
FATORES DE MANEJO PARA ALTAS PRODUTIVIDADES DE MANDIOCA

DE INDÚSTRIA NO
MATO GROSSO DO SUL

2023

copasul



Dados Internacionais de Catalogação da Publicação - CIP

F254

Fatores de manejo para altas produtividades de
mandioca de indústria no Mato Grosso do Sul
[recurso eletrônico] / Cleiton Simão Zebalho... [et
al.]. – Santa Maria: [s.n.], 2023.
88 p.

Disponível em PDF.

ISBN 978-65-89469-82-7

1. Mandioca 2. Manejo I. Título

CDU 633.493

Bibliotecária responsável Trilce Morales – CRB 10/2209



Universidade Federal de Santa Maria
Av. Roraima nº 1000, 97105-900 - Cidade Universitária,
Departamento de Fitotecnia - Prédio 77
Bairro Camobi, Santa Maria - RS



EQUIPEFIELDCROPS



EQUIPEFIELDCROPS



EQUIPEFIELDCROPS



EFIELDCROPS



EQUIPEFIELDCROPS



Cooperativa Agrícola Sul-Mato-Grossense
Avenida Campo Grande, 1978, Naviraí-MS



www.copasul.coop.br



Autores



Cleiton Simão Zebalho

Eng. Agrônomo. M.Sc. Engenharia Agrícola na UFSM
Doutorando no Programa de Pós-Graduação em
Agronomia da Unioeste/PR.
cleitonefa@hotmail.com



Isabela Bulegon Pilecco

Eng.-Agr. M.Sc. - Doutoranda no Programa de
Pós-Graduação em Agronomia da UFSM e integrante
da Equipe FieldCrops.
isabelabpilecco@gmail.com



Charles Patrick de Oliveira de Freitas

Eng.-Agr. M.Sc. - em Agronomia e Doutorando no
Programa de Pós-Graduação em Engenharia
Agrícola da UFSM e integrante da Equipe FieldCrops.
charlespatrick2010@hotmail.com



Eduardo Alano Vieira

Eng. Agrônomo Dr. em Fitomelhoramento pela
UFP - Pesquisador da Empresa Brasileira de
Pesquisa Agropecuária - Embrapa Cerrados.
eduardo.alano@embrapa.br



Paula de Souza Cardoso

Eng. Agrícola -Agr. M.Sc. Engenharia Agrícola
Doutoranda no Programa de Pós-Graduação em
Engenharia Agrícola Agronomia da UFSM e
integrante da Equipe FieldCrops.
paulasouza_1993@hotmail.com



Nereu Augusto Streck

Eng. Agrônomo Ph.D. - Professor do Departamento de
Fitotecnia na UFSM, coordenador da Equipe
FieldCrops e Pesquisador 1A CNPq.
nstreck2@yahoo.com.br



Alexandre Swarowsky

Eng. Agrônomo. M.Sc. Engenharia Agrícola na UFSM
Dr. em Ciência do Solo pela Universidade da
Califórnia, Davis (2010). Coordenador do Programa
de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola da UFSM.
alexandre.swarowsky@ufsm.br



Alencar Junior Zanon

Eng. Agrônomo Dr. - Professor do Departamento de
Fitotecnia na UFSM, coordenador da Equipe FieldCrops,
Consultor do Fundo Latino-Americano de Arroz Irrigado,
Consultor da Organização das Nações Unidas e
Pesquisador CNPq. alencar.zanon@ufsm.br



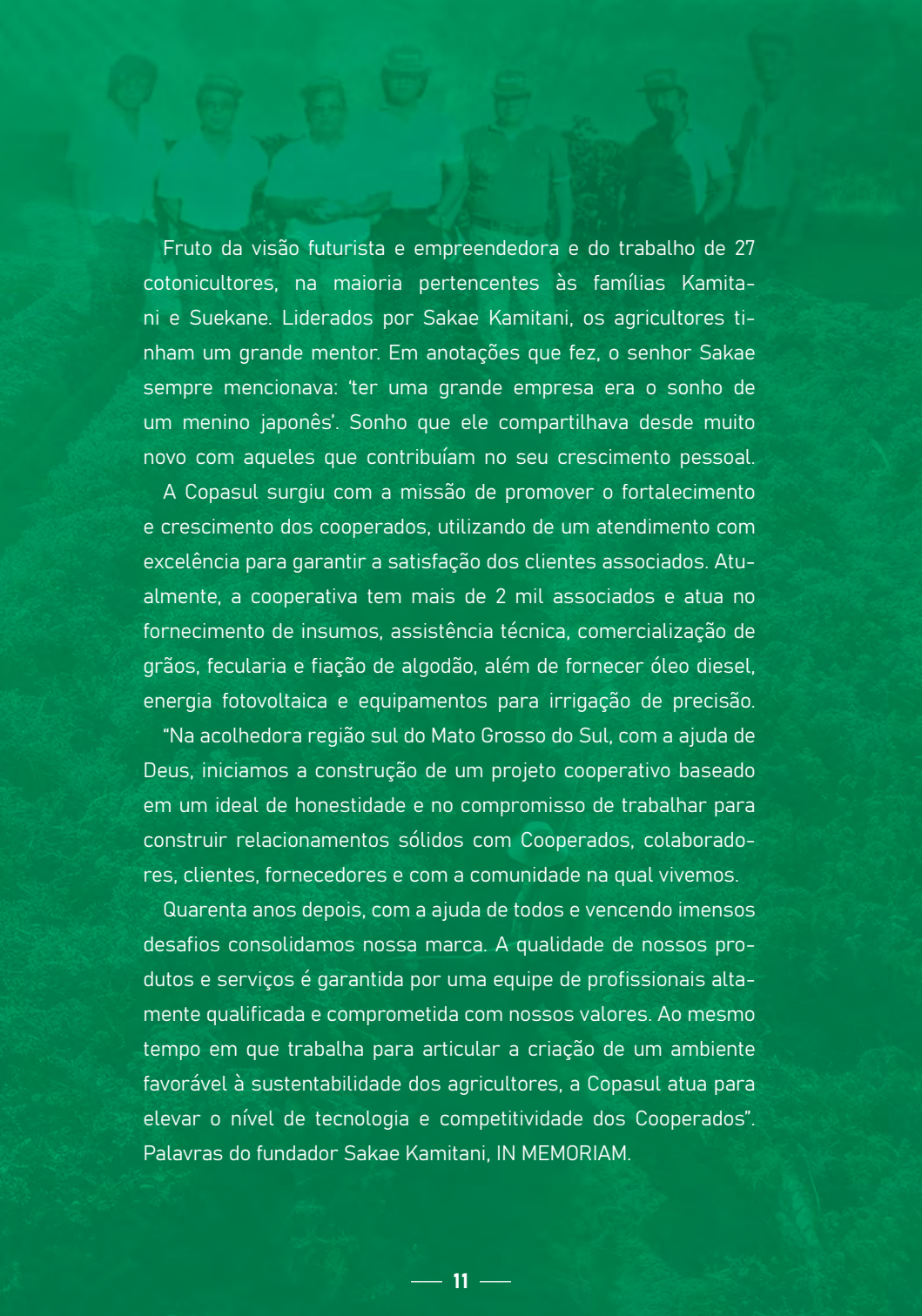
copasul

A Copasul

” Na acolhedora região sul do Mato Grosso do Sul, com a ajuda de Deus, iniciamos a construção de um projeto cooperativo baseado em um ideal de honestidade e no compromisso de trabalhar para construir relacionamentos sólidos com Cooperados, colaboradores, clientes, fornecedores e com a comunidade na qual vivemos.”

Sakae Kamitani,
IN MEMORIAM.

**EM 16 DE
DEZEMBRO DE
1978 NASCIA,
EM NAVIRAÍ,
A COPASUL
COOPERATIVA
AGRÍCOLA SUL
MATOGROSSENSE**



Fruto da visão futurista e empreendedora e do trabalho de 27 ctonicultores, na maioria pertencentes às famílias Kamitani e Suekane. Liderados por Sakae Kamitani, os agricultores tinham um grande mentor. Em anotações que fez, o senhor Sakae sempre mencionava: 'ter uma grande empresa era o sonho de um menino japonês'. Sonho que ele compartilhava desde muito novo com aqueles que contribuía no seu crescimento pessoal.

A Copasul surgiu com a missão de promover o fortalecimento e crescimento dos cooperados, utilizando de um atendimento com excelência para garantir a satisfação dos clientes associados. Atualmente, a cooperativa tem mais de 2 mil associados e atua no fornecimento de insumos, assistência técnica, comercialização de grãos, fecularia e fiação de algodão, além de fornecer óleo diesel, energia fotovoltaica e equipamentos para irrigação de precisão.

"Na acolhedora região sul do Mato Grosso do Sul, com a ajuda de Deus, iniciamos a construção de um projeto cooperativo baseado em um ideal de honestidade e no compromisso de trabalhar para construir relacionamentos sólidos com Cooperados, colaboradores, clientes, fornecedores e com a comunidade na qual vivemos.

Quarenta anos depois, com a ajuda de todos e vencendo imensos desafios consolidamos nossa marca. A qualidade de nossos produtos e serviços é garantida por uma equipe de profissionais altamente qualificada e comprometida com nossos valores. Ao mesmo tempo em que trabalha para articular a criação de um ambiente favorável à sustentabilidade dos agricultores, a Copasul atua para elevar o nível de tecnologia e competitividade dos Cooperados".
Palavras do fundador Sakae Kamitani, IN MEMORIAM.

Linha do tempo Copasul

1978

Inauguração da Copasul e a primeira Sede Administrativa, em 16 de dezembro. Com os setores administrativo, agrônômico, pessoal, contábil, comercial, gerências e diretoria, o espaço está localizado na Rua Marte, nº 65, onde hoje é o Entrepasto.

1980

Com o propósito de agregar maior valor à produção de algodão da região, na década de 80 foi inaugurada a primeira Usina de Beneficiamento de Algodão com capacidade de produção inicial de 12 fardos/hora, na época a mais moderna do Brasil, primeiro grande investimento da Copasul.

1986

No ano de 1986 foi inaugurada a Unidade Silos Aeroporto, com capacidade inicial de armazenamento de 8 mil toneladas. A implantação teve como objetivo principal atender às necessidades dos associados que diversificaram as lavouras com o plantio de soja, milho e trigo. Em 2003, este setor de Silos recebeu grande investimento.

1990

Em 1990 foi inaugurado o Entrepasto Itaquiraí, com capacidade de recebimento e armazenagem de 200 mil arrobas de algodão em caroço. O local desta estrutura hoje abriga o Silos Itaquiraí, voltado para o recebimento de grãos.

1991

No ano de 1991 a Copasul inaugurou a Unidade Deodópolis, com um silos capaz de armazenar 12 mil toneladas de grãos. Em 2003, esta capacidade foi ampliada para 42 mil toneladas de grãos, permitindo que os agricultores aumentassem e diversificassem as lavouras.

1996

Um dos marcos na história da Copasul, a inauguração da Fiação trouxe maior valor agregado ao algodão em pluma dos associados. Com capacidade inicial de produção de 200 toneladas de fios 100% algodão, cardado, a primeira indústria da Copasul alavancou a cooperativa. A capacidade de produção foi aumentando ano a ano, com investimentos pontuais e planejados.

2001

Considerada uma das mais modernas de Mato Grosso do Sul para a época, a Usina de Beneficiamento de Algodão em Maracaju, com capacidade de beneficiamento de 10 fardos por hora e tecnologia de descarçamento de última geração, chegou para dinamizar ainda mais a produção algodoeira de cooperados.

2006

Com necessidade de segregar a produção de cereais convencionais e transgênicos, bem como atender às exigências do mercado internacional no rastreamento da origem e a tecnologia aplicada na produção, foi adquirido o Silos Caiuá, mais uma unidade de recebimento de grãos no município de Naviraí, com capacidade inicial de 18 mil toneladas.

2008

Com o grande volume de resíduos provenientes do recebimento de grãos da lavoura, em 2008 foi adquirido um Torrador de Resíduo para beneficiar os resíduos de soja e milho com o propósito de agregar maior valor aos subprodutos da cooperativa. Nos 30 anos da Copasul, a nova Sede Administrativa foi inaugurada. Localizada na Avenida Campo Grande, próximo ao Trevo dos Tucanos, as instalações deram mais qualidade nos atendimentos aos associados, clientes, fornecedores e prestadores de serviços.

2010

Em 2010, a Copasul iniciou a construção da Unidade Silos Maracaju. O projeto foi desenvolvido com atenção aos melhores padrões de qualidade da época para atender os cooperados da região. Inaugurada em 2011, a capacidade estática inicial era de 490 mil sacas, mas no ano seguinte passou a ser de 940 mil sacas, após uma ampliação. A Unidade Deodápolis recebeu investimentos no silos com a instalação de um tombador para caminhões. Na sequência, no armazém graneleiro, aconteceu a construção da nova sala de classificação, balança rodoviária com capacidade para 100 toneladas e moega com tombador para bitrem.

2012

Em 2012, a Copasul inaugurou a Unidade Silos Itaquiraí. Construída com equipamentos de alta tecnologia de automação para atender os cooperados da região, a unidade contava com capacidade estática para armazenar 450 mil sacas. A unidade Silos Aeroporto passou por uma ampliação com a construção de um armazém graneleiro com capacidade de armazenamento para 1 milhão de sacas. Após ampliações, a unidade graneleira obteve a capacidade de armazenamento estática de 3 milhões de sacas. No ano de 2012, a Copasul inaugurou a segunda unidade industrial: a Fecularia. Com o objetivo de diversificar culturas e negócios da cooperativa, as atividades iniciaram com capacidade de processamento de 200 toneladas/dia de mandioca, alavancando toda a cadeia agrícola da cultura no município. Após ampliações, a Fecularia teve a capacidade de processamento aumentada para 600 ton/dia de mandioca. Também em 2012 a Copasul construiu o depósito de fardos de algodão em pluma na Fiação. Este foi um investimento em estrutura física realizado com a finalidade de armazenar pluma para consumo da Fiação, evitando as despesas com transporte entre as unidades. O antigo armazém de pluma foi destinado para insumos agrícolas. A capacidade de armazenamento do depósito é de 11 mil fardos ou 2.250 toneladas de algodão em pluma.

2013

Em 2013 a Copasul expandiu mais uma vez a abrangência e inaugurou a Unidade Silos Novo Horizonte do Sul. Uma unidade de armazenamento e recebimento construída para atender os associados daquela região, oferecendo toda a estrutura necessária com capacidade estática de 450 mil sacas. No Distrito do Guassu

(Macaúba), em Dourados, foi construída uma unidade com silos metálicos, secadores e tulhas de resíduos centralizada para recebimento e armazenamento de grãos com a capacidade estática de 490 mil sacas. A Unidade Dourados foi vendida em 2020 depois de decisão da diretoria em focar nas regiões com maior potencial e demanda para a cooperativa.

2015

Uma das parcerias de maior sucesso da Copasul ocorreu no ano de 2015. A cooperativa firmou parceria com a Valmont, fabricante do pivô-central Valley. Foi daí que nasceu a Unidade Irrigação, capaz de oferecer todo o apoio na pré e pós-venda de pivôs com o aval da líder mundial em irrigação de precisão.

2016

Em março de 2016 a Copasul inaugurou a Unidade Nova Andradina. Um escritório na área central do município com um depósito de insumos anexo. O foco: atender os produtores da região, com assistência técnica e fornecimento de insumos.

2017

O novo Centro de Distribuição de Insumos da Copasul, em Naviraí, foi inaugurado em 2017. O local otimizou a entrega de defensivos agrícolas aos cooperados, tendo mais de 6 mil metros quadrados e capacidade para aproximadamente 5 mil posições porta-paletes. O objetivo foi verticalizar o estoque e multiplicar a capacidade de armazenagem. A Copasul inaugurou a Unidade Silos Amandina, localizada no distrito do município de Ivinhema, buscando beneficiar

os produtores da região com o auxílio ao escoamento da produção. A unidade tem capacidade para armazenamento de aproximadamente 500 mil sacas e foi inaugurada trazendo características de conceitos inovadores em áreas como segregação de grãos, eficiência na secagem, expedição e segurança do colaborador.

○ 2019

Seguindo sua expansão em capacidade de armazenagem, a Copasul inaugurou a Unidade Anaurilândia, mais uma vez, trazendo inovação em relação à armazenagem e secagem de grãos e incrementando o atendimento com venda de insumos, assistência técnica e ponto de revenda da Irrigação. A capacidade é para 450 mil sacas de grãos. Industrializar a produção dos cooperados é um objetivo muito claro para a Copasul. Em 2019 a cooperativa lançou o primeiro produto no mercado: a Tapioca Copasul. A produção da tapioca acontece em uma estrutura montada na Fecularia.

Foi em 2019 que a Unidade Takehara, em Naviraí, iniciou a operação. A unidade iniciou os trabalhos como uma estação de transbordo, beneficiando cooperados da região do Caiuá, que tinham que percorrer longas distâncias para escoar a produção. Com mais um incremento estrutural, foi em 2019 que a Unidade Maracaju recebeu novo escritório, armazém de insumos e uma área para recreação, com campo de futebol e quiosque. As melhorias e ampliações foram feitas para oferecer mais comodidade e conforto aos cooperados e colaboradores.

○ 2020

Após um ano operando como transbordo, a Unidade Silos Takehara foi inaugurada e ao final do ano estava concluída com a armazena-

gem de 600 mil sacas de grãos. Esta foi a 10ª unidade da cooperativa no Mato Grosso do Sul. A unidade homenageia um dos fundadores da Cooperativa, o senhor Sukesada Takehara, um produtor muito ativo e exemplo para muitos agricultores. Fomentando a busca por diversificação e melhoria das condições de produção aos cooperados, em 2020 a Copasul implantou a Unidade TRR – Transportador Revendedor Retalhista. O complexo, localizado ao lado do CD de Insumos, com estrutura para armazenamento de 240 mil litros de combustível, opera com a comercialização de diesel e lubrificantes aos cooperados. O TRR possui frota com uma carreta bitrem e 4 caminhões-toco. Em 2020 a Copasul anunciou o início do processo de transição para um novo ERP, em substituição ao antigo. A jornada de transformação iniciou ainda em 2019 com a busca por uma tecnologia que pudesse sustentar o crescimento e a forma como a cooperativa interage com os associados, colaboradores, fornecedores e o mercado.

○ 2021

Em 2021 a Copasul colocou em funcionamento a primeira Usina Fotovoltaica da cooperativa, localizada em Novo Horizonte do Sul, anexa à Unidade Silos do município. São 1.800 placas com capacidade para gerar 914.212 kWh por ano. Isso alimentaria 500 residências com energia por um ano, se considerado o consumo médio brasileiro. A Copasul deu um salto geográfico para acompanhar a amplitude de sua abrangência e inaugurou a primeira unidade fora da região sul do Estado, uma base da Unidade Irrigação com a revenda Copasul/Valley, em Ribas do Rio Pardo. O principal objetivo é garantir suporte aos produtores que adquirem os pivôs. Em 2021 a Copasul colocou em funcionamento a segunda Usina Fotovoltaica da cooperativa, localizada em Amandina, no município de Ivinhema.

2022

Inauguração da unidade de recebimento de grãos em Batayporã. Um silos com capacidade estática para 450 mil sacas. Ampliação da capacidade estática e melhorias nas estruturas dos silos em Deodápolis e Itaquiraí. Aquisição da unidade de recebimento de grãos em Naviraí, o Silos Novo Rumo, com capacidade para 800 mil sacas e investimento na modernização de outras unidades em Naviraí e Maracaju. Aquisição do TRR Rio Branco, em Maracaju, junto ao posto Carreteiro. Uma transação que ampliou a abrangência da distribuição de diesel na cobertura da Copasul e trouxe um novo negócio para a cooperativa.

2023

Implantação do sistema Clover CRM, um software de gestão para a assistência técnica prestada pela cooperativa aos associados. Go live do EBS Oracle, o novo sistema implantado no processo de troca do ERP da Copasul. Através do Projeto Evolution, a cooperativa trabalhou por mais de 2 anos e meio na transição de sistemas e implantou o novo em maio de 2023.



**Grupo dos 27 cotonicultores, na maioria
pertencentes às famílias Kamitani e Suekane**

Dedicatória



Dedico esse trabalho ao fundador da cooperativa Sr. Sakae Kamitani, que deixou seu legado de humildade, honestidade, bondade e sabedoria. Muitos dos seus ensinamentos são vistos no nosso dia-a-dia, na forma simples de tratar as pessoas, na transparência e coerência em nossos atos e ações. Gratidão.

(神谷栄さん、ありがとうございました。)

In memoriam Sr. Sakae Kamitani



AGRADECIMENTOS

Este estudo foi desenvolvido por meio da parceria entre a Copasul e a Equipe FieldCrops, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM), durante as safras agrícolas de 2020/2021 e 2021/2022.

Agradecemos aos produtores de mandioca do Mato Grosso do Sul que abriram as porteiras de suas propriedades e permitiram o acompanhamento de 300 lavouras. À Copasul – Cooperativa Agrícola Sul Mato Grossense, em nome da Diretoria Executiva, Presidente Executivo Adroaldo Taguti, Diretor Executivo de Negócios Vanderson Brito, Diretor Executivo de Finanças, Adriano Boigues e por fim meus agradecimentos ao Conselho de administração em nome do Presidente Gervásio Kamitani, gratidão.

The background of the page is a repeating pattern of light-colored line art. It features several types of medicinal plants, including ginseng roots with their characteristic branching, and plants with large, five-lobed leaves. Interspersed among the plants are various forms of pills: some are whole, some are cut in half to show the interior, and some are shown as a cluster of small pills. The overall aesthetic is clean and botanical.

SUMÁRIO

A IMPORTÂNCIA DA MANDIOCA	29
GLOBAL YIELD GAP ATLAS	33
POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE	37
LACUNAS DE PRODUTIVIDADE	40
LACUNAS DE PRODUTIVIDADE DA MANDIOCA NO BRASIL	42
LEVANTAMENTO E ORGANIZAÇÃO DOS DADOS	43
POTENCIAL DE PRODUTIVIDADE EM MANDIOCA DE INDÚSTRIA NO MATO GROSSO DO SUL	56
FATORES QUE CAUSAM AS LACUNAS DE PRODUTIVIDADE EM LAVOURAS DE MANDIOCA DE INDÚSTRIA	56
CULTIVARES	58
DATA DE PLANTIO	60
ADUBAÇÃO	62
CONTROLE DE PLANTAS DANINHAS	64
FATORES BIOFÍSICOS E DE MANEJO QUE PROVOCAM A DIFERENCIAÇÃO ENTRE ALTOS E BAIXOS TEORES DE AMIDO NAS LAVOURAS DE MANDIOCA DE INDÚSTRIA DO MATO GROSSO DO SUL	69
CONCLUSÕES	77
BIBLIOGRAFIA	79



A importância da mandioca

A população mundial deverá crescer em 2 bilhões de pessoas nos próximos 27 anos, aumentando o consumo de alimentos em 50 a 70% (BRUINSMA, 2009). Assim, a necessidade de produzir alimentos que requerem menos insumos químicos é maior nesse cenário. A mandioca foi nomeada a “Cultura do Século XXI” devido à sua importância como fonte de energia em países em desenvolvimento na América do Sul, África e Ásia (FAO, 2013).

A mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) tem importância significativa no cenário mundial, onde ocupa uma área de 26 milhões de hectares e uma produção média de 292 milhões de toneladas, sendo que desse total 60,9% é produzido na África, 29,4% na Ásia, 9,6% nas Américas e 0,1% na Oceania (FAO, 2019). O maior produtor mundial de mandioca é a Nigéria, que produz anualmente 58 milhões de toneladas, seguido pela República do Congo 40 milhões de toneladas, em terceiro lugar a Tailândia 30 milhões de toneladas, quarta posição Gana com 21 milhões de toneladas. O Brasil ocupa a quinta posição, produzindo anualmente 18 milhões de toneladas de raízes de mandioca em 1,36 milhões de hectares (FAO 2021). No Brasil, o Pará o maior produtor, com mais de 3,8 milhões de toneladas de raízes de mandioca produzidas anualmente, seguido pelo Paraná 3,7 milhões de toneladas e o estado do Amazonas 1,3 milhões de toneladas. O Mato Grosso do Sul é o nono maior produtor de mandioca do Brasil, com uma produção média nas últimas cinco safras 2017/2021 de 825 mil toneladas, em uma área média de plantio de 35.488 ha.

A produção de fécula nacional foi a maior dos últimos cinco anos, chegando a 636 mil toneladas, sendo o estado do Paraná o responsável por 63,7%, seguido pelo estado do Mato Grosso do Sul 25,7, São Paulo 7,9%, Nordeste 1,9% e Santa Catarina 0,6%. Nos

últimos três anos 2020 a 2022 a participação média nas exportações de fécula de mandioca pelo Brasil foi de 32.728 toneladas, deste montante o MS é o maior exportador com participação média de 40,1%, seguido pela Paraná 34,4% e em terceiro lugar o estado de São Paulo 22,1% (CEPEA-ESALQ/USP, 2022).

No Mato Grosso do Sul a concentração dos plantios encontra-se em duas mesorregiões, próximas de agroindústrias, particularmente de fecularias. A mesorregião Leste, concentra os municípios produtores com áreas médias nas últimas cinco safras 2017 a 2021, Batayporã 1.730 ha, Nova Andradina 1.456 ha e Anaurilândia 1.413 ha.

Já a mesorregião Sudoeste, Itaquiraí 3.926 ha, Ivinhema 3.329 ha, Naviraí 2.483 ha, Japorã 1.594 ha, Juti 1.529 ha, Eldorado 1.512 ha, Novo Horizonte do Sul 1.355 ha, Angélica 983 ha, Deodópolis 923 ha, Tacuru 784 ha, Glória de Dourados 760 ha, Mundo Novo 597 ha e Jateí com 529 ha, representando 71,5% de toda mandioca produzida no estado (IBGE, 2022). No MS a cultura da mandioca é a quarta cultura agrícola mais plantada, ficando atrás da soja, milho, a cana-de-açúcar e tem como objetivo o fornecimento de matéria prima para as fecularias (IBGE 2022).

A produtividade média do MS é de 22,0 toneladas por hectare (IBGE, 2022), muito abaixo do potencial produtivo sem limitação de água, nutrientes, controle de pragas e doenças de 62,0 toneladas por hectare em Roraima/Brasil (Oliveira et al. 2017) e 63,2 toneladas por hectare atingida em experimentos no Mato Grosso do Sul/Brasil (Visses et al., 2018). A identificação dos fatores que explicam essa lacuna de produtividade se faz necessário, fazendo com que a cultura seja sustentável, rentável e o uso de recursos e da terra seja mais eficiente.

As cultivares de mandioca são classificadas como mansas

ou bravas dependendo da quantidade de ácido cianídrico (HCN) encontrado em suas raízes, sendo mandioca mansa caracterizada por conter baixos teores de ácido cianídrico (menos de 50 mg/kg de polpa de raízes frescas) (TAGLIAPIETRA et al., 2021). Na forma in natura as raízes de mandioca contêm cerca de 68,9% de água, 30,1% de carboidratos (dos quais 25,5% são amido), 1,6% de fibra alimentar, 0,6% de proteína e 0,3% de gordura. Ainda possui vitamina C (11,1 mg/g) e os minerais cálcio (19 mg), magnésio (27 mg) e fósforo (22,1 mg) (TAGLIAPIETRA et al., 2021). Já as folhas, são repletas de proteínas, vitaminas e minerais (LATIF e MÜLLER, 2015).

Global Yield Gap Atlas

O Global Yield Gap Atlas (GYGA) é um protocolo global que tem como objetivo estimar o quanto é possível produzir de alimentos em cada hectare agricultável ao redor do mundo, com o menor impacto ambiental. Assim, é possível identificar as regiões do globo com maior potencial de aumento da produção de forma vertical, ou seja, pelo aumento da produtividade das culturas. Para isso, já foram estimados o potencial de produtividade, potencial de produtividade limitado por água e as lacunas de produtividade de 15 culturas alimentares, em 75 países, nos seis continentes (Figura 1). Através do GYGA já foi estimado o potencial e as lacunas de produtividade nos países responsáveis por 91, 86, 58 e 82% da produção global de arroz, milho, trigo e soja, respectivamente. Estes dados são públicos e estão disponível em: www.yieldgap.org/. No Brasil, esse projeto é liderado pela Equipe FieldCrops/UFSM, juntamente com a ESALQ/USP, UFG e a EMBRAPA Arroz e Feijão.

O projeto coleta dados detalhados de campo, incluindo informações sobre clima, solo e práticas agrícolas, e utiliza modelos matemáticos avançados para avaliar a produtividade potencial da mandioca em diferentes condições. Ao combinar dados do mundo real com simulações computacionais, o GYGA é capaz de identificar o “gap” entre a produtividade atual e a produtividade máximo possível da mandioca em cada região. Essas informações são cruciais para orientar os produtores, formuladores de políticas e instituições agrícolas na tomada de decisões sobre o manejo da cultura e o aumento da produtividade.

O atlas resultante do projeto fornece um conjunto de ferramentas e recursos acessíveis aos produtores, permitindo que eles identifiquem e compreendam melhor as lacunas de

produtividade em suas áreas de cultivo específicas. Isso possibilita a implementação de práticas agrícolas mais eficientes, como o uso adequado de fertilizantes, manejo de pragas e doenças, melhoramento genético e técnicas de cultivo adequadas. Ajudando os produtores a identificar e superar as lacunas de produtividade, impulsionando a produtividade e a sustentabilidade da produção de alimentos em todo o mundo.

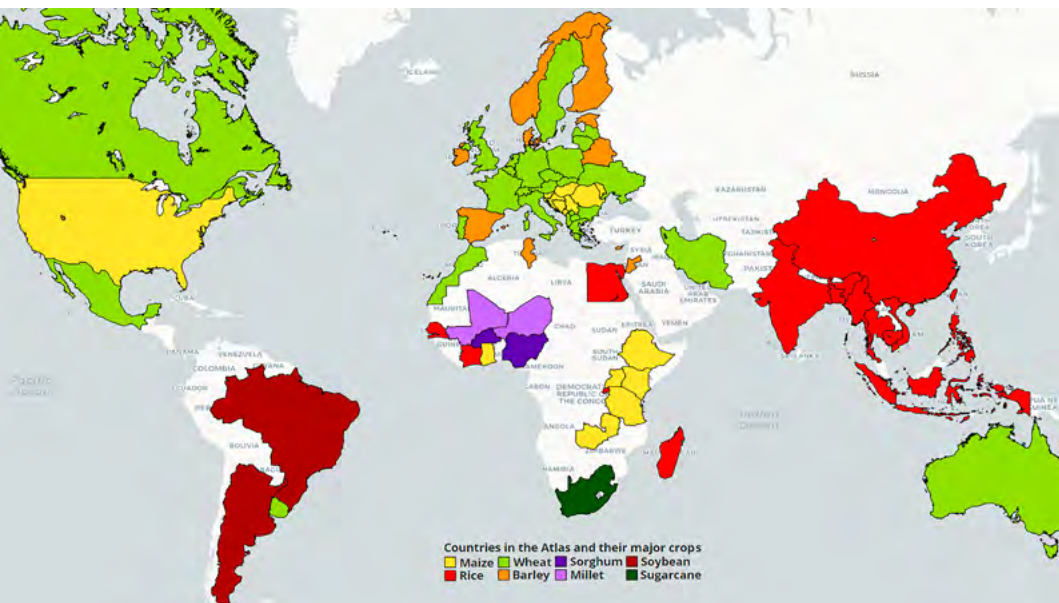


Figura 1. Países que fazem parte do GYGA e sua principal cultura agrícola (cor). Milho (amarelo), arroz (vermelho claro), trigo (verde claro), cevada (laranja), sorgo (roxo escuro), milheto (roxo claro), soja (vermelho escuro) e cana-de-açúcar (verde escuro). Fonte: GYGA (www.yieldgap.org/).



Potencial de Produtividade

O potencial de produtividade (Pp) é a produtividade obtida se a cultura não sofrer limitação por água, nutrientes e não ocorrer a interferência de fatores bióticos (p.ex.: artrópodes-praga, doenças e plantas daninhas) e abióticos (p.ex.: ventos fortes, granizo e geada) durante todo o ciclo (Figura 2.). O Pp é definido por fatores ambientais (a quantidade de radiação solar disponível, temperatura e a concentração de CO₂) e sua interação com o material genético utilizado. Por isso, data de semeadura e escolha da cultivar de mandioca são fatores controlados pelos agricultores e que contribuem para a definição do potencial de produtividade das lavouras (Silva et al., 2022).

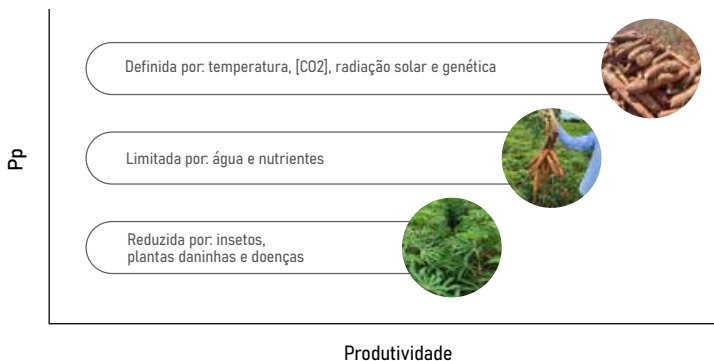


Figura 2: Fatores que definem o potencial de produtividade (Pp) e limitam o potencial e exemplos de fatores que reduzem a produtividade das lavouras (Pm). A imagem do meio ilustra o potencial de produtividade limitado por água (Ppa).

Os fatores que limitam o potencial de produtividade das culturas são água e nutrientes. Ou seja, Ppa é o potencial de produtividade de acordo com a disponibilidade e distribuição de água e nutrientes que existe durante o ciclo da cultura. Considerando que as lavouras de mandioca do Mato Grosso do Sul são em condições de sequeiro. Para identificar o Ppa também precisamos considerar a quantidade e distribuição da chuva, além de características de solo que governam a capacidade de armazenamento de água no solo (Van Ittersum et al., 2013). Assim, junto com a escolha da data de semeadura e da cultivar, a irrigação e as práticas de manejo que modificam a capacidade do solo de armazenar água são formas de alterar o Ppa da lavoura. Conhecer o potencial de produtividade (para lavouras irrigadas) e o potencial de produtividade limitado por água (para lavouras de sequeiro) possibilita um melhor planejamento do investimento de insumos, pois eles nos orientam em relação a produtividade máxima que pode ser obtida nas lavouras.

Por fim, temos os fatores que reduzem a produtividade. Atingir o Pp (para lavouras irrigadas) ou o Ppa (para lavouras de sequeiro) não é viável a nível comercial, pois exigiria uma intensidade de práticas de manejo que tornaria a produção insustentável ambientalmente e economicamente, onde seria necessário controlar com excelência todos os fatores que possam reduzir a produtividade. Por isso, consideramos que a produtividade atingível (Pat) em lavouras está entre 70 e 85% do Potencial produtivo (respectivamente para lavouras irrigadas e de sequeiro), de acordo com o acesso a insumos, mercado e informação técnica (Lobell et al., 2009; Van Ittersum, 2013; Monzon et al., 2021). A lacuna de produtividade é causada por fatores bióticos e abióticos, os quais serão discutidos especificadamente para o Mato Grosso do Sul, para a produção de mandioca de indústria neste livro.

Lacunas de produtividade

Lacuna de produtividade é a diferença entre o potencial e a produtividade média das lavouras de mandioca. Na Figura 3, apresentamos os principais níveis de lacunas de produtividade.

Lacuna de produtividade total (Lpt) = Pp - Pm

Lacuna de produtividade por água (Lpa) = Pp - Ppa

Lacuna de produtividade por manejo (Lpm) = Ppa - Pm

Lacuna de produtividade atingível (Lpat) = Pat (75% do Ppa) - Pm

Para o Mato Grosso do Sul iremos apresentar a lacuna de produtividade atingível (Lpat), pois esse nível representa o quanto é possível aumentar a produtividade média do Estado. Porém, antes será apresentada uma breve contextualização sobre o potencial e as lacunas de produtividade de mandioca no Brasil.

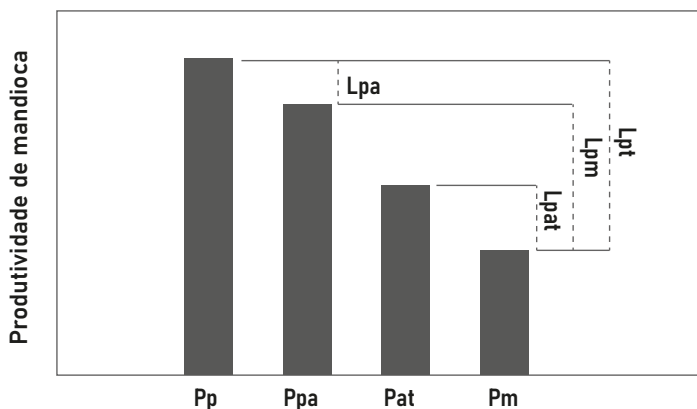


Figura 3. Representação do potencial de produtividade (Pp), potencial de produtividade limitado por água (Ppa), produtividade atingível (Pat), produtividade média (Pm), lacuna de produtividade por água (Lpa), total (Lpt), por manejo (Lpm) e atingível (Lpa).

As lacunas de produtividade são indicativos de quanto é possível aumentar a produção na área agricultável atual com ou sem o fornecimento de água. Através das diferenças entre potencial de produtividade (Pp), potencial de produtividade limitado por água (Ppa), produtividade atingível (Pat), produtividade média (Pm), lacuna de produtividade por água (Lpa), total (Lpt), por manejo (Lpm) e atingível (Lpa) (ANDREA et al., 2018; LOBELL; CASSMAN; FIELD, 2009).

O Mato Grosso do Sul é um estado com uma grande fronteira agrícola, com potencial para expansão do cultivo de mandioca, ademais hoje o estado é responsável por 25,7% da produção nacional de fécula (CEPEA, 2022). No entanto com a produtividade média do MS é de 22,0 toneladas por hectare (IBGE, 2021), considerada baixa, comparado ao potencial de 63,2 toneladas por hectare atingida em experimentos no Mato Grosso do Sul (VISSES et al., 2018).

Lacunas de produtividade da mandioca no Brasil

O potencial de produtividade foi estimado utilizando o modelo FAO Agroecological Zone crop simulation, proposto por Doorenbos e Kassam (1979) e adaptado para mandioca, onde a calibração do modelo para a estimativa o potencial foi realizada com dados de produção de 64 safras de mandioca (1983 até 2013), disponível na página do Instituto de Economia Agrícola do Estado de São Paulo (IEA-SP).

Os autores obtiveram resultados importantes para a cadeia produtiva da mandioca, destacando-se a constatação que a região central do Brasil, apresenta boas eficiências climáticas e agrônômicas. Com base nas avaliações, as principais estratégias para reduzir as lacunas na produtividade da mandioca são: definição das datas de plantio com base em uma abordagem de zoneamento para risco climático; uso de fertilizantes, pesticidas e adubos verdes, uso de cultivares tolerantes à seca, melhoria de perfis de solo e quando possível, irrigação. Todas essas ferramentas podem ser empregadas para reduzir as lacunas de produtividade a fim

de tornar a cultura da mandioca mais resiliente à variabilidade climática no Brasil. O potencial de produtividade para o Brasil que variou de 44,0 a 67,0 toneladas por hectare (VISSÉS et al., 2018).

A produtividade atual é a produtividade alcançada nas lavouras de uma determinada região, refletindo, assim, os solos, o clima, a utilização de tecnologia e a habilidades médias dos produtores. Para estimar a produtividade atual, o ideal é a coleta de dados em lavouras, através da aplicação de questionários, com o objetivo de obter dados técnicos e de manejo dos produtores em cada lavoura (GRASSINI et al., 2015).

Neste livro iremos avaliar os fatores que limitam a produtividade de mandioca nas 300 lavouras de mandioca de indústria acompanhadas entre as safras 2020/2021 e 2021/2022.

Levantamento e organização dos dados

Os dados foram obtidos por meio da aplicação de 300 questionários em lavouras de primeiro ciclo (12 meses). Os questionários foram aplicados durante duas safras (2020/2021 e 2021/2022) em lavouras de mandioca de indústria, localizadas nas duas principais regiões produtoras de mandioca no Mato Grosso do Sul (Leste e Sudoeste),

que concentram 71,5% dos municípios produtores de mandioca do estado e os agricultores mais tecnicados do MS (Figura 4). As informações coletadas envolveram dados como: cultivar, produtividade de raízes, data de plantio, quantidade de adubação, manejo de plantas daninhas, pragas e doenças, tamanho do talhão, etc. (Tabela 1). O teor de amido, foi determinado por meio da pesagem de 5 kg de raízes frescas em balança hidrostática, conforme método descrito por Grosman e Freitas (1950).

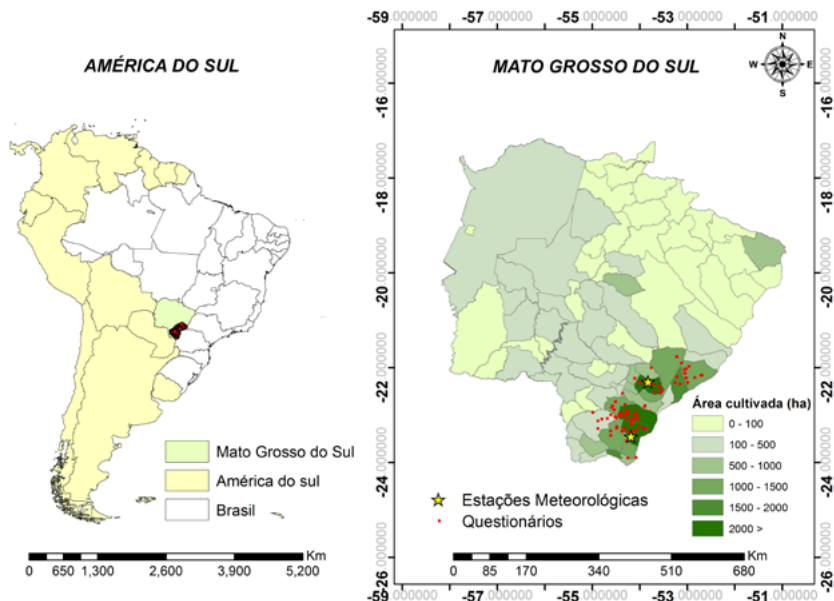


Figura 4. Localização geográfica do Brasil na América do Sul, com destaque para o estado de Mato Grosso do Sul. As estações meteorológicas de referência (estrelas amarelas), selecionadas para representar as áreas cultivadas com mandioca de 2020-2022 (em verde) e a localização das lavouras de mandioca (círculos vermelhos).

Parâmetros	Variáveis solicitadas	Informações fornecidas
Dados da lavoura	Coordenada da lavoura	Latitude, longitude
	Cultivar	Nome da cultivar
	Finalidade da lavoura	Subsistência, agroindústria e mercado
	Data de plantio	Data
	Densidade de plantio	Espaçamento
	Ramas	Origem
	Manivas	Número de gemas
	Rotação de cultura	Sim/Não
	Histórico da lavoura/talhão	Culturas anteriores de verão/inverno
	Condução da lavoura	Monocultura ou consórcio
	Sistema de preparo de solo	Tração animal ou mecanizada
	Manejo de plantas daninhas	Frequência de controle
	Estágio de desenvolvimento	Data
	Relevo	Plano, ondulado ou íngreme
	Análise de solo	Sim/Não
Característica do solo	Tipo de solo	
Colheita	Data	
Produtividade	Mg ha ⁻¹	
Insumos	Fertilizante	Sim/Não
	NPK	Dose e formulado
	K - Cobertura	Dose e quanto tempo após o plantio
	Calcário	Sim/Não
Defensivos químicos	Herbicida	Sim/não (quantas aplicações; dose)
	Fungicida	Sim/não (quantas aplicações; dose)
	Inseticida	Sim/não (quantas aplicações; dose)
Outros Fatores	Excesso hídrico ou déficit hídrico	Sim/Não
	Drenagem	Sim/Não

Tabela 1. Questionário aplicado nas entrevistas realizadas nas lavouras de mandioca de indústria contendo os parâmetros e variáveis de manejo nos anos agrícolas 2020/2021 e 2021/2022 no Mato Grosso do Sul.



Registros da aplicação dos questionários



Foto 1. Produtor Gilson Rizzato do município de Naviraí/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.



Foto 2. Produtor Murilo Nascimbeni do município de Naviraí/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.



Foto 3. Produtor Kaio Alves do município de Anaurilândia/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.



Foto 4. Produtor Valdecir Lunas Santos do município de Naviraí/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.



Foto 5. Gerente do grupo Fragnan Fábio Barbosa Alcântara do município de Juti/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.



Foto 6. Gerente do grupo Agro A S, João Carlos do município de Naviraí/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.

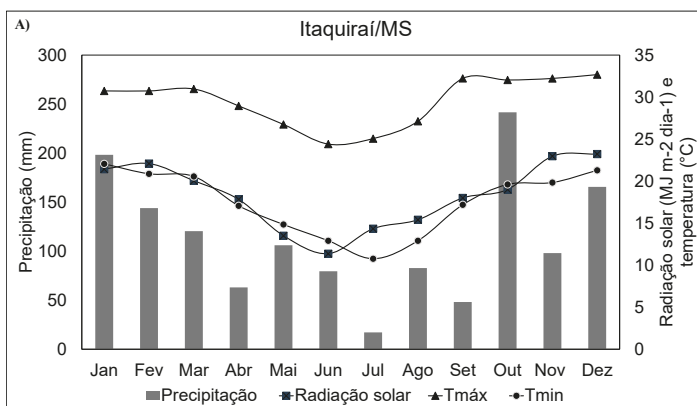


Foto 7. Produtor José Marchette do município de Iguatemi/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.



Foto 8. Produtor Arcelo Inácio do município de Naviraí/MS. Participando da aplicação do questionário na lavoura de mandioca de indústria.

Os dados climáticos diários dos últimos cinco anos (2017-2021) coletados no Instituto Brasileiro de Meteorologia (INMET) para os municípios de abrangência do estudo. O controle de qualidade e o preenchimento/correção dos dados meteorológicos foram realizados com base na técnica de propagação desenvolvida por Van Wart et al. (2015). Em todos os casos, a radiação solar foi recuperada do NASA POWER, que mostrou uma boa correlação com a radiação solar medida (Figura 5).



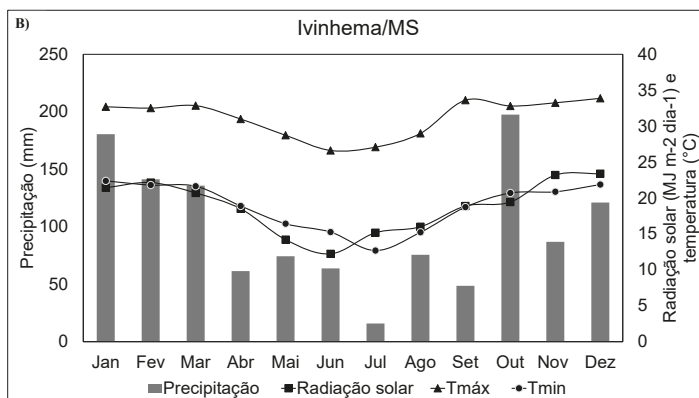


Figura 5. Média de 5 anos (2017 a 2021) da radiação solar incidente média mensal, temperatura máxima (Tmax) e mínima (Tmin) e precipitação total (mostrada como barras na parte inferior de cada painel) para duas áreas representativas de produção de mandioca no Mato Grosso do Sul (MS): (A) Itaquiraí, centro-oeste, Conesul no MS, e (B) Ivinhema, centro-oeste, Vale do Ivinhema no MS. Cada ponto de dados representa a média das variáveis meteorológicas calculadas com base em cinco anos da radiação solar, Tmax e Tmin de dados climáticos medidos diariamente.

A partir da análise dos 300 questionários, as lavouras foram categorizadas em duas classes, as com os 20% maiores produtividades de raízes e de amido, classificadas como de altas produtividades de raízes (AP) e altas teor de amido (ATA), representando sessenta lavouras (60) e as lavouras com baixas produtividades, com as 20% menores produtividades de raízes e de amido, representando sessenta lavouras (60), classificadas como de baixas produtividades de raízes (AP) e baixas teor de amido (ATA).

Após a estratificação das lavouras, foram realizadas análises de correlação entre as produtividades de raízes e de amido, com os dados obtidos com a aplicação dos questionários (Tabela 2).

A diferença entre as médias de AP e BP para cada variável foi avaliada utilizando o teste t ou Wilcoxon (quando os dados não apresentaram normalidade) com significância de 1 e 5%. Variáveis categóricas foram avaliadas a partir do teste Qui-quadrado com significância de 10%. O software InfoStat (Di Rienzo et al., 2011) foi utilizado para a análise estatística dos dados. Também foi utilizado o método proposto por French e Schultz (1984), denominado função limite, que visa quantificar a influência dos fatores isoladamente sobre a produtividade, e determinar o valor ótimo referente do fator analisado. O valor ótimo foi definido quando o incremento de produtividade foi menor que 0.05% (Tagliapietra et al., 2021).

Foi realizada uma análise da árvore de regressão para determinar as práticas de manejo que estão causando as lacunas de produtividade na cultura da mandioca, utilizando o pacote "rpart" em R. A análise de árvore de regressão é um método não paramétrico, que separa recursivamente os dados em grupos sucessivamente menores com divisões binárias baseadas em uma única variável preditora contínua (produtividade) (Breiman et al., 1984). Como resposta a árvore de regressão produz um diagrama em árvore, com ramificações determinadas pelas regras de divisão e uma série de três nós terminais que contêm a produtividade média e o número de observações contido em cada nó terminal.

Inicialmente foram criadas árvores máximas e, em seguida, utilizou-se a técnica de validação cruzada para podar a árvore para um tamanho ideal (Therneau e Atkinson, 1997). Um pacote de "carret" em R foi usado para dividir o conjunto de dados, de calibração (80%) e de validação (20%). O conjunto de dados de calibração foi usado para executar a análise da árvore de regressão, enquanto o conjunto de dados de validação foi utilizado para estimar o

erro quadrático médio da raiz (RMSE) entre as produtividades. A análise em árvore de regressão tratou os valores ausentes nos fatores explicativos (função `na.rpart`), excluindo os dados apenas se a variável de resposta (isto é, produtividade de raízes e teor de amido) ou todos os fatores explicativos estavam ausentes. Quando foram encontrados valores perdidos ao considerar uma divisão, eles foram ignorados e as previsões foram calculadas a partir dos valores não ausentes desse fator (Venables e Ripley, 2002). Como saída, foi obtido um diagrama de árvore, com ramos definidos pelas regras de divisão e um conjunto de terminais com a resposta mediana e o número total de observações em cada nó.

Potencial de produtividade em mandioca de indústria no Mato Grosso do Sul

O potencial de produtividade de raízes de mandioca no Mato Grosso do Sul é 63,2 toneladas por hectare (Visses et al., 2018). A produtividade média (Y_a) das 300 lavouras avaliada foi de 18,6 toneladas por hectare. Sendo assim considerando a Y_p 63,2 toneladas por hectare, menos a Y_a 18,6 toneladas por hectare, a lacuna de produtividade explorável é 44,6 toneladas por hectare.

Fatores que causam as lacunas de produtividade em lavouras de mandioca de indústria

As 300 lavouras avaliadas foram estratificadas em níveis de produtividades de raízes (Tabela 2, Figura 6). Para altas produtividades, quatro variáveis, (cultivar, adubação de base, data

de plantio e adubação nitrogenada), representam 55,9% da variação na produtividade. Enquanto para baixas produtividades duas variáveis (cultivar e densidade populacional), representaram 44,1% da produtividade (Figura 6).

Variáveis	Unidade	n	Altos produtividades (AP)	Baixas produtividades (BP)	AP-BP	
Produtividade	Ton/ha	128	23.8	14.4	9.4	***
Data de plantio	Dias	128	174	186	-12	***
P ₂ O ₅ (base)	kg ha ⁻¹	128	74.89	65.52	9.37	*
K ₂ O (total)	kg ha ⁻¹	128	69.09	56.91	12.18	*
Número de controle de plantas daninhas	NCPD	128	4.9	3.1	1.77	***
<i>Análise de solo</i>						
Não	% lavouras	68	30.9	69.1	-38.2	***
Sim	% lavouras	60	66.7	33.3	33.3	***
<i>Rotação de cultura</i>						
Não	% lavouras	13	7.7	92.3	-84.6	ns
Sim	% lavouras	115	52.2	47.8	4.3	***

Tabela 2. Médias dos fatores para lavouras de alta produtividade (AP) e baixa produtividade (BP), a diferença entre AP e BP foi testada por teste t, teste de Wilcoxon (quando a distribuição se desviou da normalidade) ou teste de qui-quadrado (para variáveis categóricas), com significância a $p < 0.01$ (***) 1%, $p < 0.05$ (**) 5% ou $p < 0.1$ (*) 10%.

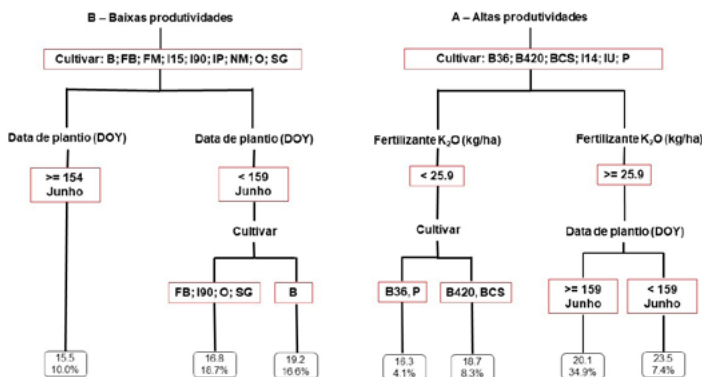


Figura 6. Árvore de regressão mostrando fontes de variação na produtividade de mandioca devido aos fatores de manejo. Caixas são nós de divisões, com caixas inferiores representando os nós de terminal. Os valores dentro de cada nó terminal indicam a média da produção de raízes e a porcentagem de observações em cada nó terminal.

Cultivares

A escolha da cultivar foi o principal fator de manejo associado a altas produtividades. Nas lavouras de altas produtividades, são utilizadas as cultivares recomendadas por instituições de pesquisas, B36 (IPR B36), B420 (BRS 420), BCS (BRS CS 01), I14 (IAC-14), IU (Ipr União) e P (IPR Paraguinha). Já as lavouras de baixas produtividades utilizam cultivares conhecidas como “crioulas” e algumas lançadas por instituições há mais de dez anos: B (Baianinha), FB (Fécula Branca), FM (Fécula Melhorada), I15 (IAC-15), I90 (IAC-90), IP (Iapar Porã), NM (Nega Maluca), O (Olho Junto) e SG (São Geraldo).

A maior produtividade das cultivares recomendadas pela pesquisa

pode ser explicada pelos ganhos genéticos incorporados as novas cultivares pelo melhoramento genético, pela perda de vigor das cultivares antigas em razão da contaminação por doenças como vírus e outros patógenos (Alves et al., 2017; Bressan et al., 2019) e/ou pelo acúmulo de mutações genéticas ao longo dos ciclos de propagação vegetativa (Ribeiro et al., 2015). Assim, é importante a adoção de medidas de manejo adequadas para minimizar a perda genética, tais como a rotação de culturas, a introdução de novos genótipos e o plantio de material genético sadio e com origem genética (Schneider et al., 2022).

No Brasil estão registradas 110 cultivares no Registro Nacional de Cultivares (Mapa, 2022), quantidade e opção de cultivares insuficiente, a qual gera dúvidas e incertezas ao produtor no momento de definir a cultivar de mandioca para sua lavoura. Número de registros muito inferior quando comparado com outras culturas como a soja que conta com 4.571 cultivares registradas junto ao MAPA. Cultivares com alta adaptabilidade, se aproximam do potencial produtivo em ambiente favorável, no entanto, quando cultivadas em locais desfavoráveis, a redução de produtividade pode ser alta (Eberhart & Russell, 1966). Um dos critérios para a escolha da melhor cultivar de mandioca é a análise das características qualitativas das cultivares (como tolerância à seca, excesso hídrico, salinidade, resistência a insetos, tolerância a doenças, etc) conforme as características de cada lavoura (Schneider et al., 2022). Desta forma, é importante que produtores e técnicos tenham um bom diagnóstico da previsão climática para safra, da compactação do solo, análise química do solo, presença de doenças de solo e capacidade operacional para o controle eficiente de pragas e doenças para, a partir daí escolher a melhor cultivar de mandioca que possivelmente se adapte as condições de cultivo e alcance seu potencial produtivo.

Data de plantio

O crescimento, desenvolvimento e produtividade da cultura da mandioca são muito afetados pela época de plantio (Schons et al., 2007; Fagundes, et al., 2010). Assim, a escolha da data de plantio da mandioca é um fator crucial para o sucesso da lavoura, uma vez que a planta é sensível a mudanças climáticas e pode apresentar baixa produtividade em condições inadequadas de temperatura e umidade. De acordo com Silva et al. (2017), a época de plantio é influenciada por fatores climáticos, principalmente pela disponibilidade de água no solo e pela temperatura.

O período ideal de plantio varia de acordo com a região, mas geralmente ocorre no início da estação chuvosa, quando há maior disponibilidade de água no solo e as temperaturas são mais amenas. O atraso no plantio pode afetar negativamente o desenvolvimento da cultura, uma vez que a mandioca é uma planta de ciclo longo e pode sofrer com a falta de água e com as altas temperaturas durante a fase de crescimento vegetativo. Por outro lado, o plantio precoce pode levar a um maior risco de danos causados por geadas ou pelo excesso de chuvas, que podem afetar o desenvolvimento das raízes.

Estudos têm mostrado que a escolha adequada da época de plantio pode levar a um aumento significativo na produtividade da cultura. Por exemplo, em um estudo realizado por Oliveira et al. (2019) na região do Cerrado, foi observado que a escolha correta da época de plantio resultou em um aumento de 18% na produtividade

da mandioca. Portanto, a escolha adequada da data de plantio é um fator essencial para o sucesso da cultura da mandioca, uma vez que pode afetar diretamente a produtividade e a qualidade das raízes produzidas. É importante que os produtores levem em consideração as condições climáticas da região e realizem o plantio no período mais adequado para a cultura. Uma vez que a maneira mais fácil de modificar o ambiente é através da época de plantio (Tironi et al., 2019).

Entre os produtores participantes desse estudo, 95% são arrendatários e em várias situações a disponibilidade da terra por parte dos proprietários não é feita dentro da janela ideal descoberta nas análises, por motivos de maior pastejo do rebanho bovino, ou mesmo em áreas, onde ocorre a rotação de culturas, a lavoura que antecede ainda não está no ponto de colheita, a exemplo do milho safrinha, que coincide com o início do plantio da cultura da mandioca.

As lavouras de altas produtividades 23,5 toneladas por hectare, plantadas antes de 08 de junho tiveram uma produtividade média 11,1% maior do que as lavouras plantadas após essa data 19,2 toneladas por hectare. O potencial produtivo foi mantido para os plantio até 18 de julho, e após esse período a perda de produtividade foi de 132 kg por dia, com janela de plantio em 20 de maio e termino em 16 de setembro (Figura 5).

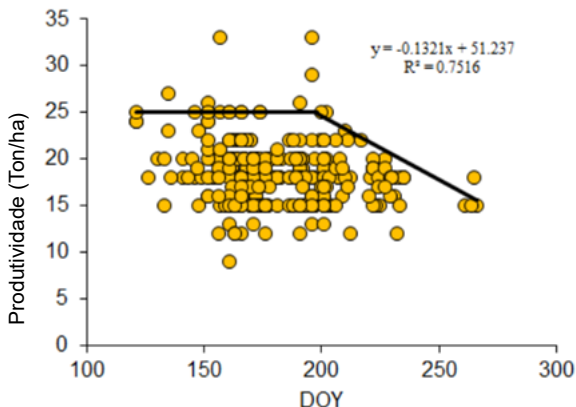


Figura 7. Relação entre a produtividade de mandioca (ton/ha), data de plantio em dias do ano (DOY). Os círculos amarelos representam as 300 lavouras avaliadas.

Adubação

O cultivo da mandioca requer presença de nutrientes no solo, portanto, a presença de nutrientes, em quantidade suficiente, promove aumento de produtividade. A adubação é uma prática essencial na produção de mandioca, pois fornece nutrientes para a planta, que são fundamentais para seu crescimento e desenvolvimento adequado. A mandioca é uma cultura que tem alta demanda por nutrientes, especialmente nitrogênio, fósforo e potássio (NPK). Segundo Pimentel-Gomes e Garcia (2002), a deficiência desses nutrientes pode causar diversos problemas, como redução da produtividade,

encurtamento de entrenós, diminuição do tamanho e número de raízes e aumento da suscetibilidade a doenças. A adubação deve ser realizada com base na análise do solo e nas necessidades da planta. Segundo Pereira et al. (2018), a adubação deve ser feita de forma equilibrada, com doses adequadas de cada nutriente. O excesso ou a falta de nutrientes pode ser prejudicial à planta, podendo afetar sua produtividade e qualidade. Além disso, é importante considerar as características do solo e do clima, que podem influenciar na eficiência da adubação. Existem diversos tipos de fertilizantes que podem ser utilizados na adubação da mandioca, como adubos orgânicos, adubos químicos e biofertilizantes. De acordo com Guimarães et al. (2017), a utilização de adubos orgânicos pode melhorar a qualidade do solo e aumentar a capacidade de retenção de água, além de fornecer nutrientes para a planta. Já os adubos químicos têm a vantagem de fornecer nutrientes em quantidades controladas e precisas, o que pode ser importante em situações de deficiência nutricional.

Na árvore de regressão, as lavouras com as melhores produtividades se concentram em 42,3% das lavouras avaliadas de altas produtividades, com adubação de K20 kg/ha total de base e de cobertura maior de 25,9 K20 kg/ha. Na tabela 2, a diferença entre as lavouras de altas produtividades e de baixas produtividades foi testada por teste t, teste de Wilcoxon (quando a distribuição se desviou da normalidade) ou teste de qui-quadrado (para variáveis categóricas), com significância $p < 0,01$ (***) 1%, $p < 0,05$ (**) 5% ou $p < 0,1$ (*) 10%. As taxas de aplicação de P e K em lavouras de AP foram, respectivamente, 74,8 kg/ha P2O5 e 69,1 kg/ha K2O maiores em comparação com as lavouras de baixas produtividade, sendo 65,5 kg/ha P2O5 e 56,9 kg/ha K2O. Também foi identificado que nas lavouras de altas produtividades a análise de solo e a aplicação de calcário é realizada com maior frequência em relação às lavouras de baixas produtividades. A

calagem é uma prática de manejo fundamental para reduzir as concentrações de elementos tóxicos presentes no solo, como alumínio.

Controle de plantas daninhas

Independente do manejo de plantas daninhas, controle químico, uso de herbicidas ou capinas, observou-se, que as melhores produtividades foram obtidas nas lavouras que tiveram maior número de interferência no controle das plantas invasoras. Muitos pequenos produtores acreditam erroneamente que, por ser a mandioca uma cultura tradicional, não é necessário o controle de espécies vegetais invasoras (Cardoso et al., 2021). O grau de interferência das plantas daninhas, na produtividade da lavoura, depende de fatores ligados à própria cultura, à comunidade infestante, ao ambiente e ao período em que elas convivem (Silva et al., 2012). Dependendo das circunstâncias, plantas daninhas e a cultura principal podem coexistir e até prosperar juntas durante um período de tempo conhecido como “período de pré-interferência”, passado esse tempo, a presença de plantas invasoras pode reduzir a produção agrícola.

A interferência de plantas geralmente faz com que as plantas de mandioca cresçam e se desenvolvam de forma anormal, resultando em uma redução no tamanho, peso e contagem de raízes da planta (Silva et al., 2012).

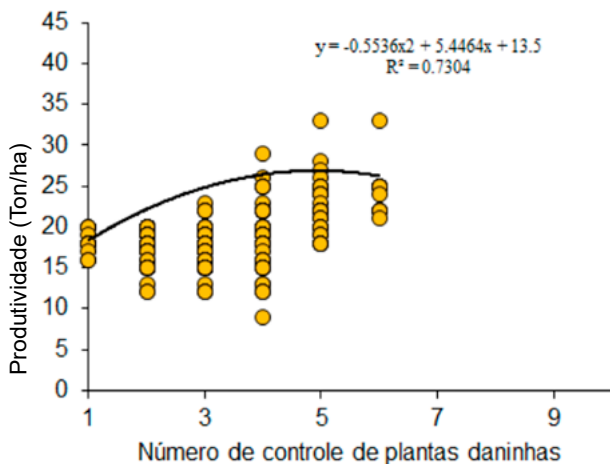


Figura 8. Relação entre a produtividade de mandioca (ton/ha), número de controle de plantas daninhas na lavoura. Os círculos amarelos representam as 300 lavouras avaliadas.

A rotação de culturas é uma prática agrícola importante na produção de mandioca, pois ajuda a manter a saúde do solo, reduzir a incidência de doenças e pragas, além de aumentar a produtividade e diversificar a renda do produtor (Fancelli & Dourado-Neto, 2013). A alternância do plantio de mandioca com outras culturas, como feijão, milho, soja, milho, amendoim e batata-doce, pode ajudar a manter os níveis de nutrientes do solo equilibrados e reduzir a incidência de doenças do solo, resultando em uma produção mais saudável e sustentável (Adegbihin et al., 2020). Na tabela 2, demonstra que no Mato Grosso do Sul os produtores foram conscientizados da importância da rotação de cultura, em lavouras de AP 52,2% e BP 47,8%, ou seja, se torna unânime entre os produtores da importância da prática.

Os estudos identificamos que os produtores que fazem a rotação de cultura e responderam a resposta (Sim) obtiveram as melhores produtividades médias, comparado aos produtores que não faz a rotação de cultura, ou seja realiza o plantio de mandioca todo o ano na mesma área.

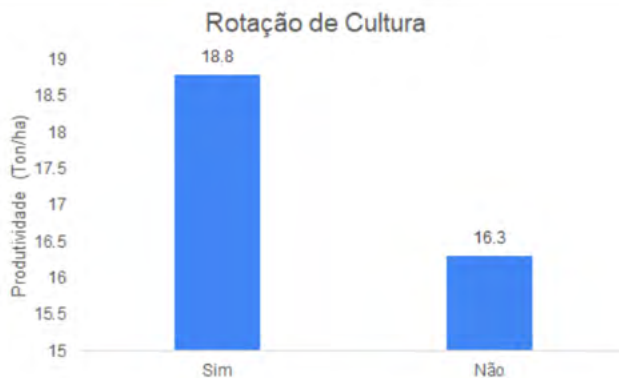


Figura 9. Relação entre a produtividade de mandioca (ton/ha) com a prática de rotação de cultura.

Foi possível analisar a correlação da rotação de cultura com a concentração de amido nas raízes, onde os teores de amido nas áreas que os produtores que fazem a rotação de cultura e responderam a resposta (Sim) obtiveram os melhores teores de amido, comparado aos produtores que não faz a rotação de cultura.

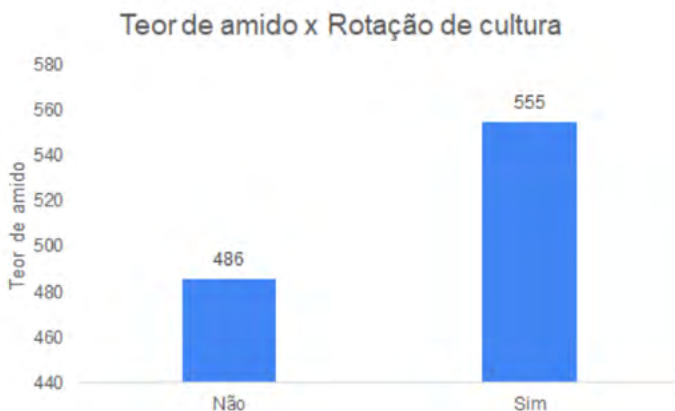


Figura 10. Relação entre teor de amido (g/5kg/raiz) de mandioca com a prática de rotação de cultura.

**Fatores
biofísicos e
de manejo
que provocam
a diferenciação
entre altos e
baixos teores
de amido nas
lavouras de
mandioca de
indústria do
Mato Grosso
do Sul**

Na árvore de regressão os altos teores de amidos concentram em 47,1% das lavouras avaliadas de altas produtividades, tendo como fatores limitantes na acumulação de amido: cultivar, data de plantio e adubação de K2O kg/ha total. Já as lavouras baixas produtividades e baixos teores de amidos 52,9% das lavouras, foram identificados que as cultivares e data de plantio limitam maiores acúmulos de amido. Estudos realizados mostram que o teor de amido nas raízes de mandioca pode variar de acordo com a cultivar, condições de cultivo, clima, entre outros fatores. Algumas cultivares podem apresentar teores de amido superiores a 30%, enquanto outras podem ter menos de 20% de amido (Gomes et al., 2012). A escolha de cultivares com maior teor de amido é uma das formas mais simples de aumentar o teor de amido nas raízes de mandioca. A aplicação de fertilizantes pode aumentar a produção de biomassa e consequentemente, o teor de amido nas raízes de mandioca (Bekunda et al., 2010). A adubação potássica melhora a qualidade das raízes, aumentando o teor de amilose, um componente do amido que confere maior estabilidade ao produto final (Dias et al., 2019) (Figura 11).

A época de semeadura afetou os teores de amido em raízes de mandioca. A diferença entre altos teor de amido (ATA) e baixos teor de amido (BTA) foi testada por teste t, teste de Wilcoxon (quando a distribuição se desviou da normalidade) ou teste de qui-quadrado (para variáveis categóricas), com significância a $p < 0,01$ (***) 1%, $p < 0,05$ (**) 5% ou $p < 0,1$ (*) 10% .

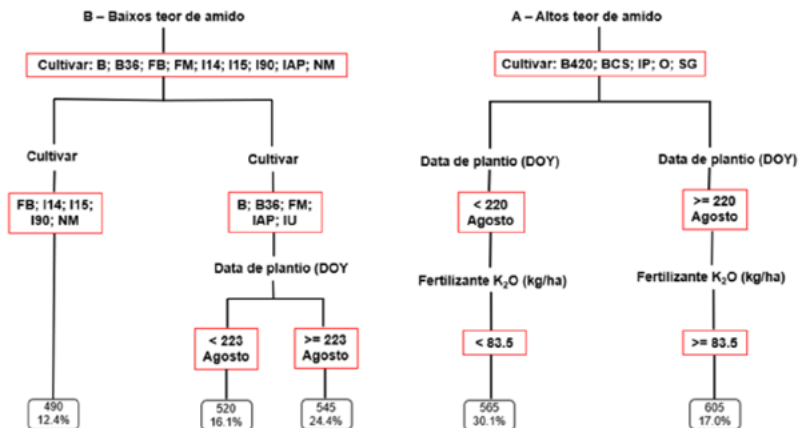


Figura 11. Árvore de regressão mostrando fontes de variação no teor de amido de mandioca devido aos fatores de manejo. Caixas são nós de divisão, com caixas inferiores representando os nós de terminal. Os valores dentro de cada nó terminal indicam a média do teor de amido das raízes e a porcentagem de observações em cada nó terminal.

Os teores de amido foram significativamente maiores nas raízes de mandioca plantadas até 06 de julho com altos teores de amido (ATA) e as lavouras com baixos teores de amido (BTA) plantadas até , 26 de junho. Essa diferença pode estar relacionada ao maior acúmulo de amido nas raízes da mandioca quando a planta está mantendo um período de estresse hídrico ou até mesmo maturidade fisiológica. A melhor época é aquela em que as plantas se encontram em período de repouso, ou seja, quando o número e o tamanho das folhas e dos lobos foliares diminuíram, condição em que atingem o máximo de produção de raízes e de teor de amido, proporcionando uma melhor qualidade do produto final (Embrapa, 2006) (Tabela 3).

Variáveis	Unidade	n	Altos teores de amido (ATA)	Baixos teores de amido (BTA)	ATA-BTA	
Teor de amido	g	133	637.6	457.9	179.7	***
Data de plantio	Dias	133	187.4	177.6	9.8	**
Número de gemas meristemáticas	n°	133	6.6	6.1	0.5	***
Produtividade	Ton/ha	133	19.8	17.6	2.2	***
<i>Cultivar</i>						
Baianinha		26	23.1	76.9	-53.8	***
BRS 420		18	44.4	55.6	-11.2	*
BRS CS 01		29	96.5	3.5	93.0	***
Fécula Branca		11	-	100.0	-	ns
Iac-14	% lavouras	3	-	100.0	-	ns
Iac-90		4	25.0	75.0	-50.0	ns
Iapar Porã		12	33.3	66.7	-33.4	*
IPR B36		6	-	100.0	-	ns
Paraguainha		14	78.5	21.5	57.0	*
Olho Junto		6	88.3	16.7	71.6	ns

Tabela 3. Médias dos fatores para lavouras de alto teor de amido (ATA) e baixo teor de amido (BTA), a diferença entre ATA e BTA foi testada por teste t, teste de Wilcoxon (quando a distribuição se desviou da normalidade) ou teste de qui-quadrado (para variáveis categóricas), com significância a $p < 0,01$ (***) 1%, $p < 0,05$ (**) 5% ou $p < 0,1$ (*) 10%.

A produtividade de mandioca está relacionada com a escolha do material genético ou seja a melhor cultivar de mandioca. Nos estudos identificamos a correlação entre produtividades e cultivares, sendo as cultivares BRS 420, Baiãozinha, BRS CS 01, houve diferença estatisticamente diante das cultivares IPR Paraguaiinha, Olho Junto e Iapar Porã, figura 12.

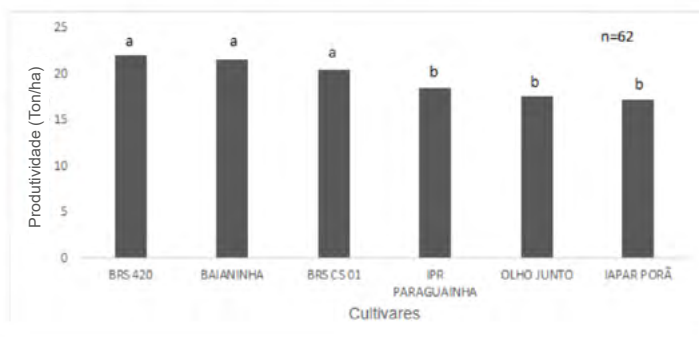


Figura 12. Relação entre a produtividade de mandioca (ton/ha), a cultivares de mandioca divididas em lavouras de altas produtividades (AP). Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Quando a análise se fez observando o comportamento das concentrações de amidos com as cultivares de mandioca, a única cultivar que diferenciou estatisticamente das demais foi a BRS 420, conforme (figura 13). Já para as lavouras de baixas produtividades com baixos teores de amido, houve apenas diferenciação entre as produtividades IAC-14, BRS 420, IPR Paraguaiinha, IPR B36, Baiianinha, Fécula branca, diante das cultivares Iapar porã e IAC-90, com relação a correlação entre os teores de amido e cultivares, não houve diferenças significativas (figura 13).

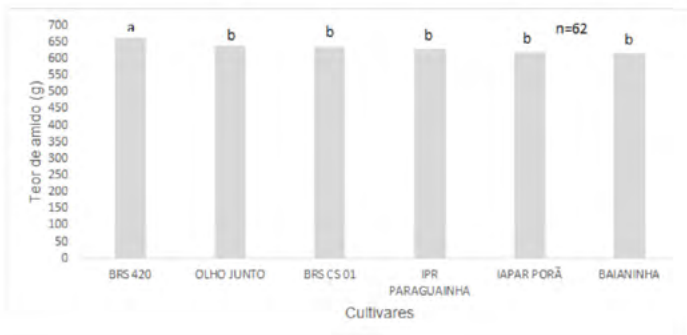


Figura 13. Relação entre a produtividade de mandioca (ton/ha), b) altos teores de amido (ATM) relacionado com as cultivares de mandioca. Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna, não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de significância.

Também foi utilizado o método proposto por French e Schultz (1984), denominado função limite, que visa quantificar a influência dos fatores isoladamente sobre a produtividade e o teor de amido, determinando o valor ótimo referente do fator analisado. Para a data de plantio os teores de amido se comportaram diferentemente entre as épocas, ou seja, os produtores que fizeram os plantios entre 30 de abril à 25 de maio estão tendo perdas de 8,1 gramas de amido por dia.

A partir de 25 de maio à 18 de agosto se obtém uma estabilidade nas concentrações de amido, ou seja ocorre o total acúmulo de amido nas raízes e a planta entra na fase de repouso, por fim os produtores que fazem os plantios após 18 de agosto à 27 de setembro, ocorrem perdas de 3,1 gramas de amido por dia (Figura 13).

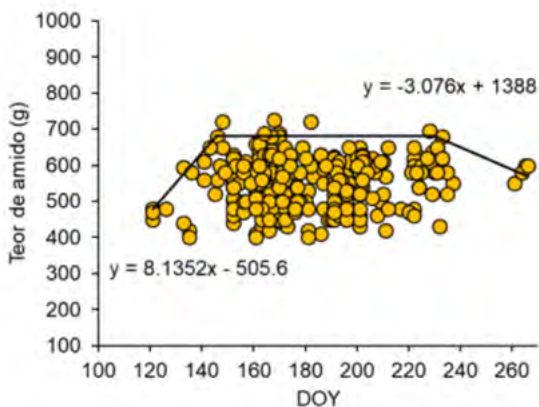


Figura 14. Relação entre a teor de amido de mandioca (g), data de plantio em dias do ano (DOY). Os círculos amarelos representam as 300 lavouras avaliadas.

A partir deste estudo, os consultores técnicos e agricultores poderão tomar decisões de manejo com base em informações da lacuna de produtividade de lavouras de mandioca do Mato Grosso do Sul e focar nos fatores agora conhecidos que estão causando as lacunas de produtividade, assim aumentando a eficiência no uso de recursos, a produtividade e o lucro do produtor. As práticas de manejo identificadas como limitantes de produtividade têm um custo adicional, como: os fatores de adubação de P e K na base e número de controle de plantas daninhas. Já a data de plantio não terá custo adicional, pois se trata de uma antecipação do plantio. Desta forma, além dos benefícios individuais para os agricultores, é possível aumentar a produção de mandioca no MS, aproveitando ao máximo as terras agricultáveis hoje ocupadas por culturas agrícolas.

Considerando a lacuna de produtividade estimada nos estudos de 44,6 toneladas por hectare e a área média de plantio nos últimos cinco anos 2017/2021 de 35.488 ha, o estado do Mato Grosso do Sul está deixando de produzir 1.582.764,8 toneladas de mandioca e quando transformada em fécula de mandioca com extração do teor de amido industrial de 25,5%, está deixando de produzir e comercializar 403.605,1 toneladas.

Conclusões

1. A lacuna de produtividade explorável no Mato Grosso do Sul é 44,6 toneladas por hectare;
2. Os principais fatores biofísicos e de manejo que reduzem a produtividade das lavouras de mandioca no Mato Grosso do Sul são cultivar, quantidade de adubação total de K_2O , data de plantio, e o número de controle de plantas daninhas;
3. Através de boas práticas de manejo é possível aumentar em 1.582.764,8 toneladas por ano de mandioca de indústria produzida no Mato Grosso do Sul.



Referências bibliográficas

ALVES, A. A., RAMOS, N. P., & BRESSAN, E. A. (2017). Mandioca. In J. M. Amaro, J. P. Naves, & V. H. C. Bueno (Eds.), *Melhoramento de espécies cultivadas* (pp. 471-485). Editora UFLA.

ADEGBEHIN, A., ODUWAYE, O., ABASS, A., ADEBAYO, A., & ONI, O. (2020). Response of cassava (*Manihot esculenta*) to intercropping with maize (*Zea mays*) and *Mucuna pruriens* in south-west Nigeria. *Journal of Agriculture and Rural Development in the Tropics and Subtropics*, 121, 1-14.

ANDREA, M. C. S. et al. Variability and limitations of maize production in Brazil: Potential yield, water-limited yield and yield gaps. *Agricultural Systems*, v. 165, n. July, p. 264-273, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2018.07.004>.

BEKUNDA, MA, Sanginga, N., Woomer, PL, 2010. Restaurando a Fertilidade do Solo na África Subsaariana. Springer Holanda, Dordrecht. <https://doi.org/10.1007/978-90-481-2343-1>. Acesso em: 10 janeiro 2023.

BRASIL.EMPRAPA - Mandioca: o produtor pergunta, a Embrapa responde. Embrapa Informação Tecnológica, 2006. 176 p.: il. - (Coleção 500 perguntas, 500 respostas)., v.6, p.156.

BREIMAN, L., FRIEDMAN, J., OLSHEN, R., STONE, C., 1984. Classification and Regression Trees. WADSWORTH, BELMONT, CA. CLARK, L.A., PREGIBON, D., 1992. TREE- BASED MODELS. IN: CHAMBERS, J.M., HASTIE, T.J. (Eds.), Statistical Models in S. Wadsworth.

BRUINSMA, J. The resource outlook to 2050: by how much do land, water and crop yields need to increase by 2050? In: FAO expert meeting on how to feed the world in 2050, Rome. Proceedings... Rome: FAO. 2009.

CARDOSO, P. S. Crescimento, desenvolvimento e produtividade de mandioca em função de níveis tecnológicos de adubação e manejo de plantas daninhas. Dissertação pós-graduação em Engenharia Agrícola – UFSM. Santa Maria/RS. 63 p. 2021.

CEPEA/ESALQ [Centro de Estudos Avançados em Economia Aplicada]. Mercado da fécula de mandioca. Disponível em: < <https://cepea.esalq.usp.br/br/releases/mandioca-cepea-2019>. Acesso em 03 de dezembro de 2022.

DOORENBOS, J.; KASSAM, A. H. Yield response to water. Rome: Food and Agriculture Organization of the United Nations, 1979. 193 p. (FAO-Irrigation and Drainage Paper n. 33).

Di Rienzo, JA, Casanoves, F., Balzarini, MG, González, L., Tablada, M., & Robledo CW (2011). INFOSTAT, Grupo InfoStat. Universidade Nacional de Córdoba, Argentina. <http://www.infostat.com.br>.

DIAS, TS et al. (2019). Qualidade do amido de mandioca em função de doses de potássio em cultivo no cerrado. *Comunicata Scientiae*, 10(3), 283-291.

EBERHART, S. A.; RUSSELL, W. A. Stability parameters for comparing varieties. *Crop Science*, v.6, p.36-40, 1966.

FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations (2013). Disponível em: < <http://www.fao.org/ag/save-and-grow/cas-sava/pt/index.html>>. Acesso em 20 de Dezembro de 2022.

FANCELLI, A. L., & DOURADO, N., D. (2013). Mandioca: do plantio à colheita. Editora Agronômica Ceres.

FRENCH, R.J.; SHULTZ, J.E. Water use efficiency of wheat in a Mediterranean type environment. I. The relation between yield, water use and climate. *Australian Journal of Agricultural Research*, v.35, p.743-764, 1984.

GOMES, FS e cols. Teor de amido em diferentes variedades de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável*, v. 7, n. 2, pág. 139-144, 2012.

GRASSINI, P.; TORRION, J.A.; YANG, H.S.; REES, J.; ANDERSEN, D.; CASSMAN, K.G.; SPECHT, J.E. Soybean yield gaps and water productivity in the western U.S. Corn Belt. *Field Crops Research*, v.179, p.150-163, 2015.

Grosman J & Freitas AG (1950). Determinação do teor de matéria seca pelo método peso específico em raízes de mandioca. Revista Agrônômica, 14:75-80.

GUIMARÃES, R. F. et al. Uso de adubos orgânicos e minerais na cultura da mandioca. In: ENCONTRO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA EMBRAPA AGROBIOLOGIA, 7., 2017, Seropédica. Anais. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2017.

GLOBAL YIELD GAP ATLAS, 2016. Global Yield Gap and Water Productivity Atlas. Disponível em: <http://www.yieldgap.org/>. Acesso: 10 de dezembro de 2022.

IBGE [Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística]. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Disponível em: < <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ms/pesquisa/14/10193?indicador=10341&ano=2021&tipo=grafico>>. Acesso em 02 de dezembro de 2022.

INMET [Instituto Nacional de Meteorologia]. Banco de dados meteorológicos. Disponível em: < <https://bdmep.inmet.gov.br/>>. Acesso em 01 de dezembro de 2022.

LATIF, S.; MÜLLER, J. Potential of cassava leaves in human nutrition: A review. Trends in Food Science & Technology, v. 44, p. 147-158, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.tifs.2015.04.006>. Acesso em 10 de dezembro de 2022.

LOBELL, D. B.; CASSMAN, K. G.; FIELD, C. B. Crop Yield Gaps: Their Importance, Magnitudes, and Causes. *Annual Review of Environment and Resources*, v. 34, n. 1, p. 179–204, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1146/annurev.environ.041008.093740> MAPA [MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA]. Registro de cultivares de mandioca. Disponível em https://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php Acesso em 20 de dezembro de 2022.

NASA/POWER. Portal NASA Prediction Of Worldwide Energy Resources. Disponível em <https://power.larc.nasa.gov>. Acesso em 15 de dezembro de 2022.

OLIVEIRA N. T. et al. 2017. Effect of harvest time and nitrogen doses on cassava root yield and quality. *Revista Brasileira de Ciências do Solo* 41: e 0150204. <https://doi.org/10.1590/18069657rbcS20150204>. Acesso em 12 de dezembro de 2022.

OLIVEIRA, L. C. et al. Época de plantio da mandioca em área irrigada no Cerrado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 23, n. 7, p. 512–517, 2019.

RIBEIRO, V. P., PAIVA, L. V., & OLIVEIRA, E. J. (2015). Manejo da variabilidade genética em mandioca. In E. J. Oliveira, V. P. Ribeiro, & A. A. Alves (Eds.), *Melhoramento de mandioca no Brasil* (pp. 75-98). Embrapa.

PIMENTEL-GOMES, F.; GARCIA, C. H. Estatística aplicada a experimentos agrônômicos e florestais. Piracicaba: FEALQ, 2002.

PEREIRA, V. G. et al. Efeito de doses e fontes de adubação no desenvolvimento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em solo de cerrado. *Revista de Agricultura Neotropical*, v. 5, n. 2, p. 38-45, 2018.

SILVA, J. V. et al. Revisiting yield gaps and the scope for sustainable intensification for irrigated lowland rice in Southeast Asia. *Agricultural Systems*, v. 198, n. August 2021, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agsy.2022.103383>.

SILVA, D.V.2, SANTOS, J.B.3, FERREIRA, E.A.4, SILVA, A.A.5, FRANÇA, A.C.3 e SEDIYAMA, T. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca, Viçosa-MG, v. 30, n. 4, p. 901-910, 2012.

SILVA, T. P. DA et al. Época de plantio e espaçamento na produtividade e qualidade de raízes de mandioca. *Ciência Rural*, v. 47, n. 1, 2017.

SCHONS, A. Emissão de folhas e início de acumulação de amido em raízes de uma variedade de mandioca em função da época de plantio. *Ciência Rural*, v.37, n.6, p.1586-1592, 2007.

SCHNEIDER, R. A et.al. A melhor cultivar de soja para a sua lavoura: safra 21/22. 2 ed. Santa Maria, 2022. 141p.

TAGLIAPIETRA B. L.; ZANON, A. J.; ESCALONA, M. S. J.; STRECK, N. A.; RICHARDS, N. S. P. S. Épocas de colheita e práticas de manejo influenciam nas características de qualidade de raízes de mandioca cozida? *Revista bras. Tecnol. Agroindustrial*, v.15, n.2, p.3591-3607, 2021.

TIRONI, LUANA F.; FREITAS, C. P. O.; ALVES, A. F.; ZANON, A. J.; SANTOS, A. T. L.; CARDOZO, P. S.; TONEL, G. P.; RODRIGUES, L. B.; SILVA, M. N.; STRECK, NEREU A. *Ecofisiologia da Mandioca Visando Altas Produtividades*. 1. ed. Santa Maria: GR, 2019. v. 1. 103 a 109p.

THERNEAU, T.M., ATKINSON, E.J. An Introduction to Recursive Partitioning Using the RPART Routine. Technical Report 61, Mayo Clinic, Section of Statistics, 1997.

VAN ITTERSUM A, M.K.; CASSMAN, K.G.; GRASSINI, P.; WOLF J.; TITTONELL; P.; HOCHMAN, Z. Yield gap analysis with local to global relevance - A review. *Field Crops Research*, v.143, p.4-17, 2013.

VAN WART, J.; KERSEBAUM, K.C.; PENG, S.; MILNER, M.; CASSMAN, K.G. Estimating crop yield potential at regional to national scales. *Field Crops Research*, v.143, p.34-43, 2013. DOI:10.1016/j.fcr.2012.11.018. VENABLES, W.N., RIPLEY, B.D. *Modern Applied Statistics With S*, fourth edition. Springer-Verlag, Fourth edition, Springer, New York, 2002.

VISSES, F. A.; SENTELHAS, P.C.; PEREIRA, A. B. Yield gap of cassava crop as a measure of food security –an example for the main Brazilian producing regions. *Food Security*, p. 1191-1202. 2018.

Receita - Marizia Souza

Bolo de Mandioca

Ingredientes

- 1kg de mandioca crua ralada
- 1 xícara e ½ de açúcar
- 4 ovos
- 200g de coco ralado fresco
- 2 garrafas de leite de coco 200 ml
- 3 colheres de margarina (sem sal)

Modo de preparo

Bata a margarina com o açúcar e os ovos e misture a mandioca ralada.

Transfira essa massa para uma forma redonda de 20cm de largura por 8 cm de altura.

Leve para o forno pré aquecido a 180 graus por 50 minutos ou até ficar dourado.

Rendimento 16 fatias.





copasul



www.copasul.coop.br

ISBN: 978-65-89469-83-4



9 786589 469834