

JAINE DE SOUZA SANTOS

Calagem na Cultura da *Manihot esculenta* Crantz

São Cristóvão – SE

Abril-2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE – UFS
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS APLICADAS – CCAA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÔNOMICA – DEA

CALAGEM NA CULTURA DA *Manihot esculenta* Crantz

Monografia apresentada ao Departamento de Engenharia Agrônômica – Universidade Federal de Sergipe, como requisito parcial para obtenção do título de Engenheira Agrônoma.

APROVADO em:

ORIENTADO:

Documento assinado digitalmente
gov.br AIRON JOSE DA SILVA
Data: 10/04/2024 14:57:26-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Airon José da Silva

(Orientador)

Documento assinado digitalmente
gov.br MARCOS CABRAL DE VASCONCELLOS BARRETT
Data: 11/04/2024 08:30:31-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Documento assinado digitalmente
gov.br ALINE DE ALMEIDA VASCONCELOS
Data: 10/04/2024 17:54:41-0300
Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Prof. Dr. Marcos Cabral de Vasconcellos Barretto Profa. Dra. Aline de Almeida Vasconcelos

(Banca examinadora)

(Banca examinadora)

Dedico este trabalho a Deus, minha família e amigos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, em primeiro lugar, a São José e Nossa Senhora Aparecida por me abençoarem e fazer com que meus objetivos fossem alcançados de forma satisfatória, durante todos os meus anos de estudos e especialmente nesse meu último período.

Aos meus pais e irmãos, que sempre me incentivaram nos momentos difíceis e compreenderam a minha ausência em momentos importantes enquanto me dedicava à realização do meu sonho. Sou grata a minha família por sempre me apoiarem e acreditarem que eu seria capaz de superar os obstáculos que a vida me apresentou.

Aos meus tios e primos por terem me acolhido durante esse período de graduação.

Ao meu orientador, Prof. Dr. Airon José da Silva, por sempre se fazer presente, ajudar, apoiar, incentivar, indicar a direção correta para conduzir o trabalho, pelas correções, sugestões e por ter desempenhado tal função com dedicação e amizade.

A minha banca examinadora, os professores Marcos Cabral de Vasconcelos Barreto e Aline de Almeida Vasconcelos que cordialmente aceitaram meu convite.

Aos professores que participaram da minha formação e em especial meu professor Douglas que acreditou no meu potencial e aos docentes do Departamento de Engenharia Agrônômica, pelos ensinamentos repassados que me permitiram apresentar um melhor desempenho no meu processo de formação profissional ao longo do curso.

Aos meus colegas e meus amigos, especialmente aqueles que estiveram sempre ao meu lado incentivando e me fortalecendo, cito aqui minha amiga Kesse Lohanne, Isadora, Fabiana, Jaqueline, Vitória, meu amigo Gabriel, Tiago, José, Vinícius, Jaelson, Jesus, Rivando, meus amigos do Campus Rural e a todos que me rodeiam e querem meu bem.

Enfim, a todos e todas que contribuíram para minha formação e para desenvolvimento

SUMÁRIO

LISTAS DE FIGURAS	vi
LISTAS DE TABELAS	vii
RESUMO	viii
1. INTRODUÇÃO	9
2. REFERENCIAL TEÓRICO	11
2.1. Importância Econômica da Mandioca	11
2.2. Importância da Calagem	12
2.3. Importância da Calagem na Cultura da Mandioca	13
3. MATERIAL E MÉTODOS	15
3.1. Caracterização da área de estudo	15
3.2. Condução do Experimento	16
3.3. Delineamento estatístico e variáveis analisadas	17
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	18
5. CONCLUSÕES	27
6. REFERÊNCIAS	28
7. APÊNDICES	30

LISTAS DE FIGURAS

Figura 1. Precipitação média mensal de maio de 2022 até fevereiro de 2023.....	16
Figura 2. Parcela experimental e parcela útil.....	17
Figura 3 Equação de regressão ajustada para os dados de pH (1:25) em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.....	21
Figura 4. Equação de regressão ajustada para valores de Saturação por alumínio do solo em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.....	22
Figura 5. Equação de regressão ajustada para dados de Cálcio trocável do solo em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.....	23
Figura 6. Equação de regressão ajustada para valores de Saturação por Bases do Solo em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.....	24
Figura 7. Equação de regressão ajustada para os dados da produtividade da mandioca em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo.....	25
Figura 8. Comparativo da produtividade da Macaxeira Com e Sem Calcário.....	26
Figura 9. Comparativo da Porcentagem de Produtividade da Macaxeira Com e Sem uso do Calcário.....	27

LISTAS DE TABELAS

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental no Campus Rural da UFS – São Cristóvão/SE.....	15
Tabela 2. Pigmentos fotossintéticos (Clorofila a e Clorofila b) nas folhas de mandioca em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo.	18
Tabela 3. Relação de Cálcio e Magnésio (Ca: Mg); valores de Fósforo (P); Potássio (K ⁺); Sódio (Na ⁺); Soma de Bases (SB); CTC efetiva (t.); e Matéria Orgânica (M.O) no solo em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.....	19
Tabela 4. Valores de Acidez Potencial (H + Al); Alumínio (Al ³⁺); Cálcio + Magnésio (Ca ²⁺ +Mg ²⁺); Magnésio (Mg ²⁺); CTC Potencial (T) e Percentagem de Sódio Trocável (PST) em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.....	20

RESUMO

A mandioca é uma cultura de grande importância econômica e social sendo cultivada de Norte a Sul do Brasil e em vários continentes do mundo. Além disso, é tida como alimento do século XXI. Por ser considerada tolerante a acidez é cultivada com baixo nível de tecnologia, pouco investimento e em áreas com baixa fertilidade, fazendo uso do mínimo de insumo possível. Objetivou-se com esse estudo avaliar o efeito de doses de calcário dolomítico na cultura da macaxeira, em condições de campo na região de Tabuleiros Costeiros de Sergipe, a fim de determinar a dose de calcário e analisar características no solo e na planta. O experimento foi realizado em uma área da fazenda experimental “Campus Rural” da Universidade Federal de Sergipe - UFS, localizada no município de São Cristóvão/SE, com localização 10°55’21.0”S 37°12’02.8”W. O solo onde foi realizado o cultivo possui uma caracterização química conhecida, apresentando altos valores de acidez e uma baixa fertilidade natural. O experimento foi conduzido no período de maio de 2022 com o plantio das manivas e colheita em fevereiro de 2023, totalizando dez meses de cultivo em condições de sequeiro. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de doses de calcário dolomítico (PRNT 70%), correspondentes a 0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0 e 4,0 t.ha⁻¹. A aplicação foi realizada de forma manual no solo previamente arado e posteriormente foi incorporado com a grade. O plantio foi realizado após três meses da aplicação do calcário. Foi cultivada a variedade de macaxeira Rosa Branca, no espaçamento de 1,0 x 0,5 metros, com uma densidade de 20.000 plantas.ha⁻¹. Foram analisadas as seguintes variáveis: pH; Cálcio + Magnésio; Cálcio; Alumínio; Hidrogênio + Alumínio; Fósforo; Potássio; Sódio; Matéria Orgânica. Foram calculados os valores de magnésio no solo, a relação Ca: Mg (Ca²⁺ + Mg²⁺), CTC efetiva, CTC potencial, Soma de Bases (SB); Saturação por Bases (V), Saturação por Alumínio (m) e a Percentagem de Sódio Trocável (PST). A aplicação de calcário na cultura da macaxeira promoveu aumento significativo na relação cálcio e magnésio, na soma de bases, nos teores de cálcio mais magnésio, no teor de magnésio, reduziu a acidez potencial, o teor de alumínio trocável do solo e a saturação por alumínio. Além disso, elevou a produtividade da macaxeira, obtendo um maior lucro na dose de duas toneladas por hectare de calcário dolomítico, o que indica vantagem no uso de calcário na cultura da macaxeira quando necessário.

PALAVRAS-CHAVE: Macaxeira, calagem, calcário dolomítico.

1. INTRODUÇÃO

A mandioca, também chamada de macaxeira ou aipim, é uma cultura de grande importância econômica e social, não só devido ao fato de ser cultivada de Norte a Sul do Brasil e em diversos países, mas também por ser garantia de segurança alimentar em regiões mais carentes e empregar muita mão de obra, contribuindo na geração de emprego e renda. É importante ressaltar que, dada a vasta utilização da mandioca, a qual é usada tanto na alimentação humana quanto animal, a mesma foi considerada pela ONU como alimento do século XXI.

Nesse sentido, vale ressaltar a importância significativa da mandioca no cenário mundial, onde a Nigéria, país africano, aparece como maior produtor mundial, com cerca de 59 milhões de toneladas, seguido pela República Democrática do Congo, outro representante da África que vem se destacando com 40 milhões de toneladas produzidas e a Tailândia, país asiático, com maior concentração industrial que apresenta uma produção de aproximadamente 32 milhões de toneladas. O Brasil ocupa a quinta posição com cerca de 18 milhões de toneladas produzidas, sendo os estados mais produtores: Pará, Paraná, Bahia e Amazonas.

Originária da América do Sul e pertencente a família Euforbiácea, a *Manihot esculenta*, consolidou-se tanto nos primórdios da colonização do Brasil tida como uma cultura de subsistência, quanto no século XXI sendo a principal fonte de carboidrato para bilhões de pessoas. Em virtude da facilidade em adaptar-se a diferentes regiões e ser tolerante a seca, a mandioca geralmente é cultivada em solos com baixa fertilidade e sem uso de tecnologia, no entanto, implementar medidas tal como, a calagem na cultura da macaxeira, tende a ser favorável, principalmente na melhoria da qualidade e produtividade da cultura.

A mandioca é uma planta que apresenta diversidade quanto ao seu uso, sendo classificada como mandioca de mesa, macaxeira ou aipim e mandioca brava. A primeira, caracteriza-se por ser usada cozida, frita ou processada na forma de salgadinhos, já a última, é usada na fabricação de farinha e derivados, além disso, é aproveitada também a fécula e as folhas. A diferença entre as duas categorias é em relação a quantidade de cianeto ou ácido cianídrico (HCN), ou seja, a mandioca de mesa, macaxeira ou mandioca mansa deve conter baixos teores de ácido cianídrico, isto é, menos de 50 mg.kg^{-1} de polpa de raízes frescas.

Segundo SOUZA *et al.* (2006), a mandioca é uma cultura tolerante a solos pobres e às condições climáticas adversas devido a sua fácil adaptação, por isso, é cultivada por pequenos produtores e ainda assim, consegue ser capaz de alcançar produções satisfatórias, embora não

faça uso de recursos técnicos e econômicos. Sendo assim, tendo em vista a busca por soluções que resolvam esse problema de a mandioca ser cultivada em solos pobres, apresentar qualidade razoável e produtividade satisfatória, é necessário a conscientização em relação ao manejo do solo, isto é, adoção de práticas culturais na cultura da mandioca, que promova efeito no solo e na planta, como por exemplo, a calagem.

A calagem melhora as características do solo, da planta, e contribui para aumento da produtividade e beneficiamento da qualidade do produto, uma vez que supre as necessidades de nutrientes, cálcio e magnésio, por exemplo, e também reduz os níveis de alumínio no solo, resultando numa correção de acidez e melhor desenvolvimento da planta, ou seja, pode-se dizer que, com o uso de corretivos de acidez, a exemplo do calcário, os solos se tornam mais produtivos.

Além disso, embora seja recorrente a ideia de que a mandioca produza de forma satisfatória em solos de baixa fertilidade, devido a sua adaptabilidade e tolerância, a mandioca pode aumentar a sua produtividade em solos de alta fertilidade. No entanto, mesmo que seja a quarta cultura mais cultivada no Brasil, ainda são poucas tecnologias empregas e estudos voltados para essa cultura a fim de elevar a produtividade e atender as demandas de mercado.

Devido ao fato da mandioca se adaptar a diferentes regiões, é importante destacar que, a Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical junto com a Embrapa Amazônia Ocidental e Embrapa Amazônia Oriental, desenvolveram estudos com a finalidade de promover o melhoramento genético e obter variedades para os diferentes ecossistemas. Por outro lado, poucos estudos evidenciam os efeitos da calagem no solo e na planta da mandioca. Tendo em vista que, o mercado da mandioca de mesa é exigente quanto a qualidade da raiz, ou seja, cozimento, tempo de vida útil, por exemplo, é evidente a necessidade de estudos relacionados a calagem na cultura da mandioca a fim de atender as exigências do mercado consumidor.

Nesse sentido, dada a grande importância econômica e social da mandioca, o trabalho teve por objetivo avaliar o efeito de doses de calcário dolomítico na cultura da macaxeira, em condições de campo na região de Tabuleiros Costeiros de Sergipe, a fim de determinar a dose de calcário com melhores resultados e analisar característica no solo e na planta.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. Importância Econômica da Mandioca

A mandioca é uma planta heliófila, perene, arbustiva, pertencente à família das Euforbiáceas. A parte mais importante da planta são as raízes tuberosas, ricas em amido, que são utilizadas na alimentação humana e animal ou como matéria-prima para diversas indústrias (LOPES, 1990).

A mandioca tem grande número de usos correntes e potenciais, classificados – segundo o tipo de raiz – em duas grandes categorias: mandioca de mesa e mandioca para a indústria (SOUZA *et al.*, 2006). A macaxeira pode ser conhecida por vários nomes, seja mandioca mansa, doce, de mesa ou aipim, no entanto, a diferença está na quantidade de ácido cianídrico. A macaxeira diferencia da mandioca brava por apresentar baixos teores de ácido cianídrico (HCN) na polpa crua de raízes frescas, geralmente abaixo de 50 mg.kg⁻¹ de polpa (DIAS *et al.*, 2003).

Mandioca de mesa, também chamada de aipim, mandioca mansa ou doce, ou ainda macaxeira, são variedades que contêm baixos teores de ácido cianídrico, princípio tóxico da mandioca (menos de 100 mg.kg⁻¹ na polpa crua das raízes). São também colhidas precocemente (de 7 a 14 meses) em razão da melhor qualidade culinária nessa idade (LOPES, 1990). Como afirma SOUZA *et al.* (2006), a maior parte da macaxeira é comercializada na forma *in natura* e atualmente vem crescendo a comercialização da macaxeira pré-cozida e congelada.

A *Manihot esculenta* Crantz é uma importante cultura de raiz tropical cultivada na África, América Latina, Oceania e Ásia, alimentando mais de 800 milhões de pessoas todos os dias. A raiz, que é a principal porção comestível da planta, é uma importante fonte de energia alimentar. É composto por mais de 80% de amido e também é rico em vitamina C, carotenoides, Ca⁺² e K⁺ (IYER *et al.*, 2010).

Além disso, uma das vantagens do cultivo da mandioca é que a mesma, além de suportar condições adversas, pode ficar no solo por um longo período sem ser colhida, sendo garantia de alimento durante anos (IYER *et al.*, 2010). No entanto, a desvantagem é que devido ao fato de conter baixo teor de proteína, as raízes tornam-se perecíveis. As raízes são altamente perecíveis e normalmente tornam-se inadequadas para o consumo dentro de 24 a 72

horas após a colheita, devido ao rápido processo de deterioração, no qual ocorre a síntese de compostos fenólicos simples, formando pigmentos preto, marrom e azul (WHEATLEY *et al.*, 1993 apud SOUZA *et al.*, 2006).

Segundo dados da CONAB (2017), a mandioca é tida como um dos alimentos mais consumidos no mundo, especialmente nas regiões tropicais, onde o cultivo ocorre em maior intensidade. Além disso, a cultura se destaca tanto pela sua rusticidade quanto pela grande capacidade de adaptação a condições desfavoráveis de clima e solo, além de sua multiplicidade de usos, seja para consumo humano, animal ou industrial.

Como afirma OTSUBO *et al.* (2004), a mandioca por ser cultivada em todas as regiões do País, tem papel importante na alimentação humana e animal, assim como matéria-prima para diversos derivados industriais. O autor afirma ainda que, especialmente para pequenos e médios produtores, essa cultura cumpre papel importante na participação da geração de emprego e renda.

Devido à tolerância a solos pobres e condições climáticas adversas, a mandioca é geralmente cultivada por pequenos produtores como uma cultura de subsistência, em diferentes tipos de sistemas de produção (SOUZA *et al.*, 2006).

Segundo os dados do Censo Agropecuário (IBGE, 2022), 974.211 estabelecimentos rurais brasileiros produziram um total de 17.648.594 toneladas de mandioca, representando um valor de produção de 15.298.408 milhões de reais no ano de 2022, apresentando destaque para a Região Norte, sendo o estado do Pará o maior produtor. No Nordeste, o estado de Sergipe com 12.389 hectares produziu 156.980 toneladas, apresentando um valor de produção de 119.829 mil reais, tendo como maior produtor o município de Lagarto.

O Paraná, estado com o maior e moderno parque industrial, se consolida como segundo produtor nacional de mandioca. De acordo com dados do IBGE (2022), 51.721 estabelecimentos produziram 2.906.873 toneladas, representando um total de 2.335.139 milhões de reais em 2022, com destaque para Tuneiras do Oeste. Vale ressaltar que a região sul apresenta produção de mandioca em grandes áreas mecanizadas.

2.2. Importância da Calagem

Grande parte dos solos tropicais são ácidos, com altos teores de alumínio e manganês, que podem levar à toxicidade, e baixos teores de cálcio e magnésio, que podem causar

deficiência nas plantas (LORENZI, 2012). Esses solos podem ser mais produtivos com a aplicação de corretivos da acidez.

A correção da acidez do solo geralmente é realizada com adição de calcário. O produto é composto de carbonato de cálcio – CaCO_3 , com alguma porcentagem de carbonato de magnésio – MgCO_3 . A quantidade a ser aplicada é definida mediante análise do solo (SOUZA, *et al.*, 2006).

Calagem quer dizer empregar calcário com a finalidade precípua de corrigir ou diminuir a acidez do solo, ou o que é a mesma coisa, fazer baixar a concentração de íons hidrogênio, de alumínio e manganês que nele se encontra fazendo mal as plantas, e enriquecendo o solo em cálcio e magnésio. A calagem é um remédio para a “azia do solo” (MALAVOLTA, 1989).

A calagem é considerada como uma das práticas que mais contribui para o aumento da eficiência dos adubos e conseqüentemente, da produtividade e da rentabilidade agropecuária (LOPES, 1990). A calagem além de elevar o pH, fornece cálcio e magnésio as plantas, diminui o alumínio e aumenta a eficiência dos fertilizantes, sendo assim, uma prática que confere ao produtor muitos benefícios, sendo um deles o aumento da produção.

Segundo RIBEIRO *et al.* (1999) quando se faz uso adequado de calcário, percebe-se além da correção da acidez do solo, o estímulo à atividade microbiana, a melhoria da fixação simbiótica de N pelas leguminosas e, ainda, o aumento da disponibilidade da maioria de nutrientes para as plantas. Por isso, o uso correto de calcário acarreta não só a preservação, mas também o aumento do teor de matéria orgânica do solo.

Nesse sentido, dentre as vantagens da calagem, OBTUSO *et al.* (2004) afirma que a correção da acidez permite não só aumentar a disponibilidade de elementos considerados essenciais às plantas, mas também fornecer o cálcio e magnésio, nutrientes que são tidos como terceiro e quinto nutrientes mais absorvidos pela cultura da mandioca. No entanto, por outro lado, no Brasil não se tem conseguido elevar a produtividade da mandioca pela aplicação de calcário, confirmando a tolerância da cultura à acidez do solo. Contudo, deixa claro que é possível, após vários cultivos na mesma área, que a planta pode responder à aplicação de calcário.

2.3. Importância da Calagem na Cultura da Mandioca

A mandioca é uma cultura estabelecida predominantemente na zona tropical, por consequência, revela grande adaptação às características predominantes nesses solos (SOUZA *et al.*, 2006). Apesar de ser tolerante a pH baixo, essa cultura é bastante sensível a pH alto e

solos salinos. Assim, como a zona tropical é onde está concentrada a maior área plantada com mandioca no mundo, a calagem é uma prática de extrema valia para a melhoria básica do solo em termos de correção do pH e disponibilidade de nutrientes (SOUZA *et al.*, 2006).

Segundo BORGES *et al.* (2021), é recomendável dar preferência ao calcário dolomítico, em razão da maior concentração em Mg. Além disso, a aplicação do calcário deve ser a lanço em toda a área, de modo uniforme, e incorporado até a profundidade de 0-20 cm ou mais, com antecedência de um a dois meses do plantio, para dar tempo de reagir no solo. Ressalta ainda que, a reação do calcário vai depender da disponibilidade de água no solo.

Ainda de acordo com o mesmo autor, é necessário realizar a calagem e a adubação nas doses, épocas e modos de aplicação recomendados, e uso adequado das demais práticas de cultivo, pois assim, estima-se um rendimento médio de 25 toneladas de raízes por hectare.

De acordo com as Recomendações para uso de Corretivos e Fertilizantes no estado de Sergipe, para o cultivo da mandioca, deve-se elevar a saturação de bases para 60%. Além disso, aconselha-se o limite máximo de uma tonelada de calcário por hectare, ainda que, pelas fórmulas indicadas, tenham sido encontradas quantidades mais elevadas, maior aplicação de calcário pode causar deficiências de zinco e magnésio (ANJOS *et al.*, 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Caracterização da área de estudo

O experimento foi realizado em uma área da fazenda experimental “Campus Rural” da Universidade Federal de Sergipe - UFS, localizada na cidade de São Cristóvão/SE, com localização 10°55’21.0”S 37°12’02.8”W. O solo onde foi realizado o cultivo possui uma caracterização química conhecida (Tabela 1), apresentando altos valores de acidez e uma baixa fertilidade natural.

Tabela 1. Caracterização química do solo da área experimental no Campus Rural da UFS – São Cristóvão/SE:

Variável analisada	Caracterização inicial do solo	Unidade
pH (H ₂ O)	4,85	-
Cálcio + Magnésio	0,72	cmol _c .dm ⁻³
Cálcio	0,44	cmol _c .dm ⁻³
Magnésio	0,28	cmol _c .dm ⁻³
Relação Ca: Mg	1,57 : 1	-
Alumínio	0,51	cmol _c .dm ⁻³
Sódio	3,80	mg.dm ⁻³
Potássio	18,4	mg.dm ⁻³
Fósforo	2,50	mg.dm ⁻³
Matéria Orgânica	15,8	g.dm ⁻³
Sódio	0,017	cmol _c .dm ⁻³
Potássio	0,05	cmol _c .dm ⁻³
Hidrogênio + Alumínio	1,82	cmol _c .dm ⁻³
Soma de Bases	0,79	cmol _c .dm ⁻³
CTC efetiva	1,30	cmol _c .dm ⁻³
CTC potencial	2,61	cmol _c .dm ⁻³
PST- Percentagem de Sódio Trocável	0,65	%
V-Saturação por Bases	30,3	%
m- Saturação por Alumínio	39,23	%

Fonte: Laboratório de Remediação de Solo do DEA.

O projeto foi conduzido no período de maio de 2022 com o plantio das manivas e colheita em fevereiro de 2023, totalizando dez meses de cultivo em condições de sequeiro. As condições de precipitação podem ser observadas na figura 01.

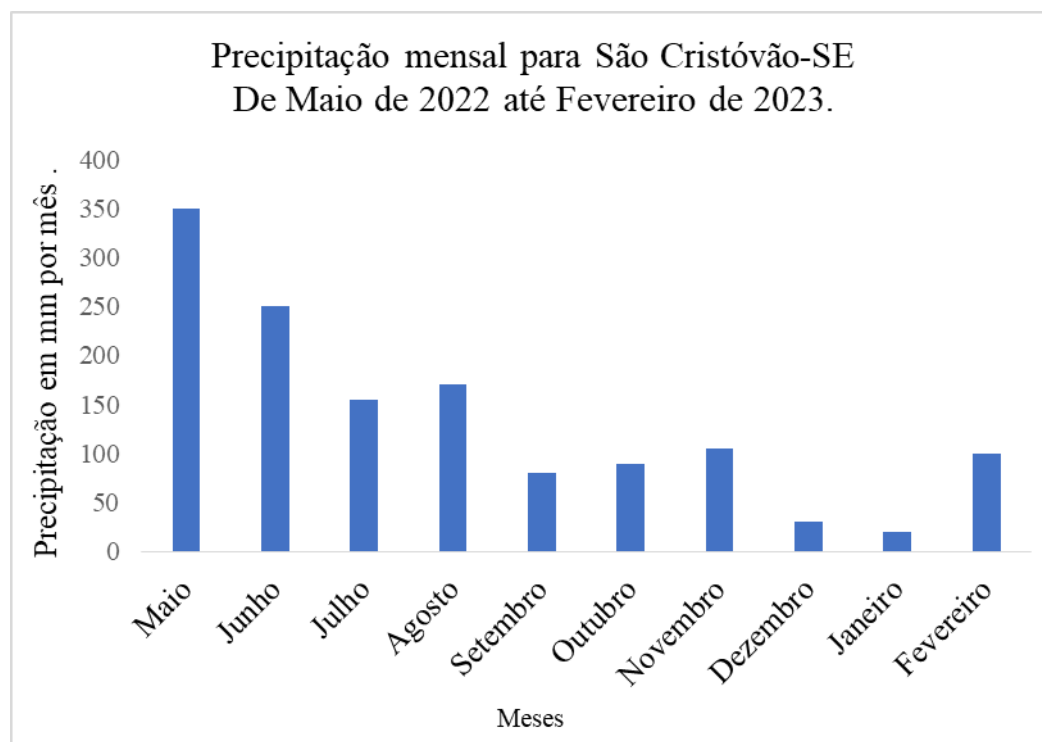


Figura 1. Precipitação média mensal de maio de 2022 até fevereiro de 2023.

3.2. Condução do Experimento

A produção foi realizada em campo em condição de sequeiro. Os tratamentos foram constituídos da aplicação de doses de calcário dolomítico (PRNT 70%), correspondentes a 0; 0,25; 0,50; 1,0; 2,0 e 4,0 t.ha⁻¹. A aplicação aconteceu de forma manual no solo previamente arado e posteriormente foi incorporado com a grade. O plantio ocorreu após três meses da aplicação do calcário. A variedade cultivada foi a macaxeira Rosa Branca, no espaçamento de 1,0 x 0,5 metros, com uma densidade de 20.000 plantas.ha⁻¹.

A adubação foi realizada com base na recomendação da análise do solo, segundo SOBRAL *et al.* (2007), com 60 kg.ha⁻¹ de Fósforo (P₂O₅), na forma de superfosfato simples e 60 kg.ha⁻¹ de potássio (K₂O), na forma de cloreto de potássio no plantio e 30 kg.ha⁻¹ de Nitrogênio (N) em cobertura, na forma de ureia. No decorrer do desenvolvimento da cultura realizou-se capinas manuais, sobretudo nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura.

Trinta dias após a implantação do experimento, foram coletadas amostras de solo nas parcelas com o auxílio de um trado holandês na profundidade 0-20 cm. As amostras foram secas ao ar, destorroadas, passadas em peneiras de dois mm e executadas as análises para avaliação das variáveis analisadas: pH; Cálcio + Magnésio; Cálcio; Alumínio; Hidrogênio + Alumínio; Fósforo; Potássio; Sódio; Matéria Orgânica. Foram calculados os valores de

magnésio no solo, a relação Ca: Mg, CTC efetiva, CTC potencial, Soma de Bases (SB); Saturação por Bases (V), Saturação por Alumínio (m) e a Percentagem de Sódio Trocável (PST), seguindo metodologia da EMBRAPA, 2009.

Após dez meses de cultivo, realizou-se a colheita da parcela útil, duas plantas por parcela, (Figura 2) e analisou a produção por parcela, assim, a partir dos dados obtidos, avaliou-se a estimativa da produtividade por hectare para cada tratamento.

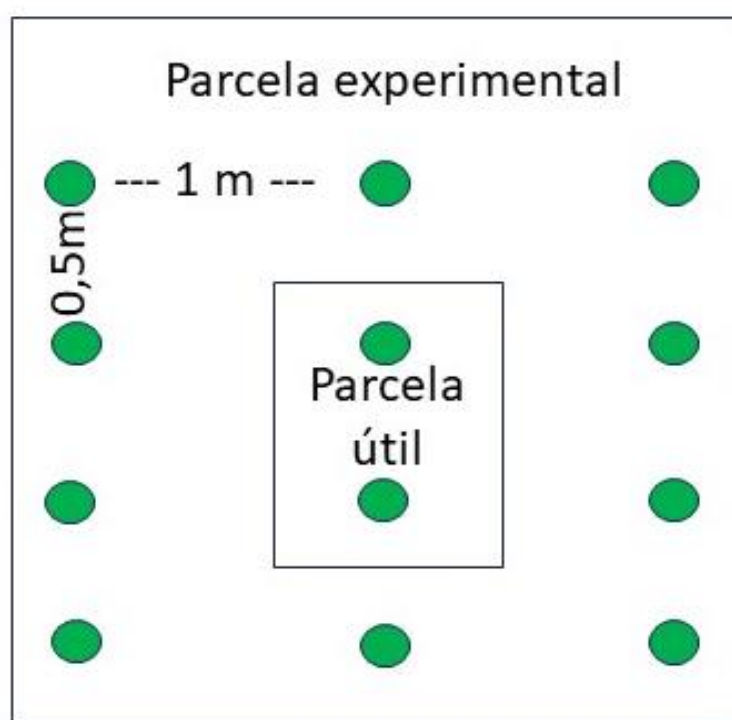


Figura 2. Parcela experimental e parcela útil.

3.3. Delineamento estatístico e variáveis analisadas

O delineamento experimental ocorreu em blocos casualizados, sendo uma fonte de calcário e seis doses, com quatro repetições, totalizando 24 unidades experimentais. Cada parcela foi composta por seis metros quadrados contendo 12 plantas, sendo avaliadas somente as duas plantas centrais de cada parcela. Os dados obtidos foram submetidos as análises estatísticas de variância e quando significativos, à análise de regressão, utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

De acordo com as análises de variância, os pigmentos fotossintéticos (Tabela 2), não apresentaram diferenças para as doses de calcário aplicadas ao solo na cultura da macaxeira. Além disso, as variáveis Fósforo (P), Potássio (K^+), CTC efetiva, Sódio (Na^+), Matéria Orgânica (Tabela 3) e CTC potencial (Tabela 4), não foram influenciadas significativamente pela aplicação de calcário.

Tabela 2. Pigmentos fotossintéticos (Clorofila a, Clorofila b, Clorofila total e a Relação clorofila a/b) nas folhas de macaxeira não foram influenciadas em função das doses de calcário aplicado ao solo em condições de campo.

Tratamentos	Clorofila a ^{ns}	Clorofila b ^{ns}	Clorofila Total ^{ns}	Relação a/b ^{ns}
0,00	31,73	8,96	40,69	3,69
0,25	30,73	9,30	40,03	3,44
0,50	32,95	9,66	42,61	3,62
1,00	33,44	10,61	44,05	3,39
2,00	30,88	9,15	40,03	3,59
4,00	32,26	10,68	42,94	3,17
p	0.5873	0.4871	0.3842	0.7990
CV (%)	11,13	22,76	11,06	22,71

^{ns} dados não significativos.

O cálcio e o magnésio são elementos importantes para o desenvolvimento das plantas, o primeiro está ligado a parte estrutural da planta, como a parede celular e o último, é fundamental na fotossíntese sendo átomo central da molécula de clorofila, na formação de ATP e síntese proteica. Por isso, para RIBEIRO *et al.*, (1999) esta relação Ca^{2+} : Mg^{2+} do corretivo, tende a ser mais importante do que a quantidade de corretivo a ser aplicada ao solo, pois segundo esses autores a relação ideal sofre alteração de acordo com o solo e com as culturas. De acordo com SOBRAL *et al.*, (2007), a relação cálcio e magnésio (Ca^{2+} : Mg^{2+}) ideal para a grande parte das culturas está entre 3:1 ou 5:1.

Observou-se que a relação de cálcio e magnésio (Ca^{2+} : Mg^{2+}) sofreu influência pela aplicação de calcário nas dosagens de 2 e 4 toneladas por hectare, pois apresentou valores próximos da faixa considerada ideal (Tabela 3). Além disso, o calcário promoveu diferença na Soma de Bases, a qual indica a quantidade de cargas negativas no solo, haja vista que houve aumento significativo e segundo PREZOTTI *et al.*, (2013), valores entre 2,0 a 5,0 $\text{cmol}_c.\text{dm}^{-3}$ são considerados valores médios.

Tabela 3. Relação de Cálcio e Magnésio (Ca^{2+} : Mg^{2+}); Valores de Fósforo (P); Potássio (K^+); Sódio (Na^+); Soma de Bases (SB); CTC efetiva (t.); e Matéria Orgânica (M.O.) no solo em função das doses de calcário aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da macaxeira.

Tratamentos	Relação $\text{Ca}^{2+}:\text{Mg}^{2+}$ *	P ^{ns}	K ^{+ns}	Na ^{+ns}	SB*	t ^{ns}	M.O. ^{ns}
T.ha ⁻¹	----	-----mg.dm ⁻³ -----			----cmol _c .dm ⁻³ ---	--%--	
0,00	1,14:1	15,89	24,20	12,64	1,25	2,00	1,05
0,25	1,11:1	6,44	25,20	6,72	1,20	1,82	1,05
0,50	1,64:1	12,25	24,43	7,71	1,74	2,29	1,16
1,00	1,91:1	17,53	26,48	7,09	2,01	2,38	0,99
2,00	2,01:1	18,80	28,43	8,57	2,12	2,22	1,06
4,00	2,67:1	12,80	30,38	10,17	2,79	2,91	1,04
p	0.0671	0.2161	0.5723	0.1685	0.0691	0.4340	0.3032
CV (%)	40,46	49,77	20,70	36,91	38,64	32,07	9,26

Ca^{2+} = Cálcio; Mg^{2+} = Magnésio; P= Fósforo; K^+ = Potássio; Na^+ = Sódio; SB= Soma de Bases; t = CTC efetiva; M.O.= Matéria Orgânica. *Dados significativos e 10% de probabilidade. ^{ns} dados não significativos.

O calcário promoveu diferença a 5% de probabilidade para acidez potencial e alumínio trocável do solo (Acidez trocável), Cálcio e Magnésio e Percentagem de Sódio trocável, porém não foi significativo para a CTC Potencial (Tabela 4). Vale ressaltar que, tanto a acidez potencial quanto o alumínio trocável promovem ações desfavoráveis ao cultivo de plantas quando apresentam valores elevados. RAIJ (1991) afirma que o alumínio é um elemento fitotóxico, um dos responsáveis pela acidez excessiva aos solos e pelos efeitos indesejáveis que a acidez causa às plantas. O alumínio está presente na acidez potencial dos solos, a qual é

constituída também por hidrogênio, isto é, hidrogênio e alumínio (H + Al), contudo, só o alumínio se comporta na forma trocável.

Pode-se observar que os melhores resultados obtidos foram com a aplicação de 2 toneladas por hectare de calcário, isto é, ao aplicar 2 toneladas de calcário, houve uma redução no teor da acidez potencial (H + Al) do solo, assim como do teor de alumínio no solo (Al^{3+}), o que era esperado. Além do mais, houve aumento no teor de Cálcio e Magnésio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$), do magnésio trocável do solo, e redução da percentagem de sódio trocável (PST).

Assim, houve melhoria nas características do solo uma vez que reduziu a acidez e toxicidade do solo promovida pelo alumínio, além de que aperfeiçoou a disponibilidade de nutrientes uma vez que elevou os teores de cálcio e magnésio. Apesar da macaxeria ser uma cultura tida como tolerante a acidez, nota-se que respondeu de forma satisfatória a redução da acidez promovida pela calagem.

Tabela 4. Valores de Acidez Potencial (H + Al); Alumínio (Al^{3+}); Cálcio + Magnésio ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$); Magnésio (Mg^{2+}); CTC Potencial (T) e Percentagem de Sódio Trocável (PST) em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.

Tratamentos	H+Al*	Al^{3+} *	$\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ *	Mg^{2+} *	T ^{ns}	PST*
T.ha ⁻¹	-----cmol _c .dm ⁻³ -----					%
0,00	1,93	0,75	1,14	0,55	3,19	1,73
0,25	1,74	0,62	1,69	0,79	2,94	0,99
0,50	1,52	0,55	1,56	0,60	3,26	1,07
1,00	1,14	0,37	1,77	0,61	3,15	0,99
2,00	0,93	0,10	2,82	0,94	3,05	1,24
4,00	1,28	0,12	2,74	0,84	4,07	1,10
p	0.0012	0.0036	<0.0000	0.0114	0.1426	0.0131
CV (%)	18,11	50,15	4,38	19,73	17,26	22,02

H+ Al= Acidez Trocável; Al^{3+} = Alumínio; $\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+}$ = Cálcio + Alumínio; T = CTC Potencial; PST= Percentagem de Sódio Trocável. *Dados significativos a 5% de probabilidade. ^{NS}dados não significativos.

O pH do solo é um indicativo da concentração de íons H^+ na solução do solo e por isso, tem influência na disponibilidade de nutrientes, ou seja, quanto mais baixo o pH, maior a concentração de íons H^+ e consequentemente, o solo não só se torna mais ácido como também passar a ser limitante, uma vez que compromete a absorção de alguns nutrientes como Ca e Mg, por exemplo.

Para SOBRAL *et al.*, (2007), o pH em água é um indicador utilizado para qualificar a reação do solo, aliás, valores baixos representam pH menor que 5, o que pode evidenciar problemas para o desenvolvimento das plantas, uma vez que são associados a acidez do solo, por outro lado, valores de pH de 5 a 6 são considerados médios e quando o pH for superior a 6 é tido como alto e apresenta menor probabilidade de ter problemas de acidez.

Assim, observou-se que a aplicação do calcário no solo foi significativa a 5% de probabilidade, logo, com a regressão ajustada, observou-se que com a elevação das doses de calcário, houve correção da acidez ativa do solo, expressa pelo aumento do pH do solo, isto é, ocorreu um aumento ($y = -0,0968x^2 + 0,732x + 3,8494$ e $R^2 = 0,9853$), sobretudo na dosagem de 2 toneladas por hectare (Figura 3). Segundo BORGES *et al.*, (2021), embora a macaxeira seja uma cultura menos afetada pela acidez do solo do que outras, a faixa considerada favorável de pH em água do solo é de 5,5 a 6,5.

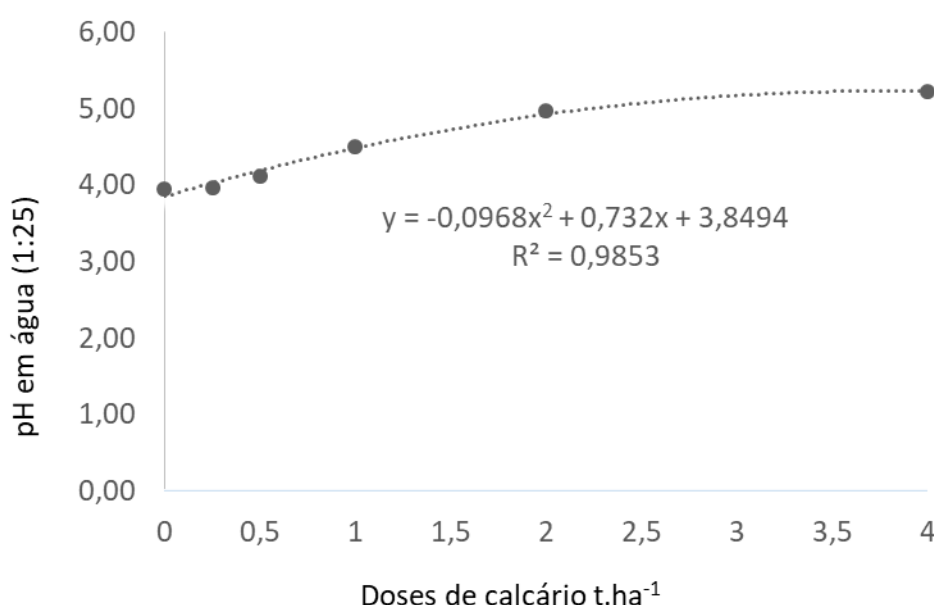


Figura 3. Equação de regressão ajustada para os dados de pH (1:25) em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da macaxeira.

Segundo TEIXEIRA *et al.*, (2017) a saturação por alumínio é um indicativo da proporção de alumínio solúvel em relação aos teores de bases trocáveis e alumínio na CTC do solo e nesse sentido, de acordo com MALAVOLTA *et al.*, (2002) a saturação por alumínio é proporcional a acidez, aliás, quanto maior for a saturação por alumínio, mais ácido é o solo. Na Figura 4, como esperado no experimento, tendo em vista os benefícios da calagem para o solo e planta, o calcário promoveu redução da saturação por alumínio do solo ($y = 4,0108x^2 - 24,291x + 37,114$ e $R^2 = 0,9827$), sobretudo quando utilizado 4 toneladas de calcário por hectare.

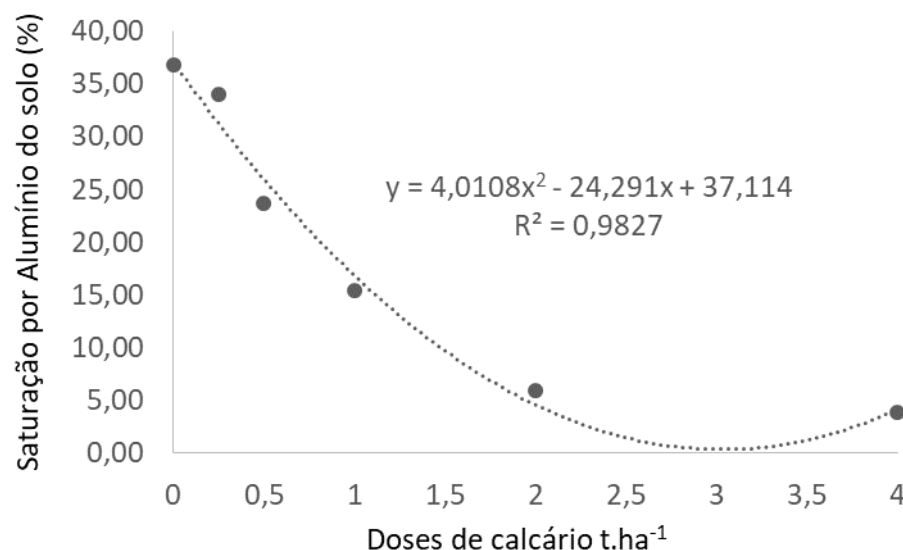


Figura 4. Equação de regressão ajustada para valores de saturação por alumínio do solo em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da macaxeira.

O cálcio é um macronutriente que atua na estimulação do desenvolvimento radicular das plantas, assim, sua forma trocável torna-se passível de absorção para as plantas. Para MALAVOLTA *et al.*, (2002), o cálcio trocável é o cálcio preso ao complexo matéria orgânica mais argila, que tanto pode ser retirado quanto trocado pela solução extratora e absorvido pela raiz.

A aplicação de calcário foi significativa também para o teor de cálcio trocável do solo, pois como esperado, com o aumento da dosagem de calcário, houve aumento no teor de cálcio

trocável ($y = -0,1287x^2 + 0,8442x + 0,5993$ e $R^2 = 0,9695$), principalmente, na dosagem de 2 toneladas por hectare, o aumento foi mais significativo (Figura 5).

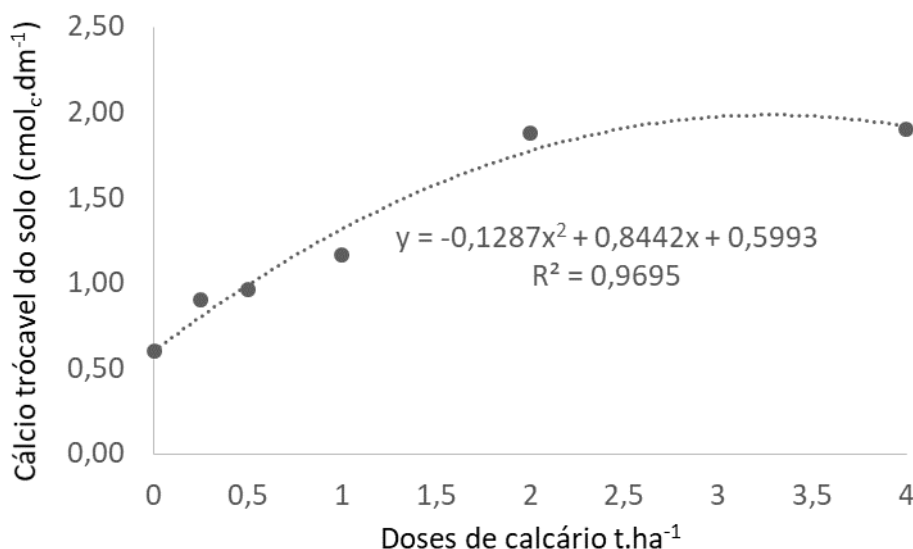


Figura 5. Equação de regressão ajustada para dados de Cálcio trocável do solo em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.

Na figura 6, pode-se observar que o calcário promoveu aumento significativo da saturação por bases ($y = -4,7739x^2 + 25,806x + 38,921$ e $R^2 = 0,9436$), sobretudo na dosagem de 2 toneladas por hectare. Pode-se dizer que o aumento da saturação por bases do solo foi proporcional a elevação das doses de calcário, pois com dose 0,00 a saturação por bases estava em 40% e quando adicionou doses maiores (4 toneladas por hectare, por exemplo) a saturação por bases apresentou um valor próximo de 70%. Segundo MALAVOLTA *et al.*, (2002), a saturação de bases influencia a acidez do solo, ou seja, quanto mais alta a saturação de bases, menos ácido é o solo.

Esse fato era esperado, pois como afirma PREZOTTI *et al.*, (2013), um dos objetivos do uso da calagem é elevar a saturação por bases do solo a valores adequados à exigência da cultura. Nesse sentido, como de acordo com as Recomendações para uso de Corretivos e Fertilizantes no Estado de Sergipe (ANJOS *et al.*, 2007), para o cultivo da mandioca, deve-se elevar a saturação de bases para 60%, o resultado foi satisfatório.

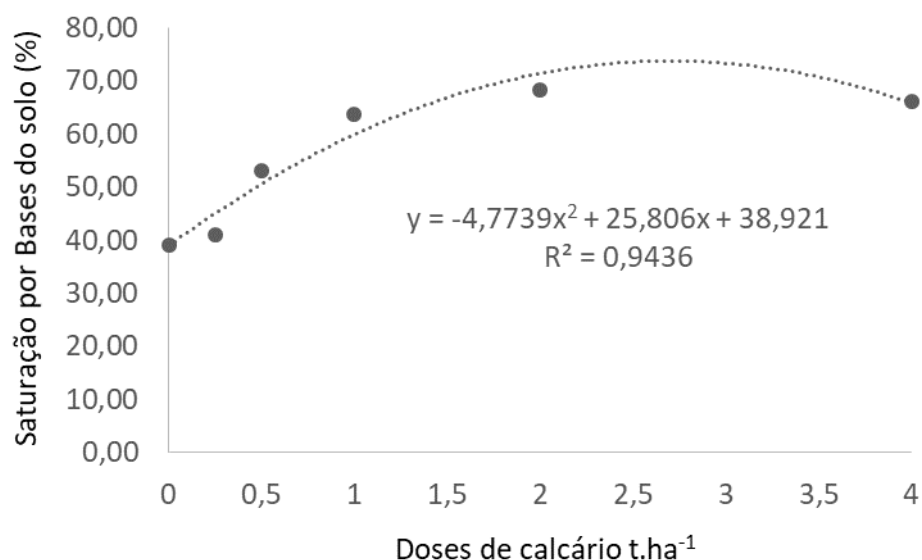


Figura 6. Equação de regressão ajustada para valores de Saturação por Bases do Solo em função das doses de calcário dolomítico aplicado ao solo em condições de campo no cultivo da mandioca.

O calcário, sobretudo na dosagem de 2 toneladas, promoveu aumento significativo na produtividade de mandioca ($y = -1,2848x^2 + 7,88x + 19,981$ e $R^2 = 0,8937$). Pode-se observar que sem o uso do calcário (dose 0,00), a produtividade foi menor, isto é, 20 toneladas por hectare e com o aumento das doses de calcário, houve elevação na produtividade, aliás, produziu 30 toneladas por hectare, sobretudo quando aplicado 2 toneladas por hectare (Figura 7).

Isso reforça o que concluiu RAVANI (2019) em seu experimento com e sem calcário no cultivo da macaxeira, onde usando 2 toneladas por hectare obteve uma produção média superior, além disso, PERIM (1982) também comprovou em seu experimento utilizando altas doses de calcário na cultura da mandioca, e obtendo resultados satisfatórios no crescimento da planta e contradiz BORGES *et al.*, (2021) e ANJOS *et al.*, (2007) que pelo fato de a mandioca apresentar tolerância à acidez do solo recomendam usar o máximo de uma tonelada de calcário por hectare.

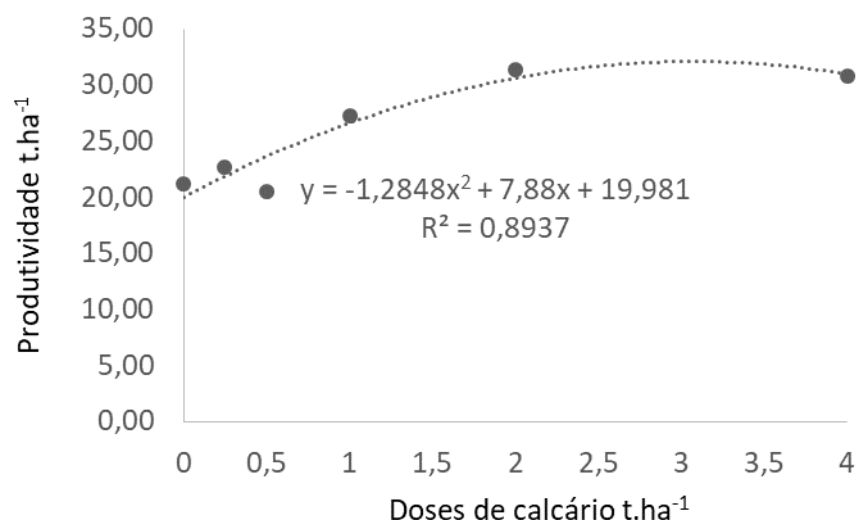


Figura 7. Equação de regressão ajustada para os dados da produtividade da macaxeira em função das doses de calcário aplicado ao solo em condições de campo.

É importante ressaltar que os resultados apresentados comprovam que, apesar da macaxeira ser uma cultura tida como tolerante a acidez, o fator limitante para elevar a produção está sendo a necessidade de práticas culturais, como a calagem, pois como é sabido, essa cultura faz uso de baixo nível de tecnologia e pouco investimento. No entanto, com base nos resultados, pode-se verificar que em relação ao custo de produção, embora haja um investimento com aquisição do calcário, há um lucro satisfatório.

CUSTO DE PRODUÇÃO

Mesmo adquirindo o calcário por R\$ 108,00 reais a tonelada, pagando pelo frete R\$ 130,00 reais por tonelada, totalizando R\$ 468,00 reais, nesse caso para duas toneladas e vendendo a macaxeira a R\$ 0,90 reais o quilo (raiz para cozimento), soma-se R\$ 27.0000 (ou seja, $0,90 \times 1 \text{ tonelada} = 900 \text{ reais} \times 30 \text{ toneladas} = \text{R\$ } 27.000 \text{ reais}$), assim, mesmo subtraindo o custo com calcário, terá um lucro positivo de R\$ 26.532,00. Ademais, vendendo a R\$ 1,00 o quilo (para farinha), soma-se 30.000 reais (ou seja, $1,00 \times 1 \text{ tonelada} = 1000 \text{ reais} \times 30 \text{ toneladas} = \text{R\$ } 30.000 \text{ reais}$), terá um lucro de R\$ 29.532,00 reais.

Comparando com a produção sem calcário, onde a produtividade foi de 20 toneladas, vendendo a macaxeira a R\$ 0,90 reais o quilo (raiz para cozimento), (isto é, $0,90 \times 1 \text{ tonelada} = 900 \text{ reais} \times 20 \text{ toneladas} = \text{o lucro é de R\$ 18.000 reais}$) ou a R\$ 1,00 o quilo (para farinha), (isto é, $1,00 \times 1 \text{ tonelada} = 1000 \text{ reais} \times 20 \text{ toneladas} = \text{o lucro é de R\$ 20.000 reais}$). Assim, fazendo a diferença entre os lucros obtidos da produtividade com e sem uso do calcário, vendendo a macaxeira a R\$ 0,90 (R\$ 26.532,00 – R\$ 18.000 reais) terá um lucro de R\$ 8.532, ou ainda, se vender a R\$ 1,00 (R\$ 29.532,00 – R\$ 20.000) lucra R\$ 9.532,00 (Figura 8).

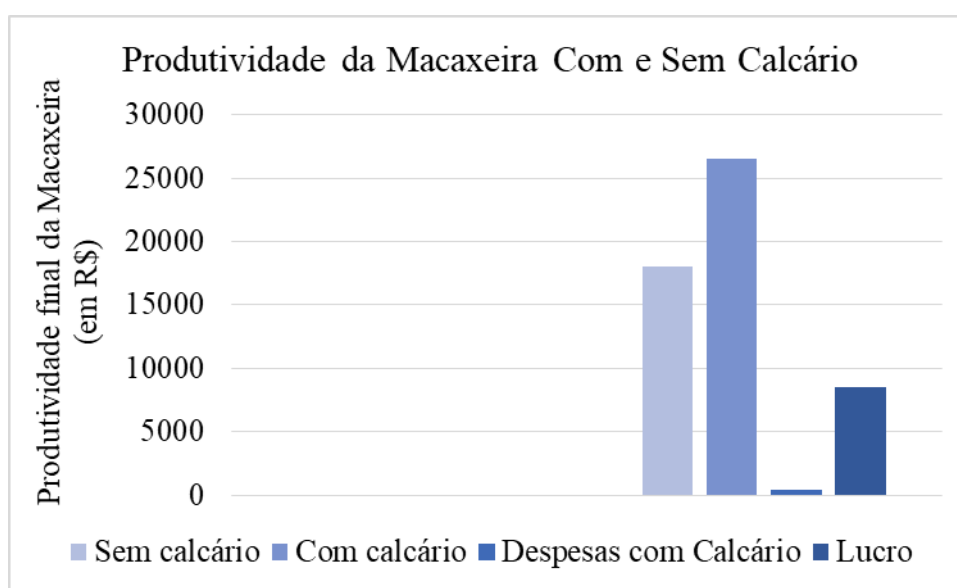


Figura 8. Comparativo da produtividade da Macaxeira Com e Sem Calcário.

É possível afirmar que apesar de haver um investimento com o uso do calcário, em contrapartida há um lucro positivo e considerável, isso porque terá lucro de R\$ 8.532,00 e R\$ 9.532,00 reais, tanto vendendo para cozimento quanto para farinha, respectivamente. Além do mais, comparando a porcentagem da produtividade com e sem calcário, a primeira chega próximo a 85,71 % e a segunda 57,14 %, tendo uma diferença de 28 % (Figura 9).

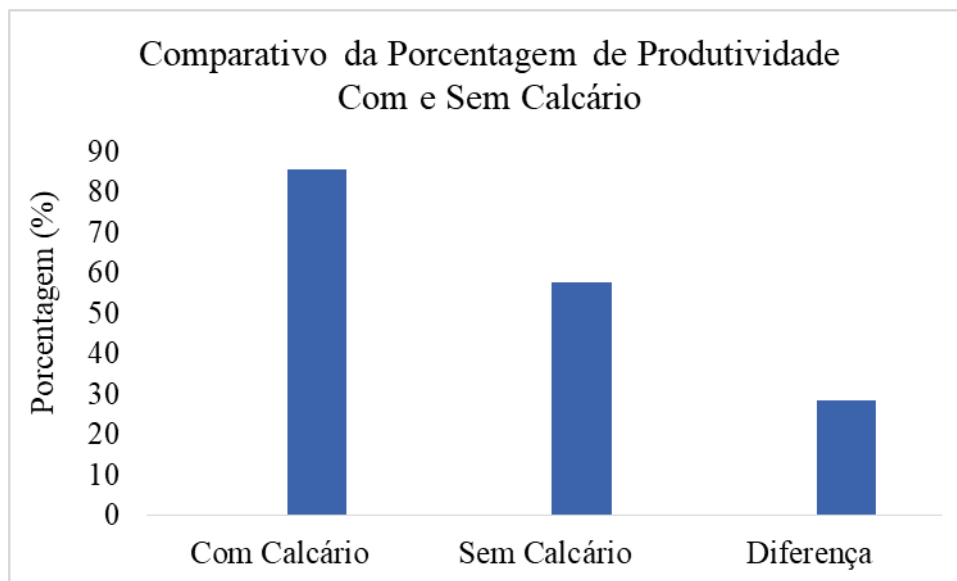


Figura 9. Comparativo da Porcentagem de Produtividade da Macaxeira Com e Sem uso de Calcário.

5. CONCLUSÕES

O calcário dolomítico promoveu melhorias significativas tanto no solo quanto nas plantas de macaxeira. Pode-se observar que, além de aumentar a relação cálcio e magnésio, a calagem contribuiu para aumento da Soma de bases, aumento dos teores de cálcio mais magnésio, teor de magnésio e ainda reduziu a acidez potencial, o teor de alumínio trocável do solo e a saturação por alumínio. Além disso, contribuiu para o aumento da produtividade da macaxeira e obtenção de um lucro maior.

Assim, é possível afirmar que as doses de calcário dolomítico promoveram efeito positivo no cultivo da macaxeira em sequeiro e a dose com melhores resultados foi de duas toneladas por hectare de calcário dolomítico, pois conseguiu melhorar a qualidade dos parâmetros de fertilidade do solo e a produtividade das plantas de macaxeira, aumentando a geração de renda.

6. REFERÊNCIAS

- ANJOS, J. L. dos. *et al.* Mandioca. In: SOBRAL, L. F. *et al.* **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju – SE: 2007.
- BORGES, A. L. *et al.* **Recomendações de calagem e adubação para abacaxi, acerola, banana, citros, mamão, mandioca, manga e maracujá**. 2. ed. editora técnica. Embrapa. Brasília – DF: 2021.
- CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Mandioca: Raiz, Farinha e Fécula**. 2017. Disponível em: https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuário-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-demandioca/item/download/15257_cbda_3c716a5046d0700dc831c240a234>Acesso em: 13 de fevereiro de 2024.
- DIAS, M. C. *et al.* **Aipim Manteiga: Cultivar de Macaxeira para o Amazonas**. Embrapa Amazônia Ocidental. 1. Ed. Manaus – AM: 2003.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. Ed. Brasília – DF, EMBRAPA, 2009, 627p.
- FERREIRA, D. F. **Sisvar: a computer statistical analysis system**. Ciência e Agrotecnologia (UFLA), v. 35, n.6, p. 1039-1042, 2011.
- IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Mandioca**. 2022. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/explica/producao-agropecuaria/mandioca/>>Acesso em 12 de fevereiro de 2024.
- IYER, S. *et al.* **Estudo dos primeiros eventos que levam à deterioração pós-colheita da raiz da mandioca**. Biologia de plantas tropicais. v. 151-165, 2010.
- LOPES, A. S. *et al.* **Acidez do solo e calagem**. 3. ed. ANDA, São Paulo – SP: 1990.
- LORENZI, J. O. **Mandioca**. 2.a ed. CATI, Campinas – SP: 2012.
- MALAVOLTA, E. **ABC da Adubação**. 5. ed. Editora Agronômica CERES LTDA, São Paulo – SP: 1989.

MALAVOLTA, E. *et al.* **Adubos e Adubações**. Nobel, São Paulo – SP: 2002.

NASCIMENTO, I. S. B. do. *et al.* **Variáveis fitométricas de macaxeira (*Manihot esculenta* Crantz) em resposta á aplicação de calagem e gesso agrícola**. Revista Sustinere. Rio de Janeiro – RJ: 2019.

OTSUBO, A. A. *et al.* **Cultivo da mandioca na Região Centro-Sul do Brasil**. Embrapa Agropecuária Oeste; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, Dourados – MS: 2004.

PERIM, S. **Efeitos de níveis de fósforo e de calcário no crescimento e na acumulação de P, Ca, Mg e Zn pela mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em casa de vegetação**. Tese (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras. Lavras – MG: 1982.

PREZOTTI, L. C. *et al.* **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Incaper. Vitória – ES: 2013.

RAIJ, B. V. **Fertilidade do solo e adubação**. Ceres, Potafos, Piracicaba – SP: 1991.

RAVANI, L. M. O. de. **Desempenho da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em função de diferentes doses de adubo fosfatado, com e sem calagem em campos naturais**. TCC – Universidade Federal do Amazonas, Instituto de Educação Agricultura e Ambiente, Curso de Agronomia. Humaitá – AM: 2019.

RIBEIRO, A. C. *et al.* **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais**. 5º Aproximação. Viçosa – MG: 1999.

SOBRAL, L. F. *et al.* **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes no estado de Sergipe**. Embrapa Tabuleiros Costeiros, Aracaju – SE: 2007.

SOUZA, L. S. da. *et al.* **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas – BA: 2006.

TEIXEIRA, P. C. *et al.* **Manual de métodos de análise de solo**. Embrapa. 3. ed. rev. e ampl. – Brasília – DF: 2017.

ZEBALHO. C. S. *et al.* **Fatores de manejo para altas produtividades de mandioca de indústria no Mato Grosso do Sul**. Santa Maria – RS: 2023.

7. APÊNDICES



Figura 10. Local onde foi realizado o projeto da Calagem na Cultura da Macaxeira.



Figura 11. Cultura já implantada e projeto em andamento.



Figura 12. Blocos casualizados.



Figura 13. Cultura próximo ao ponto de colheita para análise.