inferir que o comportamento linear da curva de rendimento de grãos com a adição do pó de rocha possibilita o aumento das doses de manipueira e, conseqüentemente, o aumento do rendimento; de modo que, quanto maior a dose de manipueira, maior será o efeito do pó de rocha na produtividade do milho, devendo ser melhor estudada qual seria a dose máxima ideal. Por outro lado, sem manipueira a dose não deve ultrapassar 24 L m<sup>-2</sup>.

A Figura 7 mostra o efeito da aplicação de doses de manipueira e pó de rocha na massa (peso) de 1.000 grãos de milho (*Zea mays* L.), variedade BRS Caimbé.

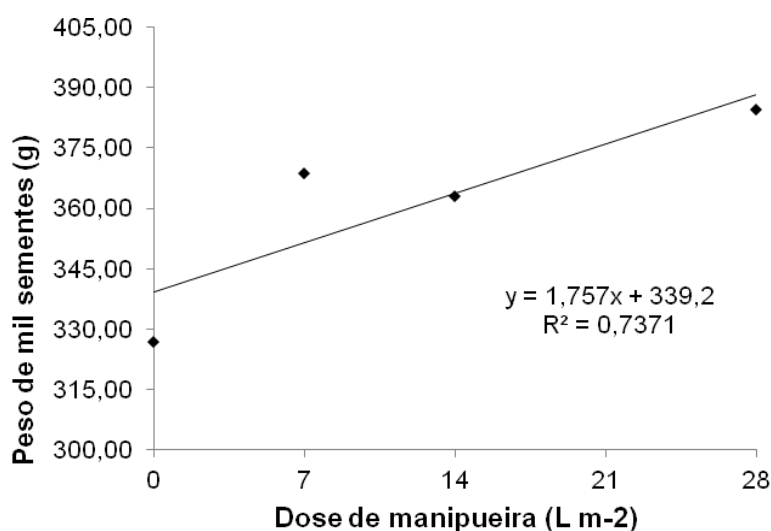


Figura 7 – Efeito da manipueira e pó de rocha de Ipirá na massa de 1.000 sementes de milho.

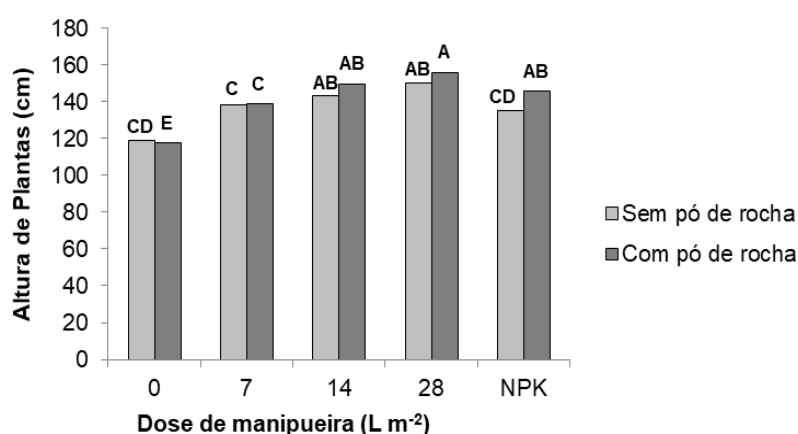
De acordo com a Figura 7, a adição de manipueira e pó de rocha aumentou a massa de 1.000 sementes. A curva de massa de 1.000 sementes em função das doses aplicadas ( $y_1$ ) apresentou um comportamento linear; de acordo com a

mesma, a cada 1 L m<sup>-2</sup> de manipueira com pó de rocha, a massa de 1.000 sementes aumenta 1,757 g. Entretanto, não houve diferença estatística entre os tratamentos.

Com resultado semelhante, Araújo *et al.* (2019), analisando a produtividade de milho, em casa de vegetação, fertirrigado com NPK, urina humana, manipueira, urina mais manipueira, urina mais PK, manipueira mais NP e urina, manipueira e P, concluíram que a massa seca de 100 grãos não apresentou diferença estatística significativa entre os tratamentos, indicando que nenhuma das fertirrigações influenciaram esta variável.

### Resultados do segundo plantio de milho

A Figura 8 mostra o efeito da aplicação de pó de rocha de Ipirá e doses de manipueira na altura das plantas de milho variedade BRS Caimbé, no 2º plantio, aos 63 dias após a emergência (DAE).



\*Barras seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade  
 Figura 8 - Efeito da aplicação de pó de rocha, adubo mineral (NPK) e doses de manipueira na altura de plantas de milho, no 2º plantio, aos 63 dias após a emergência.

Observa-se pela Figura 8 que houve efeito residual da manipueira (nas 3 doses) aplicada para o 1º plantio, na altura de plantas do 2º plantio, uma vez que foram estatisticamente diferentes da testemunha. A dose residual de 28 L m<sup>-2</sup> promoveu a maior altura de plantas (155,97 cm), no entanto, não diferiu estatisticamente da altura das plantas com a dose residual de 14 L m<sup>-2</sup> (149,72 cm) de acordo com o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Portanto, houve diferença entre as doses para a altura de plantas, e houve diferença em relação à



testemunha (sem manipueira). A figura indica, ainda, que a manipueira pode substituir a adubação mineral com NPK.

A Tabela 10 mostra o rendimento de grãos (produtividade) no 2º plantio, com e sem pó de rocha, nos tratamentos: testemunha sem manipueira (T1 e T2), doses crescentes de manipueira (T3, T4, T5, T6, T7 e T8) e sem manipueira com adubação mineral NPK (T9 e T10).

Tabela 10 – Rendimento de grãos de milho seco, do 2º plantio, nos tratamentos testemunha, doses de manipueira e adubação mineral

Tratamentos	Rendimento de grãos
	t ha <sup>-1</sup>
1	1882,50 d
2	1942,50 cd
3	2387,50 bcd
4	2390,00 bcd
5	2610,00 abc
6	3000,00 ab
7	2717,50 ab
8	3275,00 a
9	2415,00 bcd
10	2610,00 abc

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 7 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 14 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 28 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha. \*Valores com letras iguais na mesma coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

De acordo com a Tabela 10 os tratamentos que apresentaram melhores rendimentos de grãos foram aqueles com maior e intermediária dose de manipueira (28 L m<sup>-2</sup> e 14 L m<sup>-2</sup>) e pó de rocha; os quais apresentaram diferença significativa (p<0,05) em comparação com a testemunha sem manipueira e sem pó de rocha (T1), indicando o efeito residual positivo da manipueira no aumento da produtividade do milho. Entre o tratamento testemunha (T1), sem manipueira e sem pó de rocha, e o tratamento com 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e pó de rocha (T8) houve um ganho de produtividade no milho da ordem de 73,9%.

A Figura 9 mostra o efeito da aplicação de doses de manipueira, com e sem pó de rocha, no rendimento de grãos de milho no 2º plantio.

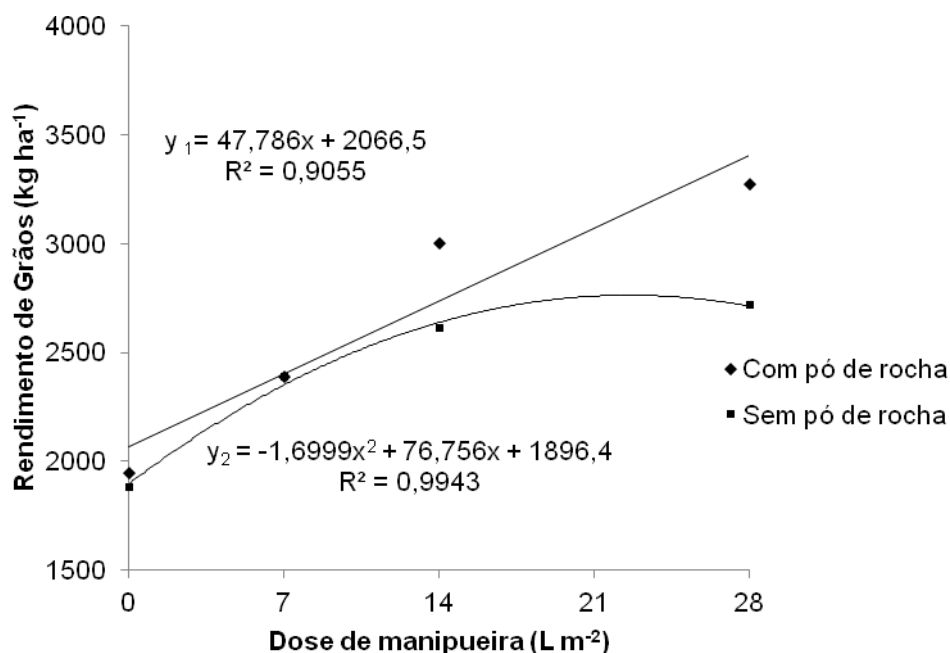


Figura 9 – Efeito da aplicação de pó de rocha de Ipirá e doses de manipueira no rendimento de grãos de milho, no 2º plantio.

De acordo com o gráfico acima, a adição de pó de rocha nas doses de manipueira promoveu um maior rendimento de grãos. Com a adição do pó de rocha, a curva de rendimento de grãos em função das doses aplicadas ( $y_1$ ) apresentou um comportamento linear; de acordo com a mesma, a cada 1 L m<sup>-2</sup> de manipueira com pó de rocha, o rendimento aumenta 47,786 kg ha<sup>-1</sup>; a dose de 28 L m<sup>-2</sup> apresentou o maior rendimento de grãos (3404,5 kg ha<sup>-1</sup>). Por outro lado, sem a adição do pó de rocha, a curva apresentou um comportamento quadrático ( $y_2$ ), sendo a dose ótima de 22,57 L m<sup>-2</sup>, que promoveu um rendimento de grãos de 2762,84 kg ha<sup>-1</sup>. Pela Figura 9, pode-se inferir que o comportamento linear da curva de rendimento de grãos com a adição do pó de rocha possibilita o aumento das doses de manipueira e, conseqüentemente, o aumento do rendimento; de modo que, quanto maior a dose de manipueira, maior será o efeito do pó de rocha na produtividade do milho.

Comparando-se o rendimento de grãos no 1º e 2º plantios, observa-se queda na produtividade no segundo. Isto se justifica porque neste não houve adubação de solo, e a finalidade do 2º plantio (subseqüente) foi verificar o efeito residual da adubação feita para o primeiro. Daí depreende-se que a aplicação de manipueira e pó de rocha feita antes (85% da dose) e durante (15% da dose), o

primeiro plantio de milho gerou efeito positivo no rendimento de grãos também no segundo plantio, possibilitando uma produtividade muito boa (3275 e 3000 kg ha<sup>-1</sup>) para os padrões da agricultura familiar, se considerarmos o rendimento médio de milho no Brasil de 4200 kg ha<sup>-1</sup>, na região Nordeste de 2015 kg ha<sup>-1</sup> e na Bahia, 2827 kg ha<sup>-1</sup> (EMBRAPA, 2011).

O sistema de produção para milho utilizado no experimento é compatível com a agricultura familiar, uma vez que utiliza insumos disponíveis gratuitamente ou de baixo custo, quais sejam: a) enriquecimento de sementes com zinco e boro (a 0,1%); b) inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* (para fixação biológica de nitrogênio); c) manipueira e pó de rocha de Ipirá (para adubação de solo); d) semente melhorada de milho variedade BRS Caimbé (indicada pela Embrapa para produção orgânica); e) e 4 adubações foliares (2 com manipueira e 2 com micronutrientes Zn e B). Esse conjunto de práticas de manejo foi, provavelmente, o responsável por possibilitar uma produtividade acima da média brasileira no 1º plantio e acima da média nordestina e baiana no plantio subsequente, mesmo para a menor dose (7 L m<sup>-2</sup>) de manipueira aplicada. E esta é uma notícia alvissareira.

Os teores de K no solo aumentaram significativamente em função da aplicação de manipueira. O pH e os teores de P, Ca e Mg no solo apresentaram aumento em função da aplicação de manipueira, principalmente na dose maior (28 L m<sup>-2</sup>), porém essa elevação não foi estatisticamente significativa.

A manipueira, após repouso de 21 dias e aplicada de forma parcelada, nas doses de 14 e 28 L m<sup>-2</sup>, associada ao pó de rocha de Ipirá (4 t ha<sup>-1</sup>), atendeu às necessidades nutricionais do milho e promoveu rendimento médio de grãos de 4.322 e 5.028 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, no 1º plantio, que representou um ganho de produtividade de 47% e 71%, em comparação com a testemunha.

A manipueira e o pó de rocha de Ipirá aplicados antes e durante o 1º plantio de milho influenciaram significativamente o rendimento de grãos do plantio subsequente (2º plantio), promovendo uma produtividade de 3.000 e 3.275 kg ha<sup>-1</sup>, para as doses de 14 e 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, que representou um ganho de produtividade de 59% e 73% em comparação com a testemunha absoluta.

A adição de pó de rocha de Ipirá (4 t ha<sup>-1</sup>) às doses de manipueira promoveu um maior rendimento de grãos e fez com que a curva de rendimento de

grãos apresentasse um comportamento linear, tanto no 1º quanto no 2º plantios; o que indica que a adição do pó de rocha alicerça e possibilita o aumento das doses de manipueira e, conseqüentemente, o aumento do rendimento; de modo que quanto maior a dose de manipueira maior será o efeito do pó de rocha na produtividade do milho, devendo ser melhor estudada qual seria a dose máxima ideal.

## CONCLUSÃO

Os teores de K no solo aumentaram significativamente em função da aplicação de manipueira.

A manipueira, nas doses de 14 e 28 L m<sup>-2</sup>, associada ao pó de rocha de Ipirá, aumentou a produtividade do milho, no 1º plantio, em 47% e 71%; e no plantio subsequente (2º plantio), em 59% e 73%.

No rendimento de grãos não houve diferença estatística ( $p < 0,05$ ) entre a adubação com manipueira e a adubação mineral com NPK, associadas ao pó de rocha de Ipirá.

O sistema de produção para milho utilizado no experimento possibilitou um rendimento de 2.938 kg ha<sup>-1</sup> no tratamento testemunha.

A adição de pó de rocha de Ipirá possibilita o aumento das doses de manipueira e, conseqüentemente, o aumento do rendimento.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. R. M.; **Cartilha Rimada da Manipueira: múltiplos usos na agricultura familiar**. Salvador: EBDA, 2008. 26p.

ALMEIDA, S. R. M.; MOTTA, J. da S. **Mandioca, a raiz do Brasil**. Cruz das Almas: UFRB, 2012. 28p.

ARAÚJO, N. C.; OLIVEIRA, S. J. C.; FERREIRA, T. C.; LIMA, V. L. A.; QUEIROZ, A. J. P.; ARAÚJO, F. A. C. Crescimento e produtividade de milho fertilizado com manipueira como fonte alternativa de nutrientes. **Revista Tecnologia & Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v. 9, n. 2, p. 31-35, Abril 2015.

ARAÚJO, N. C.; LIMA, V. L. A.; SENA, L. F.; LIMA, G. S.; ANDRADE, E. M. G.; CARDOSO, J. A. F.; OLIVEIRA, S. J. C. Produção de milho 'Potiguar' fertirrigado com água amarela e manipueira. **Revista de Ciências Agrárias**. Lisboa, v. 42, n. 1, Março 2019.

BARRETO, M. T. L.; MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M.; PEDROSA, E. M. R.; DUARTE, A. de S.; TAVARES, U. E. Desenvolvimento e acúmulo de macronutrientes em plantas de milho biofertilizadas com manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 18, n. 5, p. 487-494, Maio 2014.

CABRAL, J. R.; FREITAS, P. S. L.; BERTONHA, A.; MUNIZ, A. S. Effects of wastewater from a cassava industry on soil chemistry and crop yield of lopsided oats (*Avena strigosa* Schreb). **Brasilian Archives of Biology and Technology**. Curitiba, v. 53, n. 1, 2010.

CAMARGO, C. K.; RESENDE, J. T. V. de; CAMARGO, L. K. P.; FIGUEIREDO, A. S. T.; ZANIN, D. S. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, nº. 1, p. 2985-2993, 2012.

CARDOSO, E.; PAULA, M. M. S.; AMANTE, E. R. Uso de manipueira diluída (efluente líquido resultante do processamento da mandioca) em fertirrigação: avaliação do efeito da disposição deste efluente sobre o solo e as águas subterrâneas. **Congresso Brasileiro de Ciência e Tecnologia em Resíduos e Desenvolvimento Sustentável**. Anais, p. 2514-2523, Florianópolis, 2004.

DUARTE, A. de S.; ROLIM, M. M.; SILVA, E. F. de F. e; PEDROSA, E. M. R.; ALBUQUERQUE, F. da S; MAGALHÃES, A. G.. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 17, n. 9, p. 938-946, 2013.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Circular Técnica 159. Produção de milho na agricultura familiar**. 1. ed. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 42 p. 2011.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, BA: variabilidade e tendências climáticas**. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documents (INFOTECA-E), 2016.

FERNANDES, I. O.; MELO FILHO, J. F.; MONTENEGRO, K. O. R.; PAES, E. C.; ALMEIDA, S. R. M.; COSTA, J. A.; SILVA, F. Physical and Chemical Attributes of Yellow Oxisol With the Application of Cassava Wastewater After Intensive Mechanical Preparation. **Journal of Agricultural Science**. v. 11, n. 6, 2019.

FERREIRA, M. S. Avaliação bromatológica dos resíduos da industrialização da mandioca e seu aproveitamento em ração para animais ruminantes. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 3, n. 1, p. 105-109, Julho 2013.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C. **Manipueira: um adubo orgânico em potencial**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001.

FIORETTO, R. A. Uso direto da manipueira em fertirrigação. *CEREDA, M. P. Resíduos da Industrialização da Mandioca no Brasil*. São Paulo. Paulicéia, 1994. p. 51-80.

MAGALHÃES, A. G.; ROLIM, M. M.; DUARTE, A. de S.; SILVA, G. F. da; BEZERRA NETO, E.; PEDROSA, E. M. R. Macronutrients and sodium content

in maize plants under cassava wastewater fertilization. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 20, n. 3, p. 215-222, 2016.

NEVES, O. S. C.; SOUZA, A. S.; COSTA, M. A.; SOUSA, L. de A.; VIANA, A. E. S.; NEVES, V. B. F. Persistência do cianeto e estabilização do pH em manipueira. **Revista Brasileira de Tecnologia Industrial**. Ponta Grossa, v. 08, n. 01: p. 1274-1284, 2014.

PONTE, J. J. da; **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. 3. Ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 66p.

PORTAL EMBRAPA 1. Milho – BRS Caimbé. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-solucoes-tecnicas/-/produto-servico/381/milho---brs-caimbe>. Acesso em: 18 jul. 2018.

PORTAL EMBRAPA 2. Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos>. Acesso em: 18 jul. 2018.

PRATES, F. B. de S.; VELOSO, H. S.; SAMPAIO, R. A.; ZUBA JUNIOR, G. R.; LOPES, P. S. N.; FERNANDES, L. A.; MAIO, M. M. Crescimento de mudas de maracujazeiro-amarelo em resposta à adubação com superfosfato simples e pó de rocha. **Revista Ceres**. Viçosa, v. 57, n. 2, p. 239-246, 2010.

PRIMAVESI, A. **A biocenose do solo na produção vegetal & Deficiências minerais em culturas, nutrição e produção vegetal**. 1. ed. São Paulo: Expressão Popular, 2018. 608p.

RIEDNER, L. N. & BERTOLINI, G. R. F. Uma análise teórica sobre a sustentabilidade da agricultura familiar em propriedades produtoras de mandioca. **Revista Ciências Sociais em Perspectiva**. V. 13, n. 25, 2014.

SARAIVA, F. Z.; SAMPAIO, S. C.; SILVESTRE, M. G.; QUEIROZ, M. M. F. de; NÓBREGA, L. H. P.; GOMES, B. M. Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 30-36, 2007.

SF AGRO. Licenciada pela Embrapa lança sementes de milho orgânico BRS Caimbé. Disponível em: <https://sfagro.uol.com.br/licenciada-da-embrapa-lanca-sementes-de-milho-organico-brs-caimbe/>. Acesso em: 18 jul. 2018.

SILVA, H. A. da; MURRIETA, R. S. S. Mandioca, a rainha do Brasil? Ascensão e queda da *Manihot esculenta* no estado de São Paulo. **Bol. do Museu Paraense Emílio Goeldi. Ciências humanas**. V. 9, n. 1. Belém Jan/April. 2014.

SILVA JÚNIOR, J. J. da; COELHO, E. F.; SANT'ANA, J. A. do V.; SANTANA JÚNIOR, E. B.; PAMPONET, A. J. M. Uso da manipueira na bananeira 'terra maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. **Revista Irriga**. Botucatu, v. 17, n. 3, p. 353-363, 2012.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. 2. ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 306 p. 2006.

STATSOFT, INC. **Statistica for Windows – Computer program manual**. Tulsa, 2004.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos e análises de solo**. 3 ed. Revisada e ampliada. Brasília – DF: Embrapa Solos, 2017.

VOISIN, A. **Adubos: novas leis científicas de sua aplicação**. São Paulo: Mestre Jou, 1973. 130p.



## ARTIGO 3

### **PLANTAS ESPONTÂNEAS EM CULTIVO DE MILHO EM LATOSSOLO AMARELO DISTROCOESO COM MANIPUEIRA E PÓ DE ROCHA DE IPIRÁ<sup>1</sup>**

---

<sup>1</sup>Artigo a ser ajustado para posterior submissão ao Comitê Editorial do periódico Revista Caatinga.

## **Plantas espontâneas em cultivo de milho em Latossolo Amarelo Distrocoeso com manipueira e pó de rocha de Ipirá**

**Resumo:** Plantas espontâneas são as espécies que nascem e se reproduzem espontaneamente, sem serem cultivadas, formando comunidades com funções específicas na sucessão ecológica; e constituem a expressão natural da condição do solo sendo, por isso, também denominadas plantas indicadoras. Manipueira é o líquido residual de cor amarelada que escorre das raízes raladas e prensadas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), sendo gerado abundantemente durante o processo de fabricação de farinha ou extração de fécula; contém ácido cianídrico e é rico em substâncias orgânicas e nutrientes minerais. Pós de rocha são rochas moídas por processos físicos que podem restituir nutrientes ao solo e favorecer o aumento do rendimento de culturas agrícolas. O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito da manipueira e do pó de rocha de Ipirá na composição florística e estrutura fitossociológica da comunidade de plantas espontâneas em um Latossolo Amarelo Distrocoeso com plantio de milho. O experimento foi conduzido em campo, com os tratamentos: T1 – sem manipueira e sem pó de rocha (testemunha); T2 – sem manipueira e com pó de rocha (400 g m<sup>-2</sup>); T3 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha; T4 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira e com pó de rocha; T5 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha; T6 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira e com pó de rocha; T7 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha; T8 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e com pó de rocha; T9 – sem manipueira, com adubo químico NPK (75 g m<sup>-2</sup>) e sem pó de rocha; T10 – sem manipueira, com adubo químico NPK e com pó de rocha. O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos, 4 repetições e parcelas de 20 m<sup>2</sup>. As amostragens fitossociológicas foram realizadas antes do plantio e após a colheita do milho. A manipueira e o pó de rocha de Ipirá influenciaram na comunidade de plantas espontâneas, aumentando o índice de valor de cobertura (IVC) das espécies indicadoras de boa qualidade de solo e do capim *Brachiaria decumbens* Stapf, podendo ser utilizados na melhoria de solos e recuperação de pastagens de braquiária.

**Palavras-chave:** água de mandioca, plantas ruderais, fitossociologia.

## Effect of manipueira and powder of Ipirá rock in spontaneous plants community in Yellow Oxisol with planting of corn

**Abstract:** Spontaneous plants are species that are born and reproduce spontaneously, without being cultivated, forming communities with specific functions in the ecological succession; and are the natural expression of the soil condition and are therefore also called indicator plants. Manipueira is the residual liquid of yellowish color that flows from grated and pressed roots of cassava (*Manihot esculenta* Crantz), being generously generated during the process of flour manufacturing or starch extraction; contains hydrocyanic acid and is rich in organic substances and mineral nutrients. Rock powders are rocks ground by physical processes that can restore nutrients to the soil and favor the increase of the yield of agricultural crops. The objective of this work was to evaluate the effect of the manipueira and the rock powder of Ipirá on the floristic composition and phytosociological structure of the community of spontaneous plants in a Yellow Oxisol with corn planting. The experiment was conducted in the field, with the treatments: T1 - without manipueira and without rock powder (control); T2 - without manipueira and with rock dust ( $400 \text{ g m}^{-2}$ ); T3 -  $7 \text{ L m}^{-2}$  of manipueira and without rock dust; T4 -  $7 \text{ L m}^{-2}$  of manipueira and with rock dust; T5 -  $14 \text{ L m}^{-2}$  of manipueira and without rock dust; T6 -  $14 \text{ L m}^{-2}$  of manipueira and with rock dust; T7 -  $28 \text{ L m}^{-2}$  of manipueira and without rock dust; T8 -  $28 \text{ L m}^{-2}$  of manipueira and with rock dust; T9 - without manipueira, with chemical fertilizer NPK ( $75 \text{ g m}^{-2}$ ) and without rock dust; T10 - without manipueira, with chemical fertilizer NPK and with rock powder. The experimental design was a randomized complete block (RCB), with 10 treatments, 4 repetitions and Each plot of  $20 \text{ m}^2$ . Phytosociological samplings were carried out before planting and after maize harvest. The manipueira and rock powder of Ipirá influenced the community of spontaneous plants, increasing the index of cover value (IVC) of the indicative species of good quality of soil and *Brachiaria decumbens* Stapf grass, being able to be used in the improvement of soils and recovery of *Brachiaria* pastures.

**Keywords:** wastewater cassava, ruderal plants, phytosociology.

## INTRODUÇÃO

Plantas espontâneas são as espécies que nascem e se reproduzem espontaneamente, sem serem cultivadas, formando comunidades com funções específicas na sucessão ecológica de áreas alteradas e na proteção e recuperação de solos degradados pelo uso agrícola. Elas constituem a expressão natural da condição do solo sendo, por isso, também denominadas plantas indicadoras.

As plantas espontâneas apresentam maior habilidade em aproveitar os nutrientes e acumula-os em seus tecidos em quantidades muito maiores que as plantas cultivadas (LORENZI, 2008).

Gliessman (2009) considera que a maioria dos benefícios dessas plantas vem do fato de que, ecologicamente, são espécies pioneiras e que, através de suas reações no ambiente, iniciam o processo de sucessão vegetal na direção de comunidades mais complexas.

Altieri (2004) menciona que agricultores itinerantes geralmente classificam seus solos baseados na vegetação que os recobre, fato que confirma a utilização de plantas espontâneas como indicadoras das condições do solo.

Sendo a matéria orgânica o principal fator da vitalidade e produtividade do solo tropical, as plantas espontâneas, como rica fonte de biomassa diversificada e de baixo custo, se constituem em importante aliada do agricultor na recuperação de solos degradados. Também os resíduos orgânicos proveniente de processamento agroindustrial, como a manipueira, podem se constituir em fonte de matéria orgânica para o solo.

Manipueira é o líquido residual de cor amarelada que escorre das raízes raladas e prensadas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), sendo gerado abundantemente durante o processo de fabricação de farinha (3 kg de raízes libera 1 L de manipueira) ou extração de fécula, e comumente descartado de forma inadequada no ambiente. É um resíduo com acentuada presença de ácido cianídrico e rico em substâncias orgânicas e nutrientes minerais (PONTE, 2006).

Pós de rocha são rochas moídas por processos físicos que podem restituir nutrientes ao solo e favorecer o aumento do rendimento de culturas agrícolas.

(CAMARGO *et al.*, 2012). Pó de rocha de Ipirá é um insumo agrícola produzido na Bahia utilizado como adubo de solo em cultivos orgânicos.

A manipueira reúne condições e características capazes de convertê-la em importante e estratégico insumo agrícola na agricultura familiar, e seu aproveitamento pode solucionar o grave problema causado pelo seu despejo no ambiente.

A biodiversidade é a base da produtividade dos solos tropicais. As plantas nativas são indicadoras específicas da condição do solo que devem corrigir; por isso são também plantas recuperadoras. A natureza se utiliza das plantas nativas (espontâneas) para corrigir o solo de deficiências ou excessos minerais, compactações, crostas ou má drenagem; e assim tenta restabelecer a condição ótima de produção (PRIMAVESI, 2016).

O conjunto de espécies espontâneas se agrega na unidade ecológica denominada comunidade. Constitui, então, um grupo de populações que coexiste no espaço e no tempo e interagem umas com as outras direta ou indiretamente e com o meio (PINTO-COELHO, 2002). Uma comunidade vegetal pode ser compreendida como um organismo vivo cujo funcionamento e organização se pode melhor apreciar quando se considera o seu papel na Natureza.

A fitossociologia é a área da Ecologia vegetal que descreve a coocorrência de plantas numa comunidade vegetal (EWALD, 2003). A utilização da fitossociologia nos agroecossistemas pode ser uma ferramenta promissora, de rápida aplicação que informa ao pesquisador a estruturação da comunidade vegetal estudada e/ou torna possível especular se determinado tratamento influencia essa comunidade vegetal.

Levantamentos fitossociológicos têm por objetivo conhecer e descrever comunidades vegetais, quanto a sua composição florística e também estrutural. Tornam-se importantes para tomada de decisão, seja conservação, preservação, controle e manejo, pois possibilita a comparação de comunidades infestantes e as alterações que estas podem causar às demais espécies no mesmo ambiente. (RODRIGUES *et al.*, 2016; VALENTIM, 2000).

Em trabalhos de fitossociologia a dominância pode ser avaliada de vários modos, dependendo do objetivo do trabalho e do tipo de vegetação a ser analisada (CAIAFA, 2002). RICE (1967) e DAUBENMIRE (1968) enfatizaram a

importância ecológica da cobertura das espécies como medida de distribuição de plantas, sendo-lhe atribuída maior importância do que a densidade. Isso se baseia no fato de que a cobertura fornece uma medida de biomassa melhor do que o número de indivíduos.

Os sistemas de manejo e práticas agrícolas podem vir a impactar de alguma forma o crescimento e ocupação das comunidades de vegetação espontânea e vice-versa. Para tornar-se possível a aferição desta hipótese é necessário fazer uso de índices fitossociológicos (PITELLI, 2000).

Almeida (2012) verificou que a manipueira, aplicada no solo sobre a vegetação espontânea, após repouso por 7 dias e diluição em água a 50% (1:1) na dose de 4 L m<sup>-2</sup> quinzenalmente, não causou fitotoxicidade aparente e influenciou a produção de biomassa, a disponibilidade de minerais no solo e a comunidade de espécies espontâneas, aumentando significativamente a biomassa e induzindo a predominância de gramíneas (Poaceae), especialmente o capim *Brachiaria decumbens* Stapf.

Embora sejam crescentes os trabalhos de pesquisa sobre a utilização da manipueira como adubo de solo e foliar, pesquisas relacionando seu efeito sobre plantas espontâneas são pouco frequentes.

Assim sendo, objetivou-se com as análises fitossociológicas verificar se a aplicação de doses de manipueira, pó de rocha de Ipirá e adubação mineral (NPK) favorecem a frequência e cobertura de alguma espécie vegetal dentre as plantas espontâneas observadas; e assim, compreender os efeitos da aplicação desses insumos agrícolas sobre a composição florística e estrutura fitossociológica na comunidade de plantas espontâneas associada ao cultivo de milho.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental I do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas (CCAAB) da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Campus Cruz das Almas, em uma área de 1.350 m<sup>2</sup> com histórico de desuso por 5 anos com vegetação espontânea e predominância da espécie *Braquiaria decumbens* Stapf (Poaceae), pertencente ao PET Agronomia,

situada nas coordenadas geográficas: 12°39'22,9" S e 39°04'59,36" W, altitude de 212 m, entre outubro de 2017 e fevereiro de 2019, envolvendo 2 plantios subsequentes de milho, em solo classificado como Latossolo Amarelo Distrocoeso (EMPRAPA, 2006).

O clima de Cruz das Almas é classificado como tropical quente e úmido com estação seca no verão, do tipo As segundo a classificação de Köppen, com médias anuais de 1.131,2 mm de pluviosidade, 23,9°C de temperatura e 81% de umidade relativa do ar (EMBRAPA, 2016).

O experimento foi realizado entre os meses de outubro de 2017 e fevereiro de 2018 com as seguintes etapas: 1) capina e remoção da biomassa da vegetação espontânea; 2) aplicação de pó de rocha de Ipirá; 3) três aplicações de manipueira no solo (160, 113 e 57 dias antes do 1º plantio), com intervalos médios de 50 dias; 4) 1ª coleta de plantas espontâneas, em todas as parcelas, para análise fitossociológica (2 dias antes do 1º plantio); 5) capina de cada parcela e disposição da biomassa nas entrelinhas para cobertura do solo; 6) plantio do milho variedade BRS Caimbé; 7) aplicação de NPK nos tratamentos com adubação química (2 dias após o plantio); 8) duas aplicações de manipueira no solo durante o crescimento do milho (44 e 68 dias após o plantio); 9) capina e amontoa do milho (28 dias após o plantio); 10) adubação de cobertura com N-K e N (34 e 44 dias após o plantio) nos tratamentos com fertilização química; 11) colheita de espigas secas (126 dias após o plantio); 12) 2ª coleta para análise fitossociológica (37 dias após a 1ª colheita).

O pó de rocha de Ipirá utilizado no experimento foi analisado no Laboratório CAMPO Fertilidade do Solo e Nutrição Vegetal Ltda, localizado em Paracatu – MG. A Tabela 1 apresenta o resultado da análise do pó de rocha de Ipirá utilizado no experimento e aplicado ao solo.

**Tabela 1:** Resultado de análise de amostra de pó de rocha de Ipirá utilizado no experimento (Certificado de Análise de Remineralizador 004/18F).

pH	SiO <sub>2</sub>	CaO	MgO	K <sub>2</sub> O	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	Fe	Mn	B	Zn	Cu	Co	Ni
	_____ % _____										_____ mg Kg <sup>-1</sup> _____	
6,68	27,8	4,42	2,02	4,59	0,045	4,47	0,38	0,079	0,013	0,014	29,0	40,87

O milho utilizado no experimento foi o BRS Caimbé, uma cultivar tipo variedade, de ciclo semiprecoce; e as sementes foram inoculadas com *Azospirillum brasilense*, bactéria benéfica às gramíneas (Poaceae) de modo geral, pela capacidade de captar nitrogênio atmosférico e torná-lo assimilável às plantas (Fixação Biológica de Nitrogênio) (Portal EMBRAPA, 2018).

Cada uma das 3 aplicações de manipueira no solo antes do plantio do milho adicionou: 2, 4 e 8 L m<sup>-2</sup>; totalizando 6, 12 e 24 L m<sup>-2</sup> nos tratamentos com manipueira; e a cultura foi plantada 60 dias após a terceira aplicação. Cada uma das 2 aplicações de manipueira no solo durante o crescimento da lavoura adicionou: 0,5, 1 e 2 L m<sup>-2</sup>; totalizando 1, 2 e 4 L m<sup>-2</sup>. Assim, a dose total de manipueira utilizada foi de: 7, 14 e 28 L m<sup>-2</sup> nos tratamentos T3 e T4, T5 e T6, T7 e T8 respectivamente.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados (DBC), com 10 tratamentos e 4 repetições, totalizando 40 parcelas experimentais; cada parcela com 20 m<sup>2</sup> (4 x 5 m), com 4 fileiras de milho (espaçamento 1,0 x 0,4 m) e 12 plantas por linha, totalizando 48 plantas por parcela. Os tratamentos (T) utilizados foram os seguintes:

- T1 – sem manipueira e sem pó de rocha; (testemunha);
- T2 – sem manipueira com 400 g m<sup>-2</sup> (4 t ha<sup>-1</sup>) de pó de rocha;
- T3 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha;
- T4 – 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira com 400 g m<sup>-2</sup> (4 t ha<sup>-1</sup>) de pó de rocha;
- T5 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha;
- T6 – 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira com 4 t ha<sup>-1</sup> (400 g m<sup>-2</sup>) de pó de rocha;
- T7 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira e sem pó de rocha;
- T8 – 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira com 4 t ha<sup>-1</sup> (400 g m<sup>-2</sup>) de pó de rocha;
- T9 – sem manipueira, c/ adubo mineral NPK (75 g m<sup>-2</sup>) e sem pó de rocha;
- T10 – sem manipueira, com NPK e com 4 t ha<sup>-1</sup> (400 g m<sup>-2</sup>) de pó de rocha.

A adubação com NPK, nos tratamentos T9 e T10, foi feita em função da análise de solo e a respectiva recomendação para milho, utilizando-se 90 kg N, 90 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, e 60 kg K<sub>2</sub>O ha<sup>-1</sup>, equivalentes a 200 kg de ureia, 450 kg de superfosfato simples e 100 kg de cloreto de potássio ha<sup>-1</sup> (75 g m<sup>-2</sup>).

A manipueira utilizada no experimento foi produzida e coletada (semanalmente) em casa de farinha localizada na comunidade rural de Tapera,



município de Cruz das Almas, Bahia. Antes de ser aplicada ao solo ficou em repouso por prazo médio de 21 dias, armazenada à sombra em tanques de PVC, para fermentação anaeróbia e redução da DBO e dos teores de ácido cianídrico, o qual se volatiliza ou degrada com o tempo; uma vez que com 15 dias de fermentação a DBO se reduz em 50%, mantendo-se estável a partir daí (FERREIRA *et al.*, 2001). No dia de cada aplicação a manipueira acumulada foi homogeneizada, enviada amostra para análise e aplicada pura com regador, cada parcela recebendo sua respectiva dose e a seguir esse volume foi ajustado com água de modo que todas as parcelas receberam a mesma quantidade de líquido (água pura, ou manipueira + água, ou manipueira pura).

A manipueira, após repouso de 21 dias, foi aplicada ao solo de forma parcelada, antes do plantio (85%) e durante o crescimento (15%) da cultura de milho. A Tabela 2 apresenta o resultado das médias das análises das manipueiras utilizadas em cada uma das aplicações no solo.

**Tabela 2:** Composição química média da manipueira utilizada no experimento e coletada em casa de farinha no município de Cruz das Almas – BA.

Amostra	pH	N	P <sub>2</sub> O <sub>5</sub>	K <sub>2</sub> O	Ca	S	Mg	Fe	B	Zn	Cu	Mn	
			mg L <sup>-1</sup>										
	4,7	1664	2352	5250	519	957	375	1334	127	142	197	66	

### Levantamentos fitossociológicos das plantas espontâneas

As 2 amostragens fitossociológicas da comunidade de espontâneas foram realizadas: 1) com aplicação incompleta (85%) de manipueira no solo e antes do plantio de milho; 2) com aplicação completa (100%) de manipueira no solo e após a colheita. Foram feitas com o emprego do método de parcelas múltiplas (DAUBENMIRE, 1968), onde parcelas de 1m<sup>2</sup> foram alocadas de forma aleatória na área útil de cada uma das parcelas experimentais. Para os cálculos fitossociológicos, as repetições foram analisadas conjuntamente.

Em função da maioria dos indivíduos serem modulares, há uma dificuldade em serem contados com precisão (PINTO-COELHO, 2002); por isso utilizou-se a cobertura da espécie como medida de dominância.

### Parâmetros fitossociológicos

Os parâmetros fitossociológicos calculados segundo Mueller-Dombois e Ellenberg (1974), são descritos a seguir:

- Densidade Absoluta (DA):  $(N_i/\text{área})$ ;
- Densidade Relativa (DR):  $(DA_i/\sum DA \times 100)$ ;
- Frequência Absoluta (FA):  $N_i/NTP$ ;
- Frequência Relativa (FR):  $(FA_i/\sum FA) \times 100$ ; e
- Índice de Valor de Cobertura (IVC):  $(FA+DA/N_i \times 6) \times N_i$ .

Onde:  $N_i$  = N° de parcelas que ocorreu a i-ésima espécie; NTP = N° total de parcelas; i = i-ésima espécie.

A identificação taxonômica das espécies de plantas espontâneas encontradas nos levantamentos fitossociológicos foi realizada por meio de literatura especializada e consultas a especialistas. O Sistema de classificação taxonômica adotado foi o do Angiosperm Phylogeny Group - APG II (2003), e utilizou-se como auxílio nas delimitações das famílias e ordenamento de alguns gêneros, Souza e Lorenzi (2007) e o Herbário do Recôncavo da Bahia (HURB).

A partir do conhecimento da estrutura da comunidade de espécies espontâneas, foi então possível elaborar a listagem fitossociológica, ordenada pelos valores crescentes do índice de importância ou índice de valor de cobertura (IVC), para todas as unidades experimentais de cada tratamento. Estas listas permitiram a identificação hierárquica das espécies mais importantes na comunidade, considerando o todo e a aplicação de pó de rocha, doses de manipueira e adubação química (NPK). O cálculo dos parâmetros fitossociológicos foi realizado no Microsoft Excel.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Considerando a totalidade da amostragem, independentemente do tratamento, constatou-se na área de estudo uma riqueza (S) de 31 espécies espontâneas, distribuídas em 26 gêneros e 14 famílias botânicas. A Tabela 3 apresenta a relação de plantas espontâneas presentes na área do experimento, nos diversos tratamentos. Todas as espécies coletadas foram identificadas e depositadas no acervo do Herbário do Recôncavo da Bahia (HURB) com seu respectivo número de tombo (Voucher).

**Tabela 3.** Lista de famílias e espécies de plantas espontâneas presentes na área do experimento.

Família	Espécie	Nome popular	Voucher / HURB
Amaranthaceae	<i>Amaranthus sp.</i>	Caruru	22922
Asteraceae	<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	Carrapicho-rasteiro	22889
	<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	Canela de urubu	22892
	<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	Perpétua-do-mato	22893
	<i>Elephantopus angustifolius</i> Sw	Erva-grossa	22904
Commelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i> L.	Maria-mole	22920
	<i>Commelina erecta</i> L.	Trapoeiraba	22894
Convolvulaceae	<i>Ipomoea triloba</i> L.	Corriola, corda de viola	22897
	<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	Jetirana cabeluda	22908
Euphorbiaceae	<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	Erva-andorinha	22934
	<i>Croton lobatus</i> L.	Café-bravo, velame	22890
Fabaceae – Mimosoideae	<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	Mimosa	22888
	<i>Mimosa pudica</i> L.	Dormideira, sensitiva	22899
Fabaceae – Faboideae	<i>Aeschynomene</i> L.		22903
	<i>Indigofera hirsuta</i> L.	Anileira, anil-roxo	22896
	<i>Macroptilium bracteatum</i> (Nees & Mart) M & Baudet	Mororó	22906
	<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	feijão bravo	22898
	<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	Feijão-de-rolinha	22907
Lamiaceae	<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	Menta rasteira	22910
Malvaceae	<i>Sida cordifolia</i> L.	Malva branca	22901
	<i>Sida sp.</i>		22966
Poaceae	<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	Capim brachiária	22929
	<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	Capim pé de papagaio	22895
	<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedde.	Capim-açu	22942
Portulacaceae	<i>Portulaca oleraceae</i> L.	Beldroega	22921
Rubiaceae	<i>Mitracarpus baturitensis</i> Sucre	Cabeça-branca	22965
	<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. e Schldt.) Steud.	Poaia-rasteira	22900
	<i>Hexasepalum apiculatum</i> (Willd.) D. & J.H.Kirkbr	Corre-mundo	22905
Sapindaceae	<i>Paullinia</i> L.		22909
Solanaceae	<i>Solanum americanum</i> Mill.	Maria-pretinha	22930
Turneraceae	<i>Turnera subulata</i> Sm.	Chanana, turnera	22912

A 1ª coleta para análise fitossociológica aconteceu 7 dias antes do plantio de milho, quando já havia sido aplicado 85% do total de cada dose de manipueira. A 2ª coleta para análise fitossociológica aconteceu 37 dias após a colheita do milho, quando já havia sido aplicadas as doses completas de manipueira no solo.

Segundo Figueiredo *et al.* (2007), as plantas espontâneas presentes em ecossistemas naturais e agroecossistemas, podem ser agrupadas em plantas indicadoras de acidez, compactação, desequilíbrios nutricionais, ambientes redutores e fertilidade do solo. No livro 'Manual do solo vivo', Primavesi (2016) classifica algumas espontâneas em: plantas que indicam pH, excesso de nutrientes no solo, deficiência de nutrientes no solo, compactação do solo e queimadas frequentes.

A Tabela 4 apresenta as mais frequentes plantas espontâneas indicadoras de condição de solo, presentes nas diversas parcelas do experimento, que totalizam 18 espécies distribuídas em 10 famílias botânicas.

**Tabela 4.** Plantas Espontâneas indicadoras de condições de solo presentes nas parcelas do experimento. Onde: \* plantas indicadoras de qualidade de solo.

Espécie	Nome popular	Indica
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze (Asteraceae)	Carrapicho-rasteiro, carrapicho-de-carneiro	Solos com baixa fertilidade (LORENZI, 2008).
<i>Blainvillea acmela</i> (L) Philipson (Asteraceae)	Canela de urubu, erva-palha	Solos arenosos (LORENZI, 2008).
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf (Poaceae)	braquiária, capim braquiária	Solos cultivados, que antes eram pastagens (LORENZI, 2008).
<i>Centratherum punctatum</i> Cass. (Asteraceae)	* Perpétua-do-mato, perpétua roxa	Ambientes úmidos com solos de boa fertilidade (LORENZI, 2008; MARQUES <i>et al.</i> , 2013).
<i>Commelina benghalensis</i> L. (Commelinaceae)	* Trapoeraba, maria-mole	Solos férteis, com boa umidade e sombreados (LORENZI, 2008; MARQUES <i>et al.</i> , 2013).
<i>Commelina erecta</i> L. (Commelinaceae)	* Trapoeraba, santa-luzia	Solos férteis, com boa umidade e arenosos (LORENZI, 2008).
<i>Croton lobatus</i> L. (Euphorbiaceae)	* Café-bravo*, velame	Solos úmidos e férteis (LORENZI, 2008).
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd. (Poaceae)	Capim pé-de-papagaio	Altamente tolerante às condições de seca (LORENZI, 2008).
<i>Digitaria insularis</i> (L) Fedde. (Poaceae)	Capim amargoso, capim Açú	Solos de baixa fertilidade (MARQUES <i>et al.</i> , 2013). Erosão subterrânea de 60 a 80 cm (PRIMAVESI, 2016).
<i>Indigofera hirsuta</i> L. (Fabaceae)	Anileira, anil, anil-roxo	Frequente em áreas de plantio direto de cereais de verão (LORENZI, 2008).
<i>Ipomoea triloba</i> L. (Convolvulaceae)	Corriola, corda de viola	Frequente em lavoura de cereais (LORENZI)
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet (Fabaceae)	Feijão bravo, orelha de onça	Fixação biológica de nitrogênio (FREITAS <i>et al.</i> , 2011).
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb. (Convolvulaceae)	Jetirana cabeluda, jitirana	Período chuvoso. Cresce durante o período chuvoso (LORENZI, 2008).
<i>Mimosa pudica</i> L. (Fabaceae)	Dormideira, sensitiva	Comum em locais úmidos (LORENZI, 2008).
<i>Portulaca oleracea</i> L. (Portulacaceae)	* Beldroega	Presença de matéria orgânica (e boro) em solos arenosos (PRIMAVESI, 2016). Solos ricos em matéria orgânica (LORENZI, 2008).
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud. (Rubiaceae)	Poaia-rasteira	Solos arenosos; é tolerante a solos compactados (LORENZI, 2008).
<i>Sida cordifolia</i> L. (Malvaceae)	Malva branca	Solos arenosos (LORENZI, 2008).
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer (Lamiaceae)	Menta rasteira, falsa menta, beton	Muito tolerante a estiagens prolongadas (LORENZI, 2008).

Observa-se pela tabela 4 que das 18 espécies de plantas espontâneas apresentadas na Tabela 2, cinco são consideradas indicadoras de qualidade do solo: *Centratherum punctatum* Cass., *Commelina benghalensis* L., *Commelina erecta* L., *Croton lobatus* L. e *Portulaca oleracea* L.

A qualidade do solo é definida como sendo a sua capacidade em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da terra (Santos *et al.*, 2001, citando Doran & Parkin, 1994).

De acordo com Figueiredo *et al.* (2007), as plantas que indicam solos férteis, são bastante sensíveis a estresses ambientais, e em geral se desenvolvem e proliferam em solos com pH próximo a seis, altos teores de matéria orgânica e disponibilidade de nutrientes, principalmente o cálcio.

A partir do conhecimento da estrutura da comunidade de espécies espontâneas, foi então possível elaborar a listagem fitossociológica, ordenada pelos valores crescentes de IVC, para todas as unidades experimentais de cada tratamento. Estas listas permitiram a identificação hierárquica das espécies mais importantes na comunidade.

As Tabelas 5 a 14 apresentam os parâmetros fitossociológicos de Riqueza, Frequência Relativa e Índice de Importância ou Índice de Valor de Cobertura por tratamento, com as plantas espontâneas coletadas e identificadas na 1ª e na 2ª coletas para análises fitossociológicas.

**Tabela 5.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T1.

<b>Espécies (T1)</b>	<b>Ni</b>	<b>Ui</b>	<b>FR</b>	<b>IVC</b>
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio do milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	33	4	48,50	97,1
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	14	3	20,6	41,2
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	7	3	10,3	20,6
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	5	1	7,4	14,7
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	4	2	5,9	11,8
<i>Blainvillea acmella</i> L. Philipson	2	1	2,9	5,9
<i>Commelina erecta</i> L.	2	2	2,9	5,9
<i>Macroptilium bracteatum</i> (Nees & Mart.) Maréchal&	1	1	1,5	2,0
	<b>68</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita do milho)				
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	40	2	32,79	65,58
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	22	3	18,03	36,07
<i>Croton lobatus</i> L.	12	2	8,20	16,40
<i>Commelina erecta</i> L.	7	2	5,74	11,48
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	7	2	5,74	11,48
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	6	3	4,92	9,84
<i>Blainvillea acmela</i> (L) Philipson	6	2	4,92	9,84
<i>Sida</i> sp.	5	2	4,10	8,20
<i>Ipomoea triloba</i> L.	4	1	3,28	6,56
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	3	1	2,46	4,92
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	3	1	2,46	4,92
<i>Sida cordifolia</i> L.	2	1	1,64	3,28
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	2	1	1,64	3,28
<i>Amaranthus</i> sp.	2	1	1,64	3,28
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	1	1	0,82	1,64
	<b>122</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T1, sem manipueira e sem pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 8 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes e com maior cobertura: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (97,1%), *Indigofera hirsuta* L. (41,2%) e *Merremia aegyptia* (L.) Urb. (20,6%); e riqueza de 15 espécies na 2ª coleta, sendo as mais frequentes e com maior cobertura: *Centratherum punctatum* Cass. (65,58%), *Digitaria insularis* (L.) Fedd (36,07%) e *Croton lobatus* L. (16,4%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 4,92%.

**Tabela 6.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T2.

Espécies (T2)	Ni	Ui	FR	IVC
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	35	4	40,70	81,4
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	28	4	32,56	65,1
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	9	3	10,47	20,9
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	4	2	4,65	9,3
<i>Commelina erecta</i> L.	3	3	3,49	7,0
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	2	1	2,33	4,7
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	2	2	2,33	4,7
<i>Sida cordifolia</i> L.	2	1	2,33	4,7
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	1	1	1,16	2,3
	<b>86</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Commelina benghalensis</i> L.	44	3	35,77	71,54
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	16	3	13,01	26,02
<i>Commelina erecta</i> L.	14	4	11,38	22,76
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	9	2	7,31	14,64
<i>Blainvillea acmela</i> (L) Philipson	9	2	7,32	14,63
<i>Portulaca oleracea</i> L.	8	1	6,50	13,01
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	7	1	5,69	11,38
<i>Croton lobatus</i> L.	4	2	3,25	6,51
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	3	2	2,44	4,88
<i>Amaranthus</i> sp.	3	2	2,44	4,88
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	2	2	1,62	3,26
<i>Solanum americanum</i> Mill.	2	1	1,63	3,25
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	1	1	0,81	1,63
<i>Elephantopus angustifolius</i> Sw	1	1	0,81	1,63
	<b>123</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T2, sem manipueira e com pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 9 espécies na 1ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (81,4%), *Macroptilium martii* (Benth) Maréchal & Baudet (65,1%) e *Indigofera hirsuta* L. (20,9%); e riqueza de 14 espécies na 2ª coleta, sendo as mais frequentes: *Commelina benghalensis* (71,54%), *Digitaria insularis* (26,02%) e *Commelina erecta* L. (22,76%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 11,38%.

**Tabela 7.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T3.

<b>Espécies (T3)</b>	<b>Ni</b>	<b>Ui</b>	<b>FR</b>	<b>IVC</b>
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	22	3	37,9	75,9
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	8	3	13,8	27,6
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	7	2	12,1	24,1
<i>Commelina erecta</i> L.	5	1	8,6	17,2
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	4	1	6,9	13,8
<i>Paullinia</i> L.	4	1	6,9	13,8
<i>Croton lobatus</i> L.	2	1	3,4	6,9
<i>Sida cordifolia</i> L.	2	1	3,4	6,9
<i>Sida</i> sp.	2	1	3,4	6,9
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	1	1	1,7	3,4
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	1	1	1,7	3,4
	<b>58</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Commelina erecta</i> L.	21	3	27,27	54,55
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	11	2	14,28	28,57
<i>Centrathrum punctatum</i> Cass.	7	2	9,09	18,18
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	7	2	9,09	18,18
<i>Commelina benghalensis</i> L.	6	1	7,79	15,58
<i>Blainvillea acmela</i> (L) Philipson	5	1	6,49	12,99
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	5	1	6,49	12,99
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	5	2	6,50	12,98
<i>Portulaca oleracea</i> L.	4	1	5,19	10,39
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	3	2	3,90	7,79
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	2	1	2,60	5,19
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	1	1	1,30	2,60
	<b>77</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T3, com manipueira e sem pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 11 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (75,9%), *Indigofera hirsuta* L. (27,6%) e *Macroptilium martii* (Benth) Maréchal & Baudet (24,1%); e riqueza de 12 espécies na 2ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Commelina erecta* (54,55%), *Merremia aegyptia* (L.) Urb. (28,57%) e *Centrathrum punctatum* Cass. (18,18%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 18,18%.



**Tabela 8.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T4.

<b>Espécies (T4)</b>	<b>Ni</b>	<b>Ui</b>	<b>FR</b>	<b>IVC</b>
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	24	4	31,2	47,8
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	12	3	15,6	28,1
<i>Commelina erecta</i> L.	9	3	11,7	24,2
<i>Elephantopus angustifolius</i> Sw	11	2	14,3	22,6
<i>Croton lobatus</i> L.	4	2	5,2	13,5
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schtdl.) Steud.	4	2	5,2	13,5
<i>Ipomoea triloba</i> L.	3	2	3,9	12,2
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	3	2	3,9	12,2
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	2	1	2,6	6,8
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	2	1	2,6	6,8
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	2	1	2,6	6,8
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	1	1	1,3	5,5
	<b>77</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Commelina erecta</i> L.	26	2	24,30	48,60
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	20	3	18,70	37,38
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	17	2	15,89	31,78
<i>Croton lobatus</i> L.	13	3	12,14	24,30
<i>Commelina benghalensis</i> L.	9	2	8,41	16,82
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	5	2	4,67	9,35
<i>Amaranthus</i> sp.	4	1	3,74	7,48
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	4	2	3,74	7,48
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	2	2	1,86	3,74
<i>Blainvillea acmela</i> (L) Philipson	2	1	1,87	3,74
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	2	1	1,87	3,74
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	1	1	0,93	1,87
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	1	1	0,93	1,87
<i>Solanum americanum</i> Mill.	1	1	0,93	1,87
	<b>107</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T4, com manipueira e com pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 12 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (47,8%), *Indigofera hirsuta* L. (28,1%) e *Commelina erecta* (24,2%); e riqueza de 14 espécies na 2ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Commelina erecta* L. (48,6%), *Cetrantherum punctatum* Cass. (37,38%) e *Brachiaria decumbens* Stapf (31,78%). A espécie

*Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 31,78%.

**Tabela 9.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T5.

Espécies (T5)	Ni	Ui	FR	IVC
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	40	3	38,8	77,7
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	15	3	14,6	29,1
<i>Commelina erecta</i> L.	14	3	13,6	27,2
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	8	4	7,8	15,5
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	7	2	6,8	13,6
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	5	2	4,9	9,7
<i>Centratherrum punctatum</i> Cass.	3	1	2,9	5,8
<i>Croton lobatus</i> L.	2	1	1,9	3,9
<i>Merremia aegyptia</i> (L.) Urb.	2	1	1,9	3,9
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	2	1	1,9	3,9
<i>Aeschynomene</i> L.	2	1	1,9	3,9
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	1	1	1,0	1,9
<i>Sida cordifolia</i> L.	1	1	1,0	1,9
<i>Macroptilium lathyroides</i> (L.) Urb.	1	1	1,0	1,9
	<b>103</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Commelina erecta</i> L.	22	2	27,16	54,32
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	10	3	12,34	24,70
<i>Centratherrum punctatum</i> Cass.	9	2	11,11	22,22
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	9	4	11,11	22,23
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	8	2	9,87	19,76
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	6	1	7,41	14,81
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	5	2	6,17	12,35
<i>Croton lobatus</i> L.	4	2	4,93	9,88
<i>Commelina benghalensis</i> L.	3	1	3,70	7,41
<i>Amaranthus</i> sp.	3	2	3,70	7,41
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	1	1	1,23	2,47
<i>Sida</i> sp.	1	1	1,23	2,47
	<b>81</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T5, com manipueira e sem pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 14 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (77,7%), *Indigofera hirsuta* L. (29,1%) e *Commelina erecta* L. (27,2%); e riqueza de 12 espécies na 2ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Commelina erecta* L. (54,32%), *Blainvillea acmela*

(L.) Philipson (24,7%) e *Cetrantherum punctatum* Cass. (22,22%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 19,76%.

**Tabela 10.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T6.

<b>Espécies (T6)</b>	<b>Ni</b>	<b>Ui</b>	<b>FR</b>	<b>IVC</b>
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	24	4	30,8	61,5
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	14	4	17,9	35,9
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	10	3	12,8	25,6
<i>Mimosa pudica</i> L.	10	1	12,8	25,6
<i>Commelina erecta</i> L.	9	2	11,5	23,1
<i>Croton lobatus</i> L.	4	2	5,1	10,3
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	3	1	3,8	7,7
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	2	1	2,6	5,1
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	1	1	1,3	2,6
<i>Macroptilium bracteatum</i> (Nees & Mart.) Maréchal&	1	1	1,3	2,6
	<b>78</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	30	3	27,78	55,56
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	29	2	26,85	53,70
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	14	3	12,96	25,93
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	12	2	11,12	22,22
<i>Sida cordifolia</i> L.	7	1	6,48	12,96
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	5	3	4,63	9,26
<i>Croton lobatus</i> L.	4	3	3,70	6,40
<i>Commelina benghalensis</i> L.	3	1	2,78	5,56
<i>Commelina erecta</i> L.	1	1	0,93	1,85
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	1	1	0,93	1,85
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	1	1	0,93	1,85
<i>Sida</i> sp.	1	1	0,93	1,85
	<b>108</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T6, com manipueira e com pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 10 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (61,5%), *Indigofera hirsuta* L. (35,9%) e *Macroptilium martii* (Benth) Maréchal & Baudet (25,6%); e riqueza de 12 espécies na 2ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Cetrantherum punctatum* Cass. (55,56%), *Brachiaria decumbens* Stapf (53,70%), *Blainvillea acmela* (L.)

Philipson (25,93%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 53,7%.

**Tabela 11.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T7.

Espécies (T7)	Ni	Ui	FR	IVC
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	31	4	41,9	83,8
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	15	3	20,3	40,5
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	12	4	16,2	32,4
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	7	3	9,5	18,9
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	3	2	4,1	8,1
<i>Sida cordifolia</i> L.	3	1	4,1	8,1
<i>Ipomoea triloba</i> L.	1	1	1,4	2,7
<i>Commelina erecta</i> L.	1	1	1,4	2,7
<i>Aeschynomene</i> L.	1	1	1,4	2,7
	<b>74</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	22	2	27,5	55,0
<i>Commelina erecta</i> L.	18	2	22,5	45,0
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	9	3	11,25	23,0
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	9	2	11,25	23,0
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	6	2	7,50	15,0
<i>Amaranthus</i> sp.	4	2	5,00	10,0
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	2	1	2,50	5,0
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	2	2	2,50	5,0
<i>Chamaesyce hyssopifolia</i> (L.) Small	2	1	2,50	5,0
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	1	1	1,25	3,0
<i>Portulaca oleracea</i> L.	1	1	1,25	3,0
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	1	1	1,25	3,0
<i>Solanum americanum</i> Mill.	1	1	1,25	3,0
<i>Ipomoea triloba</i> L.	1	1	1,25	3,0
<i>Sida</i> sp.	1	1	1,25	3,0
	<b>80</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T7, com manipueira e sem pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 9 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (83,8%), *Indigofera hirsuta* L. (40,5%) e *Macroptilium martii* (Benth) Maréchal & Baudet (32,4%); e riqueza de 15 espécies na 2ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Cetrantherum punctatum* Cass. (55,0%), *Commelina erecta* L. (45,0%) e *Macroptilium martii* (Benth)

Maréchal & Baudet (23,0%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 15,0%.

**Tabela 12.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T8.

Espécies (T8)	Ni	Ui	FR	IVC
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	43	4	53,75	107,5
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	13	3	16,25	32,5
<i>Commelina erecta</i> L.	8	3	10,00	20,0
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	4	1	5,00	10,0
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	4	2	5,00	10,0
<i>Paulinia</i> sp.	3	1	3,75	7,5
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	2	1	2,50	5,0
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	1	1	1,25	2,5
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	1	1	1,25	2,5
<i>Sida cordifolia</i> L.	1	1	1,25	2,5
	<b>80</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Centratherum punctatum</i> Cass.	29	3	31,87	63,73
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	19	3	20,87	41,76
<i>Commelina benghalensis</i> L.	12	2	13,19	26,37
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	7	2	7,69	15,39
<i>Croton lobatus</i> L.	4	2	4,40	8,79
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	4	1	4,40	8,79
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	4	3	4,40	8,79
<i>Commelina erecta</i> L.	3	2	3,30	6,59
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	3	2	3,30	6,59
<i>Portulaca oleracea</i> L.	2	2	2,20	4,40
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltdl.) Steud.	2	2	2,20	4,40
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	1	1	1,10	2,20
<i>Amaranthus</i> sp.	1	1	1,10	2,20
	<b>91</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T8, com manipueira e com pó de rocha, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 10 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (107,5%), *Macroptilium martii* (Benth) Maréchal & Baudet (32,5%) e *Commelina erecta* L. (20,0%); e riqueza de 13 espécies na 2ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Cetrantherum punctatum* Cass. (63,73%), *Brachiaria decumbens* Stapf (41,76%) e *Commelina*

*benghalensis* L. (26,37%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 41,76%.

**Tabela 13.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T9.

Espécies (T9)	Ni	Ui	FR	IVC
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	28	4	31,5	62,9
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	10	3	11,2	22,5
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	9	3	10,1	20,2
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	8	2	9,0	18,0
<i>Turnera subulata</i> Sm.	8	1	9,0	18,0
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	7	3	7,9	15,7
<i>Hexasepalum apiculatum</i> (Willd.) Delprete & J.H.K.	6	1	6,7	13,5
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	4	3	4,5	9,0
<i>Centratherrum punctatum</i> Cass.	3	1	3,4	6,7
<i>Sida cordifolia</i> L.	3	2	3,4	6,7
<i>Macroptilium bracteatum</i> (Nees & Mart.) Maréchal&	2	1	2,2	4,5
<i>Ipomoea triloba</i> L.	1	1	1,1	2,2
	<b>89</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após a colheita de milho)				
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	25	4	28,41	56,82
<i>Centratherrum punctatum</i> Cass.	21	3	23,86	47,72
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltld.) Steud.	8	3	9,09	18,18
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	8	2	9,09	18,18
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	6	3	6,82	13,64
<i>Sida</i> sp.	5	1	5,68	11,36
<i>Croton lobatus</i> L.	3	1	3,41	6,82
<i>Mitracarpus scaber</i> Zucc	3	1	3,41	6,82
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	2	1	2,27	4,55
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	2	1	2,27	4,55
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	2	1	2,27	4,55
<i>Commelina erecta</i> L.	1	1	1,14	2,27
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	1	1	1,14	2,27
<i>Turnera subulata</i> Sm.	1	1	1,14	2,27
	<b>88</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T9, sem adubação química e sem pó de rocha na 1ª coleta e com adubação química e sem pó de rocha na 2ª coleta, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 12 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (62,9%), *Rhaphiodon echinus* Schauer (22,5%) e *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltld.) Steud. (20,2%); e

riqueza de 14 espécies na 2ª coleta, sendo as com maior cobertura: *Brachiaria decumbens* Stapf (56,82%), *Cetrantherum punctatum* Cass. (47,72%) e *Richardia grandiflora* (Cham. & Schltl.) Steud. (18,18%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 56,82%.

**Tabela 14.** Espécies presentes e parâmetros fitossociológicos no tratamento T10.

Espécies (T10)	Ni	Ui	FR	IVC
<b>1ª coleta</b> (antes do plantio de milho)				
<i>Dactyloctenium aegyptium</i> (L.) Willd.	20	4	40,0	80,0
<i>Commelina erecta</i> L.	8	3	16,0	32,0
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	5	3	10,0	20,0
<i>Mimosa candollei</i> R. Grether	4	3	8,0	16,0
<i>Centrathium punctatum</i> Cass.	4	1	8,0	16,0
<i>Indigofera hirsuta</i> L.	3	1	6,0	12,0
<i>Croton lobatus</i> L.	2	2	4,0	8,0
<i>Sida cordifolia</i> L.	2	1	4,0	8,0
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltl.) Steud.	1	1	2,0	4,0
<i>Mimosa pudica</i> L.	1	1	2,0	4,0
	<b>50</b>		<b>100</b>	
<b>2ª coleta</b> (após colheita de milho)				
<i>Brachiaria decumbens</i> Stapf	26	2	24,07	48,15
<i>Commelina erecta</i> L.	19	3	17,59	35,19
<i>Digitaria insularis</i> (L.) Fedd	18	2	16,67	33,33
<i>Commelina benghalensis</i> L.	10	1	9,26	18,52
<i>Croton lobatus</i> L.	9	2	8,34	16,67
<i>Richardia grandiflora</i> (Cham. & Schltl.) Steud.	8	2	7,41	14,81
<i>Macroptilium martii</i> (Benth) Maréchal & Baudet	5	2	4,63	9,26
<i>Centrathium punctatum</i> Cass.	5	1	4,63	9,26
<i>Blainvillea acmela</i> (L.) Philipson	4	2	3,70	7,40
<i>Rhaphiodon echinus</i> Schauer	3	1	2,78	5,56
<i>Acanthospermum australe</i> (Loefl.) Kuntze	1	1	0,93	1,85
	<b>108</b>		<b>100</b>	

Ni = número de indivíduos; Ui = presença em unidades amostrais; FR = frequência relativa; IVC = índice de importância ou índice de valor de cobertura.

No tratamento T10, sem adubação química e com pó de rocha na 1ª coleta e com adubação química e com pó de rocha na 2ª coleta, a comunidade de espontâneas apresentou riqueza de 10 espécies na 1ª coleta, sendo as mais frequentes e com maior cobertura: *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (80,0%), *Commelina erecta* L. (32,0%) e *Macroptilium martii* (Benth) Maréchal & Baudet (20,0%); e riqueza de 11 espécies na 2ª coleta, sendo as mais frequentes e com

maior cobertura: *Brachiaria decumbens* Stapf (48,15%), *Commelina erecta* L. (35,19%) e *Digitaria insularis* (L.) Fedd (33,33%). A espécie *Brachiaria decumbens* Stapf não aparece na 1ª coleta e na 2ª apresentou IVC de 48,15%.

Observa-se pelas Tabelas 5 a 14 que na 1ª análise fitossociológica (antes do plantio de milho) a espécie mais frequente e com maior cobertura, em todos os tratamentos (com e sem manipueira), foi a *Dactyloctenium aegyptium* (L.) Willd. (Poaceae) ou capim pé-de-papagaio; seguida da *Indigofera hirsuta* L. (Fabaceae) ou anileira; sendo que a espécie *Brachiaria decumbens* Stapf (Poaceae) ou capim braquiária não aparece em nenhum tratamento. Na 2ª análise (depois da colheita de milho) a espécie mais frequente e com maior cobertura foi a *Centratherum punctatum* Cass. (Asteraceae), seguida da *Commelina erecta* L. (Commelinaceae); que são espécies indicadoras de qualidade de solo. Já a espécie *Brachiaria decumbens* Stapf (Poaceae) ou capim braquiária aparece em todos os tratamentos que receberam manipueira e adubação química (Tabela 15).

**Tabela 15** – Índice de Valor de Cobertura (IVC) da espécie *Brachiaria decumbens* Stapf, por tratamento, na 2ª análise fitossociológica

Tratamentos	IVC (%) 2ª coleta
T1	4,9
T2	11,3
T3	18,1
T4	31,7
T5	19,7
T6	53,7
T7	15,0
T8	41,7
T9	56,8
T10	48,1

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 7 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 14 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 28 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha.

Pela observação da Tabela 15 pode-se inferir que a manipueira promoveu o aumento do índice de valor de cobertura (IVC) da espécie *Brachiaria decumbens* Stapf (capim braquiária) na comunidade de plantas espontâneas, sendo o maior aumento promovido pela dose média (14 L m<sup>-2</sup>); infere-se também que a adubação mineral com NPK promoveu o aumento da frequência e



cobertura do capim braquiária; e que o pó de rocha de Ipirá, quando associado à manipueira, promoveu o incremento do índice de valor de cobertura do capim braquiária.

A Tabela 16 apresenta a soma dos índices de valor de cobertura (IVC), por tratamento, na 1ª e 2ª análises fitossociológicas, das plantas espontâneas indicadoras de qualidade de solo (*Commelina erecta* L., *Centratherum punctatum* Cass., *Commelina benghalensis* L., *Croton lobatus* L. e *Portulaca oleracea* L.).

**Tabela 16** – Somatório do Índice de Valor de Cobertura (IVC) de espécies indicadoras de boa qualidade de solo, por tratamento, na 1ª e 2ª coletas para análise fitossociológica

Tratamentos	IVC (%) 1ª coleta	IVC (%) 2ª coleta
T1	5,9	93,4
T2	11,7	128,4
T3	24,1	98,7
T4	43,2	127,1
T5	36,9	93,8
T6	36,0	69,3
T7	2,7	103,0
T8	22,5	109,8
T9	6,7	56,8
T10	56,0	79,6
<b>Soma</b>	<b>245,7%</b>	<b>959,9%</b>

T1 = testemunha: sem manipueira, sem pó de rocha; T2 = sem manipueira, com pó de rocha; T3 = 7 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T4 = 7 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T5 = 14 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T6 = 14 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T7 = 28 L m<sup>-2</sup> de manipueira, sem pó de rocha; T8 = 28 L m<sup>-2</sup> com pó de rocha; T9 = adubo mineral NPK, sem pó de rocha; T10 = adubo mineral NPK, com pó de rocha.

Observa-se pela Tabela 16 que os tratamentos sem manipueira e sem pó de rocha (T1 e T9), na 1ª análise fitossociológica, apresentaram as menores somas dos índices de valor de cobertura das espécies espontâneas indicadoras de boa qualidade de solo.

Entre a 1ª e a 2ª análise fitossociológica transcorreram 165 dias; e no momento da 1ª coleta (antes do plantio de milho) o pó de rocha já havia sido aplicado há 160 dias, porém, a dose de manipueira aplicada em cada tratamento estava incompleta (85%) e ainda não havia sido realizada nenhuma capina da vegetação espontânea, e conseqüente adição no solo de sua biomassa. Já na 2ª coleta (após a colheita do milho) as doses de manipueira estavam completas (100%) e havia sido feito 2 capinas da vegetação espontânea e adição da biomassa no solo.

É a matéria orgânica do solo importante fonte de nutrientes minerais para os vegetais e a perda da fertilidade natural dos solos tropicais úmidos tem como principal causa o declínio de sua matéria orgânica (FRANCO *et al.*, 1992).

Observa-se pela Tabela 16, na 1ª análise fitossociológica, que a aplicação de manipueira (T3, T4, T5, T6, T7 e T8) e a aplicação de pó de rocha de Ipirá (T2, T4, T6, T8 e T10) promoveram o aumento do índice de valor de cobertura (IVC) das espécies espontâneas indicadoras de qualidade de solo, em comparação com as testemunhas sem manipueira e sem pó de rocha (T1 e T9). Apenas o tratamento T7 apresentou discrepância, a qual pode ter origem na própria amostragem fitossociológica, feita a partir de um quadro de 1 m<sup>2</sup> jogado aleatoriamente dentro de cada parcela experimental.

No espaço de tempo transcorrido entre a 1ª e a 2ª análises fitossociológicas, a dose de manipueira foi completada, o pó de rocha teve mais tempo para ser solubilizado e liberar nutrientes, e as 2 capinas da vegetação espontâneas depositaram a respectiva biomassa em cada tratamento. Tudo isto explica o sensível aumento da frequência e cobertura das espécies indicadoras de qualidade de solo na 2ª coleta.

A recuperação do potencial produtivo do solo pode ser obtido com a utilização de plantas recuperadoras, que, aumentando o teor de matéria orgânica, decorrente de seu rápido crescimento, promovem a recuperação das características físicas, químicas e biológicas do solo (SANTOS *et al.*, 2001).

Na 2ª análise fitossociológica, todos os tratamentos apresentaram elevados índices de valor de cobertura da soma das espécies indicadoras de qualidade do solo, inclusive as testemunhas. Esse aumento do IVC também nos tratamentos testemunha (T1 - sem manipueira e sem pó de rocha; e T2 – sem manipueira e com pó de rocha) se deve, provavelmente, à adição de matéria orgânica ao solo, proveniente da biomassa da vegetação espontânea oriunda das capinas.

A manipueira promoveu o aumento da soma dos índices de valor de cobertura (IVC) das espécies indicadoras de boa qualidade de solo, na comunidade de plantas espontâneas.

O pó de rocha de Ipirá promoveu o aumento da soma dos índices de valor de cobertura das espécies espontâneas indicadoras de qualidade de solo.

A adubação mineral com NPK, quando associada ao pó de rocha de Ipirá, promoveu o aumento da soma dos índices de valor de cobertura das espécies indicadoras de qualidade de solo.

A adição de matéria orgânica no solo durante o cultivo do milho, proveniente da biomassa da vegetação espontânea oriunda das capinas, possivelmente influenciou o aumento do índice de valor de cobertura das espécies indicadoras de qualidade do solo em todos os tratamentos.

A manipueira, associada ao pó de rocha de Ipirá, pode ser utilizada na recuperação e melhoria de solos, medido pela presença de espécies espontâneas indicadoras de qualidade de solo.

A manipueira promoveu o aumento do índice de valor de cobertura (IVC) da espécie *Brachiaria decumbens* Stapf (capim braquiária) na comunidade de plantas espontâneas, sendo o maior aumento promovido pela dose de 14 L m<sup>-2</sup>.

A adubação mineral com NPK promoveu o aumento do índice de valor de cobertura do capim braquiária.

O pó de rocha de Ipirá, quando associado à manipueira, promoveu o incremento do índice de valor de cobertura do capim braquiária.

O aumento do índice de valor de cobertura da espécie *Brachiaria decumbens* Stapf na comunidade de plantas espontâneas, constitui uma notícia alvissareira, uma vez que a manipueira associada ao pó de rocha de Ipirá pode ser utilizada na recuperação de pastagens degradadas de braquiária, pelo incremento na disponibilidade desse capim, que é amplamente utilizado no Brasil.

## CONCLUSÃO

A manipueira e o pó de rocha de Ipirá promoveram o aumento da soma dos índices de valor de cobertura das espécies indicadoras de boa qualidade de solo.

A adubação mineral com NPK, quando associada ao pó de rocha de Ipirá, promoveu o aumento da soma dos índices de valor de cobertura das espécies indicadoras de qualidade de solo.

A manipueira associada ao pó de rocha de Ipirá pode ser utilizada na recuperação e melhoria de solos, medido pela presença de espécies espontâneas indicadoras de qualidade de solo.

A manipueira promoveu o aumento do índice de valor de cobertura da espécie *Brachiaria decumbens* Stapf; assim como a adubação mineral com NPK.

O pó de rocha de Ipirá, quando associado à manipueira, promoveu o incremento do índice de valor de cobertura do capim braquiária.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, S. R. M. **Uso de manipueira na produção de biomassa e diversidade de plantas espontâneas.** Cruz das Almas, 2012. 62f. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas.

ALTIERI, M. **Agroecologia: a dinâmica produtiva da agricultura sustentável.** 4. ed. Porto Alegre: Ed. Universitária/UFRGS, 2004. 117p.

APG II (Angiosperm Phylogeny Group). An update of the angiosperm phylogeny group classification of the orders and families of flowering plants: APG II. **Botanical Journal of the Linnean Society**, v. 141, n. 4, p. 399-436. 2003.

CAIAFA, A.N. **Composição Florística e Estrutura da Vegetação Sobre um Afloramento Rochoso na Serra do Brigadeiro, MG.** Viçosa, 2002. 55f. Dissertação (Mestrado em Botânica) – Universidade Federal de Viçosa.

CAMARGO, C. K.; RESENDE, J. T. V. de; CAMARGO, L. K. P.; FIGUEIREDO, A. S. T.; ZANIN, D. S. Produtividade do morangueiro em função da adubação orgânica e com pó de basalto no plantio. **Semina: Ciências Agrárias**. Londrina, v. 33, nº. 1, p. 2985-2993, 2012.

DAUBENMIRE, R.F. **Plant communities: a text book of plant synecology**. New York: Harper & How, 1968. 300p.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Boletim meteorológico da estação convencional de Cruz das Almas, BA: variabilidade e tendências climáticas. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documentos (INFOTECA-E)**, 2016.

EWALD, J. **A critique for phytossociology**. Journal of Vegetation Science 14, 291-296, 2003.

FERREIRA, W. de A.; BOTELHO, S. M.; CARDOSO, E. M. R.; POLTRONIERI, M. C. **Manipueira: um adubo orgânico em potencial**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 2001.

FIGUEIREDO, F.C.; DOMINGOS, D.Q.; MATEUS, M.A.F.; FAVERO, J.M. del. **Plantas indicadoras da condição de solo**. Anais do VIII Congresso de Ecologia do Brasil. Caxambu - MG: Sociedade de Ecologia do Brasil, 2007.

FRANCO, A.A.; CAMPELLO, E.F.; SILVA, E.M.R. da; FARIA, S.M. de. **Revegetação de solos degradados**. Comunicado Técnico nº. 9. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1992.

FREITAS, A. D. S.; SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; ARAÚJO, E. R.; FRAGA, V. S. Nodulação e fixação de nitrogênio por forrageiras da caatinga cultivadas em solos do semiárido paraibano. **Rev. Bras. Zootecnia** vol. 40, nº. 9. Viçosa: Sept. 2011.

GLIESSMAN, S.R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. 4. ed. Porto alegre: Ed. Universitária/UFRGS, 2009. 658p.

LORENZI, H. **Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas**. 4. ed. Nova Odessa, SP: Instituto Plantarum, 2008. 672p.

MARQUES, C. T. S.; TELES, S.; MAIA, R. S.; SILVA, F. **Plantas espontâneas**. Cruz das Almas: UFRB, 2013. 88p.

MUELLER-DOMBOIS, D. & ELLENBERG, H. **Aims and methods of vegetation ecology**. New York: Willey and Sons, 1974.

PINTO-COELHO, R.M. **Fundamentos de Ecologia**. Porto Alegre: Artmed, 2002.

PITELLI, R. A. Estudos fitossociológicos em comunidades infestantes de agroecossistemas. **Jornal Conserb**, v. 1, n. 2, p. 1-7, 2000.

PONTE, J.J.da. **Cartilha da manipueira: uso do composto como insumo agrícola**. 3. ed. Fortaleza: Banco do Nordeste do Brasil, 2006. 66p.

PORTAL EMBRAPA. Bactérias aumentam produtividade do milho e reduzem adubos químicos. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/2467608/bacterias-aumentam-produtividade-do-milho-e-reduzem-adubos-quimicos>. Acesso em: 18 jul. 2018.

PRIMAVESI, Ana. **Manual do solo vivo: solo sadio, planta sadia, ser humano sadio**. 2. ed. rev. São Paulo: Expressão Popular, 2016. 205p.

RICE, E.L. **An statistical method of determining quadrat size and adequacy of sampling**. Ecology, v. 48, p. 1047-1049, 1967.

RODRIGUES, A. P. M. S.; MENDONÇA JUNIOR, A. F.; COSTA, E. M.; ARAÚJO, J. A. M.; DE PAULA, V. F. S. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas

na cultura da cenoura em monocultivo e consorciada com rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 11, n. 1, p. 73-77, 2016.

SANTOS, A.C.; SILVA, I.F.; LIMA, J.R.S.; ANDRADE, A.P.; CAVALCANTE, V.R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, vol. 25, num. 4, pp. 1063-1071, 2001.

SISTEMA Brasileiro de Classificação de Solos. 2. ed. Rio de Janeiro: **Embrapa Solos**, 2006. 306 p. il. Inclui apêndices.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Chave de identificação**: para as principais famílias de Angiospermas nativas e cultivadas no Brasil. São Paulo: Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007. 31p.

VALENTIN, J. L. **Ecologia numérica. Uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos**. Editora Interciência, Rio de Janeiro, 2000. 117pp.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este estudo apresentou informações relevantes sobre a manipueira (água da mandioca) que poderão colaborar na ampliação do conhecimento sobre sua utilidade e viabilidade do aproveitamento como resíduo orgânico, abundante, disponível e de baixo custo. Além disso, também apresentou resultados que podem estimular a associação da manipueira (adubo orgânico líquido) com o pó de rocha de Ipirá (adubo mineral rochoso produzido na Bahia) na adubação de solo na cultura do milho, cereal de múltiplos usos na propriedade rural, que juntamente com a mandioca representam cultivos tradicionais e estratégicos para a segurança alimentar, em especial do agricultor familiar. Apresentou ainda que esses dois insumos vocacionados à agricultura de base ecológica estimulam a presença de plantas espontâneas indicadoras de qualidade de solo e do capim *Brachiaria decumbens* Stapf, podendo ser úteis, portanto, na recuperação de solos e pastagens degradadas.

Constatou-se que a manipueira, associada ao pó de rocha de Ipirá, promoveu considerável aumento no rendimento do milho, no 1º plantio e também no plantio subsequente; e que a adição de pó de rocha de Ipirá alicerça e possibilita o aumento das doses de manipueira e, conseqüentemente, o aumento da produtividade do milho.

O estudo estabeleceu um sistema de produção para milho que é compatível com a agricultura familiar, uma vez que utiliza insumos disponíveis gratuitamente ou de baixo custo, quais sejam: a) enriquecimento de sementes com zinco e boro (a 0,1%); b) inoculação da bactéria *Azospirillum brasilense* (para fixação biológica de nitrogênio); c) manipueira e pó de rocha de Ipirá (para adubação de solo); d) semente melhorada de milho variedade BRS Caimbé (indicada pela Embrapa para produção orgânica); e) e 4 adubações foliares (2 com manipueira e 2 com micronutrientes Zn e B). Esse conjunto de práticas de manejo foi, provavelmente, o responsável por possibilitar uma produtividade acima da média brasileira no 1º plantio e acima da média nordestina e baiana no plantio subsequente.

Verificou-se que a manipueira e o pó de rocha de Ipirá promoveram o aumento dos índices de valor de cobertura das espécies indicadoras de boa



qualidade de solo; e também o aumento do índice de valor de cobertura da espécie *Brachiaria decumbens* Stapf. Portanto, esses insumos podem ser utilizados na recuperação de pastagens degradadas de braquiária, pelo incremento na disponibilidade desse capim, que é amplamente utilizado no Brasil.

A cultura da mandioca constitui a base da Agricultura Familiar na Bahia, estado que ocupa no cenário nacional o 1º lugar em número de propriedades rurais e o 2º em número de estabelecimentos que cultivam essa generosa raiz.

A casa de farinha (o processamento da mandioca) é uma invenção milenar do índio brasileiro; e a busca de alternativas de aproveitamento e utilização da manipueira é desafio essencial ao Brasil rural, pois a consagração desse resíduo como insumo agrícola possibilita sua destinação adequada, evita problemas ambientais e abre oportunidades à agricultura familiar, na redução de custos de produção e aumento da produtividade de lavouras, na recuperação de solos degradados e no fortalecimento de sua sustentabilidade.

## EPÍLOGO (Generosa Manipueira)

Manipueira, em Tupi:  
'O que brota da mandioca';  
Na prensagem das raízes,  
É água de tapioca.

Tem na sua composição  
Cianetos, proteína,  
Substâncias diversas,  
Glicose, linamarina,

Ácido cianídrico,  
Diferentes sais minerais,  
Cinco por cento de goma  
E os nutrientes vegetais:

Nitrogênio e fósforo,  
Enxofre, magnésio e cálcio,  
Ferro, cobre, zinco, boro,  
Manganês e potássio.

Sua riqueza propicia  
Oportunidade segura:  
Utilizá-la em proveito  
Da nossa agricultura.

Jorra com abundância  
Na prensagem da raiz,  
Três quilos dá um litro,  
Proporção muito feliz.

Resíduo descartado  
Na quase totalidade,  
É gigante adormecido,  
Dada sua utilidade.

Seu desperdício a tornou  
Um problema ambiental,  
O bom uso a transforma  
Em um recurso natural.

O alto teor em potássio  
Às vezes pode induzir  
Deficiência de boro  
E esta se deve suprir;

Compreender a interação  
Entre todos os minerais  
É condição importante  
Pra utilização eficaz.

Como adubação de solo  
Esse uso é promissor  
Substituindo insumos  
De alto custo ao produtor.

Sua aplicação na terra  
Exige a fermentação  
Durante vinte e um dias  
E adequá-la a tal função:

Reduzir a DBO  
Em mais de 50%,  
Perder o ácido cianídrico  
Volatilizando ao vento.

A dosagem varia  
À cultura e objetivo,  
Parcelar a aplicação  
É cuidado afirmativo.

7 litros por metro quadrado  
Em milho é dose inicial,  
14, uma boa média,  
28 é especial.

Na vegetação espontânea  
Pode ter efeito herbicida,  
Mas logo se recupera:  
Pelo solo é digerida.

Parcelar a aplicação  
Em dose menor que 6  
Litros por metro quadrado,  
É prudente, por sua vez.

2 litros por metro quadrado  
Em aplicação quinzenal  
É adubação moderada,  
Com efeito especial.

Na cultura e tradição  
A mandioca é rainha,  
A útil manipueira  
Vem da casa de farinha.

Terá papel importante  
Na agricultura familiar,  
Tudo da casa de farinha  
É viável aproveitar.