



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO PARÁ
CAMPUS PARAGOMINAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO RURAL E GESTÃO
DE EMPREENDIMENTOS AGROALIMENTARES

ROSEMIRO DE ASSIS RIBEIRO

**CULTIVO DA MANDIOCA SOB MANEJOS AGROTECNOLÓGICOS SUSTENTÁVEIS
NO ASSENTAMENTO PARAGONORTE, PARAGOMINAS, PARÁ**

CASTANHAL
2019

ROSEMIRO DE ASSIS RIBEIRO

**CULTIVO DA MANDIOCA SOB MANEJOS AGROTECNOLÓGICOS SUSTENTÁVEIS
NO ASSENTAMENTO PARAGONORTE, PARAGOMINAS, PARÁ**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Pará –
Campus Castanhal como requisito para obtenção
do título de mestre em Desenvolvimento Rural e
Gestão de Empreendimentos Agroalimentares

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento
Coorientador: Prof. Dr. Antônio Augusto
Nogueira Franco

CASTANHAL
2019

Dados para catalogação na fonte
Setor de Processamento Técnico Biblioteca
IFPA - Campus Castanhal

R484c Ribeiro, Rosemiro de Assis
 Cultivo da mandioca sob manejos agrotecnológicos sustentáveis
 no Assentamento Paragonorte, Paragominas, Pará / Rosemiro de Assis
 Ribeiro. – 2019.
 68f.

Impresso por computador (fotocópia). Orientador: Prof.

Dr. João Tavares Nascimento Coorientador: Prof. Dr.

Antonio Augusto Nogueira Franco

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento Rural e Gestão de
Empreendimentos Agroalimentares) – Instituto Federal de
Educação, Ciência e Tecnologia do Pará – IFPA, 2019.

1. Mandioca – Manejo - Paragominas (PA). 2. **Solos – Uso.** 3.
Assentamento Paragonorte – Paragominas (PA). I. Instituto Federal
de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará. II. Título.

CDD: 633.682098115

Biblioteca/Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará
Bibliotecária Leontina da Cunha Nascimento – CRB-2: 970

**CULTIVO DA MANDIOCA SOB MANEJOS AGROTECNOLOGICOS SUSTENTÁVEIS
NO ASSENTAMENTO PARAGONORTE, PARAGOMINAS, PARÁ**

Dissertação apresentada ao Instituto Federal de
Educação, Ciências e Tecnologia do Pará –
Campus Castanhal como requisito para obtenção
do título de mestre em Desenvolvimento Rural e
Gestão de Empreendimentos Agroalimentares

Data da defesa: 07 /10 / 2019

Conceito:

BANCA EXAMINADORA:

Orientador: Prof. Dr. João Tavares Nascimento
Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal

Membro externo: Prof. Dr. Luís de Souza Freitas
Universidade Federal Rural da Amazônia – Campus Paragominas

Membro interno: Prof. Dr. Cícero Paulo Ferreira
Instituto Federal do Pará – Campus Castanhal

Dedico este trabalho:

A Deus pela infinita proteção a minha vida, por me ajudar a discernir as coisas corretas deste mundo e por proteger minha saúde.

Ao meu pai Hipólito dos Santos Ribeiro (*In Memoriam*), pelos seus ensinamentos através das virtudes do trabalho, humildade e honestidade.

A minha mãe Domingas de Assis Ribeiro pela sua dedicação na criação de seus 12 filhos, sempre dedicada à formação exemplar e conduta correta.

Ao Dr. Natalino de Assis Ribeiro (*In Memoriam*), meu irmão, médico que muito se dedicou a cuidar da saúde dos familiares e, em especial, da população do município de Mãe do Rio-PA.

Aos meus irmãos e irmãs pela dedicação ao trabalho, em especial ao meu irmão Bispo Auxiliar de Belém Dom Antônio de Assis Ribeiro pelo seu trabalho exemplar dedicado à juventude paraense.

A minha esposa, Mestra em Educação pela Universidade do Estado do Pará, Francisca Janice Silva, por ser um exemplo de pessoa dedicada aos seus estudos e que sempre me incentivou a continuar os meus.

A minha filha Ana Clara Silva Ribeiro pelo seu carinho e amizade.

AGRADECIMENTOS

A Deus pela sua infinita misericórdia pela humanidade.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Pará, Campus Castanhal, pelo Programa de Pós-graduação em Desenvolvimento Rural e Gestão de Empreendimentos Agroalimentares.

À Prefeitura Municipal de Paragominas, em nome do Excelentíssimo Prefeito Paulo Pombo Tocantins, pela parceria na implantação deste curso no município.

Ao Professor Dr. João Tavares Nascimento pela orientação e dedicação.

Ao professor Dr. Antônio Augusto Nogueira Franco, Coorientador, pelo trabalho no apoio à análise estatística e parceria no desenvolvimento de projetos em prol do desenvolvimento e bem-estar dos agricultores familiares do município de Paragominas.

Ao Coordenador Técnico da Secretaria Municipal de Agricultura Manoel Severino Neto pela parceria na implantação do experimento na comunidade e pela luta em prol da agricultura familiar.

A todos os trabalhadores da Associação União dos Pequenos Agricultores do Norte pela parceria na implantação do experimento, em especial agradeço a José Valderino, presidente desta associação.

Às diretoras escolares do Assentamento, professora Valdimeire Reis e professora Ana Cristina pelo seu apoio na realização do dia de campo na comunidade Vila União e demais contribuições.

A todos que direta ou indiretamente contribuíram para a realização deste trabalho.

BIOGRAFIA

ROSEMIRO DE ASSIS RIBEIRO, filho dos agricultores Hipólito dos Santos Ribeiro e Domingas de Assis Ribeiro, nasceu na comunidade rural Saçuteua, no município de Capitão Poço, no estado do Pará, no dia 04 de janeiro de 1970, juntamente com seu irmão gêmeo Rosivan de Assis Ribeiro.

Aos nove anos, começou seus estudos em uma escola da comunidade rural, na qual morou até os 12 anos. Em 1982, mudou-se para o município de Ourém onde continuou seus estudos nas escolas Padre Antônio Vieira e Padre Ângelo Morett, sendo que nesta última estudou até a antiga oitava série. Em seguida, passou a morar na capital Belém onde cursou o ensino médio nos Colégios do Carmo, na Cidade Velha, e Cearense, no qual concluiu a etapa.

Em 1993, ingressou no curso de Engenharia Agrônômica pela antiga Faculdade de Ciências Agrárias do Pará, onde obteve o título de Engenheiro Agrônomo em 1998. No ano seguinte, desenvolveu trabalhos com as culturas de pimenta-do-reino, bovinocultura, culturas de ciclo curto, em especial a cultura da mandioca e fruticultura nos municípios de Rondon, Paragominas e Capitão Poço.

Em 2005, ingressou no curso de Especialização em Fertilidade e Nutrição de Solo, na Universidade Federal de Lavras – UFLA (MG), concluído no ano de 2008. Em janeiro de 2010, através de concurso público, ingressa no quadro efetivo da Prefeitura Municipal de Paragominas onde começa seus trabalhos de extensão rural no assentamento Paragonorte, com a implantação de projetos dos programas FNO (Fundo Constitucional de Financiamento do Norte) e PRONAF (Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar) também em projetos de mecanização de culturas anuais, como feijão, melancia, arroz e mandioca.

Estes trabalhos e o conhecimento da realidade do assentamento Paragonorte, em especial a Vila União, somados à experiência como produtor rural ciente das dificuldades diárias dos produtores desse assentamento em relação à infraestrutura de produção de farinha e ausência de agrotecnologias, produtividade baixa e grande incidência de podridão radicular, que o levaram a propor ao IFPA, através do curso de mestrado profissional, a implantação deste experimento na comunidade para avaliação das agrotecnologias aplicadas à cultura da mandioca.

RESUMO

A produção de mandioca na Amazônia é caracterizada pelo uso de tecnologias rudimentares (como uso do fogo, solos ácidos e de baixa fertilidade), cultivares de baixa produtividade e com grande potencial de incidência de podridão mole e pela falta de políticas públicas que possam alavancar a cadeia produtiva da mandioca, em especial no estado do Pará. Esta realidade impulsiona o desenvolvimento deste trabalho cujo objetivo foi avaliar a produtividade e a incidência de podridão mole através da aplicação de agrotecnologias de cultivo (calagem, leiras e cultivares melhoradas) e da sensibilização dos agricultores sobre o uso adequado de tais agrotecnologias. Foi realizado o estudo sobre as características químicas do solo da comunidade, o efeito da calagem e leira no aumento da produtividade das cultivares estudadas e na incidência de doenças, o efeito da leira e calagem na altura das plantas, comprimento e diâmetro de raiz, além de determinação do índice de colheita das cultivares, determinação da biomassa, massa seca, teor de amido e rendimento de farinha das cultivares. O experimento foi implantado no Assentamento Paragonorte, Vila União, em parceria com a Associação União dos Pequenos Agricultores do Norte. O delineamento experimental adotado foi o de blocos complexos casualizados com tratamentos organizados em esquema de parcelas, subparcelas e subsubparcelas subdivididas, com três repetições. O fator primário disposto na parcela foi CALAGEM (com e sem), o fator secundário disposto na subparcela foi LEIRA (com e sem) e o fator terciário disposto na subsubparcela foi CULTIVARES (Poti, Maranhense, Jurará, Manivão e Taxi). Os efeitos da CALAGEM e da LEIRA foram estudados pelo teste F ($p < 0,05$) da análise de variância, uma vez que para dois níveis de fator ele é conclusivo, e os efeitos das CULTIVARES foram comparados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com o programa computacional Sisvar. Observou-se o efeito positivo da calagem na produtividade das cultivares como também foi significativo o efeito da leira na produtividade, podridão radicular e diâmetro de raiz.

Palavras-chave: Cultivar. *Manihot Esculenta*. Podridão Mole.

ABSTRACT

Amazon's cassava production is characterized by use of rudimentary technologies such as fire, acidic and low fertility soils, low-yield cultivars with a high potential for rotting, plus the lack of public policies that can improve cassava's production especially in the state of Pará. Due to this situation, this work aims evaluating cassava's production and incidence of rotting by applying cultivation agrotechnologies (liming the soil, windrows and improved cultivars), also raising farmers' awareness to proper use cultivation agrotechnologies. First step was to made a study of the community soil chemical characteristics, the effect of liming and windrows on the increase of productive of the cultivars studied and on the incidence of diseases, the effect of windrows and liming on plant height, root length and diameter, determination of cultivars harvest index, determination of biomass, dry mass, starch content and flour yield of cultivars. The experiment was implemented at Paragonorte Settlement, at one of its village named Vila União, in partnership with the Associação de Pequenos Agricultores do Norte (Small Farmers of the North Association). The experimental design adopted was a randomized complete block with treatments organized in a split plot, subplot and subsubparcel subplot with three replications. The primary factor in the plot was LIMING (with and without), the secondary factor in the subplot was WINDROW (with and without) and the tertiary factor in the subplot was CULTIVARS (Poti, Maranhense, Jurará, Manivão and Taxi). Liming and windrow were studied using the F Test ($p < 0.05$) of variance analysis, that is conclusive for two factor levels, and the effects of CULTIVARS were compared using the Tukey Test at 5% probability, plus the statistical analyzes were performed using Sisvar . The results showed the positive effects of liming on the yield of the cultivars as well as significant effects of the windrow on the yield, rotting and diameter of the roots.

Keywords: Grow Crops, *Manihot Esculenta*. Soft Rot

LISTA DE FIGURAS E GRÁFICOS

Figura 1 – Mapa do Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA.....	32
Figura 2 – Mudas-semente da cultivar Poti e planta da cultivar Poti com 30 dias.....	34
Figura 3 – Mudas-semente da cultivar Jurará e planta da cultivar Jurará com 30 dias.....	35
Figura 4 – Mudas-semente da cultivar Manivão e planta da cultivar Manivão com 30 dias.....	35
Figura 5 – Mudas-semente da cultivar Maranhense e planta da cultivar Maranhense com 30 dias.....	36
Figura 6 – Mudas-semente da cultivar Taxi e planta da cultivar Taxi com 120 dias.....	36
Figura 7 – Plantio de uma parcela do experimento com a participação dos agricultores familiares.....	40
Figura 8 – Parcela do experimento após os tratos culturais (capim, amontoa) com a participação dos agricultores da Associação.....	40
Figura 9 – Ramos de aplicação dos produtos oriundos da fécula.....	55
Gráfico 1 – Participação dos Estados produtores de mandioca no Brasil em 2017.....	18
Gráfico 2 – Desempenho de produtividade de mandioca no Brasil de 1970 a 2015.....	23
Gráfico 3 – Desempenho de área colhida de mandioca no Brasil de 1970 a 2015.....	23
Gráfico 4 – Precipitação pluviométrica de Paragominas no período de fevereiro de 2018 a junho de 2019.....	38
Gráfico 5 – Incidência da podridão radicular nas cultivares de mandioca conforme as parcelas e subparcela no experimento da Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA.....	49

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Médias quinquenais das produtividades de mandioca nas grandes regiões fisiográficas do Brasil: 2006 a 2010 e 2011 a 2015.....	19
Tabela 2 – Classificação dos municípios paraenses produtores de mandioca em relação à área colhida (ha), quantidade produzida (t) e produtividade ($t\ ha^{-1}$) (Embrapa, 2017).....	20
Tabela 3 – Rendimento de raízes e parte aérea de mandioca ($Kg\ ha^{-1}$) de mesa em resposta a doses de calcário aplicadas em Latossolos Amarelos, Terra Alta-PA, 2004.....	27
Tabela 4 – Descritores morfológicos e agrônômicos das cinco cultivares de mandioca do experimento realizado no P. A. Paragonorte, Vila União, Paragominas-PA.....	34
Tabela 5 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento Vila União com cinco cultivares de mandioca no município de Paragominas-PA.....	37
Tabela 6 – Características químicas e físicas do solo da área experimental da Vila União.....	38
Tabela 7 – Garantia mínima da composição do calcário dolomítico usado no experimento de avaliação de produtividade de mandioca na Vila União (IFPA, 2018).....	39
Tabela 8 – Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral em função da calagem, leira e cinco cultivares de mandioca para as variáveis produtividade comercial (PROD), podridão radicular (PODR), diâmetro da raiz (DIAR), comprimento da raiz (COMR), diâmetro da planta (DIAP) e altura da planta (ALTU).....	43
Tabela 9 – Diâmetro de planta e altura de cinco cultivares de mandioca cultivadas no Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA.....	44
Tabela 10 – Altura média de cinco cultivares de mandioca, desdobrada dentro de calagem e leira, cultivadas no Assentamento Paragonorte Paragominas-PA.....	45
Tabela 11 – Produtividade comercial, podridão radicular e comprimento de raiz de cinco cultivares de mandioca, desdobrados dentro de calagem e leira, cultivadas no Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA.....	46
Tabela 12 – Diâmetro médio de raiz de cinco cultivares de mandioca em função da leira.....	47
Tabela 13 – Diâmetro de raízes de cinco cultivares de mandioca, desdobrado dentro de calagem.....	47

Tabela 14 – Características químicas e físicas do solo da área experimental da Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA, na camada de 0-20 cm, 6 meses após a calagem	49
Tabela 15 – Características químicas e físicas do solo da área experimental da Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA, na camada de 0-20 cm, 14 meses após a calagem e colheita.....	50
Tabela 16 – Produtividade média de cinco cultivares de mandioca plantadas nas parcelas com calcário e sem calcário e com leira e sem leira na Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA	51
Tabela 17 – Produtividade média da biomassa verde da parte aérea das plantas e matéria seca (parte aérea mais raiz) em toneladas por hectare e índice de colheita das cinco cultivares de mandioca cultivadas na Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA	52
Tabela 18 – Resultado de análise foliar das cinco cultivares de mandioca nas parcelas com calcário e sem calcário.....	53
Tabela 19 – Valores de nutrientes considerados adequados em mandioca	54
Tabela 20 – Análise dos percentuais de açúcares redutores, amido e matéria seca das cinco cultivares de mandioca nas parcelas com calagem e sem calagem e na subparcela com leira e sem leira	54
Tabela 21 – Rendimento em percentagem de farinha de cinco variedades de mandioca colhidas no Assentamento Paragonorte – Vila União-Paragominas-PA	56

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	14
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	16
2.1 Origem e distribuição geográfica da cultura da mandioca	16
2.2 Aspectos socioeconômicos da cultura da mandioca	16
2.3 Manejo e conservação do solo no cultivo de mandioca	20
2.4 Cultivo de mandioca em canteiros ou leiras ou camalhões e em espaçamentos	24
2.5 A importância da calagem no cultivo da mandioca	25
2.6 Principais doenças que atacam a cultura da mandioca	27
2.6.1 Principais doenças	27
2.7 O melhoramento genético na cultura da mandioca	28
2.8 Análise Foliar na cultura da mandioca	29
2.9 Teores de amido e açúcar em cultivares de mandioca	30
3 METODOLOGIA	31
3.1 Local da pesquisa	33
3.2 Tipo de pesquisa	33
3.3 Descritores morfológicos e agrônômicos para a caracterização de cultivares de mandioca	33
3.4 Delineamento experimental	36
3.5 Caracterização do solo e da área experimental	37
3.6 Implantação do experimento	38
3.7 Condução do experimento	39
3.8 Parâmetros de Avaliação	41
3.8.1 Altura de Planta (AP) e Diâmetro Caulinar (DC)	41
3.8.2 Produtividade de raiz e podridão radicular	41
3.8.3 Comprimento (CR) e Diâmetro radicular (DR)	41
3.8.4 Índice de Colheita (IC), Biomassa Verde (BV) e Biomassa Seca Aérea (BS)	41
3.8.5 Análises de solo, foliar, teor de amido e açúcares redutores	42
3.9 Análises estatísticas e modelo matemático	42
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
4.1 Avaliação de diferentes cultivares	43
4.2 Crescimento da planta: altura e diâmetro por tratamento	44
4.3 Produtividade de raízes por tratamento	45
4.4 Desenvolvimento radicular por tratamento	47
4.5 Podridão radicular por tratamento	48
4.6 Caracterização química do solo antes e depois da colheita	49
4.7 Produção de biomassa seca foliar e radicular: Índice de colheita	51
4.8 Balanço dos nutrientes foliares sob tratamento	52
4.9 Teores de amido e açúcares redutores radicular por tratamento	54
4.10 Rendimento de farinha de mesa por tratamento	55
5 CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICA	58
APÊNDICES	64

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) apresenta grande importância na dieta alimentar humana e suplementação animal por apresentar grande teor energético nas raízes e proteico nas folhas, além de apresentar importância socioeconômica para o desenvolvimento da agricultura familiar no Estado do Pará (PA). Esta cultura é altamente dependente de mão de obra, estimando-se que, para cada 3ha de mandioca cultivados, duas pessoas são empregadas durante o ano, indicando que o seu cultivo gera mais de 200 mil empregos no Pará, sendo talvez a maior fonte geradora de emprego na agricultura familiar do Estado (HOMMA, 2000).

Em relação à área colhida, em milhões de hectares, os principais produtores de mandioca foram: Nigéria (3.850); República Democrática do Congo (2.200); Brasil (1.525); Tailândia (1.385); Angola (1.167); Indonésia (1.065) e Tanzânia (950 mil hectares) (FAO, 2013).

No Brasil, a extração do amido, em especial na região Norte, é feita de forma artesanal e semi-industrializada, a demanda comercial é grande e competitiva, principalmente para a produção dos chamados amidos modificados, que cresce muito no país, destacando-se nessa área onde ocorre a maior agregação de valor da mandioca.

No manejo do cultivo da mandioca, pode-se destacar inúmeras vantagens desta cultura em relação a outras culturas cultivadas no Brasil, como a tolerância à seca, a baixa exigência de fertilidade do solo e o rendimento satisfatório em solos ácidos e escassos em nutrientes, a resistência ou tolerância a pragas e doenças, a possibilidade de mecanização do plantio à colheita e também de plantios em consórcios com outras culturas, entre outras vantagens.

No município de Paragominas, conforme levantamento de produtividade de mandioca (em roça de toco) sem o uso das agrotecnologias de cultivo (calagem, plantio de cultivares melhoradas, plantio em leiras, espaçamento adequado e manejo da capina), no ano de 2010, foi possível constatar que o Assentamento Luís Inácio, mais especificamente na comunidade Rural do Ribeirão, a 80 km da sede do município de Paragominas, com 06 produtores rurais, apresentou uma produtividade média de 15,82 toneladas por hectare (ALVES E SILVA, 2009).

O Assentamento Paragonorte, localizado no município de Paragominas, no qual está inserida a comunidade Vila União, pertence à microrregião do sudeste paraense e é caracterizado pelo desenvolvimento de uma agricultura familiar bem diversificada, entre as principais atividades agropecuárias pode-se destacar a pecuária de corte e leite, piscicultura, apicultura, culturas anuais (arroz, feijão-caupi, milho, mandioca), fruticultura e cultivo de hortaliças.

O Brasil é notadamente um dos maiores produtores de mandioca do mundo, tendo essa cultura elevada importância econômica e social por gerar emprego e renda além de ser grande fonte de carboidratos e proteínas, fonte de subsistência para as populações mais carentes, constituindo-se também em importante base para a alimentação animal.

Na região norte do país tal importância é evidente, no entanto a maioria dos cultivos de mandioca ainda é feita de modo tradicional, como o uso das técnicas de roçagem e queima da capoeira, o que reflete em baixa produtividade e em problemas ambientais.

Sendo assim, para um aumento de produtividade de raiz de mandioca, faz-se necessário o uso de novas tecnologias por parte dos pequenos agricultores do assentamento, visto que é comum em seus relatos a ocorrência frequente da podridão, que ocasiona, consequentemente, em baixas taxas de produtividade.

Entre as agrotecnologias produtivas (plantio em leiras, plantio de cultivares tolerantes a doenças), o manejo do solo (calagem, adubação equilibrada e cobertura do solo) e o manejo do cultivo (seleção de estacas, sementes, capina, em consórcio ou em rotação) são de fundamental importância para uma maior produtividade e rentabilidade. Entretanto, para que estas melhorias ocorram em tempo hábil aos agricultores familiares, faz-se necessário construir uma ponte de aproximação entre as entidades de pesquisa e a extensão rural, associações de agricultores familiares ou comunidades rurais, possibilitando o acesso desses atores a toda tecnologia desenvolvida e sua aplicação na prática e manejo dos seus agro ecossistemas, resultando, assim, na melhoria dos índices de produtividade da cultura.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a produtividade e a incidência de podridão mole com a aplicação das agrotecnologias de cultivo (calagem, leiras e cultivares melhoradas). Foi realizada análise das características químicas do solo da comunidade, o efeito da calagem e leira no aumento da produtividade das cultivares estudadas e na incidência de doenças, o efeito da leira e calagem na altura das plantas, comprimento e diâmetro de raiz e determinação do índice de colheita das cultivares e análise foliar e análise de teores de amido e açúcar nas cultivares de mandioca.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Origem e distribuição geográfica da cultura da mandioca

A cultura mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) apresenta sua origem e diversificação na América do Sul, é uma planta heliófila, perene, arbustiva, tolerante à seca e possui ampla adaptação às mais distintas condições edafoclimáticas, sendo o Brasil o principal centro de diversidade e a Amazônia provavelmente o centro de origem da espécie. Este gênero possui 98 espécies identificadas, sendo que esta espécie em estudo é a única cultivada para fins comerciais, isto é, para a produção de raízes comestíveis ou para outros fins industriais (LORENZI *et al.*, 2002).

Dentro da sistemática botânica de classificação hierárquica, a mandioca pertence à classe das Dicotiledôneas, à subclasse Archiclamydeae, à ordem Euforbiales, à família das Euforbiáceas, à tribo Maninhoteae, ao Gênero *Manihot* e à espécie *M. esculenta* (FUKUDA; IGLESIAS, 2006).

2.2 Aspectos socioeconômicos da cultura da mandioca

A mandioca, como planta originária da América do Sul, exerceu papel relevante para as populações nativas, mantendo a sua posição de principal fonte de carboidrato desta parte do continente Americano, sendo um bom exemplo desse papel os registros históricos da carta de Pero Vaz de Caminha ao Rei de Portugal.

Na Amazônia, apesar da cultura da mandioca ser um alimento básico, sobretudo das populações de baixa renda, sua importância não é considerada em termos de apoio para o segmento da pequena produção, sendo que a região Norte é a maior produtora de mandioca do Brasil em termos quantitativos (produção em toneladas), superando a produção da região Nordeste, considerada a maior produtora desde 1990, tanto em área plantada quanto em quantidade de raiz (FILGUEIRAS; HOMMA, 2016).

A mandioca é alimento energético para mais de 500 milhões de pessoas, sobretudo em países em desenvolvimento (SCHWENGBER, 2002) e, na região Norte do Brasil, a importância econômica e social da cultura da mandioca se evidencia na alimentação básica da população e na geração de empregos.

No Pará, a atividade de fabricação de farinha dos pequenos agricultores familiares é altamente intensiva de mão de obra e caracterizada pela baixa lucratividade. A produção de mandioca no Pará é caracterizada pela baixa produtividade, algo em torno de 15,54 toneladas

por hectare. Para solucionar a baixa produtividade familiar, o pequeno produtor necessita de políticas, como fomento à implantação de casas de farinha comunitárias, mecanização parcial no processo de fabricação de farinha, tratores e implementos agrícolas, fertilizantes, corretivos de acidez, genética e infraestrutura social, dentre outras.

Na capital paraense, a comercialização da farinha é realizada principalmente pelos feirantes, que a adquirem dos produtores através de sacos de 60 kg e a revendem em litros. A comercialização em litro transforma o saco inicial em 100 litros de farinha, ou seja, o produtor, se tivesse condições de vender sua produção diretamente para os consumidores, poderia ampliar bastante sua lucratividade, mas, por falta de organização e planejamento, acaba tendo perdas significativas em seus lucros.

No Nordeste paraense, uma das grandes limitações dos atuais produtores de farinha refere-se à busca de lenha, que chega a representar entre 10% e 15% do custo total de produção da farinha. Portanto, os produtores de mandioca necessitam urgentemente serem estimulados a plantar árvores de rápido crescimento para assegurar estoque de lenha para a produção de farinha, visando a redução dos custos e a diminuição dos impactos ambientais na floresta pela retirada de madeira nativa para queima na fabricação.

O agronegócio de mandioca no Brasil gerou uma receita bruta de R\$ 7,1 bilhões, com uma área colhida de 1,6 milhões de hectares e produção de 24 milhões de toneladas de raiz e geração de 1,0 milhão de empregos diretos (REINHARDT, 2012).

Conforme análise da conjuntura agropecuária da mandioca, safra do ano agrícola 2015-2016, do Departamento de Economia Rural-PR, na região Norte o Pará se destaca há vários anos assumindo a liderança da produção brasileira de mandioca bem como representa o maior consumo “per capita” de farinha, estimado em 35kg ano^{-1} (GRAXKO, 2015).

Segundo Homma (2015), a relevância da mandioca para o Pará está associada à sua liderança em área plantada e produção no Brasil no ano de 2010, sendo uma cultura altamente demandante de mão de obra, com uma estimativa de 200 mil empregos gerados no estado.

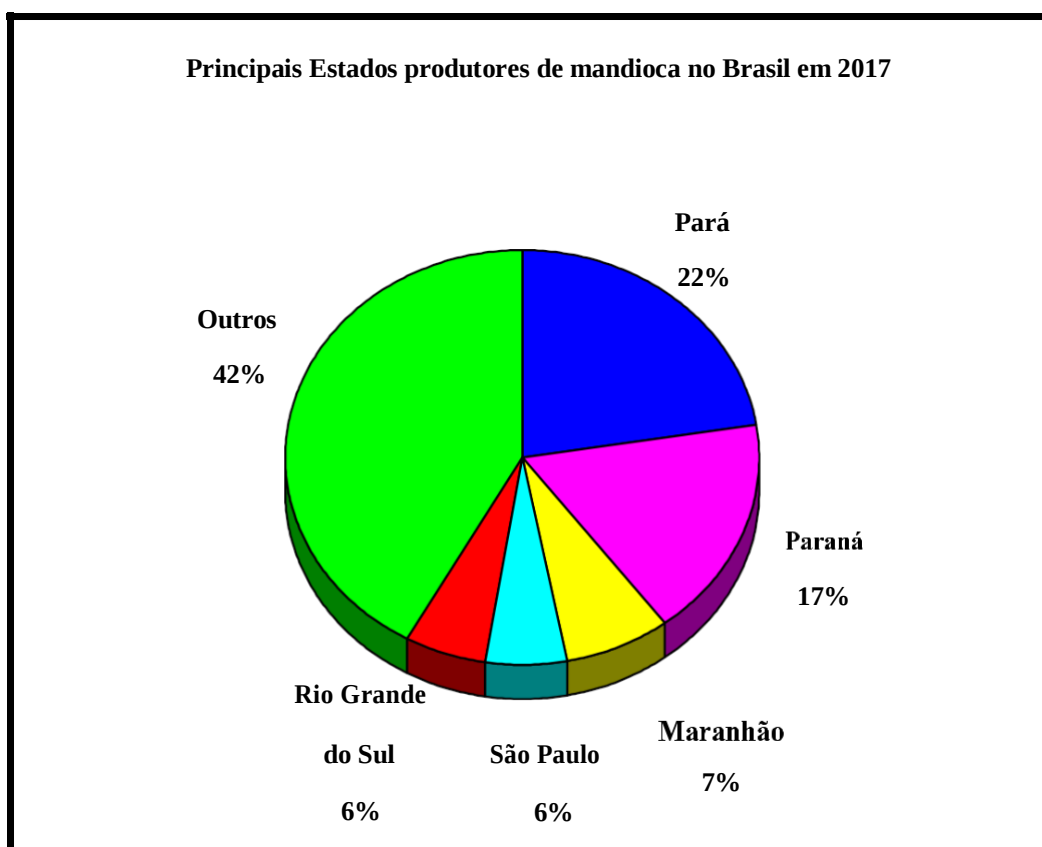
Os dados do IBGE (2017) sobre o rendimento médio de produtividade de mandioca apontam São Paulo e Paraná como expoentes da produção, com média de quase 25 toneladas por hectare, seguidos do Rio Grande do Sul, com cerca de 17, além de apontarem o Maranhão com média de 8 toneladas por hectare. O Pará, segundo os dados, apresentou rendimento médio de aproximadamente 15 toneladas por hectare, número equivalente à média nacional e maior do que a média dos outros estados produtores, de aproximadamente 13 toneladas por hectare.

No Pará, a alta dos preços da farinha no ano de 2013 favoreceu o início do plantio de grandes áreas com adoção de tecnologias e plantios mecanizados, seguindo o modelo de produção de outros estados que trabalham a cultura em grande escala, em especial o Paraná cuja maior parte da produção é destinada à indústria de fécula.

A área plantada com a cultura da mandioca na região Norte foi de 506. 927 ha no ano de 2013, sendo que, considerando valores correntes ao valor bruto de produção com lavouras temporárias, a região gerou R\$ 8. 988.223 mil reais e a mandioca representa R\$ 3. 768.194 mil reais deste valor, ou seja, 41,92% do valor total de produção; isto mostra a importância econômica e social da mandioca na região Norte do Brasil (IBGE, 2014).

No Norte, os principais estados produtores de mandioca em toneladas de raiz, no ano de 2013, foram: Pará com 4. 621.692; Acre com 939.178; Amapá com 134.720; Amazonas com 940.975. Segue abaixo o Gráfico 1, percentual de produção dos estados brasileiros produtores de mandioca no ano de 2017 (EMBRAPA, 2018).

Gráfico 1 – Participação dos Estados produtores de mandioca no Brasil em 2017



Fonte: Embrapa Mandioca e Fruticultura, (2017).

Em relação à produtividade por região, as regiões Sul e Sudeste apresentam as maiores produtividades conforme mostra a Tabela 1, a seguir.

Tabela 1 – Médias quinquenais das produtividades de mandioca nas grandes regiões fisiográficas do Brasil: 2006 a 2010 e 2011 a 2015

Grande Região	Período	
	Média (2006 a 2010) t/há	Média (2011 a 2015) t/ha
Norte	15,21	15,54
Nordeste	10,48	9,34
Sudeste	18,20	18,25
Sul	20,19	21,82
Centro-Oeste	16,31	18,36

Fonte: Dados do IBGE.

Atualmente, o Pará é o maior produtor nacional de mandioca, disputando com Paraná, Bahia, São Paulo, Mato Grosso do Sul e Santa Catarina, conforme dados disponibilizados pela Embrapa (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária), Mandioca e Fruticultura. Na Tabela 2 a seguir, são apresentados os principais municípios paraenses produtores de mandioca com sua área colhida em hectares, quantidade colhida em toneladas e sua produtividade por hectare.

Tabela 2 – Classificação dos municípios paraenses produtores de mandioca em relação à área colhida (Ha), quantidade produzida (T) e produtividade (T/Ha⁻¹) (Embrapa, 2017)

N.	Município	Área colhida (Ha)	Quantidade (T)	Produtividade (T/Ha)
1	São Félix do Xingu	1.490,00	38.200,00	25,64
2	Aurora do Pará	3.000,00	75.000,00	25,00
3	Paragominas	4.500,00	99.000,00	22,00
4	Santana do Araguaia	1.000,00	24.000,00	21,82
5	Nova Esperança do Piriá	2.700,00	56.000,00	20,74
6	Moju	6.400,00	128.000,00	20,00
7	Castanhal	4.000,00	80.000,00	20,00
8	Tomé-Açu	1.500,00	32.000,00	21,36
9	Santa Maria do Pará	8.000,00	140.000,00	17,50
10	Garrafão do Norte	3.000,00	51.000,00	17,00
11	Barcarena	1.250,00	20.000,00	16,00
12	Capitão-Poço	3.100,00	50.000	16,13
13	São Domingos do Capim	7.000,00	10.800,00	15,43
14	Igarapé-Açu	1.200,00	18.000,00	15,00
15	Santa Bárbara	200,00	3.000,00	15,00
16	Tracuateua	3.010,00	45.120,00	14,99
17	Ipixuna do Pará	4.500,00	67.500,00	15,00
18	Santa Luzia do Pará	1.250,00	15000,00	12,00
19	São Caetano de Odivelas	700,00	8.400,00	12,00
20	Oeiras do Pará	4.000,00	46.232,00	11,56
Média geral:				17,70

Fonte: Adaptação Embrapa, 2017.

Em relação à participação em percentual de produção nacional de mandioca por região, Norte e Nordeste participam respectivamente com o percentual de contribuição de 38% e 21%, sendo que a menor participação é a da região Centro-Oeste com apenas 6% da produção nacional (EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2017).

2.3 Manejo e conservação do solo no cultivo de mandioca

O manejo do solo é a aplicação de um conjunto de técnicas com a finalidade, não só de protegê-lo, mas de melhorar as produções das culturas implantadas, sendo que as técnicas de manejo são aquelas que visam aumentar e manter a potencialidade dos solos, envolvem o controle de suas propriedades, características e o controle da erosão. Isto é importante, pois a

cultura da mandioca contribui para a aceleração das perdas de solo por erosão em função de algumas características da planta e de seu cultivo, tais como crescimento inicial lento, amplo espaçamento entre plantas na fase inicial, movimentação do solo no plantio e na colheita (ALBUQUERQUE *et al.*, 2012).

A conservação do solo é a designação coletiva dos programas de prevenção e controle da erosão, da excessiva perda de nutrientes e, de maneira geral, da perda de sua capacidade de sustentar a vegetação natural e/ou a agricultura (SILVA, 2016). Nesse sentido, as práticas conservacionistas proporcionam às atividades agrícolas um maior rendimento por culturas implantadas, visto que evitam uma futura diminuição de produção. Entre as práticas conservacionistas, destaca-se como importantes para o cultivo de mandioca:

- a) **Calagem e adubação do solo:** pelo fato da cultura da mandioca esgotar muito o solo, absorver e exportar grande quantidade de nutrientes;
- b) **Plantas de cobertura ou cobertura morta e plantio direto:** serve para diminuir os impactos da chuva e os riscos de erosão, além de melhorar as propriedades químicas, físicas e biológicas;
- c) **Rotação de culturas e consórcio:** a rotação de cultura tem como objetivo principal a redução de ocorrência de pragas e doenças enquanto a prática do consórcio permite uma melhor cobertura do solo e contribui para controlar a erosão em áreas inclinadas;
- d) **Plantio em leirões ou camalhões:** contribui para a redução do escoamento superficial das águas e facilita a colheita da mandioca;
- e) **Redução da movimentação do solo:** mantém ou melhora a estrutura do solo, reduz a possibilidade de compactação e perda de água, entre outros benefícios.

Outras práticas conservacionistas, de extrema importância para o cultivo de mandioca, estão relacionadas ao plantio em contorno, à alternância de capina, à faixa de vegetação permanente, à densidade de plantio ou cultivo de acordo com sua capacidade e cultivo em faixa.

O preparo do solo visa melhorar as suas condições físicas, por exemplo, por meio de aeração, infiltração e armazenamento de água, o que facilita a brotação da maniva, o crescimento das raízes e das partes vegetativas em razão, principalmente, da redução da resistência do solo ao crescimento radicular (CRAVO; SOUZA, 2016). Portanto, a conservação do solo para o plantio da mandioca deve ser uma preocupação dos pequenos produtores familiares e também dos agricultores que trabalham grandes áreas, visto que “o solo é um patrimônio do produtor e precisa ser conservado”.

Na cultura da mandioca, a matéria orgânica tem influência positiva na produção. Entre as adubações orgânicas, esterco de curral, torta de mamona, compostos orgânicos e adubação verde com leguminosas dão excelentes resultados, sendo recomendável, logo após a colheita da mandioca, o período de descanso com o plantio de leguminosas para adubação verde, para proteção contra erosão e para trazer benefícios à estrutura do solo, além disso ser importante para a reciclagem e incorporação de matéria orgânica e nutrientes.

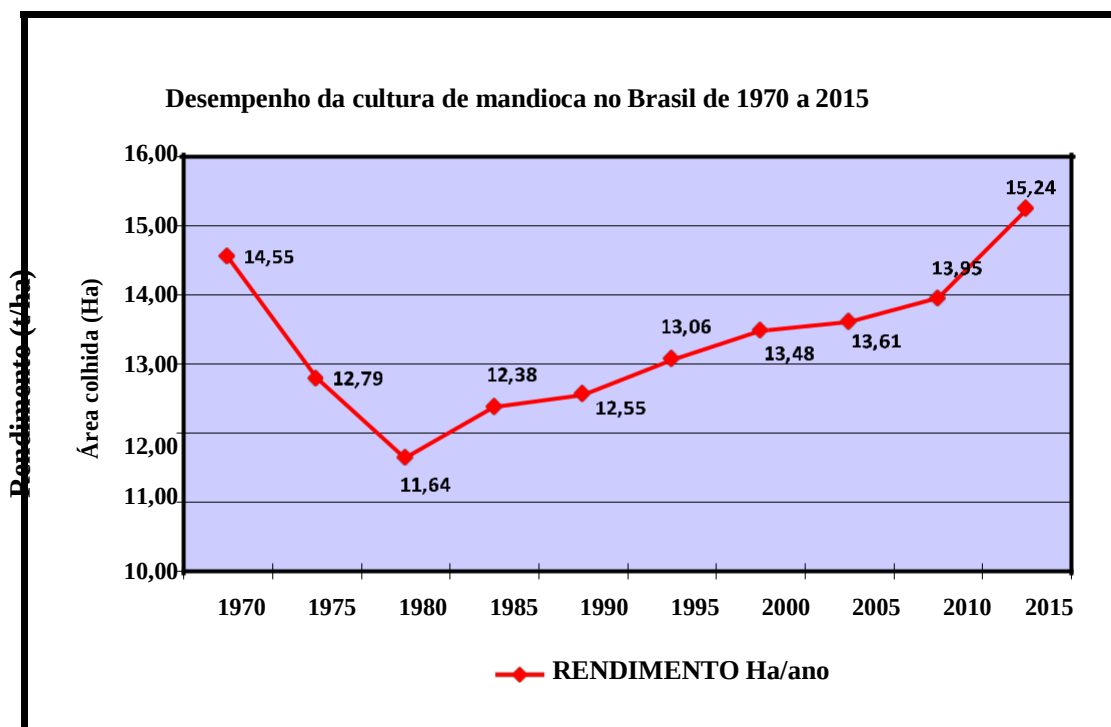
As tecnologias de roça sem fogo e o trio da produtividade, que consiste no uso planejado do solo com consórcio entre as culturas (principalmente milho, feijão-caupi e mandioca), podem ser benéficas para o pequeno produtor no processo de produção da mandioca, na redução dos impactos ambientais e para uma produção mais sustentável, visto que sua adoção não depende de insumos externos, resultando também numa maior rentabilidade ao pequeno produtor.

O plantio da mandioca em rotação com outras culturas, principalmente com leguminosa, é benéfico em virtude do seu sistema radicular, geralmente pivotante e profundo, que absorve nutrientes de grandes profundidades trazidos à superfície quando ocorre a incorporação da leguminosa (SOUZA *et al.*, 2006).

Em estudo realizado por Nascimento *et al.* (2003), utilizando espécies de leguminosas (*Stylobium cinereum*; *C. ensiforme*; *C. juncea*; *C. cajan*; e *Chamaecrista runduntifolia*) em sistema de rotação com a cultura do milho, como alternativa de manejo sustentável em um Latossolo degradado no município de Castanhal, demonstra-se que a *S. cinereum* foi a leguminosa mais eficiente na ciclagem de nutrientes do solo, o que influenciou na produção do milho, de forma sustentável, quando comparada à testemunha, sendo que as leguminosas *S. cinereum* e *C. ensiforme* produziram maiores quantidade de matéria verde e seca.

Segundo Alves *et al.* (2009), a produtividade média do estado é de 16,17 toneladas de raízes por hectare, muito baixa quando considerado o potencial de produtividade da cultura, que pode alcançar 90 toneladas por hectare. Essa baixa produtividade se deve à utilização de um sistema de manejo rudimentar, aplicado pela maioria dos pequenos agricultores à cultura da mandioca, como a não utilização de fundamentos básicos do sistema de produção, tais como seleção de maniva-semente, arranjo de plantio e principalmente controle de plantas daninhas, pelo simples desconhecimento da importância dessas práticas para a manutenção ou aumento da produtividade da cultura. Seguem os gráficos 2 e 3 relativos ao desempenho de produtividade e por área colhida em hectare no período de 1970 a 2015, respectivamente.

Gráfico 2 – Desempenho de produtividade de mandioca no Brasil de 1970 a 2015



Fonte: IBGE/Produção agrícola municipal, (2017).

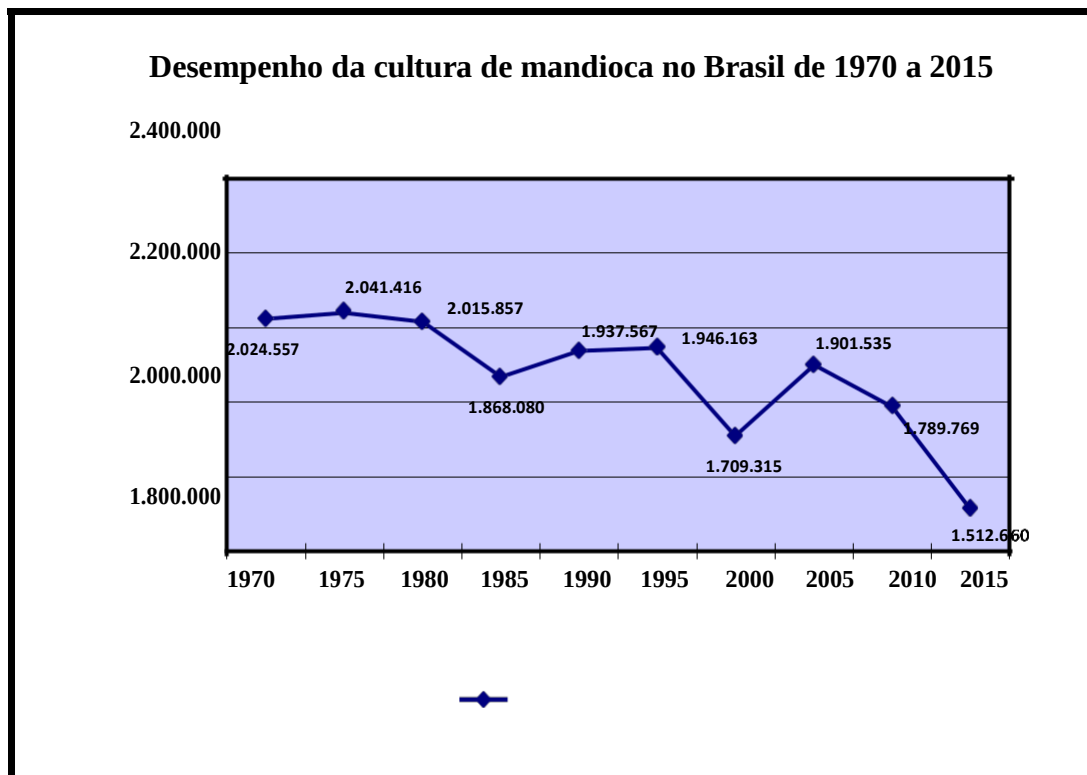


Gráfico 3 – Desempenho de área colhida de mandioca no Brasil de 1970 a 2015

Fonte: IBGE/Produção agrícola municipal, (2017).

2.4 Cultivo de mandioca em canteiros ou leiras ou camalhões e em espaçamentos

Como prática conservacionista, os camalhões ou leirões são elevações de terras contínuas, construídos manualmente ou com equipamentos agrícolas, sendo mais recomendados em solos em que são frequentes os encharcamentos.

Segundo Mattos (2002), o plantio em canteiros, leiras ou camalhões é o sistema de plantio mais recomendado para regiões de alta pluviosidade e solos argilosos ou que tenham problemas de drenagem, facilitando a colheita especialmente se houver necessidade de efetuá-la no período da seca.

O levantamento de canteiros se constitui como uma etapa do preparo do solo, uma das operações agrícolas em que se procura alterar seu estado físico, químico e biológico de forma a proporcionar melhores condições para o máximo desenvolvimento das plantas cultivadas (GABRIEL FILHO *et al.*, 2000).

Em um trabalho de análise econômica de sistema de plantio e colheita de mandioca realizado com a variedade IAC 13, no município de Aguaí-SP, em um Latossolo Vermelho-Amarelo com 70% de areia, verificou-se que, no sistema de plantio com canteiros, as plantas de mandioca cresceram mais e produziram maior número de raízes tuberosas por planta, sendo que a produtividade de raiz foi 34,4% maior no sistema de cultivo com canteiro – produtividades com canteiros $40,2 \text{ t ha}^{-1}$ e sem canteiros $29,9 \text{ t ha}^{-1}$ (CARVALHO, 2009).

Em relação ao espaçamento, que é a distância entre as fileiras de plantas e entre as plantas dentro da fileira, no cultivo de mandioca, adota-se diversos espaçamentos, sendo estes variáveis conforme a fertilidade do solo, as características botânicas da variedade de planta, o objetivo da plantação, os tratos culturais e o tipo de colheita (manual ou mecanizado) a ser dispensado no cultivo da cultura.

O plantio em fileira simples é o predominante entre a maioria dos agricultores, porém o plantio em fila dupla oferece diversas vantagens, podendo-se destacar entre elas: a facilidade de mecanização e consórcio com outras culturas anuais, o aumento de produtividade e redução do consumo de manivas e de adubos, a rotação de culturas na mesma área, facilidade de inspeção fitossanitária e aplicação de defensivos (EMBRAPA, 2018).

Exemplo de espaçamentos usados em fileiras simples, com população de plantas:

$1,00 \text{ m} \times 0,5 \text{ m} = 20.000 \text{ plantas}$

$1,00 \text{ m} \times 1,00 \text{ m} = 10.000 \text{ plantas/ha (roça de toco)}$

$1,00 \text{ m} \times 0,6 \text{ m} = 16.666 \text{ plantas/ha}$

Exemplo de espaçamentos e fileiras duplas, com população de plantas:

$$2,00 \times 0,6 \times 0,6 \text{ m} = 12.820 \text{ plantas}$$

$$1,5 \times 0,9 \times 0,8 \text{ m} = 10.416 \text{ plantas}$$

Em estudo de quantificação de rendimento de mandioca em diferentes arranjos de plantas, em cultivo solteiro e consórcio com milho, em duas épocas de semeaduras da gramínea, utilizando espaçamento entre fileiras duplas de 1,6 x 0,5 x 0,6 m, o Índice de Equivalência de Área (IEA) obtido foi superior nos tratamentos em que se utilizou o plantio em consórcio (SCHONS *et al.*, 2009).

2.5 A importância da calagem no cultivo da mandioca

A aplicação de calcário tem por objetivo reduzir a acidez do solo gerando elevação no pH, neutralizar o alumínio (Al^{3+}), que é tóxico às plantas, e elevar os teores de Ca^{++} e Mg^{+} no solo (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013). Nesse sentido, a quantidade de calcário a ser aplicada deve ser calculada com base na análise química do solo, seguindo-se as recomendações técnicas para a sua adequada amostragem (PREZOTTI; GUARÇONI, 2013; GUARÇONI; ALVAREZ V.; SOBREIRA, 2017). Entre outros benefícios da calagem, destacam-se o aumento da atividade microbológica do solo, a elevação da CTC do solo, o aumento da fixação simbiótica de nitrogênio em plantas leguminosas, o aumento da disponibilidade de fósforo e molibdênio e a melhoria da estrutura do solo (permeabilidade e aeração), que favorecem o desenvolvimento do sistema radicular das plantas.

Para um melhor aproveitamento do processo de calagem, recomenda-se que a aplicação seja feita 30-60 dias antes do plantio para que haja tempo suficiente das reações químicas ocorrerem.

A análise de solo antes do plantio é importante porque possibilita a correção de acidez e dos nutrientes do solo de acordo com as recomendações da cultura, o que assegura o melhor e mais rápido desenvolvimento das plantas, cobrindo, assim, mais rapidamente o solo e protegendo-o do impacto direto das gotas de chuva, que causam a degradação da estrutura do solo e erosão, evitando inclusive o esgotamento dos nutrientes do solo (SOUZA *et al.*, 2006).

Sabe-se que a maioria dos solos brasileiros apresenta pH menor que 5.5, ou seja, são solos ácidos que contribuem para uma baixa produtividade da maioria das culturas cultivadas. A maneira mais fácil, correta e economicamente viável para corrigir a acidez do solo, notadamente na camada arável, é através do uso do calcário (prática da calagem). O cultivo da mandioca em solos com características físicas e químicas limitantes, por exemplo, contribui de

forma acentuada para o decréscimo de produtividade da cultura, apesar de sua alta tolerância à acidez do solo.

Em solos ácidos, a prática da calagem no cultivo de mandioca proporciona efeitos marcantes na produtividade, porém pode possibilitar o aparecimento de deficiência em micronutrientes em solos arenosos, especialmente o zinco, sendo que o cálcio afeta o desenvolvimento da mandioca: quando em excesso, parece exercer influência negativa sobre o teor de amido e pode provocar atrofia e morte do broto terminal quando em deficiência (GOMES, 2006).

Em relação à prática da calagem, são utilizados vários tipos de calcário e, em relação ao teor de cálcio, os calcários são relativamente ricos nele, todavia nem todos apresentam teor adequado de magnésio, ou seja, o teor de MgCO_3 é muito variável. Em relação ao teor de magnésio, de acordo com Furtini Neto *et al.* (2001), os calcários são classificados em:

- **Calcário calcítico:** possui menos de 10% de MgCO_3 ou menos de 5% de MgO ;
- **Calcário Magnesiano:** possui de 10 a 25% de MgCO_3 ou 5 a 10% de MgO ;
- **Calcário dolomítico:** possui mais de 25% de MgCO_3 ou mais de 12% de MgO .

No Brasil, de modo geral, não se tem conseguido aumentos acentuados na produção de mandioca pela aplicação de calcário, o que confirma a tolerância da cultura à acidez do solo. No entanto, após cultivos sucessivos na mesma área, a planta responde à aplicação de cálcio, principalmente como suprimento de cálcio e magnésio que são o terceiro e o quinto mais absorvido pela cultura (SOUSA, SILVA e SOUSA, 2009).

Conforme experimento realizado nos municípios de Paranavaí e Altônia, região Noroeste do Paraná, em Podzólico Vermelho-Escuro de baixa fertilidade, com diferentes doses de NPK e doses de calcário de 0,85, 1,7 e 2,5 t ha⁻¹, verificou-se que a calagem e a adubação nitrogenada e potássica não aumentaram a produção de raízes de mandioca (FIDALSKI, 1999).

Em experimento instalado em área recém-desmatada e queimada no município de Terra Alta, foram observados tendência de resposta positiva na produção de raízes e parte aérea da macaxeira também que, com doses mais elevadas de calcário, as plantas mostram sintomas de deficiência de micronutrientes, o que, provavelmente, provocou decréscimo na produtividade tanto nas raízes como também na parte aérea, sendo recomendável o uso de calcário dolomítico, principalmente em solos com teor de magnésio inferior a 0,5 cmol_cdm⁻³ (CRAVO, 2007).

Esse fato está relacionado com a disponibilidade de micronutrientes no solo em função do aumento do pH provocado pela calagem. Isto porque, com o aumento do pH do solo, há um decréscimo progressivo dos teores de Fe, Cu, Mn e Zn (CAMARGO *et al.*, 1982) e aumento

dos teores de Mo e Cl, especialmente com valores de pH acima de 6.5, normalmente atingido com doses de calcário acima de 2 t ha^{-1} . No estado do Pará, observou-se o efeito positivo da calagem em doses moderadas para a cultura da mandioca, em relação à produção de raiz e parte vegetativa, com a utilização de apenas 1 t ha^{-1} (CRAVO, 2007). Segue abaixo a Tabela 3 com dados do efeito de diferentes doses de calcário na produtividade de raiz de macaxeira.

Tabela 3 – Rendimento de raízes e parte aérea de mandioca (Kg ha^{-1}) de mesa em resposta a doses de calcário aplicadas em Latossolos Amarelos, Terra Alta-PA, 2004

Doses de calcário (t ha^{-1})	Raízes	Parte aérea
0,0	19.717	18.833
1,0	24.250	22.833
2,0	22.250	16.677
3,0	18.250	15.500
4,0	21.500	20.833

Fonte: Cravo, 2007.

Segundo Cravo e Souza (2016), o problema se agrava em solos arenosos, visto ser o solo em que mais se cultiva com mandioca, pois nesses solos a disponibilidade de micronutrientes catiônicos (metais) é menor do que em solos argilosos, por isso é muito importante que esses fatos sejam levados em consideração por ocasião das recomendações de calagem para a cultura da mandioca.

2.6 Principais doenças que atacam a cultura da mandioca

2.6.1 Principais doenças

Existem diversos agentes etiológicos que atacam a mandioca, entre eles existem mais de 30 agentes diferentes, como bactérias, fungos, vírus e fitoplasma. No Brasil, entre as doenças da cultura da mandioca, predominam a podridão radicular, a bacteriose, o superbrotamento e as viroses, que provocam enormes perdas econômicas (OTUSUBO, 2002).

Em relação à podridão, ocorrem dois tipos: a podridão mole e a podridão seca. Dentre os fatores responsáveis pela ocorrência da podridão radicular, destaca-se o cultivo em solos argilosos, ricos em matéria orgânica e sujeitos a encharcamento.

A **podridão mole** tem como agente etiológico as espécies *Phytophthora drechsleri* e o gênero *Pythium*, anteriormente pertencentes à classe Oomycetes do reino Fungi e, atualmente, classificadas, não mais como fungos, no reino Chromista (Stramenopila) (ROSSMAN; PALM, 2006).

Os principais sintomas da podridão radicular mole são o amarelecimento e a murcha da parte aérea das plantas, que são sintomas reflexos do apodrecimento das raízes geralmente observados a partir de 2 ou 3 meses de intensa ocorrência de chuva, levando a perdas superiores a 50% da produção.

A **podridão seca** tem como agentes etiológicos espécies de *Fusarium*, *Scybalidium*, *Lasiodiplodia* e *Diplodia*, que predominam em plantios no estado do Pará, e se caracteriza pela ocorrência de áreas necróticas secas e/ou pontuações enegrecidas nos tecidos internos da raiz.

A cultura da mandioca apresenta diversos fatores que levam à baixa produtividade, entre eles se destacam a falta de seleção de material genético, o manejo e a conservação incorretos do solo, as práticas culturais inadequadas e o manejo incorreto de pragas e doenças.

Em relação as medidas de controle, estas envolvem a integração do uso de cultivares resistentes e/ou tolerantes com práticas culturais adequadas, como o plantio sobre leiras para evitar o acúmulo de água junto as plantas, a adubação adequada, o cuidado para não ferir as raízes durante os tratos culturais, a rotação de culturas com milho, arroz, feijão, entre outras. As cultivares BRS-Poti, Maranhense e Kiriris têm apresentado boa resistência ou tolerância tanto à podridão mole quanto à podridão seca (TREMACOLDI, 2016).

2.7 O melhoramento genético na cultura da mandioca

A cultura da mandioca é uma cultura com crescente importância tropical. Em relação ao seu melhoramento genético, os agricultores sempre estiveram envolvidos no seu processo de seleção e na conservação de variedades desde os seus ancestrais mais remotos (FUKUDA; IGLESIAS, 2006). No Brasil, os trabalhos com melhoramento genético da mandioca foram iniciados em meados do século 20, sendo que, no Norte, o melhoramento genético da mandioca foi conduzido pelo Instituto de Pesquisa Agropecuária do Norte (IPEAN) a partir de 1947.

Os objetivos de um programa de melhoramento genético com a mandioca são estabelecidos em função das demandas de produção, processamento e mercado e são específicos para cada país ou região, porém os objetivos devem ser dinâmicos e ajustados à evolução do cultivo, dentro de um contexto que envolve a expansão da área cultivada, a diversificação do produto final e as oportunidades de mercados alternativos (FUKUDA, 1994).

A Embrapa, mais especificamente a Embrapa Mandioca e Fruticultura tropical, de Cruz das Almas-BA, é referência no melhoramento da mandioca e, com a intensificação dos trabalhos de recombinação por meio de cruzamento, tem apresentado ganhos significativos nos

últimos anos, como o lançamento de híbridos tolerantes a pragas e doenças com alto potencial de produção de raiz, apresentando grande aceitação por partes dos produtores de mandioca.

Entre as cultivares liberadas para o ecossistema no Brasil, destacam-se as da região Norte BRS Purus, Mãe Joana (IM 186), Zolhudina (IM 158), Jurará, BRS Poti (CPATU 300) e BRS Mani (CPATU 297) (REINHARDT, 2012).

O melhoramento genético da mandioca é necessário para selecionar as variedades mais produtivas e adaptadas a determinada localidade, associando a produção de raiz com qualidade nutricional e características que sejam interessantes para a obtenção dos diferentes produtos que são gerados no estado.

No Pará, há grande variação genética de mandioca, em grande parte pelo esforço da manutenção das variedades pelos agricultores ao longo dos anos (CUNHA; FARIAS NETO, 2016). O melhoramento genético da cultura da mandioca para o Pará é de fundamental importância quando relacionado com a obtenção de variedades resistentes ou tolerantes à podridão da raiz, visto que uma grande parte dos agricultores cultivam em solos pouco drenados, com ocorrência de acúmulo de água no período de alta intensidade pluviométrica. A principal doença limitante à produção de mandioca no Pará é a podridão radicular, estima-se que, na região Amazônica, as perdas chegam a mais de 50% na várzea, podendo atingir acima de 30% em plantio de terra firme (TREMACOLDI, 2016).

2.8 Análise Foliar na cultura da mandioca

A disponibilidade de elementos minerais às plantas é um fator importante para o crescimento, desenvolvimento e produção das culturas de ciclo curto, como a mandioca, principalmente para que as famílias de pequenos produtores rurais de lotes agrícolas e de domínio restritamente familiar, mantenham-se no campo. É importante ressaltar que a quantidade e o estado em que os elementos minerais se encontram no solo é que definem as maneiras de suprir as necessidades nutricionais e metabólicas (PARRY et. al, 2005).

A capacidade de adaptação das plantas em relação à radiação solar local, além de estar relacionada com as características genéticas, é influenciada pelas combinações ambientais (LARCHER, 2001). A obtenção de rendimento satisfatório em solos com baixa fertilidade natural e condições de deficiência hídrica, associada à facilidade na propagação e a baixa exigência de tecnologia tornam o cultivo da mandioca vantajoso em relação às demais culturas, em pequenas propriedades (SOUZA et al., 2006).

Embora a mandioca apresente desenvolvimento satisfatório em solos pobres, ela absorve, durante o ciclo de desenvolvimento, muitos nutrientes, principalmente potássio, nitrogênio, cálcio e magnésio, tornando necessária a constante reposição para a manutenção da fertilidade do solo e produtividade de raízes (TERNES, 2002).

Visando o aumento da produtividade e o melhoramento do solo, ocorre a necessidade de técnicas que possibilitem o melhoramento da quantidade de nutrientes disponíveis para o cultivar, no estudo desenvolvido por Campos et. al, 2013 observou-se que a utilização da calagem influenciou positivamente o cálcio e o magnésio contidos nos limbos foliares, principalmente para a coleta realizada aos 181 dias após o plantio; de maneira geral, as maiores doses implicam em maior acúmulo desses nutrientes na matéria seca.

A aplicação de calcário em doses crescentes, também promoveu o menor acúmulo de zinco, evidenciando que o teor de zinco em folhas decresce com calagens mais elevadas independentemente das duas épocas de coletas. Com aplicação de calcário, em doses crescentes, ocorreu um acréscimo linear no teor de cálcio e de magnésio da matéria seca das folhas de mandioca, todavia com a aplicação de zinco ocorreu uma redução linear (CAMPOS et. al, 2013).

2.9 Teores de amido e açúcar em cultivares de mandioca

Classificado como um polissacarídeo o amido armazenado e extraído das raízes da mandioca, é uma substância que proporciona de 70% a 80% das calorias consumidas pelos seres humanos. As mais importantes fontes potenciais são os grãos de cereais (40% a 90% do seu peso seco), legumes (30% a 70% do seu peso seco) e os tubérculos (65% a 85% do seu peso seco) (FREITAS et. al., 2003).

O trabalho desenvolvido por Borges et. al (2002) analisou 26 variedades de mandioca e verificou que a produtividade, os teores de amido e massa seca das raízes variaram entre épocas de colheita, informou que os valores de matéria seca variaram entre 29,54 e 38,20 % para matéria seca na raiz e 24,89 e 33,55 % para teor de amido em raízes tuberosas. Trata-se de um produto versátil, sendo empregado na indústria de alimentos, têxtil e farmacêutica (ARIENT et. al., 2005).

O sabor é um importante fator associado à qualidade das raízes, o conteúdo e a composição de açúcares têm uma grande função neste atributo sensorial (CARVALHO et.al, 2000). Os açúcares são apresentados como indicadores do grau de maturidade dos frutos. São

constituídos por compostos solúveis em água, que representam substâncias tais como açúcares, ácidos, vitamina C, aminoácidos e algumas pectinas (SILVA, 1997).

3 MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local da pesquisa

O Assentamento Paragonorte foi criado pelo Decreto de 13 de novembro de 1997, publicado no Diário Oficial da União no dia 14 de novembro de 1997. Localizado aproximadamente a 84 km do centro urbano da sede do município, é formado por aproximadamente 1.205 lotes agrícolas (25 ha cada), com uma área total 32.095 Ha, como mostra a baixo a figura 1 mapa do Assentamento Paragonorte, onde as principais atividades agrícolas são pecuária de corte, de leite, culturas anuais como arroz, milho, feijão-caupi, mandioca e outras atividades, como a piscicultura, apicultura, pequenas movelarias e comércios.

A população da comunidade possui baixo poder aquisitivo, pouca formação, é dependente de programas governamentais e convive com problemas ambientais relativos ao fogo, que provoca prejuízos em pastagens e culturas anuais, principalmente no cultivo da mandioca, devido à falta de consciência ambiental em relação ao manejo do fogo e de pessoas que realizem os tratos culturais corretos.

A comunidade conta com 12 produtores de mandioca que estão ligados à Associação União dos Agricultores do Norte, onde produzem os derivados da mandioca (farinha, tucupi, fécula e beiju) em 05 casas de farinhas com estrutura rudimentar.

Foi realizado um diagnóstico no município, por meio de aplicação de questionário, em um total de 320 (aproximadamente 10%) dos estabelecimentos da agricultura familiar municipal e, em relação à produção de mandioca, foi possível obter informações relativas a tipos de muda, semente, arranjo produtivo, pragas, doenças e mão de obra utilizada no cultivo, como mostram os gráficos no Apêndice B.

Com base no diagnóstico, foi possível identificar alguns fatores que dificultam avanços mais significativos na produtividade e aumento de área de produção no município, tais como: solos de baixa fertilidade, ausência de uso de insumos, ausência de adoção de novas agrotecnologias, preços baixos e escassez de políticas estruturadas voltadas para a cadeia produtiva da mandioca.

Em relação ao serviço de assistência técnica e extensão rural, este é de responsabilidade do INCRA, o qual realiza chamadas públicas para seleção das empresas destinadas a estes

serviços. Atualmente a empresa que realiza este trabalho é a Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural do Pará (EMATER-PA) em parceria com a Secretaria Municipal de Agricultura do Município de Paragominas (SEMAGRI).

No assentamento, os pequenos agricultores já foram beneficiados com o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e o Fundo Constitucional de Financiamento do Norte (FNO), sendo que as principais atividade agrícolas financiadas foram a pecuária leiteira, o plantio de caju, de abacaxi, de pimenta-do-reino, ovinos; também foram beneficiados com crédito Fomento e habitação.

O experimento foi instalado e conduzido em uma área do Assentamento Paragonorte, o qual é formado pela Vila CAIP, Vila Nova, Vila Escadinha e Vila União, esta última na qual foi instalado o experimento, nas seguintes coordenadas geográficas 02°55'437" S e 04°642'903" W, no período compreendido entre setembro de 2017 e junho de 2019, em um solo classificado como Latossolo Amarelo distrófico, areia franca (EMBRAPA, 2006), com baixo teor de matéria orgânica, fósforo assimilável baixo, sendo também baixos os teores de bases trocáveis e CTC.

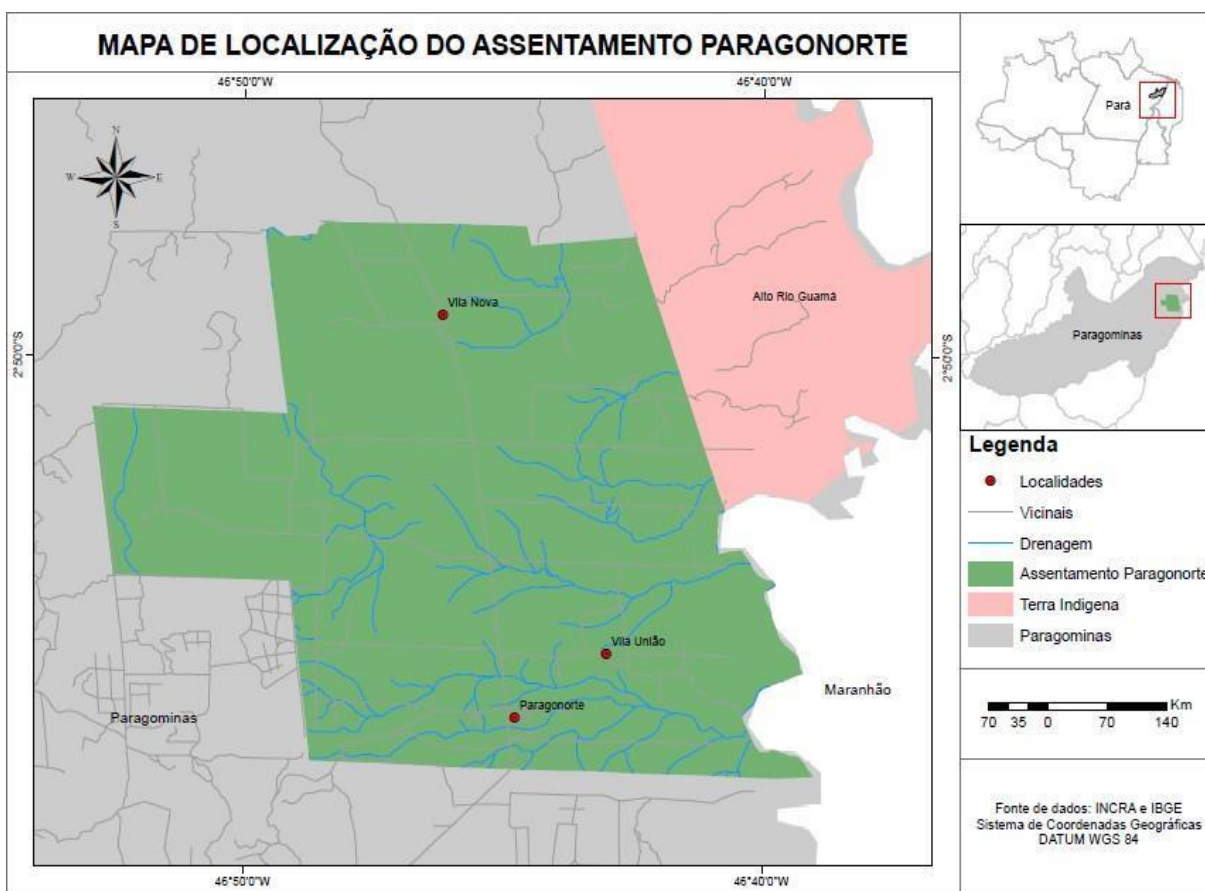


Figura 1 – Mapa do Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA

Fonte: IBGE/INCRA, (2012).

3.2 Tipo de pesquisa

Em relação à abordagem da pesquisa, esta é quantitativa, visto que caracteriza-se pela utilização de técnicas de estatísticas para obtenção dos dados de produtividade das variedades de mandioca cultivadas, e de natureza aplicada, ou seja, objetiva gerar conhecimentos para aplicação prática, visando a solução de problemas; é caracterizada, portanto, como pesquisa experimental, a qual consiste em determinar um objeto de estudo, selecionar as variáveis que seriam capazes de influenciá-lo, definir as formas de controle e de observação dos efeitos que a variável produz no objeto.

Segundo Trivinõs (1987), a pesquisa quanto aos procedimentos é experimental quando as etapas de pesquisa se iniciam pela formulação exata dos problemas e das hipóteses que delimitam as variáveis precisas e controladas que atuam no fenômeno estudado.

3.3 Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de cultivares de mandioca

Descritores morfológicos são todas as características que permitem identificar e diferenciar facilmente os acessos no campo, geralmente possuem alta herdabilidade e se expressam em todos os ambientes. Os descritores agronômicos consistem basicamente em caracteres com baixa herdabilidade, desejáveis sob o ponto de vista econômico, contribuem para visualizar de forma preliminar a adaptação e o potencial produtivo dos genótipos, pondo em evidência os mais promissores que serão indicados para recomendação direta ao produtor (FUKUDA *et al.*, 1998).

Para a caracterização das cultivares de mandiocas que compuseram o experimento, os descritores morfológicos e agronômicos, como mostra a Tabela 4 a seguir, foram determinados segundo metodologia proposta por Fukuda e Guevara (1998).

Tabela 4 – Descritores morfológicos e agrônômicos das cinco cultivares de mandioca do experimento realizado no P. A. Paragonorte, Vila União, Paragominas-PA

Caracteres	Cultivares				
	Poti	Jurará	Manivão	Maranhense	Taxi
Cor externa da raiz	Marrom-escuro	Marrom-claro		Marrom-escuro	Marrom-escuro
Cor da polpa da raiz	Creme	Creme	Branca	Creme	Branca
Hábito de ramificação	Ereta	Tetracotômica	Tricotômica	Dicotômica	Dicotômica
Tipo de planta	Cilíndrica	Compacta	Guarda-sol	Guarda-sol	Aberta
Resistência à podridão	Intermediária	Intermediária	Intermediária	Susceptível	Susceptível

Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

As principais cultivares avaliadas durante o experimento foram:

- 1) **Cultivar BRS Poti:** foi obtida em campo de *policross*, com a utilização do genitor feminino IM 186 – Auaçu, moderadamente resistente à podridão radicular, obtida de alta produtividade e selecionada em áreas de produção de mandioca no estado do Pará. A recomendação da cultivar BRS Poti se restringe aos cultivos em terra firme do Nordeste paraense, nas áreas de produção onde ocorre a podridão das raízes da mandioca, pecíolo e broto terminal roxos com 5 lóbulos, cor externa do caule marrom-escuro e polpa da raiz cor de creme, como ilustrado abaixo na figura 2.

Figura 2 – Mudas-semente da cultivar Poti e planta da cultivar Poti com 30 dias



Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

- 2) **Cultivar Jurará:** é originária da coleção de cultivares do Centro de Pesquisa da Amazônia Oriental-CPATU (Belém-PA). O ciclo da cultivar é de 12 a 18 meses, altura média de 1,8 m, apresenta predominância de três hastes a partir da maniva-mãe e pecíolo

vermelho com 5 lóbulos. As raízes apresentam polpa cor de creme, casca marrom-clara e cor externa do caule verde-amarelada, como ilustrado abaixo na figura 3.

Figura 3 – Mudas-semente da cultivar Jurará e planta da cultivar Jurará com 30 dias



Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

- 3) **Cultivar Manivão:** desenvolvida pela Embrapa, apresenta pecíolo verde com 7 lóbulos e folha apical de cor verde, cor externa do caule marrom-escura, como ilustrado abaixo na figura 4.

Figura 4 – Mudas-semente cultivar Manivão e planta cultivar da Manivão com 30 dias



Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

- 4) **Cultivar Maranhense:** desenvolvida pela Embrapa, apresenta pecíolo avermelhado com 5 lóbulos, caule marrom-claro, polpa cor de creme e cor externa da raiz marrom-escura, como ilustrado a baixo na figura 5.

Figura 5 – Mudas-semente da cultivar Maranhense e planta da cultivar Maranhense com 30 dias



Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

- 5) **TAXI:** variedade crioula bastante cultivada pelos pequenos agricultores, apresenta cor de polpa branca, cor da folha apical verde e folhas com cinco lóbulos, como ilustrado abaixo na figura 6.

Figura 6 – Mudas-semente da cultivar Taxi e planta da cultivar Taxi com 120 dias



Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

3.4 Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi o de blocos complexos casualizados com tratamentos organizados em esquema de parcelas, subparcelas e subsubparcelas subsubdivididas com três repetições. Os fatores foram distribuídos da seguinte forma: o fator primário disposto na parcela - Calagem com 2 tratamentos (com e sem); o fator secundário disposto na subparcela - Leira com dois tratamentos (com e sem); e o fator terciário disposto na subsubparcela - Cultivares com 5 tratamentos (Poti, Maranhense, Jurará, Manivão e Taxi). Os tratamentos estão discriminados a seguir na Tabela 5.

Tabela 5 – Descrição dos tratamentos utilizados no experimento Vila União com cinco cultivares de mandioca no município de Paragominas-PA

TRATAMENTOS	PARCELA	SUBPARCELA	SUBSUBPARCELA
1	COM CALAGEM	COM LEIRA	POTI
2			MARANHENSE
3			JURARÁ
4			TAXI
5			MANIVÃO
6	COM CALAGEM	SEM LEIRA	POTI
7			MARANHENSE
8			JURARÁ
9			TAXI
10			MANIVÃO
11	SEM CALAGEM	COM LEIRA	POTI
12			MARANHENSE
13			JURARÁ
14			TAXI
15			MANIVÃO
16	SEM CALAGEM	SEM LEIRA	POTI
17			MARANHENSE
18			JURARÁ
19			TAXI
20			MANIVÃO

Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

Cada unidade experimental foi constituída por 4 linhas de plantas com 5,6 m de comprimento, espaçadas em 0,9 m, totalizando 5,09 m² de área total e 32 plantas em cada unidade experimental. As avaliações foram realizadas nas 2 linhas centrais, excluindo-se 1,6 m das extremidades de cada linha, perfazendo uma área útil de 2,16 m².

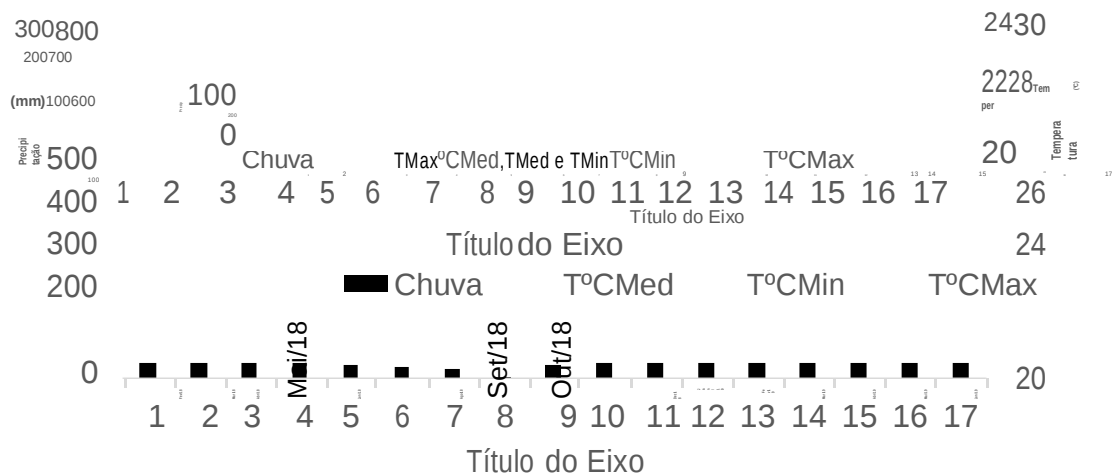
3.5 Caracterização do solo e da área experimental

O experimento foi implantado em uma área de solo arenosa, 74% de areia em uma área total de 2.147 m² (56,5 x 38,0), pertencente ao pequeno produtor rural José Valderino Ferreira Brito, que é o Presidente da Associação União dos Agricultores do Norte, fundada em janeiro de 2000.

A área experimental em questão apresentava como histórico o predomínio de pastagem, onde a gramínea Braquiária Brizanta (A. Rich) cultivada representava a maior área seguida do cultivo de feijão-caupi. Em relação à cobertura vegetal, além das gramíneas (*Brachiaria Brizantha*), ocorriam também as seguintes plantas: assa-peixe (*Vernonia Polyanthes*); lacre (*Vismia guianenses*); jurubeba (*Solanum peniculata*); jeniparana (*Gustavia caracaraaviana*); camará (*Lantana camará*); maria preta (*Cordia Verbenaceae*); malva (*Malva Silvestre*), estopeiro (*Courataria spp.*); massaranduba (*Manilkara huberi*); ipê (*Tabebuia spp.*); malícia (*Mimosa pudica*).

O município de Paragominas possui o clima AW da Classificação de Koppen (1948), mesotérmico e úmido, com maior concentração de chuva de janeiro a junho, implicando em grandes excedentes hídricos e consequentemente grandes cheias dos rios. Segue gráfico da precipitação pluviométrica do município do ano 2017.

Gráfico 4 – Precipitação pluviométrica de Paragominas no período de fevereiro de 2018 a junho de 2019



Fonte: INMET, 2019.

3.6 Implantação do experimento

O experimento foi implantado em uma área antropizada com o cultivo de pastagem e feijão-caupi, onde primeiramente foi realizada a primeira incorporação da vegetação com trator de pneu marca New Holland, modelo 7630, com 105 cv e grade aradora 16 disco, sendo que esta fase foi realizada no mês de outubro de 2017. Em seguida, foram coletadas amostras de solo (0-20 cm), um total de 15 amostras simples para obtenção de uma amostra composta representativa da área. A amostra coletada com auxílio de ferramentas (draga, balde e embalagem para armazenamento) foi acondicionada em recipiente apropriado e enviada para o Laboratório Terra Análises para Agropecuária, em Goiânia-GO, para quantificação dos atributos químicos e físicos, conforme descrito na tabela 6 abaixo.

Tabela 6 – Características químicas e físicas do solo da área experimental da Vila União

pH (CaCl ₂)	P	K	Ca	Mg	H+AL	M.O	M	V	Arg	Areia	Silte	CTC
	mg/dm ⁻³		cmol/dm ³			g/kg		%		cmol/dm ³		
4,3	3	36	0,6	0,3	4,2	16	17 19	15	74	11	5,19	

Fonte: Análises realizadas pelo Laboratório Terra Análises para Agropecuária, Goiânia-GO. Abreviações: M.O- matéria orgânica; M-saturação de alumínio; V-saturação por bases. Metodologia: Manual de análise de solo Embrapa Solos, 2017. P(Mehlich I).

A segunda incorporação da matéria orgânica ocorreu no mês de dezembro, ou seja, 60 dias após a primeira, conforme análise de solo, a calagem foi realizada através do uso de calcário dolomítico, no dia 04 de janeiro de 2018, na dosagem de 2,6 toneladas por hectare. O calcário foi distribuído com auxílio de um trator e do distribuidor de calcário, e incorporado no solo através do uso da grade niveladora.

No processo de calagem foi utilizado o calcário dolomítico pelo método de elevação da saturação de bases a 70%. Segue abaixo a Tabela 7 com as garantias mínimas da composição do produto.

Tabela 7 – Garantia mínima da composição do calcário dolomítico usado no experimento de avaliação de produtividade de mandioca na Vila União (IFPA, 2018)

Componente	Porcentagem
CaO	32
CaO + MgO	47
MgO	15
PN (CaCO ₃)	94,5
PRNT	91
Umidade	3
Granulometria	100% em peneira de 2 mm 99% em peneira de 0,84 mm 94% em peneira de 0,3 mm

Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

3.7 Condução do experimento

Conforme análise química e física do solo (0-20 cm), a área foi preparada mediante grade oradora de 16 discos, onde houve a incorporação da matéria orgânica, em seguida foi realizada a calagem do solo pelo método de saturação de bases para elevação a 70%. O delineamento experimental adotado foi o de blocos complexos casualizados com tratamentos organizados em esquema de parcelas, subparcela e subsubparcela divididas, com três repetições, conforme tabela no Apêndice A.

O material genético para o plantio foi selecionado de plantas com aproximadamente 12 meses de idade, livres de problemas fitossanitários, originárias da Agropecuária Millenium, localizada no município de Tracuateua-PA (Poti e Jurará), da colônia do Uraím (Manivão) e do Assentamento Paragonorte (Maranhense e Taxi).

Na fase de implantação, utilizou-se estacas do terço médio da planta com diâmetro de aproximadamente 3 cm de diâmetro e 20 cm de comprimento; para o plantio em leira, foi

utilizado um trator 75cv para levantamento das leiras com a enxada rotativa, sendo que as leiras possuem as seguintes dimensões: 3,20 m de largura e 80 cm de altura.

Os tratos culturais realizados durante os primeiros 120 dias após o plantio contribuíram para o bom desenvolvimento das plantas, ficando estas livres da concorrência por nutrientes com as plantas daninhas. Foram realizados, durante este período, um total de três capinas e uma amontoa com a participação dos agricultores da Associação, conforme mostram as 7 e 8 abaixo.

Figura 7 – Plantio de uma parcela do experimento com a participação de agricultores familiares



Fonte: Arquivo do próprio autor.

Figura 8 – Parcela do experimento após os tratos culturais (capina, amontoa) com a participação dos agricultores da Associação



Fonte: Arquivo do próprio autor.

3.8 Parâmetros de avaliação

Após 16 meses, foram avaliados a produtividade, a incidência de doenças, a altura da planta, o diâmetro da planta, o diâmetro de raiz em cada parcela e subparcela do experimento para cada cultivar, também foram realizadas análises de solo 06 meses após o plantio e depois da colheita, análises do teor foliar e do teor de amido nas parcelas com calagem e sem calagem, ainda o cálculo da biomassa, da matéria seca e o índice de colheita e o rendimento em farinha de cada cultivar. Foram também identificados os caracteres morfológicos das cinco cultivares avaliadas no experimento.

3.8.1 Altura de planta (AP) e Diâmetro Caulinar (DC)

A medição da altura das plantas (m) foi realizada, medindo-se a partir do nível do solo até o comprimento máximo apical, com utilização de uma trena. Em relação ao diâmetro caulinar da planta (cm), a medição foi feita com o auxílio de um paquímetro graduado em milímetro a 10 cm do nível do solo.

3.8.2 Produtividade de raiz e podridão radicular

Para determinação da produtividade de raízes e podridão radicular, foram avaliadas 8 plantas da parte central de cada unidade experimental, por meio da identificação do número de raízes, as quais foram selecionadas para determinação da produção das raízes sadias e podres. Para a pesagem, foi utilizada uma balança digital.

3.8.3 Comprimento (CR) e Diâmetro radicular (DR)

Para determinação do diâmetro da raiz, também se utilizou o paquímetro graduado em milímetro e a medição foi realizada na porção mediana da raiz. A medição do comprimento das raízes foi realizada com o auxílio de uma trena graduada em centímetro.

3.8.4 Índice de Colheita (IC), Biomassa Verde (BV) e Biomassa Seca Aérea (BS)

O Índice de Colheita foi determinado através da relação entre massa seca total de raízes e a massa seca total da planta (massa seca de raiz + massa seca da parte aérea). A BS foi obtida por meio da secagem de raiz e parte aérea da planta trituradas, a pleno sol, até a obtenção da massa constante.

3.8.5 Análises de solo, foliar, teor de amido e açúcares redutores

Ao longo do processo de implantação do experimento, foram feitas três análises de solo, uma antes da correção, outra 06 meses após a implantação da cultura na área e a última 16 meses depois, logo após a colheita do experimento; também foram realizadas duas análises de macro e micronutrientes foliares das cultivares nas parcelas com e sem calcário, além da análise do teor de amido e açúcares redutores das cinco cultivares nas parcelas com calcário e sem calcário.

3.9 Análises estatísticas e modelo matemático.

Os resíduos experimentais foram submetidos aos testes de Shapiro-Wilk (SHAPIRO; WILK, 1965) – $p > 0,01$ – e de Levene (BOX, 1953) – $p > 0,01$ – para verificação da normalidade e homocedasticidade, respectivamente. Posteriormente, conforme atendimento a essas pressuposições, realizou-se a análise de variância e os desdobramentos que se mostraram necessários (BANZATTO; KRONKA, 2006). Os efeitos da CALAGEM e LEIRA foram estudados pelo teste F ($p < 0,05$) da análise de variância, uma vez que para dois níveis de fator ele é conclusivo, e os efeitos das CULTIVARES foram comparados pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2011). Todos os fatores foram considerados de efeitos fixos.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Avaliação de diferentes cultivares

A análise de variância para os fatores principais, testados de maneira isolada, revelou que o fator calagem foi significativo ($P < 0,05$) para as características produtividade comercial, podridão radicular e altura de plantas. Por sua vez, o fator leira foi não significativo ($P > 0,05$) apenas para comprimento de raiz e diâmetro de planta. Ademais, a análise revelou que o fator cultivares foi significativo para todas as variáveis analisadas, conforme tabela 8 a seguir. Por fim, a interação tripla calagem x cultivares x leira revelou significância para produtividade, podridão radicular e comprimento de raiz, como evidenciado na Tabela 8.

Tabela 8 – Resumo da análise de variância, coeficiente de variação experimental (CV) e média geral em função da calagem, leira e cinco cultivares de mandioca para as variáveis produtividade comercial Mg ha^{-1} (PROD), podridão radicular Mg ha^{-1} (PODR), diâmetro da raiz (cm) (DIAR), comprimento da raiz (cm) (COMR), diâmetro da planta (cm) (DIAP) e altura da planta (m) (ALTU)

FV	GL	QUADRADO MÉDIO					
		PROD	PODR	DIAR	COMR	DIAP	ALTU
Bloco	2	--	--	--	--	--	--
Calagem (C)	1	178,61*	7,15**	20,71 ^{ns}	27,41 ^{ns}	8,03 ^{ns}	0,96*
Resíduo 1	2	3,29	0,01	1,18	5,71	6,59	0,02
(Parcelas)	(5)						
Leira (L)	1	44,79**	3,96**	60,50**	3,63 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,63*
Interação C x L	1	113,82**	3,58**	0,82 ^{ns}	4,96 ^{ns}	1,63 ^{ns}	0,64*
Resíduo 2	4	0,32	0,01	1,97	7,53	1,27	0,04
(Subparcelas)	(11)						
Cultivares	4	14,44**	2,24**	232,44**	57,33**	92,39**	2,86**
(CVs)							
Interação C x CVs	4	9,25**	0,81**	29,65**	65,85**	2,44 ^{ns}	0,06 ^{ns}
Interação L x CVs	4	11,07**	0,34**	4,69 ^{ns}	11,03 ^{ns}	17,04 ^{ns}	0,07 ^{ns}
Interação C x CVs x L	4	9,82**	0,55**	10,75 ^{ns}	30,02*	20,30 ^{ns}	0,13 ^{ns}
Resíduo 3	32	1,51	0,06	4,16	8,92	7,69	0,08
Total	59						
Média Geral		19,40	0,93	4,24	23,51	2,22	2,24
CV Calagem		12,40	11,91	2,56	10,17	11,58	5,48
CV Leira		3,89	8,27	3,31	11,67	5,08	9,26
CV Cultivares		8,41	25,24	4,81	12,70	12,51	12,30

*Significativo ($p < 0,05$), ** altamente significativo ($p < 0,01$) e ^{ns} não significativo ($p > 0,05$) pelo Teste F.

Quanto às interações, a análise mostrou dependência ($P < 0,05$) entre os fatores na interação calagem x leira para as características produtividade, podridão radicular e altura de plantas. Entretanto, na interação calagem x cultivares não se constatou dependência ($P > 0,05$)

entre os fatores para as características diâmetro da raiz e altura de plantas. Na interação leira x cultivares apenas produtividade e podridão radicular foram significativas ($P < 0,05$). No que concerne aos coeficientes de variações, verificou-se, no presente estudo, que todas as características respostas avaliadas foram inferiores a 12,7% (exceção para podridão radicular), comprovando boa precisão experimental (Tabela 8), uma vez que trabalhos desenvolvidos por Scapim, Carvalho e Cruz (1995) e Fritsche-Neto *et al.* (2012) enfatizam a importância de um baixo coeficiente de variação. Segundo Pimentel Gomes (1990), coeficientes de variação abaixo de 10% revelam uma excelente precisão experimental, entre 10% e 20% revelam boa precisão e acima de 20% revelam média a baixa precisão experimental.

Em relação à tabela acima, os valores médios obtidos para as características respostas foram os seguintes: produtividade comercial $19,4 \text{ Mg ha}^{-1}$; podridão radicular $0,93 \text{ Mg ha}^{-1}$; diâmetro da raiz 4,24 cm; comprimento da raiz 23,51 cm; diâmetro de planta 2,22 cm; altura de planta 2,24 m.

4.2 Crescimento da planta: altura e diâmetro por tratamento

O diâmetro de planta apresentou relação diretamente proporcional com a produtividade comercial, pois a cultivar Manivão apresentou maior diâmetro e maior produtividade, enquanto que a cultivar Poti apresentou menor diâmetro e menor produtividade. As cultivares que apresentaram maior crescimento foram Manivão e Maranhense e a mais pequena foi a cultivar Taxi, portanto não é possível associar a característica altura de planta com as demais características fitotécnicas da mandioca, conforme Tabela 9 abaixo e a tabela 11 de produtividade.

Tabela 9 – Diâmetro de planta e altura de cinco cultivares de mandioca cultivadas no Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA

Cultivares	Diâmetro de planta (cm)	Altura de planta (m)
Poti	1,85 c	1,99 bc
Jurará	2,19 b	2,03 b
Manivão	2,61 a	2,85 a
Maranhense	2,32 ab	2,65 a
Taxi	2,11 bc	1,69 c

Médias seguidas de letras minúsculas semelhantes na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey.

Para o plantio é recomendado utilizar manivas de ramas maduras com aproximadamente 20 cm de comprimento e com cerca de 2 a 3 cm de diâmetro (2). Entretanto, o produtor dificilmente seleciona apenas manivas com tal diâmetro, principalmente quando é realizado o plantio mecanizado.

A utilização de manivas com diâmetros compreendidos entre 1,8 a 2,0 cm e entre 2,5 a 3,0 cm proporcionam estandes mais homogêneos e plantas mais desenvolvidas quando comparada ao uso de material com diâmetro entre 1,0 a 1,2 cm (RÓS-GOLLA *et al.*, 2010).

A ausência de calagem e leira influenciou negativamente no crescimento das plantas de mandioca, conforme mostra a Tabela 10 abaixo.

Tabela 10 – Altura média, desdobrada dentro de calagem e leira, de cinco cultivares de mandioca cultivadas no Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA

	Com leira	Sem leira
Com calagem	2,37aA	2,37aA
Sem calagem	2,32aA	1,91bB

Médias seguidas de letras minúsculas semelhantes na coluna e maiúscula na linha não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Em experimento implantado no município de Aguaí-SP, em novos sistemas de plantio (CARVALHO, 2009), obteve-se altura média da cultivar IAC 13 de 1,99 cm, em cultivo em canteiro, próximo do obtido com as cinco cultivares, tal seja 2,37 cm de altura média.

Quanto ao comprimento de raiz, as cultivares não diferiram estatisticamente na condição de calagem com e sem leira e na condição de ausência de calagem e presença de leira (tabela no Apêndice A). Contudo, na condição mais limitante, ou seja, sem calagem e sem leira, as cultivares que apresentaram maior e menor comprimento de raiz foram respectivamente Jurará e Taxi. Logo, na cultura da mandioca, torna-se possível inferir que comprimento de raiz e produtividade comercial são características com comportamento inversamente proporcional. Ademais, tanto a leira quanto a calagem apresentam pouca ou nenhuma influência no comprimento da raiz, independentemente dos fatores (Tabela no Apêndice A).

4.3 Produtividade de raízes por tratamento

Nas melhores condições (com calagem e leira), a cultivar Taxi revelou produtividade comercial superior a todas as demais cultivares, conforme Tabela 11 a seguir.

Tabela 11 – Produtividade comercial, podridão radicular e comprimento de raiz, desdobrados dentro de calagem e leira, de cinco cultivares de mandioca cultivadas no Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA

Cultivares	GRUPO I - COM CALAGEM		GRUPO II - SEM CALAGEM	
	Com leira	Sem leira	Com leira	Sem leira
PRODUTIVIDADE COMERCIAL				
Poti	18,63 cA(A)	16,66 cA(B)	14,36 aB(B)	12,56 abA(A)
Maranhense	23,55 abA(A)	20,11 bcB(A)	13,96 aB(B)	17,92 bA(B)
Jurará	19,40 bcA(A)	23,08 abA(A)	14,12 aB(B)	18,72 bA(B)
Taxi	27,07 aA(A)	19,45 bcB(A)	13,68 aB(B)	21,01 abA(A)
Manivão	21,77 bcB(A)	25,78 aA(A)	14,55 aB(B)	22,81 aA(B)
PODRIDÃO RADICULAR				
Poti	0,00 aA(A)	0,47 aB(A)	0,00 aA(A)	0,80 aB(A)
Maranhense	0,44aA(A)	1,48 bB(A)	1,04 bA(B)	1,19 abA(A)
Jurará	0,00 aA(A)	0,35 aA(A)	1,46 bcB(B)	0,98 aA(B)
Taxi	0,00 aA(A)	1,51 bB(A)	2,23 dA(B)	1,88 cA(A)
Manivão	0,00 aA(A)	1,64 bB(A)	1,61 cA(B)	1,61 bcA(A)
COMPRIMENTO DE RAIZ				
Poti	20,68 aA(A)	24,42 aA(A)	22,73 aA(A)	22,18 bA(A)
Maranhense	25,99 aA(A)	21,37 aA(A)	25,34 aA(A)	27,68 abA(A)
Jurará	22,87 aA(A)	20,69 aA(B)	27,30 aA(A)	31,48 aA(A)
Taxi	24,03 aA(A)	23,63 aA(A)	21,87 aA(A)	14,60 cB(B)
Manivão	20,41 aA(B)	24,28 aA(A)	26,37 aA(A)	22,34 bA(A)

Médias seguidas de letras minúsculas semelhantes na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey. Médias seguidas de letra maiúscula semelhante na linha dentro de cada grupo e letras em parênteses entre grupos dentro da combinação de cada nível de leira e cultivar não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Em condição de calagem, com ou sem leira, a cultivar Poti apresentou a menor produtividade quando comparada com as demais. A melhor cultivar em condição de ausência de leira, independentemente da calagem, foi a Manivão. Por sua vez, nas condições mais rústicas, sem calagem e sem leira, as cultivares que apresentaram pior desempenho produtivo foram a Poti e a Maranhense. Ainda pela tabela acima pode se afirmar que, quando a calagem é realizada, a leira se torna importante apenas para as cultivares Maranhense e Taxi. Todavia, na ausência de calagem, a leira prejudicou o desempenho produtivo das cultivares Manivão, Maranhense, Jurará e Taxi. Por fim, de modo geral, a calagem incrementou significativamente a performance produtiva de todas as cultivares, independentemente da leira.

Silva *et al.* (2004), avaliando a influência do calcário dolomítico (0 e 2000 kg ha⁻¹) e mais o elemento fósforo, em diversas cultivares de mandioca, também verificaram aumento no peso das raízes ao adicionarem estes macronutrientes ao solo.

A calagem também proporcionou maior crescimento inicial e desenvolvimento da parte aérea das plantas em resposta ao aumento das doses de calcário, conforme observado em pesquisa semelhante realizada em Assis, no interior de São Paulo (BRANCALIAO *et al.*, 2015).

Os agricultores da Região dos Lagos de Tracuateua-PA ainda adotam esse sistema, obtendo produtividade média de 25,56 t/ha de mandioca cultivada em leiras e 23,90 t/ha em cultivos com preparo de área com tração animal (MODESTO JÚNIOR *et al.*, 2011).

4.4 Desenvolvimento radicular por tratamento

A leira influenciou positivamente no diâmetro das raízes de mandioca. Os maiores diâmetros de raiz foram verificados nas cultivares Taxi e Manivão e o menor na cultivar Poti (conforme Tabela 12 abaixo). Tais descobertas são semelhantes às verificadas na produtividade comercial.

Tabela 12 – Diâmetro médio de raiz de cinco cultivares de mandioca em função da leira

Subparcela	Diâmetro
Leira	4,34 ^a
Sem leira	4,14 ^b

Médias seguidas de letras minúsculas semelhantes na coluna não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo Teste.

Em relação ao plantio de mandioca em leiras, não há relatos na literatura sobre o efeito da leira no diâmetro de raiz. O sistema de plantio em leira é recomendado para regiões de alta pluviosidade e solos argilosos ou que tenham problemas de drenagem, facilitando a colheita especialmente se houver necessidade desta ser efetuada durante a época de seca (MATTOS, 2002).

Em relação à calagem, o diâmetro da cultivar Poti diferiu estatisticamente das demais cultivares, na ausência de calagem a cultivar Poti apresentou menor diâmetro diferindo estatisticamente das demais cultivares, conforme mostra a Tabela 13 a seguir.

Tabela 13 – Diâmetro de raízes de cinco cultivares de mandioca, desdobrado dentro de calagem

Cultivares	Com calagem	Sem calagem
Poti	3,27 bB	3,84 cA
Maranhense	4,38 aA	4,38 bA
Jurará	4,28 aA	4,09 bcB
Taxi	4,62 aB	4,91 aA
Manivão	4,35 aA	4,25 bA

Médias seguidas de letras minúsculas semelhantes na coluna e maiúscula na linha, não diferem em nível de 5% de probabilidade respectivamente pelos Testes Tukey e F.

Em experimento de campo realizado no município de Cametá, no estado do Pará (MARTINS *et al.*, 2018), com a aplicação de dosagem de 1500 kg de calcário dolomítico se obteve diâmetro de raiz de 3,85 cm, número próximo do valor obtido no experimento na parcela sem calagem com a cultivar Poti.

4.5 Podridão radicular por tratamento

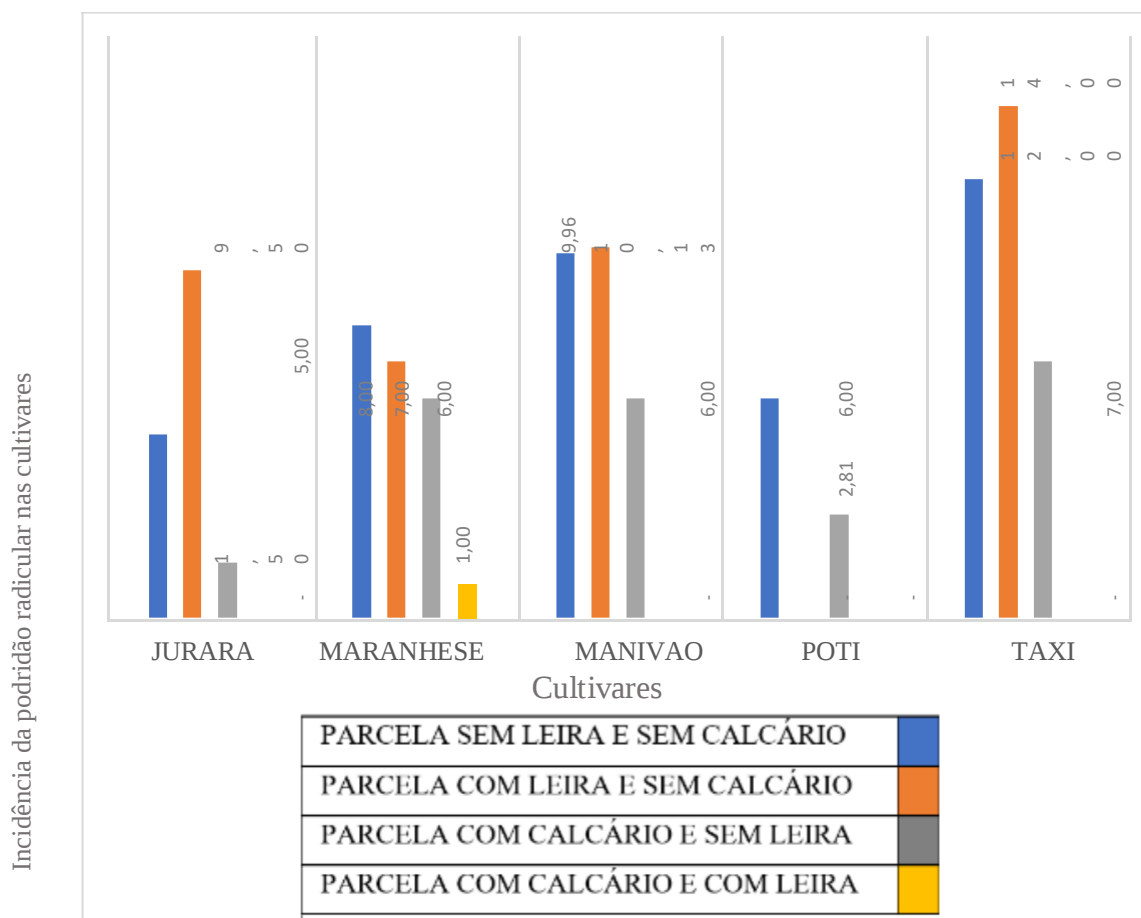
Quanto à podridão radicular, as cultivares não diferiram estatisticamente quando a calagem e a leira foram realizadas (tabela no Apêndice A). Todavia, em todas as demais condições as cultivares Poti e Jurará revelaram ser mais sadias que as demais. No outro extremo, as cultivares Taxi e Manivão se mostraram mais susceptíveis ao ataque de *phytophthora* e *pythium*. Logo, a variável podridão radicular é diretamente proporcional à produtividade, ou seja, as cultivares mais produtivas foram as que mais tiveram problemas com podridão e vice-versa. A leira mostrou relevância no controle da podridão radicular apenas quando a calagem foi realizada (Tabela no Apêndice A).

O plantio em camalhões com foco na diminuição da ocorrência da podridão mole e a aplicação de calcário para a diminuição da podridão seca de são fatores importantes para melhorar a produtividade das raízes (ZAMBOLIM *et al.*, 2001).

Entre as prioridades de pesquisa, apontadas pelo estudo de Oliveira *et al.* (2014), destacam-se: estudos sobre podridão radicular da mandioca; reavaliação dos materiais genéticos indicados pela Embrapa; indicação adequada de adubação; uso da raspa para adubação e ração animal; aproveitamento do tucupi como alimento e também como adubo; técnicas que melhorem a qualidade da farinha; problema com higiene, boas práticas, padronização dos produtos e equipamentos adequados; oferta de maniva-semente; uso indiscriminado/inadequado de herbicidas; cultivo nas áreas de várzea.

Segue o gráfico do percentual de incidência de podridão radicular, conforme as parcelas e subparcela distribuídas no experimento.

Gráfico 5 – Incidência da podridão radicular nas cultivares de mandioca conforme as parcelas e subparcela no experimento da Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA



Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

4.6 Caracterização química do solo antes e depois da colheita

A calagem se mostrou eficiente nos primeiros seis meses após a correção, sendo possível observar a correção do pH, a elevação dos teores de macro e micronutrientes e a diminuição da saturação de alumínio quando se compara com o momento anterior da calagem, conforme mostra a Tabela 14 a seguir.

Tabela 14 – Características químicas e físicas do solo da área experimental da Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA, na camada de 0-20 cm, 06 meses após a calagem

pH	P	K	Ca	Mg	H+AL	M.O	M	V	Arg	Areia	Silte	CTC
(CaCl ₂)	mgdm ⁻³			cmolc·dm ³		g/kg			%			cmolc·dm ³
5,2	4	32	2,5	0,7	1,9	10	0	63	8	89	3	5,18

Fonte: Análises realizadas pelo Laboratório Terra Análises para Agropecuária, Goiânia-GO. Abreviações: M.O- matéria orgânica; M-saturação de alumínio; V-saturação por bases. Metodologia: Manual de análise de solo Embrapa Solos, 2017. P(Mehlich I).

Ainda que a mandioca apresente resistência à saturação de alumínio em até 80%, a calagem se faz necessária principalmente porque a aplicação de calcário adequa a faixa de pH, o que consequentemente subsidia a absorção dos nutrientes disponibilizados no solo para a planta (SERRAT *et al.*, 2002).

Silva *et al.* (2004), avaliando a influência do calcário dolomítico (0 e 2000 kg ha⁻¹) e mais o elemento fósforo em diversas cultivares de mandioca, também verificaram aumento no peso das raízes ao adicionar estes macronutrientes ao solo. A calagem também proporcionou maior crescimento inicial e desenvolvimento da parte aérea das plantas em resposta ao aumento das doses de calcário em pesquisa semelhante realizada em Assis, no interior de São Paulo (BRANCALIÃO *et al.*, 2015).

Após a colheita, que foi realizada 16 meses após o plantio, observou-se a exportação de nutrientes para raízes e parte aérea da planta, havendo elevação da acidez e diminuição das concentrações de fósforo, potássio, cálcio, magnésio e diminuição do valor e capacidade de troca iônica, conforme mostra a Tabela 15, referente às características químicas e físicas do solo pós-colheita das cultivares de mandioca.

Tabela 15 – Características químicas e físicas do solo da área experimental da Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA, na camada de 0-20 cm, 14 meses após a calagem e colheita

pH	P	K	Ca	Mg	H+AL	M.O	M	V	Arg	Areia	Silte	CTC
(CaCl ₂)	mgdm ⁻³			cmol.d ³		g/kg			%			cmol.d ³
4,8	3	24	1,2	0,8	2,6	12	5	44	10	84	6	4,66

Fonte: Análises realizadas pelo Laboratório Terra Análises para Agropecuária, Goiânia-GO. Abreviações: M.O- matéria orgânica; M-saturação de alumínio; V-saturação por bases. Metodologia: Manual de análise de solo Embrapa Solos, 2017. P(Mehlich I).

Em relação à influência da calagem na produtividade das cultivares, está se mostrou eficiente no incremento significativo da performance produtiva de todas as cultivares, independentemente da leira, conforme mostra a Tabela 16 a seguir.

Tabela 16 – Produtividade média de cinco cultivares de mandioca plantadas nas parcelas com calcário e sem calcário e com leira e sem leira na Vila União, Assentamento Paragonorte, Paragominas-PA

CULTIVARES	Produtividade T/Ha			
	Sem calagem e leira	Sem calagem e com leira	Com calagem sem leira	Com calagem e com leira
Jurará	19,33	15,28	22,99	20,48
Manivão	16,20	15,93	26,89	21,37
Taxi	15,60	15,61	20,56	26,53
Maranhense	13,52	14,71	21,19	23,54
Poti	12,97	14,08	16,81	18,27
Média	15,52	15,12	21,68	22,03

Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

A média geral de produtividade por cultivar foi: Jurará 19,52 toneladas por hectare; Manivão 20,09 toneladas por hectare; Taxi 19,57 toneladas por hectare; Maranhense 18,24 toneladas por hectare; Poti 15,53 toneladas por hectare.

4.7 Produção de biomassa seca foliar e radicular: Índice de Colheita

A produção da biomassa da parte aérea é uma característica importante para a cultura da mandioca, pois as ramas são utilizadas como material propagativo para instalação de novos campos de produção também são utilizadas para a produção de ração animal de excelente qualidade proteica (MATTOS, 2006).

O índice de colheita foi determinado através da relação entre a massa seca total das raízes e a massa seca total das plantas (massa da raiz mais massa da parte aérea). O índice de colheita sugere uma medida da eficiência das plantas em alocarem nas raízes tuberosas os carboidratos produzidos durante a fotossíntese. Nas cultivares Saracura e Kiriris, Alves (2002) encontrou um índice de colheita de aproximadamente 70%. Valores de índice de colheita acima de 60% são considerados ideais (CARDOSO JUNIOR *et al.*, 2005; AGUIAR, 2003).

Em trabalho de avaliação de variedade de mandioca no Nordeste paraense (COQUEIRO, 2013), no município de Castanhal, foi obtido índice de colheita de 60% para a cultivar Jurará branca e de 55% para a cultivar Maranhense, e biomassa das referidas cultivares de 33,8 e 30,9 toneladas por hectare respectivamente.

Segue a Tabela 17 referente à biomassa, matéria seca e índice de colheita das cultivares em estudo.

Tabela 17 – Produtividade média da biomassa verde da parte aérea das plantas e matéria seca (parte aérea mais raiz) em toneladas por hectares e índice de colheita das cinco cultivares de mandioca cultivadas na Vila União, Assentamento Paragonorte, município de Paragominas-PA

Cultivares	Biomassa	Matéria seca	Índice de colheita %
Poti	6,69	8,59	62
Jurará	10,60	12,08	70
Maranhense	16,29	17,88	61
Taxi	13,77	25,83	80
Manivão	16,61	15,83	55

Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

4.8 Balanço dos nutrientes foliares sob tratamento

Em geral, as folhas recém-maduras são os órgãos da planta que melhor refletem o estado nutricional da cultura, razão pela qual são as mais indicadas para serem utilizadas como amostra (VELOSO *et al.*, 2006).

Para a análise, portanto, foram coletadas folhas da parte final da planta após o período da colheita das raízes, depois de um ciclo de 16 meses, a amostragem foi feita nas parcelas com calcário e sem calcário, aplicando a metodologia da Embrapa. Segue Tabela 18 contendo a análise foliar das cultivares.

Tabela 18 – Resultado de análise foliar das cinco cultivares de mandioca nas parcelas com calcário e sem calcário

Macronutrientes %	Parcela com calcário		Parcela sem calcário	
N	3,1	(-)	2,7	(-)
P	0,20	(+)	0,18	(-)
K	0,72	(-)	0,56	(-)
Ca	1,16	(+)	1,44	(+)
Mg	0,50	(+)	0,31	(+)
S	0,06	(-)	0,06	(-)
Micronutrientes mg/Kg				
B	56	(+)	40	(+)
Cu	11	(+)	40	(+)
Fe	129	(+)	112	(+)
Mn	60	(+)	200	(+)
Mo	-		-	
Zn	55	(+)	64	(+)

Fonte: Laboratório Terra Análise para Agropecuária. Análise foliar: metodologia Manual de “fertilizantes e corretivos”, 2017. Legenda: (+) sem deficiência nutricional, (-) com deficiência nutricional.

A Agrotecnologia de avaliação direta do estado nutricional de plantas é uma necessidade na agricultura, é uma tecnologia muito útil mesmo com as dificuldades que ainda existem na interpretação dos resultados. A diagnose foliar vem se desenvolvendo por meio de algumas aplicações bem definidas e outras que se delineiam como promissoras, destacando-se o levantamento do estado nutricional de culturas e a confirmação de sintomas visíveis de deficiência de nutrientes, determinando os níveis dos diferentes elementos minerais nas folhas, obtendo, dessa forma, orientação para a correção da fertilidade do solo e estudo do efeito das adubações de solo e foliar. A seguir, na Tabela 19, são apresentados os valores adequados para a análise foliar em mandioca.

Tabela 19 – Valores de nutrientes considerados adequados em mandioca

Faixas de valores de nutrientes considerados adequados em folhas de mandioca ⁽¹⁾			
Nutriente	Faixa	Nutriente	Faixa
-----	---%---	-----	mg/kg - - -
N	4,0 - 5,0	B	25–50
P	0,2 - 0,5	Cu	7–20
K	4,0 - 6,5	Fe	50 – 100
Ca	1,0 - 2,0	Mn	30 – 250
Mg	0,3 - 0,5	Mo	-
S	0,2 - 0,5	Zn	20–60

Fonte: Manual de adubação e de calagem para os Estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina, 2004.

(1) Coletar o limbo (folíolo) de 30 plantas mais jovens totalmente desenvolvidas três ou quatro meses após o plantio.

4.9 Teores de amido e açúcares redutores radiculares por tratamento

Em trabalho realizado por OLIVEIRA *et al.* (2018) com a cultivar de mandioca lagoão, nas Unidades de Validação e Demonstração em São Domingos-SE, considerando-se a combinação das agrotecnologias calcário mais leira, foi possível obter os seguintes resultados: produtividade 24 t.ha, altura da planta 1,41 m, comprimento da raiz 34,6 cm, peso da parte aérea 8,5 t.ha e teor de amido 33,94%.

Tabela 20 – Análise dos percentuais de açúcares redutores, amido e matéria seca das cinco cultivares de mandioca nas parcelas com calagem e sem calagem e na subparcela com leira e sem leira

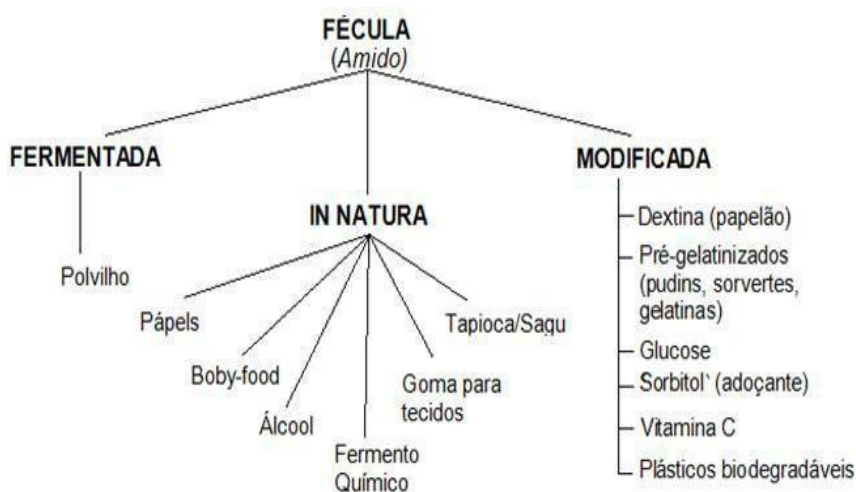
Cultivares	Parcela			Parcela		
	Com calcário e com leira			Sem calcário e sem leira		
	Açúcares redutores	Amido	Matéria seca	Açúcares redutores	Amido	Matéria seca
Poti	2,51	85,48	88,56	2,76	83,76	92,99
Jurará	3,75	83,16	88,63	3,82	84,53	92,13
Manivão	4,23	85,32	89,66	2,96	81,35	87,57
Maranhense	3,48	84,86	92,71	3,48	82,81	91,36
Taxi	4,06	82,10	90,80	3,58	82,07	92,88

Fonte: CERAT (Centro de Raízes e Amidos Tropicais – Universidade Estadual Paulista - Campus Botucatu).

4.10 Rendimento de farinha de mesa por tratamento

A industrialização da mandioca é considerada a mais versátil dentre as tuberosas tropicais. Com objetivo de aumentar o consumo culinário, são encontradas várias opções nos mercados das capitais e grandes cidades, entre as quais a mandioca minimamente processada, congelada ou resfriada, pré-cozida e “chips”. Entre outras formas de consumo, destacam-se, também, aquelas que predominam em especial no Pará, como a farinha d’água, farinha de tapioca, beiju, maniçoba da folha, tucupi, goma do tacacá e o amido utilizado na indústria de panificação, que também vem sendo utilizado na suplementação animal, como demonstrado na figura 9 a seguir.

Figura 9 – Ramos de aplicação dos produtos oriundos da fécula



Fonte: Mattos & Cardoso, 2003.

A mandioca é um alimento que através de seu subproduto, como a fécula, origina uma série infindável de subprodutos de aplicações diversas nas indústrias, sendo que o setor alimentício absorve aproximadamente 70% da produção nacional de amido.

A fécula e os produtos dela derivados têm competitividade crescente no mercado de produtos amiláceos para a alimentação humana, produção de embalagens, produção de colas, também na mineração, na indústria têxtil e na farmacêutica conforme exemplificado na figura 10 (MATTOS; CARDOSO, 2003).

Segundo Fioretto (2001), uma tonelada de raiz de mandioca gera, em média, 600 litros de manipueira, sendo que, na operação de prensagem, durante os processos de fabricação de farinha, 20 a 30% desse líquido é eliminado.

A cultura da mandioca é cultivada em todas as regiões do país e sua raiz apresenta importante papel na alimentação humana (34%) e animal; além de servir de matéria-prima para inúmeros produtos industriais, é fonte de renda e importante para a geração de emprego.

Geralmente, o rendimento de farinha alcançado nos locais de processamento está em torno de 25%, sendo que vários são os fatores que contribuem para este reduzido desempenho, como características intrínsecas da planta (potencial genético e ciclo), fertilidade do solo, além do nível de tecnologia utilizado na fabricação da farinha. Segue abaixo a Tabela 21 contendo dados referentes ao rendimento de farinha das cultivares utilizadas no experimento.

Tabela 21 – Rendimento em percentagem de farinha de cinco variedades de mandioca colhidas no Assentamento Paragonorte – Vila União-Paragominas-PA

Variedades	Produção de raiz Kg	Rendimento em farinha Kg	Rendimento em farinha %
Maranhense	106	21,1	19,90
Poti	89,2	15,5	17,37
Taxi	117,8	21	17,82
Jurará	113,95	18,6	16,0
Manivão	115	17,7	15,39

Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).

A tradição no uso da mandioca, herdada da cultura indígena, é comum em todo o Brasil. A farinha de mandioca é um produto tipicamente brasileiro, com alto valor energético, consumido em todo o país. Estima-se que são gerados um milhão de empregos diretos nas fases de produção primária e no processamento de farinha e fécula; as atividades de produção de farinha e fécula geram, respectivamente, receitas equivalentes a 600 milhões e 150 milhões de dólares anualmente (SOUZA; FIALHO, 2003).

5 CONCLUSÃO

As cultivares Taxi e Manivão foram as que apresentaram maior média geral de produtividade, porém foram as que apresentaram maiores percentuais de incidência de podridão radicular.

Nas condições de calagem e leira, a cultivar Poti, entre as demais cultivares, teve a menor produtividade, porém se mostrou mais tolerante à podridão radicular. Logo, pode-se afirmar que a incidência de podridão e produtividade foi diretamente proporcional. Calagem e leira não interferiram na produtividade das cultivares Maranhense e Taxi.

A calagem e a leira aumentaram um incremento de 32% a mais na produtividade das cultivares quando comparada a parcela sem calagem e sem leira.

A calagem provocou alterações nas características químicas do solo como elevação do PH, aumento na disponibilidade do fosforo e cálcio e elevação do valor da saturação de bases a 63% após seis meses a aplicação do calcário e em relação aos micronutrientes tanto na parcela com calcário sem calcário não ocorreu deficiência nutricional conforme mostra a análise.

Em relação à análise foliar das cultivares nas parcelas com calcário houve elevação quando comparado a parcela sem calcário nos teores foliares dos seguintes macronutrientes: fosforo, potássio, cálcio e magnésio e em relação as parcelas sem calcário houve a ocorrência de deficiência nutricional dos macronutrientes: fosforo, potássio e enxofre.

Em relação à produtividade nas condições mais rústicas, sem calagem e sem leira, as cultivares Poti e Maranhense foram menos produtivas.

A cultivar Manivão foi a mais produtiva, com média geral de 20.09 toneladas por hectare nas condições mais rústicas, ou seja, sem leira e sem calagem, portanto sendo a cultivar mais adequada ao plantio dos agricultores locais que não fazem o uso da calagem e leira.

REFERÊNCIAS IBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, E.B. **Produção e qualidade de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita**. Dissertação (Mestrado Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônômico de Campinas. 90p. Campinas, 2003

ALBUQUERQUE, J. A. A. et al. **Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil**. Revista Ciência Agronômica, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.

ALVES, A. A. C. Cassava botany and physiology. In: HILLOCKS, R.J.; THRESH J. M.; BELLOTTI, A. C (ed.). **Cassava: biology, production and utilization**. UK: Cabi Publishing, 2002. p. 67-89.

ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. **Produtividade da mandioca de agricultores familiares do Baixo Tocantins**. In: Congresso Brasileiro De Mandioca, 12, 2009, BOTUCATU–SP. **Anais**. Disponível em: <[http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticasd/download/Trio Produtividade Cultura Mandioca.pdf](http://www.cnpma.embrapa.br/boaspraticasd/download/Trio%20Produtividade%20Cultura%20Mandioca.pdf)>. Acesso em: 02 jan. 2018.

ARIENTE, M. et. al. **Competitividade na indústria de fécula de mandioca: estudo exploratório**. Revista da FAE, Curitiba, v. 8, n. 2, p. 53-60, jul./dez. 2005.

BORGES, M. F. et al. **Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano**, Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 37, n. 11, p.1559-1565, 2002.

BRANCALIAÃO, S. R. *et al.* **Crescimento e desenvolvimento de plantas de mandioca em função da calagem e adubação com zinco**. Nucleus, Ituverava, v. 12, n. 2, out. 2015.

CAMARGO, O.A.; VALADARES, J.M.A.S.; DECHEN, A.R. **Efeitos do pH e da incubação na extração do manganês, zinco, cobre e ferro do solo**. R. bras. Ci. Solo, 6(1):83-88. 1982.

CARDOSO JÚNIOR, N. dos S.; VIANA, A. E. S.; MATSUMOTO, S. N.; SEDIYAMA, T.; CARVALHO, F. M. de. **Efeito do nitrogênio em características agrônômicas da mandioca**. Bragantia, Campinas, v.64, n.4, p.651-659, 2005.

CARVALHO, Fábio Martins de; ANDRADE, Luiz Antônio de Bastos; CONSONI, Rodrigo. Plantio de mandioca em fileiras duplas sobre canteiros: uma proposta de inovação no sistema de produção. In: Congresso Brasileiro De Mandioca-Inovações E DESAFIOS, 13, 2009, Botucatu-SP. **Anais**. Disponível: <<http://energia.fca.unesp.br/index.php/rat/article/view/1386/705>>. Acesso em: 02 jan. 2018.

CARVALHO, F. M. **Análise econômica de sistemas de plantio e colheita da mandioca**. 2009. 67 f. Tese (doutorado). Programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia, área de concentração em produção vegetal, Universidade Federal de Lavras, 2009.

CARVALHO, C. R. L. et. al. **Análises químicas de alimentos**. Campinas: ITAL, 2000.

CAMPOS et. al. **Influência da calagem e adubação com zinco no teor de cálcio, magnésio e zinco em raízes, caule e folhas de mandioca** (Manihot esculenta Crantz) VII workshop Agro Energia. Ribeirão Preto, ISBN 978-85-85564-27-8 jun. 2013.

CONTO, A. J. CARVALHO, R. A.; FERREIRA, C. A. P.; HOMMA, A. K. O. **Sistemas de produção da farinha de mandioca no Nordeste Paraense**. Belém: Embrapa Amazônia Oriental, 1997.

COQUEIRO, G. R. **Avaliação de variedades de mandioca no nordeste do estado do Pará**. Tese de doutorado – Universidade Estadual Paulista-Faculdade de Ciências Agrônômicas, Botucatu, SP, 2013.

CRAVO, M. S. Avaliação da necessidade de calagem em Terra Alta e Tracuateua. *In*: Workshop Para Treinamento Do Software Nutrient Management SUPPORT SYSTEM (NuMaSS), 2007, Bragança, Pará. **Anais** - Belém, PA: s. n, 2007. 1 CD-ROM.

CRAVO, M. S; SOUZA. B. D. L. Produção mecanizada de mandioca e alternativas de consórcio: *In*: MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. **Cultura da mandioca: Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistema de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

CUNHA, E. F. M.; FARIAS NETO, J. T. Melhoramento Genético da Mandioca no Estado do Pará. *In*: MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. **Cultura da mandioca: Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistema de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA (Embrapa). **Sistema de produção de Mandioca**. 2018. Disponível em: <<http://sistemaprodução.cnpatia.embrapa.br/mandioca>>. Acesso em: 20 set. 2018.

FAO. **Dados da produção mundial da mandioca**. Disponível em <<http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>>. Acesso em: 10 jan. 2018.
FERREIRA, D. F. **Sisvar: um sistema computacional de análise estatística**. Ciênc. agrotec. [online]. 2011, vol.35, n.6, pp.1039-1042.

FIDALSKI, J. Respostas da mandioca à adubação N.P.K e calagem em solos arenosos do noroeste do Paraná. **Rev. Pesq. Agropecuária bras.**, Brasília, v. 34, n. 8, p. 1353-1359, ago. 1999.

FILGUEIRAS, G. C.; HOMMA, A. K. O. Aspectos Socioeconômicos da Cultura da Mandioca na Região Norte. *In*: MODESTO JUNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. **Cultura da mandioca: Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistema de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. cap. 1. p. 16-28.

FIORETTO, R. A. Uso direto da manipueira em fertirrigação. *In*: CEREDA, M. P. **Industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 2001. p. 51-80.

FUKUDA, W. M. G.; IGLESIAS, C. Melhoramento Genético. *In: Aspectos Socioeconômicos e agrônômicos da mandioca*. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Cruz das Almas- BA. 2006.

FUKUDA, W. M. G. Prioridades futuras de un programa de mejoramiento de mandioca. *In: REUNIÓN PANAMERICANA DE FITOMEJORADORES DE YUCA*, 3., 1994, Cali, **Memoriais...** Cali: Ciat, 1004. p. 216-269.

FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L. **Descritores morfológicos e agrônômicos para a caracterização de mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1998, 38p. (EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 78).

FURTINI NETO, A. E.; VALE, F. R. do; RESENDE, A. V. de; GUILHERME, L. R. G.; GUEDES, G. A. A. **Fertilidade do solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 252p.

FREITAS, R. A. et. al. **A rheological description of mixtures of a galactoxiloglucan with high amylose and waxy corn starches**. Carbohydrate Polymers, Barking, v. 51, p. 25-32, 2003.

FRITSCHÉ-NETO, R. et al. **Atualização da proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho**. Acta Sci. Agron. [online]. vol.34, n.1, pp.99-101. 2012. GABRIEL FILHO, A.; PESSOA, A. C. dos S.; STROHHAECKER, L.; HELMICH, J. J. Preparo convencional e cultivo mínimo do solo na cultura da mandioca em condições de adubação verde com ervilhaca e aveia preta. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 30, n. 6, p. 953-957, 2000.

GOMES, J.C. Calagem e Adubação. *In: MATOS, L. P; FARIAS, A. R. N.; FERREIRA FILHO; J. R. Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde – Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006. 176 p. (coleção 500 perguntas, 500 respostas)*

GRAXKO, M. **Análise da conjuntura agropecuária da mandioca-Safra 2015/2016**. SEAB-Departamento de Economia Rural. São Paulo, 2015.

GUARÇONI, A. Saturação por bases para o cafeeiro baseada no pH do solo e no suprimento de Ca e Mg. **Coffee Science**, Lavras, v. 12, n. 3, p. 327-336, jul./set. 2017.

GUARÇONI, A.; ALVAREZ V. V. H.; SOBREIRA, F. M. Fundamentação teórica dos sistemas de amostragem de solo de acordo com a variabilidade de características químicas. **Terra Latinoamericana**, Chapingo, v. 35, n. 4, dez. 2017.

HOMMA, A. Em favor da farinha de mandioca. **Gazeta Mercantil**, Belém-PA. 2000. p. 2.

HOMMA, A. K. O. Sinergias de mudanças para uma nova agricultura na Amazônia. *In: VIEIRA, I. C. C. G.; JARDIM, M. A. G.; ROCHA, E. J. P (org.). Amazônia em tempo: estudos climáticos e socioambientais*. Belém: Universidade Federal do Pará; Museu Paraense Emilio Goeldi; Embrapa Amazônia Oriental, 2015. p. 51-80.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA (IBGE) 2018. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidades>>. Acesso em: out. 2018.

_____. Produção Agrícola Municipal – PAM. 2014. Disponível em <www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: 10 jan. 2018.

KOPPEN, W. **Climatologia: com um estúdio de los climas de la tierra**. Fondo de cultura agronomia. Mexico, 1948, 479 p.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2001. 531p.

LORENZI, J. O.; OTSUBO, A. A.; MONTEIRO, D. A.; VALLE, T. L. Aspectos fitotécnicos da mandioca em Mato Grosso do Sul . *In*: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S (coord.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa/UNIDERP, 2002. p. 77-108.

MARTINS, J. D. S.; PEREIRA, M. C.; RIBEIRO, R. C.; SILVA, E. M. Calcário e sua influência no cultivo de mandioca na Amazônia Tocantina, **Revista de Agropecuária Sustentável (RBAS)**, v. 8, n 1, p. 17-23, mar. 2018.

MATTOS, P. L. P. de. Práticas culturais na cultura da mandioca. *In*: OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S (coord.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa/UNIDERP, 2002. p. 127-146.

MATTOS, P. L. P. de; CARDOSO, E. M. R. Cultivo da Mandioca para o Estado do Pará, EMBRAPA (Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária). Versão eletrônica, jan./2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/importancia.htm>. Acesso em: 10 fev. 2019.

MATTOS, P. L. P. Implantação da cultura. *In*: SOUZA, L. S. *et al* (ed.). **Aspectos socioeconômico e agrônômico da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2006. p. 492-517.

MODESTO JÚNIOR, M. de S.; ALVES, R. N. B.; SILVA, E. S. A. Produtividade de mandioca cultivada por agricultores familiares na região dos lagos, município de Tracuateua, estado do Pará. **Amazônia: Ciência e Desenvolvimento**, Belém, v. 6, p. 57-67, 2011.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 7, n. 3, p. 457-462, 2003.

OLIVEIRA, I. R.; CARVALHO, H. W. L.; CARVALHO, L. M.; OLIVEIRA, M. F. Validação de Tecnologias para a elevação da produtividade da mandioca. Circular técnica 243. Sete Lagoas: dez. 2018.

OLIVEIRA, R. C. de; SENA, A. L. dos S.; MARQUES, T. R.; SANTOS, J. C. dos;

COSTA, M. O. X. da. **Demandas tecnológicas para o sistema produtivo da mandioca nas microrregiões de Altamira e Santarém, no Estado do Pará**. Belém, PA: Embrapa Amazônia Oriental, 2014. 24 p.

OTSUBO, A. A.; MERCANTE, F. M.; MARTINS, C. de S (coord.). **Aspectos do cultivo da mandioca em Mato Grosso do Sul**. Dourados: Embrapa/UNIDERP, 2002.

PARRY et. al. **Estado nutricional da mandioca cultivada em diferentes épocas sob cobertura morta e duas adubações**. Rev. Ciênc. Agrár., Belém, n. 43, p. 91-114, jan./jun. 2005.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 13.ed. Piracicaba: Nobel, 1990. 468p.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. **Guia de interpretação de análise de solo e foliar**. Vitória: Incaper, 2013. 104 p.

REINHARDT, H. D. **Mandioca – A Raiz do Brasil**. Embrapa Mandioca e Fruticultura. Cruz das Almas-BA, 2012.

ROSSMAN, A. Y.; PALM, M. E. Why are Phytophthora and other Oomycota not true Fungi? **Outlooks on Pest Management**. 17, 5, p. 217-219, out. 2006.

RÓS-GOLLA, A.; SILVA, A. C., da.; NARITA, N. Influência do diâmetro da maniva no desenvolvimento inicial de plantas. **Pesquisa e Tecnologia**, v. 7, n. 1, jan./jun. 2010.

SCHONS, A.; STRECK, N. A.; STORCK, L.; BURIOL, G. A.; ZANON, A. J.; PINHEIRO, D. G.; KRAULICH, B. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consórcio: crescimento, desenvolvimento e produtividade. *Bragantina*, v. 68, n. 1, p. 155-167, 2009.

SCHWENGBER, Dalton Roberto. Indicações técnicas para o cultivo de mandioca em Roraima. MAPA. **Técnica Circular 08**. Boa Vista, Roraima, dez. 2002. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/694759/indicacoes-tecnicas-para-o-cultivo-da-mandioca-em-roraima>>. Acesso em: 28 dez. 2017.

SERRAT, B. M. *et al.* **Conhecendo o solo**. Universidade Federal do Paraná. Departamento de Solos e Engenharia Agrícola. Projeto de Extensão Universitária Solo Planta. Curitiba: UFPR, 2002. 17 p.

SILVA, A. R. Manejo e Conservação do Solo. *In*: MODESTO JÚNIOR, M. S.; ALVES, R. N. B. **Cultura da Mandioca**: Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria. Brasília, DF: Embrapa, 2016.

SILVA, I. A. de C. e. Memórias históricas e políticas. [Bahia]: **Imprensa Oficial do Estado da Bahia**, 1940, v. 7, 410 p.

SILVA, G. G. C. *et al.* Toxicidade cianogênica em partes da planta de cultivares de mandioca cultivados em Mossoró-RN. **Revista Ceres**, v. 51, p. 56-66, 2004.

SILVA, J. M. **Uso da atmosfera modificada no armazenamento de abacaxi, (Ananás comusus L.) ev. Smooth cayenne.** 1997. 85 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Lavras, Lavras.

SOUSA, L. S.; SILVA, J.; SOUSA, L. D. Recomendação de calagem e adubação para o cultivo de mandioca. **Comunicado Técnico nº 133**, ISSN. 1809 – 502x. Cruz das Almas-BA, dez. 2009.

SOUSA, W. P. de. **Uma Inovação com a cultura da mandioca pelo FSR/E.** Macapá: Embrapa Amapá, 2006.

SOUZA, L. S.; SOUZA, L. D. Manejo e conservação do solo: *In*: MATTOS, P. L. P. de; FARIAS, A. R. N; FERREIRA FILHO, J. R. **Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde.** Brasília, DF: Embrapa Informações Tecnológicas, 2006. 176 p. (coleção 500 perguntas, 500 respostas)

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J de F. **Cultivo da mandioca para a região do Cerrado.** Embrapa Mandioca e Fruticultura Sistemas de Produção 8. Jan/2003. Disponível em: <http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_cerrados/importancia .htm>. Acesso em: 12 abr. 2009.

SOUZA, L.; FARIAS, A. R. N.; MATTOS, P. L. P.; FUKUDA, W. M. G. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca.** Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006.817p.

SCAPIM C.A.S; CARVALHO C.G.P; CRUZ C.D. **Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, 30:683-686. 1995.

TERNES, M. Fisiologia da planta. *In*: CEREDA, M.P. **Agricultura: tuberosas amiláceas latino americanas.** São Paulo: Fundação Cargill, 2002. V.2. Cap.4, p.66-82.

TREMACOLDI, C. R. Manejo das principais doenças da cultura da mandioca do Estado do Pará. *In*: MODESTO JÚNIOR, M. S. M.; ALVES, R. N. B. **Cultura da Mandioca: Aspectos socioeconômicos, melhoramento genético, sistemas de cultivo, manejo de pragas e doenças e agroindústria.** Brasília, DF: Embrapa, 2016.

TRIVIÑOS, A. N. S. **Introdução à pesquisa em ciências sociais: a pesquisa qualitativa em educação.** São Paulo: Atlas, 1987.

VELOSO, M. E. C.; DUARTE, S. N.; DOURADO NETO, D.; MIRANDA, J. H.; SILVA, E. C.; SOUSA, V. F. **Doses de nitrogênio na cultura do milho, em solos de várzea, sob sistema de drenagem subterrânea.** Revista Brasileira de Milho e Sorgo, v. 5, p. 382-394, 2006.

ZAMBOLIM, L.; COSTA, H.; VALE, F. X. R. **Efeito da nutrição mineral sobre doenças de plantas causadas por patógenos de solo.** *In*: ZAMBOLIM, L. (Ed.). Manejo integrado fitossanidade: cultivo protegido, pivô central e plantio direto. Viçosa, MG: UFV, 2001. p. 347-403.

APÊNDICES

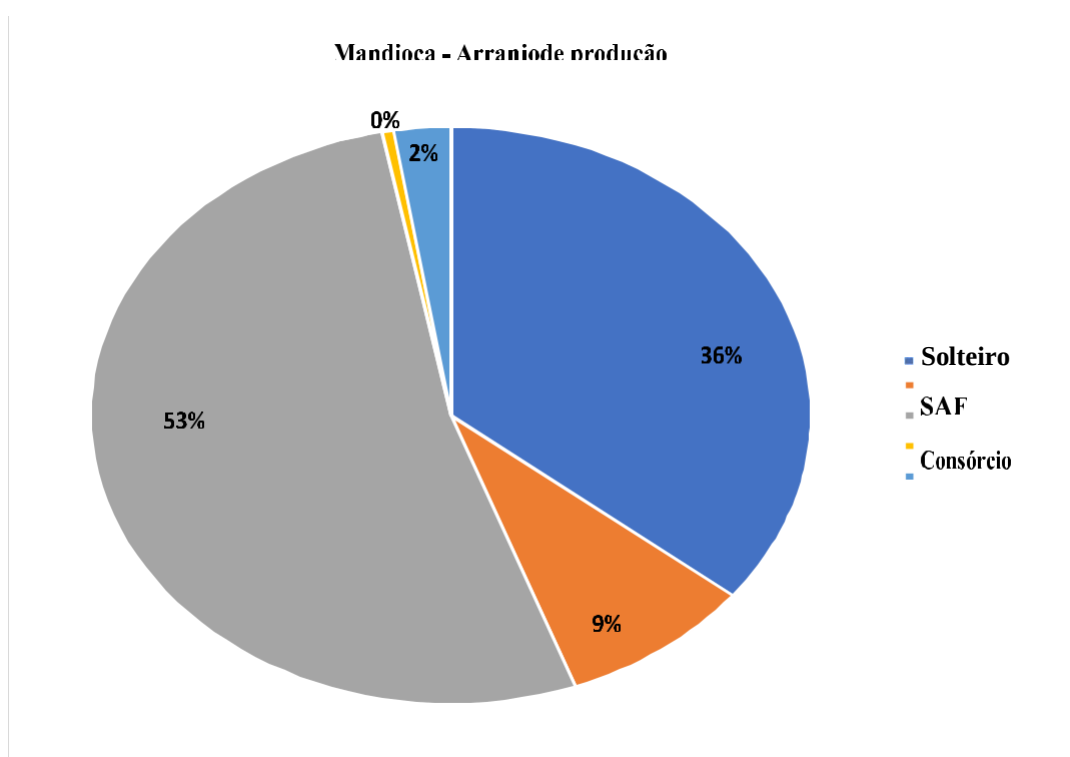
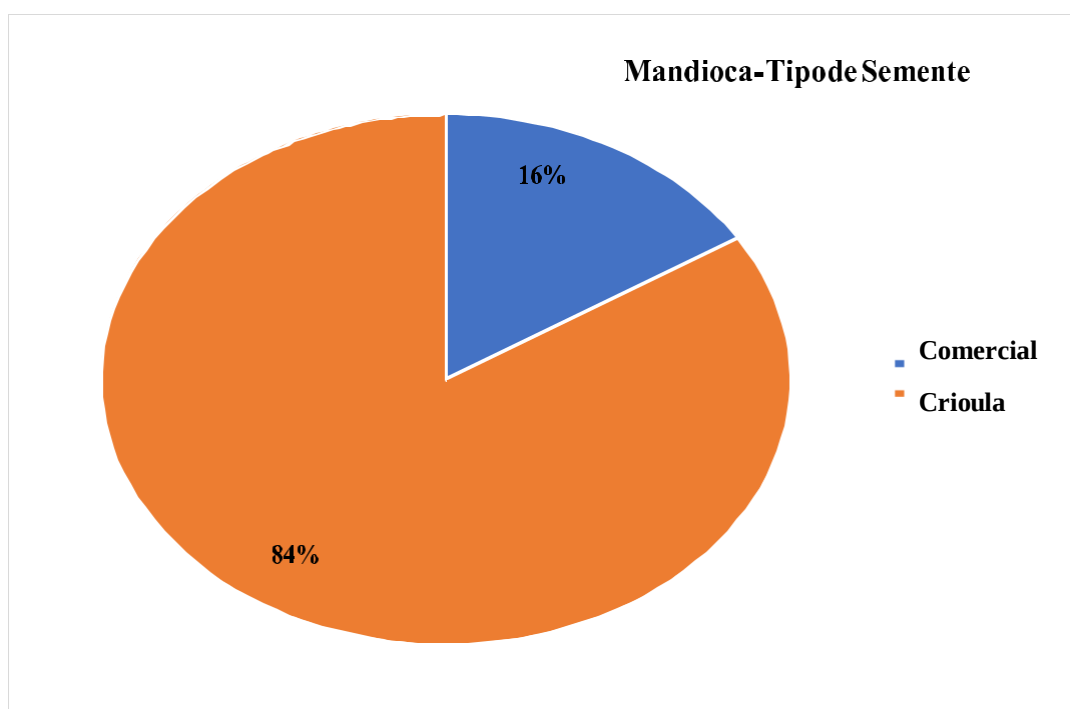
Apêndice a –tabela 10 – Produtividade comercial, podridão radicular e comprimento de raiz, desdobrados dentro de calagem e leira, de cinco cultivares de mandioca cultivadas em Paragominas

Tabela 10 – Produtividade comercial, podridão radicular e comprimento de raiz de cinco cultivares de mandioca desdobrado dentro de calagem e leira, cultivada em Paragominas

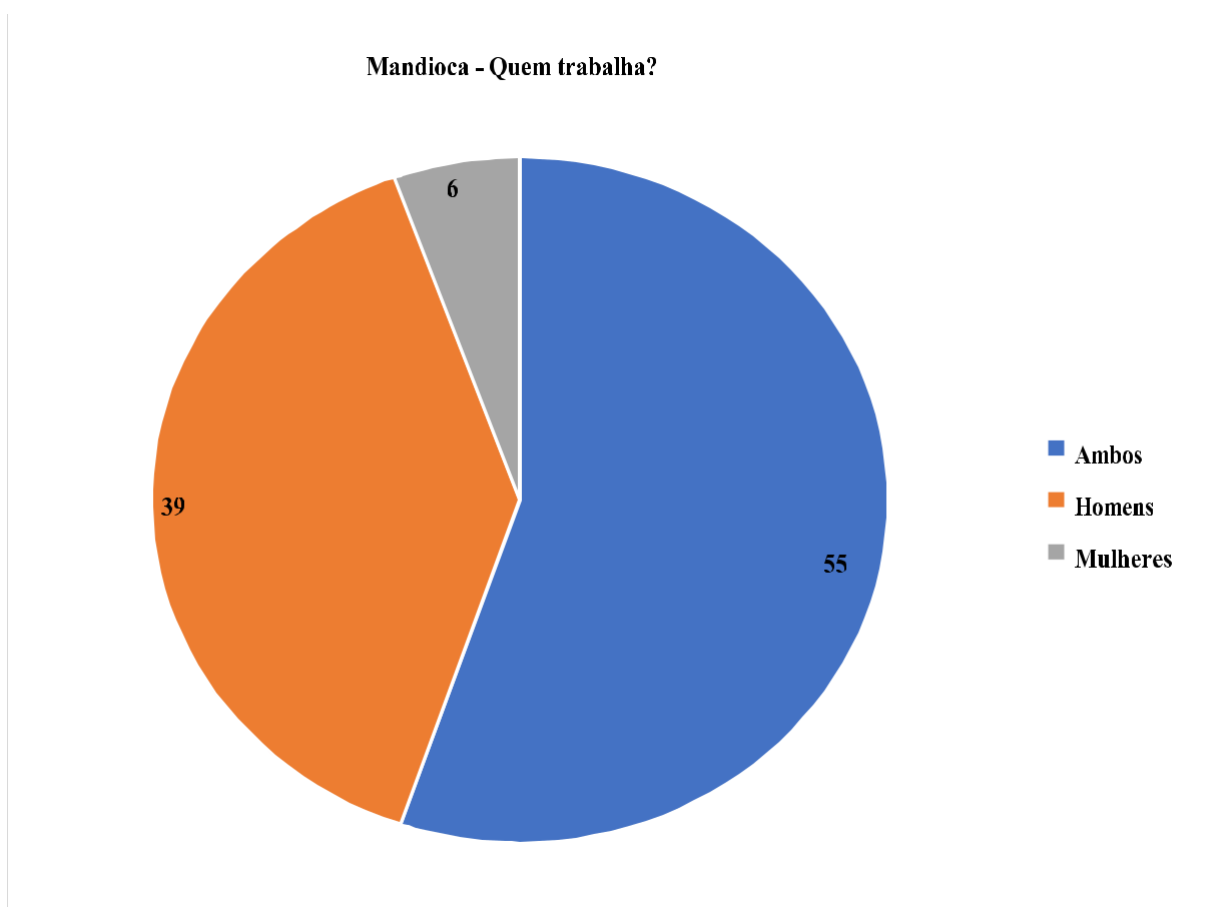
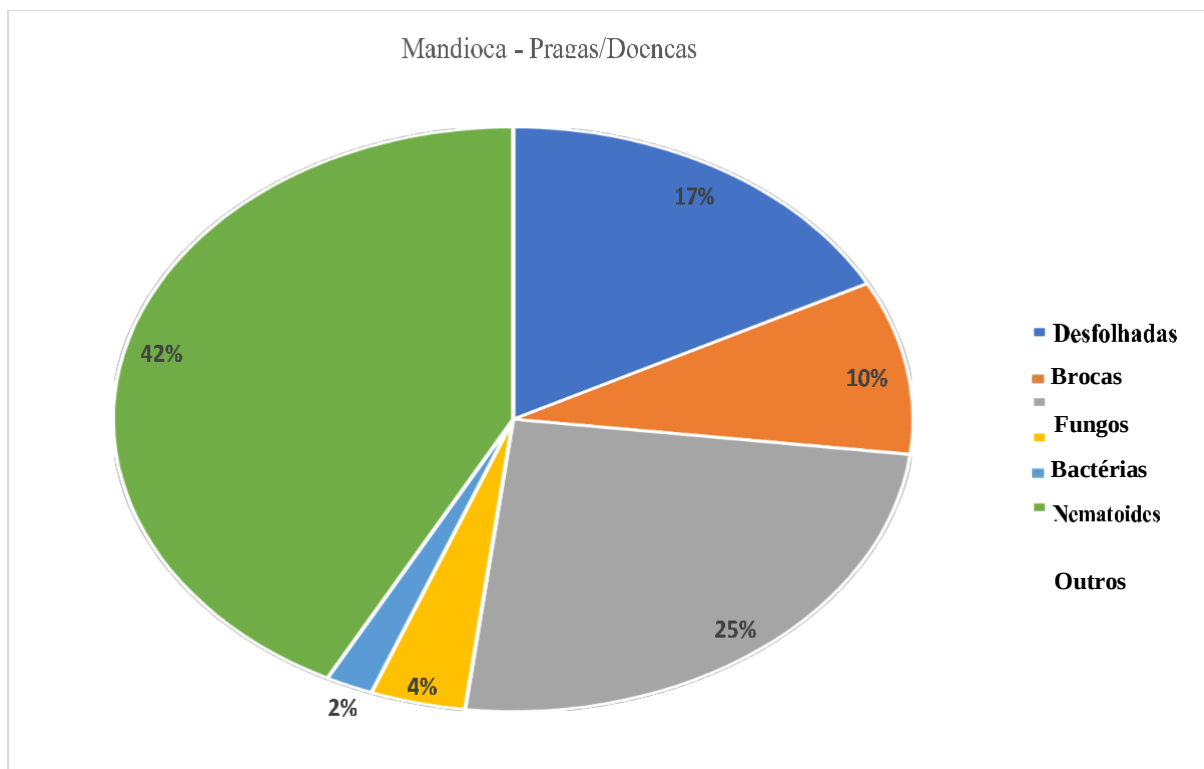
Cultivares	GRUPO I - COM CALAGEM		GRUPO II - SEM CALAGEM	
	Com leira	Sem leira	Com leira	Sem leira
PRODUTIVIDADE COMERCIAL				
Poti	18,63 cA(A)	16,66 cA(B)	14,36 aB(B)	12,56 abA(A)
Maranhense	23,55 abA(A)	20,11 bcB(A)	13,96 aB(B)	17,92 bA(B)
Jurará	19,40 bcA(A)	23,08 abA(A)	14,12 aB(B)	18,72 bA(B)
Taxi	27,07 aA(A)	19,45 bcB(A)	13,68 aB(B)	21,01 abA(A)
Manivão	21,77 bcB(A)	25,78 aA(A)	14,55 aB(B)	22,81 aA(B)
PODRIDÃO RADICULAR				
Poti	0,00 aA(A)	0,47 aB(A)	0,00 aA(A)	0,80 aB(A)
Maranhense	0,44aA(A)	1,48 bB(A)	1,04 bA(B)	1,19 abA(A)
Jurará	0,00 aA(A)	0,35 aA(A)	1,46 bcB(B)	0,98 aA(B)
Taxi	0,00 aA(A)	1,51 bB(A)	2,23 dA(B)	1,88 cA(A)
Manivão	0,00 aA(A)	1,64 bB(A)	1,61 cA(B)	1,61 bcA(A)
COMPRIMENTO DE RAIZ (cm)				
Poti	20,68 aA(A)	24,42 aA(A)	22,73 aA(A)	22,18 bA(A)
Maranhense	25,99 aA(A)	21,37 aA(A)	25,34 aA(A)	27,68 abA(A)
Jurará	22,87 aA(A)	20,69 aA(B)	27,30 aA(A)	31,48 aA(A)
Taxi	24,03 aA(A)	23,63 aA(A)	21,87 aA(A)	14,60 cB(B)
Manivão	20,41 aA(B)	24,28 aA(A)	26,37 aA(A)	22,34 bA(A)

Médias seguidas de letras minúsculas semelhantes na coluna, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo Teste Tukey. Médias seguidas de letra maiúscula semelhante na linha dentro de cada grupo e letras em parentes entre grupos dentro da combinação de cada nível de leira e cultivar, não diferem em nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Apêndice b – Gráficos do diagnóstico da agricultura familiar relativo ao cultivo de mandioca no município de Paragominas



Fonte: Diagnostico (Rosemiro Ribeiro, 2019)



Fonte: Diagnostico (Rosemiro Ribeiro, 2019)

Apêndice c – Colheita/experimento mandioca

SEM CALAGEM E SEM LEIRA – T1 = Repetição 1							
VARIEDADES	Nº Plantas Colhidas	Nº raízes sadias	Produção raiz sadia (kg)	Nº Raízes podres	Produção raiz podre (kg)	Nº Ramos	Peso ramo (kg)
V₂ - Jurará	08	06	15,42	05	1,00		
V₄ - Maranhense	08	06	13,12	4	1,6		
V₃ – Manivão	08	06	15,68	6	1,6		
V₁ - Poti	08	09	12,05	2	0,56		
V₅ - Taxi	08	7	17,92	3	3,00		

SEM CALAGEM E SEM LEIRA –T1 Repetição 1				
VARIEDADES	Diâmetro planta	Diâmetro raiz	Comprimento raiz	Altura planta
V₂ - Jurará	18,25	39,60	30,00	1,71
V₄ - Maranhense	20,75	42,31	27,80	1,92
V₃ – Manivão	25,70	42,20	19,20	1,97
V₁ - Poti	16,32	39,30	21,72	1,74
V₅ - Taxi	27,00	50,16	13,50	1,65

Fonte: Rosemiro Ribeiro, (2019).