



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL
Secção de Produção Vegetal

Licenciatura em Engenharia Agronómica

Projecto Final

INFLUÊNCIA DE DOSES DE FÓSFORO NO RENDIMENTO
DA VARIEDADE DE BATATA RENO MONDIAL NAS
CONDIÇÕES DO CAMPO
EXPERIMENTAL DA FAEF

Autora:

Inocência Lázaro Macuácuá

Supervisor:

Doutor Arsénio D. Ndeve, PhD

Maputo, Março de 2024

DECLARAÇÃO DE HONRA

Declaro por minha honra que este trabalho de culminação de curso é da minha autoria e nunca foi submetido nesta ou em outra instituição para aquisição de qualquer outro grau académico e que ele constitui o resultado do meu labor individual e das orientações do meu supervisor, o seu conteúdo é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto e na bibliografia final. Este trabalho é apresentado em cumprimento parcial dos requisitos para a obtenção do grau de Licenciada em Engenharia Agronómica, no Departamento de Produção Vegetal da Universidade Eduardo Mondlane.

Inocência Lázaro Macuácuá

Data: ____/____/2024

Por ser verdade, confirmo que o trabalho foi realizado pelo candidato sob minha supervisão

Doutor Arsénio D. Ndeve, PhD

Departamento de Produção Vegetal, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal,
Universidade Eduardo Mondlane

Data: ____/____/2024

Maputo, Março de 2024

**INFLUÊNCIA DE DOSES DE FÓSFORO NO
RENDIMENTO DA VARIEDADE DE BATATA RENO
MONDIAL NAS CONDIÇÕES DO CAMPO
EXPERIMENTAL DA FAEF**

Projecto Final submetido à Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (Departamento de Produção Vegetal) em cumprimento parcial dos requisitos exigidos para obtenção do grau académico de Licenciada em Engenharia Agronómica, sob supervisão do Doutor Arsénio D. Ndeve, PhD.

RESUMO

A produtividade da batata reno no país está abaixo do potencial conhecido devido a vários factores de ordem biótica e abiótica. A nutrição mineral, em particular a disponibilidade de fósforo (P) é extremamente determinante no desempenho produtivo da cultura da batata reno; pois está associado com o processo de tuberização. Portanto, este estudo testou cinco doses de P (0, 80, 100, 120 e 160 kg.ha⁻¹) em quatro replicações nas condições do campo experimental da FAEF para examinar a influência de diferentes doses de P no rendimento da variedade de batata reno Mondial. A análise de variância da resposta da variedade Mondial a adubação fosfatada revelou que o P teve influência sobre o número de caules formados por planta, altura da planta, diâmetro da canópia e no rendimento da cultura, onde a dose de 160 kg.ha⁻¹ de P teve maior influência sobre estas variáveis comparativamente com as outras doses ($p < 0.05$). O número de caules, altura da planta, diâmetro da canópia e rendimento da cultura variou de 2-4, 29-65 cm, 43-59 cm e 12 a 21 ton.ha⁻¹, respectivamente, onde estas variáveis foram positivamente correlacionadas entre elas ($p < 0.05$). Também, a análise de regressão mostrou que estas variáveis estiveram fortemente associadas às doses de P ($r^2 = 0.78$ a 0.90). Não houve diferenças significativas no rendimento obtido nas diferentes doses de P; portanto recomenda-se adubação fosfatada a um intervalo de 80 a 100 kg.ha⁻¹ de P (17 a 18 ton.ha⁻¹). O índice de severidade das doenças da requeima (1-29%), podridão seca (4 a 26%) e nemátodos de galhas ($P_i/P_f = 500/460$) sugeriu que as doses de P não tiveram influência no ataque da cultura por estas doenças.

Palavras-Chave: *Solanum tuberosum* L., Doses de Fósforo, Variedade Mondial, Rendimento.

DEDICATÓRIA

Ao meu maravilhoso Deus por estar e ter estado na dianteira deste e dos demais sonhos. À minha família, em especial aos meus pais e irmãos, Crimilda R. Comé e Lázaro A. Macuácu; Agnalda, Joel e Ramiro, respectivamente, por nunca me terem deixado só e por me terem ensinado e proporcionado todos os sentimentos nobres que o ser humano necessita. Não menos importante à minha filha Yicla da Inno S. Chambule, por me ter mostrado que a gestação e o seu nascimento não eram um impasse para o alcance dos meus objectivos mas sim uma alegria a somar na minha vida. Amo-vos muito e este trabalho a vós...

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais Crimilda Rafael Comé e Lázaro Arão Macuácuca, pela boa educação que por eles me foi dada, por todo tipo de apoio encorajador e pela presença durante toda jornada e na realização deste trabalho. Aos meus irmãos Agnalda, Joel e Ramiro pelo acompanhamento e apoio;

Ao meu supervisor Doutor Arsénio D. Ndeve, PhD pela generosidade em compartilhar os seus conhecimentos, pela paciência, pela dedicação, pelo apoio no campo e pelas longas horas de supervisão durante a elaboração deste relatório, a ele vai a minha infinita gratidão;

Ao Eng.º João B. Nuvunga por não ter sido apenas um docente nesta Instituição, mas também um pai. Os puxões de orelha, os ensinamentos e o encorajamento caracterizaram-me como figura paterna durante a minha jornada académica, por isso a ele vai a minha infinita gratidão;

Ao Mestre Amândio Muthambe pelo auxílio e paciência na observação e contagem de nemátodos;

Ao meu namorado e melhor amigo Silvestre Chambule pelo apoio durante toda jornada do curso;

À minha vizinha Isabel Guambe pelo apoio moral e Financeiro;

Aos meus amigos pessoais e colegas: Neuzia Chirindza, Palmira Halar, Gonçalves Lucas, Sérgio Chitengo, Juma Abdala, Alberto Muianga, Luís Chale, Fernando Mabongo, Claudson Da Costa, Jorge Mabjaia, Beldino Peu, Nelson Mangujo, Dércio Cossa, Isabel Ernesto, Adília Mabai, Elsa Zunguza, Carmen, Orquídea, Facitilha Benzane e todos outros pelo apoio nas actividades de campo desde a lavoura até a colheita, análise de dados, momentos de interação e distração durante o curso;

Ao corpo técnico da Secção de Produção Vegetal: Dona Ermínia, Sr. Ricardo, Sr. Afonso e Sr. Zacarias;

Ao corpo técnico do Departamento de Engenharia Rural: Eng. Artur Madal, dr. Eddy Mundlovo e Sr. Betuel pelo apoio nas actividades de campo;

E não menos importante à DEUS, pela vida concedida e pela presença em todos momentos da minha vida. A todos vós o meu muito obrigado.

ÍNDICE

RESUMO	i
DEDICATÓRIA	ii
AGRADECIMENTOS	iii
ÍNDICE	iv
ÍNDICE DE TABELAS	vii
ÍNDICE DE FIGURAS	vii
1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Antecedentes	1
1.2 Problema de Estudo e Justificação	2
1.3 Objectivos	3
1.3.1 Objectivo Geral	3
1.3.2 Específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1 Produção e Produtividade da Batata Reno no Mundo e em Moçambique	4
2.2 Locais de Produção no País, Variedades e Rendimentos	4
2.3 Variedades e Rendimentos	5
2.4 Época de Produção da Batata Reno, Compassos e Densidades de Sementeira no Mundo e no País	6
2.5 Necessidades de Adubos da Cultura	6
2.6 Principais Pragas e Doenças da Batata Reno	8
2.7 Factores Ambientais que Afectam o Crescimento da Batata Reno	9
2.7.1 Água	9
2.7.2 Temperatura	10
2.7.3 Fotoperíodo	10
2.7.4 Detalhe Sobre Adubação Mineral	11
	iv

2.8	Procedimento de Colheita e Armazenamento	12
3.	MATERIAIS E MÉTODOS	14
3.1	Local do Estudo	14
3.2	Descrição do Material Vegetal	14
3.3	Outros Materiais, Tratamento e Delineamento Experimental	15
3.4	Instalação do Ensaio	16
3.4.1	Lavoura, Demarcação do Ensaio e Instalação do Sistema de Rega	16
3.4.2	Sementeira	17
3.5	Condução da Cultura	17
3.5.1	Percentagem de Plantas Emergidas, Adubação e Rega	17
3.5.2	Amontoa, Controlo de Doenças, Pragas e Infestantes	17
3.6	Variáveis Medidas	18
3.6.1	Número de Caules por Planta, Altura e Diâmetro da Canópia	19
3.6.2	Número de Tubérculos Por Planta, Tamanho dos Tubérculos e Rendimento de Tubérculos Comerciais e Total	19
3.6.3	Incidência e Severidade de Pragas e Doenças	20
3.6.4	Avaliação da População de Nemátodos (<i>Meloidogyne sp</i>)	20
3.7	Análise Estatística	20
4.	RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4.1	Efeito de Doses de Adubação Fosfatada no Número de Caules Por Planta, Altura da Planta e Diâmetro da Canópia da Variedade de Batata Reno Mondial	22
4.1.1	Efeito das Doses de Adubação Fosfatada do Número de Caules Por Planta	22
4.1.2	Influência de Doses de Adubação Fosfatada no Crescimento da Batateira em Altura	23
4.1.3	Efeito de Doses de Adubação Fosfatada no Diâmetro da Canópia	25

4.1.4 Efeito de Doses de Adubação Fosfatada no Número, Tamanho e Rendimento de Tubérculos da Variedade de Batata Reno Mondial	26
4.1.6 Incidência e Severidade de Doenças	31
4.2 Análise de Correlação	33
4.2.1 Relação Entre o Número de Caules, Altura da Planta, Diâmetro da Canópi, Número de Tubérculos por Planta, Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial	33
4.2.2 Relação Entre Altura da Planta, Diâmetro da Canópi, Número de Tubérculos por Planta, Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial	33
4.2.3 Relação Entre o Diâmetro da Canópi e Número de Tubérculos por Planta, Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial	34
4.2.4 Relação entre o Número de Tubérculos por Planta e Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial, e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial	34
4.2.5 Relação entre o Tamanho Pequeno e Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial	34
4.2.6 Relação entre o Tamanho Médio e Tamanho Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial	35
4.1.5 Análise de Regressão Entre as Doses de Fósforo e o Rendimento Total de Tubérculos da Variedade de Batata Reno Mondial	36
4.3 Variáveis Climáticas (Temperatura, Precipitação) Durante o Crescimento da Variedade de Batata Reno Mondial	38
5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES	38
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	41
7. ANEXOS	51

ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1- Materiais Utilizados no Ensaio	15
Tabela 2- Rendimento dos Tubérculos da Batata Reno Mondial	30
Tabela 3- Coeficiente de Correlação de Spearman Entre as Variáveis de Estudo.	33

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1- Efeito de Diferentes Doses de Adubação Fosfatada na Formação de Caules Pela Variedade de Batata Reno Mondial	22
Figura 2- Efeito de Diferentes Doses de Fósforo no Crescimento das Batateiras Variedade Mondial em Altura	23
Figura 3- Efeito de Diferentes Doses de Adubação Fosfatada no Crescimento da canópia das Batateiras em Diferentes Doses de Fósforo	25
Figura 4- Severidade das Doenças Predominantes da Batata Reno Mondial no Campo Experimental da FAEF em %	30
Figura 5- Coeficientes de correlação de Spearman entre o Rendimento de Tubérculos da Variedade de Batata Reno Mondial em Função de Doses e Fósforo	34
Figura 6- Coeficientes de correlação de Spearman entre número de caules e o rendimento total (A), altura das plantas e rendimento total (B), e diâmetro da canópia e rendimento total (C)	35
Figura 7- Dados de temperatura e precipitação observadas nos meses de Junho, Julho e Agosto no campo experimental da FAEF.....	37

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

%	Porcentagem
°C	Graus Celsius
AL	Altura de Planta
ANOVA	Análise de Variância
Ca	Cálcio
Cl	Cloro
DC	Diâmetro da Canópi
DAE	Dias Após a Emergência
DAS	Dias Após a Sementeira
FAEF	Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal
FAO	Food and Agriculture Organization of the United Nations
G	Gramas
Ha	Hectare
IAM	Instituto de Investigação Agrária de Moçambique
K	Potássio
Kg	Quilograma
L	Litros
Max	Maximo
Mg	Magnésio
MINAG	Ministério de Agricultura
Min	Mínimo
Mm	Milímetros
N	Nitrogénio
NC	Número de Caules
NTP	Número de Tubérculos Por Planta
P	Fósforo

Prec	Precipitação
Pf	População Final
Pi	População inicial
RC	Rendimento Comercial
RT	Rendimento Total
T	Temperatura
TG	Tamanho Grande
TM	Tamanho Médio
Ton	Toneladas
TP	Tamanho Pequeno
UEM	Universidade Eduardo Mondlane
USAID	United States Agency for International Development
WP	Pó Molhável
Zn	Zinco

1. INTRODUÇÃO

1.1 Antecedentes

A batata reno (*Solanum tuberosum* L.) é uma das culturas alimentares mais importantes no mundo, e ocupa a quarta posição no *ranking* entre os alimentos mais consumidos, seguindo o arroz, o trigo e o milho (Aarakit et al., 2021). Segundo a revista Atlas Big (2023), a actual produção mundial da batata é de cerca de 377 milhões de ton.ano⁻¹ e o maior produtor mundial é a China com uma produção de cerca de 94 milhões de ton.ano⁻¹. A Índia com cerca de 54 milhões de toneladas de produção anual ocupa o segundo lugar em produção da batata reno no mundo e é seguida pela Rússia, Ucrânia e Alemanha, que ocupam a terceira, quarta e quinta posição, respectivamente (FAO,2021).

Moçambique produz cerca de 327 mil ton.ano⁻¹ de batata reno em 21 mil hectares (ha), com uma produtividade média de cerca de 16 ton.ha⁻¹. A produção da batata reno no país tem registado um ligeiro aumento comparativamente com os últimos 5 anos em que a produção era estimada em cerca de 295 mil ton.ano⁻¹ produzidas numa área de 18 mil ha (FAO, 2015). Este nível de produção e produtividade da batata reno está ainda abaixo do potencial produtivo conhecido mundialmente e regionalmente; por exemplo, a África do Sul produz cerca de 37 ton.ha⁻¹ (FAO, 2021).

O aumento do consumo da batata reno pelos Moçambicanos cria a necessidade do uso de tecnologias efectivas para aumentar a produtividade e produção desta cultura no país (MINAG, 2008). Estudos mostram que o uso racional de insumos agrícolas como correctivos e fertilizantes pode aumentar a produtividade de culturas agrícolas (Silva *et al.*, 2001). A batata reno é uma cultura altamente responsiva à adubação, e é considerada como uma das culturas com maior consumo de fertilizantes por hectare, por parte devido ao uso excessivo destes, com o objectivo de aumentar o rendimento produtivo e financeiro (Cardoso *et al.*, 2007).

1.2 Problema de Estudo e Justificação

Embora a batata reno (*Solanum tuberosum L.*) seja uma das culturas de alto valor económico e nutricional (Gaur *et al.*, 2017), a sua produção e produtividade em Moçambique está ainda abaixo do potencial conhecido, 30 ton.ha⁻¹, (Carolino *et al.*, 2018), apesar de que a agroecologia do país é favorável para a sua produção. De acordo com Ndeve (2022) a baixa produção e produtividade da batata reno no país é causada por vários factores que incluem a falta de sementes melhoradas e de um sistema efectivo de fornecimento de sementes melhoradas de batata reno, o uso de práticas culturais ineficientes, falta de políticas de promoção da produção e pesquisa da batata reno, e outros factores.

Como outras culturas hortícolas, a batata reno é exigente em nutrientes, e em particular, o fósforo (P) que é um dos nutrientes determinantes para a tuberização efetiva e rendimento de tubérculos (Peres, 2022). A definição de óptima dose de P é relevante para reduzir os custos de aquisição deste nutriente, para a sua gestão e maximização da sua utilização pela cultura em função do rendimento almejado.

Apesar da importância do P na formação do rendimento da cultura da batata reno (Peres, 2022), estudos sobre definição de doses de adubação fosfatada na cultura de batata reno no país são raros, e a produção da batata reno nos sistemas de produção desta cultura baseiam-se em informação das Normas Técnicas de produção da batata reno pouco actualizadas, que não prevê a dinâmica dos processos biofísicos e bioquímicos que alteram a fertilidade do solo. O presente estudo investigou os efeitos de diferentes doses de P no desempenho da variedade de batata reno Mondial nas condições do campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF). O estudo pretende contribuir com informação técnica referente a influência do P na formação do rendimento da variedade Mondial, e esta informação pode ser utilizada para recomendações sobre adubação fosfatada nesta variedade em condições de produção similares às do campo experimental da FAEF. De notar que, as condições do ensaio deste estudo na FAEF foram extremas (solos arenosos e alta infestação natural do solo com nemátodos) para a produção da batata reno.

1.3 Objectivos

1.3.1 Objectivo Geral

- Investigar a influência de doses de adubação fosfatada no rendimento de tubérculos da variedade de batata reno Mondial nas condições do campo experimental da FAEF.

1.3.2 Específicos

- Determinar o efeito de doses de adubação fosfatada no número de caules por planta, altura da planta e o diâmetro da canópia da variedade de batata reno Mondial;
- Medir o efeito de doses de adubação fosfatada no número de tubérculos por planta, tamanho e rendimento de tubérculos da variedade Mondial;
- Identificar as pragas e doenças da cultura da batata reno, predominantes no campo experimental da FAEF, e determinar a sua incidência e severidade.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Produção e Produtividade da Batata Reno no Mundo e em Moçambique

A batata reno é uma importante fonte de nutrição humana e de provisão de renda nos países em desenvolvimento. A Ásia e a África são os continentes com maior índice de crescimento na produção de batata reno, no tempo em que a Europa e a América apresentam o seu declínio (Islam & Nahar, 2012).

No continente Asiático o maior produtor da batata reno é a China, com um volume de produção de cerca de 94 milhões de toneladas por ano e uma produtividade média de cerca de 16 ton.ha⁻¹. A Índia produz aproximadamente 54 milhões de toneladas anuais e tem uma produtividade de cerca de 24 ton.ha⁻¹, o Bangladesh produz um volume de cerca de 9.9 milhões de ton.ano⁻¹ e a sua produtividade está em volta de 21 ton.ha⁻¹, o Paquistão produz 5.8 milhões de ton.ano⁻¹ e a produtividade média é cerca de 25 ton.ha⁻¹ e por fim a Turquia a apresentar um volume de produção de cerca de 5.1 milhões de ton.ano⁻¹ e 37 ton.ha⁻¹ de produtividade. Esses países fazem parte da lista dos maiores produtores da batata reno a nível do Continente Asiático. O continente Americano é representado no seu *top 5* pelos Estados Unidos da América, Canadá, Peru, Brasil e Argentina com a produção e produtividade de 18.6 milhões de ton.ano⁻¹ e 49 ton.ha⁻¹, 6.4 milhões de ton.ano⁻¹ e 41 ton. ha⁻¹, 5.7 milhões de ton.ano⁻¹ e 17 ton.ha⁻¹, 3.9 milhões de ton.ano⁻¹ e 33 ton. ha⁻¹, e 3 milhões de ton.ano⁻¹ e 35 ton.ha⁻¹, respectivamente. No continente Africano os países representantes da produção e produtividade de batata reno são o Egito, Argélia, África do Sul, Quênia e Marrocos com 6.9 milhões de ton.ano⁻¹ e 26 ton.ha⁻¹, 4.4 milhões de ton.ano⁻¹ e 32 ton.ha⁻¹, 2.6 milhões de ton.ano⁻¹ e 37 ton.ha⁻¹, 2.1 milhões de ton.ano⁻¹ e 10 ton.ha⁻¹, e 1.6 milhões de ton.ano⁻¹ e 32 ton.ha⁻¹, respectivamente (Eleia, 2021; FAO, 2021). Segundo dados da FAO (2021), Moçambique tem uma produção anual de cerca de 327 mil toneladas e a sua produtividade está em torno de 16 ton.ha⁻¹.

2.2 Locais de Produção no País, Variedades e Rendimentos

Segundo Carolino *et al.* (2018), a cultura da batata reno é produzida em quase todo o país e os distritos de Angónia e Tsangano, na província de Tete, são os maiores produtores a nível nacional, e a sua produção está em torno de 90% (Ferro *et al.*, 2016); no entanto a província do Niassa, especialmente o planalto de Lichinga é a segunda maior produtora.

A região Norte do país tem como principais produtoras da batata as províncias de Zambézia, Nampula (distrito de Malema) e Niassa, e na região Centro destacam-se as províncias de Manica (nos distritos de Chimoio, Sussundenga, Barué e Mossurize) e Sofala, no distrito de Gorongosa (Carolino *et al.* 2018). Segundo Demo *et al.* (2006), na região Sul de Moçambique a produção da cultura de batata reno é feita na província de Maputo (nos distritos de Moamba, Boane e Namaacha), Inhambane e Gaza. Ferro *et al.*, (2016) considera que grandes volumes de produção nacional da batata reno são extraídos nas províncias de Tete, Niassa, Nampula, Zambézia e Manica.

2.3 Variedades e Rendimentos

A nível mundial existem diversas variedades da cultura da batata reno, dentre elas estão a Red Pontiac, Norland, Yukon Gold, Alta Russet, Kennebec, Red Russet, Achat, BP1, Atlantic, Baraka, Baronesa, Bintje, Catucha, Contenda, Elvira, Itararé, Jaette-bintje, Marijke, Monalisa, Mondial, C. Asterix, *Orchestra* e entre outras (Embrapa, 2015). As melhores variedades para melhoramento são Alta Russet, Kennebec e Red Russet (Embrapa, 2015).

Moçambique apresentou as seguintes variedades de batata reno aos produtores: Rosita, Rosetta, Hollanda, Ammesthyst, Diamante e Semoc, que tinham diferentes nomes locais de acordo com povoados e com descrições fenotípicas do tubérculo e/ou da sua proveniência. Mas estas variedades já se encontram degeneradas e as actuais variedades melhoradas são introduzidas de fora do país a partir de programas especiais do governo (Carolino *et al.*, 2018).

As variedades mais produzidas em Moçambique são BP1 e Mondial, importadas da África do Sul (Carolino *et al.*, 2018). Segundo o mesmo autor, foram libertadas novas variedades pelo IIAM, especificamente a Carlinga, Lulimile, Angônia, Kholophete e Chitukuko. Estas variedades têm adaptabilidade em zonas frescas, planalto de Lichinga, e o rendimento médio varia entre 20 a 30 ton.ha⁻¹, para além de tolerância ao míldio, doença limitante da produção na época chuvosa (Carolino *et al.*, 2018). A área total de produção em Moçambique é de cerca de 20355 ha (FAO, 2021).

2.4 Época de Produção da Batata Reno, Compassos e Densidades de Sementeira no Mundo e no País

O processo de sementeira depende das condições do campo e pode ser adaptado aos recursos existentes para promover a emergência uniforme e o rápido desenvolvimento da cultura, bem como facilitar os tratos culturais (Embrapa, 2015). As melhores produções de batata no mundo têm sido observadas em épocas frescas com fotoperíodos longos (14-18h) e temperaturas amenas (15 °C a 20 °C) durante a estação de crescimento e fotoperíodos curtos (10-12h) para a tuberização e enchimento dos tubérculos. Para cultivares tardias, condições de fotoperíodos curtos afectam significativamente as produções (Embrapa, 2015).

Em Moçambique a produção em sequeiro é feita na época quente e chuvosa entre os meses de Novembro a Março; em regadio a sementeira é feita na época fresca que vai de Maio a Agosto, havendo distritos em que a produção é feita durante todo ano, o caso do distrito de Tsangano (Carolino *et al.*, 2018). Isto porque a batata contém uma grande diversificação genética que permite-a ser cultivada numa ampla variação climática desde 50° de latitude sul até mais de 65° de latitude norte e em altitudes de até 4000 m acima do nível do mar (FAOSTAT, 2016).

Os compassos de sementeira da cultura de batata reno variam entre 20-30cm de distância entre plantas e 70-90 cm entre linhas, de acordo com a finalidade da produção e do tamanho do tubérculo semente. A densidade de sementeira depende do compasso usado, porém o número médio de plantas por hectare varia de 28 mil a 44 mil (Jasim *et al.*, 2020).

2.5 Necessidades de Adubos da Cultura

A batata reno é altamente responsiva a adubação (Fernandes & Soratto, 2012; Freeman *et al.*, 1998; Luz *et al.*, 2013), e o P é o nutriente principal mais crítico que limita o crescimento da batata depois do azoto e do potássio no solo (Jasim, 2020). De acordo com Maishra (2018), a absorção de fertilizantes (NPK) pela batata por unidade de área e tempo é bastante elevada devido à rápida taxa de crescimento inicial e ao aumento do volume dos tubérculos. Esta cultura exige elevados níveis de P devido às suas raízes pouco profundas, baixa densidade radicular, pêlos radiculares mínimos e elevada necessidade de P nos rebentos.

O P é normalmente absorvido como HPO_4^{2-} ou $\text{H}_2\text{PO}_4^{2-}$ (Hopkins, 2018), e a sua importância está na fisiologia das batateiras, que inclui o aumento do desenvolvimento radicular, transferência de energia, divisão celular, síntese de amido, armazenamento, etc (Bruulsema, 2019; Hopkins, 2018; Balemi, 2009 & Hailu, 2017). O N é o nutriente fundamental da matéria seca responsável pelo desenvolvimento vegetativo da cultura, é assimilado principalmente sob a forma nítrica (nitrificação). O K tem acção sobre a translocação dos fotoassimilados em direção aos drenos, aumenta a resistência da planta ao frio, quando a nutrição potássica é bem assegurada, pois eleva-se o teor da seiva, e aumenta também a resistência à acama, dado que os tecidos da planta ficam mais sólidos, e ainda aos parasitas devido a vigorosidade da planta quando bem nutrida (Pontailier, 1992).

Dentre os macronutrientes mais importantes na cultura da batata reno destaca-se também o Cálcio (Ca) que é responsável pela divisão e alongamento celular adequados, desenvolvimento correto da parede celular, absorção e metabolismo do nitrato, actividade enzimática, metabolismo do amido e redução do pH do solo (FAO, 2006), e o Magnésio (Mg) que é essencial para a formação da clorofila, pois forma a parte central da clorofila, transporta o fósforo na planta, é activador e constituinte de muitas enzimas. Também tem função na síntese de açúcar, na translocação do amido, na formação de óleos e gorduras vegetais e no controlo da absorção de nutrientes (Vichiato *et al.*, 2009). As batateiras necessitam de magnésio nas fases iniciais de desenvolvimento dos rebentos e de crescimento vegetativo para produzir tecido verde. A deficiência de magnésio leva ao amarelecimento das folhas com cores brilhantes e o seu excesso provoca deficiência de cálcio (FAO, 2006). Para calcular a quantidade de adubo a aplicar é necessário que se faça uma análise química do solo.

Na ausência dos principais nutrientes necessários a cultura da batata recomenda-se N a uma quantidade de 40 a 60 kg.ha⁻¹, P₂O₅ a uma quantidade de 150 a 450 kg.ha⁻¹, K₂O a uma quantidade de 110 a 140 kg.ha⁻¹, B e Zn a uma quantidade de 2 e 4 kg.ha⁻¹, respectivamente (Vitti *et al.*, 2002). Contudo, na impossibilidade de fazer uma análise química do solo pode-se aplicar 400-1000 kg.ha⁻¹ de compostos NPK (12-24-12) e 200 a 400 kg.ha⁻¹ de Ureia (46%) ou Nitrato de Cálcio e Amônio na taxa de 400 kg.ha⁻¹, e para adubação de cobertura recomenda-se uma aplicação de Ureia na taxa de 5 a 10 ton.ha⁻¹ (Carolino *et al.*, 2018).

2.6 Principais Pragas e Doenças da Batata Reno

O cultivo intensivo da batata tende a aumentar a pressão das pragas e doenças, o que conduz à utilização intensiva de pesticidas nocivos. As variedades de batata resistentes e com melhores práticas culturais podem reduzir ou eliminar muitas pragas e doenças comuns (Bangkok, 2008). A lavoura desta cultura é também habitada por uma grande quantidade de espécies de insectos, cuja diversidade e quantidade destes varia de região para região, devido ao modo de cultivo, variedades ou clima (Leite & Nascimento, 2011). As pragas mais predominantes na cultura da batata são cochonilha branca, traça da batata, mosca minadora, ácaros, formigas de fogo e tripes (Salas et al., 2017; Tantowijoyo e Van de Fliert, 2006).

Muitas doenças da batata são doenças fúngicas, que se desenvolvem em determinadas condições de temperatura e humidade. Outras doenças, como os vírus, podem ser propagadas por afídios ou outros insectos ou ainda ser transmitidas por sementes (USAID, 2011). Das variadas doenças destacam-se a Requeima (*Phytophthora infestans*), Mancha Concêntrica (*Alternaria solani*), Podridão Seca (*Fusarium spp*), Murcha Bacteriana (*Ralstonia solanacearum*) e Vírus (USAID, 2011 & Carolino, 2018). De acordo com Leite e Nascimento (2011), o dano directo de pragas na batata ocorre quando estas alimentam-se dos tubérculos causando sempre redução da qualidade e quantidade da produção. O dano indirecto é devido à transmissão de doenças virais, bacterianas e fúngicas à planta bem como o ataque que ocorre nas folhas ou estolões.

2.7 Factores Ambientais que Afectam o Crescimento da Batata Reno

2.7.1 Água

O tubérculo de batata é formado por cerca de 80% de água, 18% de carboidratos (especialmente amido) e 2% de proteínas (Quadros *et al.*, 2009). O adequado suprimento de água à cultura da batata desde o plantio até a colheita é um dos factores mais importantes para a obtenção de produções elevadas e de boa qualidade (Carolino, 2018). O plantio da batata num solo com humidade suficiente no estágio inicial da cultura é recomendável, dado que a humidade arrefece o solo, evita a formação de torrões e ajuda no controle das ervas daninhas (USAID, 2011).

De acordo com Oliveira e Valadão (1997), normalmente as plantas de batata de diversas variedades podem consumir de 300 a 800 mm de água durante o ciclo da cultura. Em conformidade com as condições locais (solo, clima, disponibilidade de água) e da variedade utilizada (ciclo curto x longo), o consumo máximo de água pela planta ocorre em torno de duas semanas após a máxima cobertura do solo. Para Oliveira e Valadão (1997), a profundidade de solo a ser irrigada, vai de acordo com o estágio de desenvolvimento da cultura, que na sementeira a humidade deverá alcançar uma profundidade máxima de até 20 cm, considerando que o solo foi arrado e gradado nesta profundidade e está seco (ausência de chuvas).

Da sementeira à emergência a humidade deverá alcançar a profundidade de solo de 10 cm, uma vez que as raízes estão a formar-se e a fonte principal de energia para a planta é o próprio tubérculo-semente, semeado a 5 ou 10 cm de profundidade. Da emergência ao início da tuberização espera-se uma humidade de até 15 cm de profundidade de solo e da tuberização à colheita uma humidade de 20 ou 30 cm de profundidade de solo em atenção a amontoa, dado que esta profundidade representa 33 a 50% da profundidade máxima do sistema radicular (Oliveira e Valadão, 1997). O principal efeito da seca ou do stress hídrico na batata é a redução do tamanho e do rendimento dos tubérculos. A irrigação frequente reduz a ocorrência de má formação dos tubérculos. Para a batata o período crítico para o défice hídrico é durante o desenvolvimento do tubérculo (Carolino, 2018).

O déficit hídrico na fase inicial de formação da produção aumenta a ocorrência de tubérculos fusiformes e quando seguido de irrigação, pode resultar em rachaduras nos tubérculos ou tubérculos com "coração oco". Portanto, o abastecimento de água e a calendarização da rega tem um impacto importante no crescimento da batata, no rendimento e na qualidade dos tubérculos (EMBRAPA, 2015).

2.7.2 Temperatura

A batateira tem uma boa performance em condições climáticas frescas, e a ótima temperatura está no intervalo de 15 - 20° C. Baixas (8-9° C) e altas temperaturas (acima de 25° C) atrasam a emergência, a aparição e crescimento dos botões e dos gomos. No entanto, temperaturas de 18-25° C são consideradas ideais para os processos outrora mencionados, dado que os gomos e os brotos surgem aproximadamente 13 DAE (Shep, 2009).

A cultura da batata exige 15° C de temperatura para o início da tuberização e 16-18° C de temperatura no solo para a formação e enchimento dos tubérculos. As temperaturas de 20-25° C favorecem a realização efetiva dos processos de fotossíntese, desenvolvimento de caules, folhas e floração, e devem manter-se nessa faixa até a senescência natural da cultura. Em geral são necessárias condições ótimas de temperatura em todos estágios de crescimento e desenvolvimento da cultura da batata, tendo em conta que temperaturas muito baixas e amenas favorecem a susceptibilidade à patógenos como requeima e as altas temperaturas a incidência de bactérias (batata.net, 2023).

2.7.3 Fotoperíodo

O fotoperíodo é definido como a proporção de horas de luz e de escuridão num ciclo diário de 24 horas. A batata necessita de dias curtos para a tuberização e de dias longos para a floração nas planícies tropicais e subtropicais. Em condições de planície, a floração pode ser induzida através do fornecimento de luz suplementar (até 16 horas de luz) durante o inverno (Van Dam *et al.*, 1996). A resposta ao fotoperíodo na batata depende do genótipo e das fases de desenvolvimento, e o seu sinal é percebido nas folhas, de modo que as plantas de batata são capazes de responder ao fotoperíodo imediatamente após a emergência (Ewing & Stuik, 1992).

O fotoperíodo afecta o ciclo de desenvolvimento da batata, desde a duração da emergência até à fase de iniciação dos tubérculos. O fotoperíodo curto (10-12 h) acelera a iniciação dos tubérculos em comparação com o fotoperíodo longo, 14-18 horas, (Kooman *et al.*, 1996a), e este tem pouco ou nenhum efeito sobre as fases de desenvolvimento após a iniciação do tubérculo e o desenvolvimento após a iniciação é impulsionado principalmente pela temperatura (Kooman *et al.*, 1996b).

Nas planícies, a cultura é cultivada durante os dias curtos de vento, onde as plantas são estendidas, dando um crescimento espesso e iniciação precoce do tubérculo. De modo geral, afirma-se que a produção diária da batata é de alto potencial em fotoperíodos longos em comparação com os curtos, pela maior quantidade de energia interceptada. Todavia, cada variedade tem seu próprio fotoperíodo crítico e é essencial conhecer o comportamento da variedade a produzir na região e na época específica de plantio (Silva & Lopes, 2015).

2.7.4 Detalhe Sobre Adubação Mineral

Segundo Tantowijoyo e Van de Fliert (2006) os adubos químicos são classificados de acordo com a sua composição em fertilizantes simples e fertilizantes compostos. Os fertilizantes de nutrientes simples são aqueles que contêm um único tipo de nutriente, por exemplo, o KCI contém potássio, a ureia contém azoto e o SP-36 contém fósforo. Os fertilizantes compostos são aqueles que contêm mais nutrientes na sua composição, o exemplo é o fertilizante NPK, que contém os três nutrientes principais para a nutrição das culturas (N, P e K). Adubos simples são geralmente mais baratos e têm a vantagem de ser aplicados de acordo com a necessidade da cultura em um determinado nutriente numa dada fase de crescimento. Por exemplo, se uma planta apresenta déficit de N, aplica-se Ureia (Tantowijoyo & Van de Fliert 2006).

A batata sendo altamente sensível aos nutrientes aplicados no solo, especialmente ao fósforo (P), devido ao seu ciclo curto e elevado potencial de rendimento, não pode apresentar deficiência desse nutriente pois é responsável pelos processos metabólicos relacionados com a absorção de energia e, por conseguinte, limitante para o desenvolvimento da batata. Ademais o número e o comprimento das raízes e dos estolões são reduzidos, bem como a produção de tubérculos (Fontes, 1997).

O estado nutricional do fósforo afecta a absorção de outros nutrientes e consequentemente influencia a nutrição e o rendimento das culturas. As necessidades das plantas em magnésio (Mg) podem estar relacionadas com os níveis de P na solução nutritiva (Vichiato *et al.*, 2009). O fósforo também interage positivamente com a absorção de azoto (N) e o crescimento das plantas (Fageria, 2001), e a deficiência de P reduz a absorção de nitrato de amónio (Araújo & Machado, 2006). A aplicação de níveis elevados de P aumenta a gravidade da deficiência de zinco (Zn) em solos com baixos níveis de Zn (Fageria, 2001).

2.8 Procedimento de Colheita e Armazenamento

O amarelecimento e a senescência das folhas da planta da batata e a fácil separação dos tubérculos nos estolhos indicam que a cultura da batata atingiu a maturidade. Se as batatas forem destinadas ao armazenamento e não ao consumo imediato, as batatas são deixadas no solo para que a sua casca endureça. A casca dura favorece aos tubérculos-semente resistência às doenças de armazenamento. No entanto, o facto de se deixar os tubérculos demasiado tempo no solo aumenta a sua exposição às doenças fúngicas e aumenta o risco de perda de qualidade e de rendimento comercial (FAO, 2009).

Para facilitar a colheita e impedir o crescimento dos tubérculos, os estolhos das batateiras devem ser removidos duas semanas antes dos tubérculos serem desenterrados. Consoante a escala da produção as batatas são colhidas com uma forquilha, uma charrua ou máquinas de colheita de batata comercial que desenterram a planta e sacodem ou sopram a terra dos tubérculos. Durante a colheita, especialmente se for efectuada mecanicamente, é importante evitar contusões ou outras lesões, que constituem pontos de entrada para doenças de armazenamento e reduzem a qualidade comercial de processamento e de armazenamento dos tubérculos. Em ambientes adequados e onde as condições de crescimento são adequadas, os rendimentos comerciais são da ordem de 40-60 toneladas por hectare em países desenvolvidos (FAO, 2009).

A batata é em grande parte produzida na maioria dos países no inverno e armazenada durante o longo e quente verão. Sendo uma cultura semi-perecível, apodrece a temperaturas mais elevadas. As dificuldades de armazenamento agravam-se à medida que se avança de uma região para outra, com diferentes condições climáticas. Isso exige que as batatas sejam armazenadas em câmaras frigoríficas a uma temperatura de 2 a 4° C.

Alguns países dispõem de capacidades de armazenagem frigorífica suficiente, mas há muitos ainda que a capacidade de armazenagem frigorífica tem de ser alargada para fornecer batatas a temperaturas de 2 a 4° C. No entanto, o armazenamento a frio envolve custos substanciais e os agricultores dos países pobres não os podem suportar. Por conseguinte, a melhoria das tecnologias de armazenamento e transformação da batata é uma necessidade prioritária para melhor gestão pós-colheita e utilização da cultura da batata (FAO, 2008).

O armazenamento dos tubérculos é de suma importância para a satisfação da demanda no mercado, para redução das perdas pós-colheita e obtenção de tubérculos-semente em idade fisiológica adequada no momento do plantio (Viana, 2019). Na indústria o armazenamento refrigerado, por longos períodos, traz perdas econômicas e na qualidade do produto (Camponone *et al.*, 2001). Segundo Pinelietal (2006), nas batatas armazenadas a 15° C constatou-se que após nove dias de armazenamento a firmeza era aproximadamente 3 vezes menor em batatas de uma variedade e a volta de 4 vezes menor para outra diferente variedade, quando comparadas com o produto recém-processado.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Local do Estudo

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) entre os dias 07 de Junho a 09 de Setembro de 2022. O campo está localizado na cidade de Maputo entre as seguintes coordenadas: latitude 25° 57' 07" S e 25° 57' 09" S; longitude 32° 36' 05"E e 32° 36' 10" E, e altitude de 60m (GPS test).

Segundo a classificação de Koppen o clima da região é do tipo Aw (clima tropical de savana) onde a precipitação média anual é de cerca de 767 mm, sendo Fevereiro o mês mais chuvoso com 137 mm, e Agosto o mês mais seco com cerca de 12mm e a temperatura média anual de cerca de 26,2° C (Koppen, 1936). Os solos da área em estudo são do tipo arenoso, com baixa fertilidade, baixa capacidade de retenção da água e alta capacidade de infiltração e apresentam-se como não salinos (Macuinja, 2018).

3.2 Descrição do Material Vegetal e Outros Materiais

No presente estudo foi usada semente certificada de quarta geração (C4) da variedade Mondial. A semente da variedade Mondial é uma OPV precoce, com uma maturação de colheita de cerca de 90 dias (Viana, 2019). Esta semente foi fornecida pelo CESAL, e encontrava-se em estado de plena brotação por apresentar 3-4 brotos por semente (Bisognin & Streck, 2009), e um peso médio de 50g por semente e 47mm de diâmetro. Para a sementeira, os tubérculos foram divididos ao meio obedecendo a disposição dos brotos, para satisfazer as necessidades de sementes do ensaio. De seguida os tubérculos cortados foram tratados com uma solução de 25g/10L de Mancozeb 850 WP (MANCOZEB, Farm-Ag Internacional) para proteger a semente dos patógenos do solo.

Alguns detalhes do material vegetal e outros materiais usados no presente estudo são apresentados na tabela 1 abaixo.

Tabela 1: Materiais utilizados no ensaio

Sementes	1 Saco de sementes de batata reno (variedade Mondial, 25kg-400 sementes).
Fertilizantes e Fungicida	Fungicida Mancozeb (850 WP); Ureia (46%N); NPK (12:24:12); Cloreto de potássio (60% KCl).
Outros Materiais	1 canivete, Régua, Luvas, Estacas de madeira, 1 Fita métrica, 1 Câmera fotográfica, 1 Pulverizador dorsal, 1 Balança de precisão, 1 Balança calibrada, 20 Placas, 1 Carinha, Sonda, cordas, arames, enxadas, catana, baldes, sacos plásticos e cartuchos.

3.3 Tratamento e Delineamento Experimental

O estudo testou 5 doses (tratamentos) de adubação fosfatada (0, 80, 100, 120 e 160 kg.ha⁻¹) para determinar o efeito das doses do fósforo no rendimento de tubérculos da variedade Mondial. Todos tratamentos foram feitos numa única dose, na adubação de fundo durante a sementeira, com a fonte NPK (dado que esta era a fonte de P disponível na época de estudo), e as adubações para N e K foram feitas de forma fracionada (1/3 de N e 1/2 de KCl na sementeira e 2/3 de N e 1/2 de KCl na floração).

Os tratamentos do ensaio foram arrançados no delineamento de blocos completos casualizados (DBCC) com 4 repetições. Os blocos foram espaçados entre eles a uma distância de 1.6 m. Cada tratamento foi disposto numa unidade experimental (parcela) com uma área de 9.6 m² (3.2 m x 3 m), e estas parcelas foram espaçadas entre elas a uma distância de 1.0 m. O ensaio teve uma área total de 328.7 m² (17.3 m x 19 m).

3.4 Instalação do Ensaio

3.4.1 Lavoura, Demarcação do Ensaio e Instalação do Sistema de Rega

A lavoura foi feita uma semana antes da sementeira usando enxadas de cabo curto seguida pela demarcação das parcelas 3 dias depois da lavoura, com recurso a trena, cordas e estacas. A instalação do sistema de rega (Gota-à-Gota) foi feita um 1 dia após a demarcação do ensaio. A estrutura do sistema de rega consistiu de dois tipos de tubagem, um tubo central, de 3/4 de diâmetro, distribuidor de água de 17.3 m de comprimento conectado a 16 tubos gotejadores (de 16 mm de diâmetro externo e 19.5 m de comprimento cada), instalados sobre os camalhões que cobriam o ensaio. O tubo central, por sua vez, estava conectado a um tubo de 3/4 fornecedor de água ligado à fonte.

A rega foi feita seguindo um plano de rega desenhado a partir do Software Cropwat associado ao Climwat e estimativas de vazão de água dos tubos gotejadores por minuto. Este software obedece os dados climáticos, edafoclimáticos (Climwat) e a morfologia e fisiologia da cultura (Cropwat). A partir das características morfológicas da cultura, o software Cropwat disponibiliza dados de coeficiente da cultura, necessidades de água da cultura, necessidades líquidas e brutas totais de água de rega e dados sobre a programação de água de rega para determinar os intervalos de rega em cada fase da cultura. O Climwat por sua vez, foi usado para localizar a estação meteorológica mais próxima (Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, IIAM - Sede) da FAEF, para colher dados de precipitação, temperatura máxima e mínima, humidade, vento, horas de sol, radiação e ETo aplicáveis ao campo experimental da FAEF, para estimativa da quantidade de água de rega. A vazão foi determinada através da colecção do fluxo de água em 4 pontos dos tubos gotejadores por minuto para determinar o tempo de rega e a quantidade da água da rega.

3.4.2 Sementeira

A sementeira foi feita (no dia 07 de junho de 2022) em camalhões de 15 cm de altura e 30 cm de comprimento (4 linhas por parcela e 10 sementes por linha), seguindo o compasso de 80x30 cm de distância entre linhas e plantas, respectivamente. A profundidade de sementeira foi de 3 cm, a uma densidade de 1 tubérculo por covacho com pelo menos 1 cm de comprimento dos brotos. O peso da semente foi determinado antes da sementeira usando uma balança de precisão e o ensaio teve uma densidade populacional de 800 plantas.

3.5 Condução da Cultura

3.5.1 Percentagem de Plantas Emergidas, Adubação e Rega

A emergência de 50% das plantas deu-se aos 10 dias depois da sementeira. O manejo da cultura incluiu a adubação, rega, controle de pragas, doenças, infestantes e amontoa. Foram feitas duas adubações, a primeira no dia da sementeira (adubação de fundo) com NPK 12:24:12 a uma quantidade de 7.36 kg, e Ureia e Cloreto de Potássio na quantidade de 486g e 430g, respectivamente, para satisfazer a dosagem pretendida de N, P e K no ensaio. A segunda adubação (adubação de cobertura) foi feita 30 dias após a emergência das plântulas com Ureia (46% de N) e Cloreto de Potássio (60% de KCl) a uma quantidade de 3.237 kg e 1.343 kg, respectivamente. A primeira rega foi feita 1 dia antes da sementeira (DAS) depois da instalação do sistema de rega.

3.5.2 Amontoa, Controle de Doenças, Pragas e Infestantes

A primeira amontoa foi feita aos 30 DAE, e as subsequentes foram feitas à medida que a planta emitia as raízes diferenciadas (estolões). Esta prática consistiu na cobertura dos tubérculos com camada de solo, em ambos lados das linhas de plantas, e teve como objectivo proteger os tubérculos da incidência direta da radiação solar, altas temperaturas e danos por insectos. A amontoa estimula a formação dos tubérculos visto que os estolões que originam os novos tubérculos formam-se acima do tubérculo-mãe e dependem do tamanho do camalhão (Carolino et al., 2018).

O controle da doença de requeima (*P. infestans*) foi feito de forma curativa ao nível de todos os tratamentos testados. O primeiro controlo foi feito aos 36 DAE através da remoção de partes vegetativas infetadas a fim de mitigar a disseminação da doença, e o segundo controlo foi feito aos 42 DAE com aplicação do fungicida MANCOZEB 850 WP na concentração de 250g/100L.ha⁻¹. Com base no monitoramento das pragas afirmou-se desnecessário qualquer tipo de tratamento; contudo, fez-se o controlo de infestantes (monda) duas semanas após a sementeira e durante o crescimento da cultura. A sacha nas entrelinhas foi efectuada 3 vezes durante o ciclo da cultura, uma vez por mês com auxílio da enxada manual (sacha) para reduzir a competição entre a cultura e as infestantes pelos nutrientes e demais recursos.

3.6 Variáveis Medidas

Para avaliação do efeito das doses de adubação fosfatada baseou-se nas seguintes variáveis: o número de caules por planta, a altura da planta, o diâmetro da canópia, o número de tubérculos por planta, o tamanho dos tubérculos, o rendimento de tubérculos comerciais, o rendimento total, e incidência e severidade de pragas e doenças. As variáveis de crescimento foram medidas para analisar de que forma o crescimento balanceado da parte aérea pode afectar a formação do rendimento dos tubérculos.

Os dados sobre a iniciação da tuberização foram colhidos 30 dias após a emergência, e consistiu na verificação da presença ou ausência de tubérculos, através de pequenas escavações na área útil do ensaio. Todos os dados sobre as variáveis de análise da cultura foram colhidos nas duas linhas centrais das quatro sementeiras por unidade experimental. Neste caso, a área útil foi composta por 16 plantas das 40 plantas sementeiras em cada unidade experimental. Também neste estudo, foram colhidos dados climáticos de temperatura e precipitação diariamente na estação meteorológica do IIAM - Sede.

3.6.1 Número de Caules por Planta, Altura e Diâmetro da Canópi

A contagem do número de caules por planta foi feita na área útil através da observação visual aos 15, 30, 45, 60 e 75 DAE. A altura das plantas foi medida usando uma fita métrica, a partir da superfície do solo (com base na altura do caule mais longo) até à inserção do pecíolo da folha mais alta. A colheita de dados desta variável foi feita aos 30, 45, 60 e 75 DAE. A leitura do diâmetro da canópi foi feita usando fita métrica, perpendicularmente ao longo da linha de sementeira aos 52, 67 e 82 DAE.

A análise de variância (ANOVA) foi feita com base nos dados de número de caules e altura das plantas aos 60 DAE, e aos 67 DAE para o diâmetro da canópi, pois neste estágio fenológico a cultura atingiu o máximo crescimento vegetativo.

3.6.2 Número de Tubérculos Por Planta, Tamanho dos Tubérculos e Rendimento de Tubérculos Comerciais e Total

O número de tubérculos por planta foi determinado, aos 90 DAE, como a razão entre o número total de tubérculos e o número de plantas colhidas na área útil. O tamanho de tubérculos foi medido aos 90 DAE, com auxílio de uma régua em duas dimensões (comprimento e largura), e foi definido como a média das duas dimensões. Os tamanhos foram definidos segundo a classificação de Peres (2022), que divide os tubérculos em três (3) diferentes classes de tamanho (grande, médio e pequeno), considerando tubérculo grande com tamanho maior do que 10 cm, tamanho médio entre 6 a 10 cm e tamanho pequeno, tubérculos menores do que 6 cm. Durante a colheita, os tubérculos foram separados e pesados consoante o tamanho por tratamento. Os tubérculos grandes e médios foram considerados como comerciais e por fim o rendimento total que foi calculado através da soma de todas as classes de tubérculos da batata.

3.6.3 Incidência e Severidade de Pragas e Doenças

A incidência foi determinada através da avaliação visual, aos 52, 67 e 82 DAE, indicando ausência ou presença da doença. A severidade (da requeima) foi determinada com base no índice de mortalidade de plantas, onde 100% significou morte completa de plantas e 0% todas plantas vivas. Para a podridão seca foi feita uma análise com base na porcentagem da frequência (a razão entre tubérculos com podridão seca e o total de tubérculos por tratamento). Em relação às pragas, a sua incidência e severidade foram irrelevantes na época de produção na qual o estudo foi conduzido.

3.6.4 Avaliação da População de Nemátodos (*Meloidigyn sp*)

O nível de infestação da cultura por nemátodos foi determinado por amostragem da população inicial e final de nemátodos de galha (que são os mais predominantes no campo experimental da FAEF), na área útil do ensaio, onde foram colhidas 4 subamostras usando uma sonda de profundidade de 20 cm para perfazer uma amostra por tratamento. A quantidade da amostra de solo por tratamento foi de 1 kg, e em cada amostra foram retiradas 100g de solo (Norton & Niblack 1991), para a extração de nemátodos. Para extração e contagem dos nemátodos usou-se a metodologia de Baermann Modificada recomendada por Whitehead e Hemming (1965).

3.7 Análise Estatística

Os dados referentes às variáveis do crescimento (número de caules por planta, altura da planta e diâmetro da canópia) e produção da cultura (número de tubérculos por planta, tamanho e rendimento de tubérculos) foram submetidos à análise de variâncias (ANOVA) usando o pacote estatístico Stata 13.0. Para a ANOVA, os dados foram submetidos ao teste de normalidade (Shapiro Wilks) e heterokedasticidade (Breusch Pagan) de variâncias (Gomez & Gomez, 1976), para verificar se os dados estão em conformidade com os pressupostos da ANOVA. A separação entre as médias das variáveis que foram afetadas significativamente pelo efeito das doses de adubação fosfatada, foi feita usando o teste de Tuckey a 5% de significância com o objectivo de identificar as melhores doses de adubação. Foram feitas também análises de regressão de modo a obter o grau de dependência entre as variáveis assim como o modelo explicativo, usando o Microsoft Excel.

O modelo estatístico para análise do efeito das doses de adubação fosfatada foi o seguinte:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \beta_j + \varepsilon_{ij}; \varepsilon_{ij} \sim \text{iidN}(0, \sigma^2)$$

Onde:

- Y_{ij} é a média da variável rendimento (ou outra variável de resposta em análise no estudo) obtido na unidade experimental que recebeu a adubação fosfatada i na repetição j , ($i=5; j = 4$) $\varepsilon_{ij} \sim \text{iidN}(0, \sigma^2)$;
- μ é a média geral da variável dependente;
- $\tau_i = \mu_i - \mu$ é o efeito da adubação fosfatada i ($i = 1,2,3, \dots, 5$) na variável de resposta;
- $\beta_j = \mu_j - \mu$ é o efeito do bloco j ($j = 1,2,3,4$) na variável de resposta;
- ε_{ij} é o termo erro (a parte da variação do erro devido a factores não controlados).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Efeito de Doses de Adubação Fosfatada no Número de Caules Por Planta, Altura da Planta e Diâmetro da Canópia da Variedade de Batata Reno Mondial

4.1.1 Efeito das Doses de Adubação Fosfatada do Número de Caules Por Planta

Com base na ANOVA constatou-se que, as doses de adubação fosfatada tiveram influência no número de caules produzidos pela variedade Mondial (Fig. 1). O número de caules das batateiras variou entre 2.38 a 4.03. A dose de 160 kg.ha⁻¹ estimulou a produção de maior número de caules nas batateiras (4.03) do que a dose 0 kg.ha⁻¹ (2.38). As doses de 80, 100, 120 e 160 kg.ha⁻¹ não apresentaram diferenças significativas no número de caules formados pelas plantas (2.82, 3.34, 3.00 e 4.03, respectivamente) $p > 0.05$.

Foi observado neste estudo um aumento no número de caules das batateiras adubadas, visto que, os tubérculos usados na sementeira apresentavam um número médio de 3.5 brotos por tubérculo e foram divididos ao meio. Com base na análise de correlação observou-se que a formação do número de caules por planta teve uma relação significativa com o crescimento da planta em altura, diâmetro da canópia, número de tubérculos por planta e rendimento total da cultura. O aumento do número de caules foi estimulado pelo P, que é responsável pela transferência de energia necessária para os processos metabólicos dentro da planta (Babaji et al., 2007), e actua na nutrição das plantas ajudando particularmente a aumentar o crescimento inicial das culturas (Harris, 1992). Processos metabólicos estão directamente ligados a produção de caules, e quanto maior for a energia dentro da planta maior será o número de caules produzidos pela planta (Zelalem *et al.* 2009; Nizamuddin *et al.*, 2003; Alam *et al.*, 2007; Hassanpanah *et al.*, 2009). Rosen e Bierman (2008), Kumar *et al.*, (2012) e Misgina, (2016) observaram em seus estudos um aumento no número de caules das batateiras com o aumento das doses de P.

Número Caules Formados Por Planta em Diferentes Doses de Fósforo

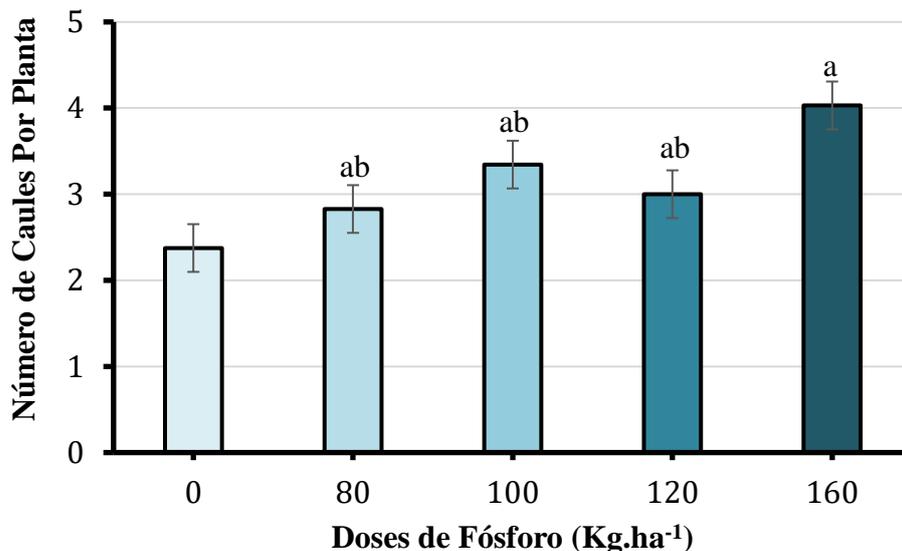


Figura 1: Efeito de Diferentes Doses de Adubação Fosfatada na Formação de Caules Pela Variedade de Batata Reno Mondial. As Médias de Números de Caules Com a Mesma Letra Não São Estatisticamente Diferentes Entre si, Com Base no Teste de Tuckey ao Nível de Significância de 5% De Probabilidade.

4.1.2 Influência de Doses de Adubação Fosfatada no Crescimento da Batateira em Altura

A ANOVA revelou que a adubação fosfatada teve influência significativa ($p < 0.05$) no crescimento das batateiras em altura (Fig. 2). O crescimento em altura das batateiras no estudo variou de 29.4 a 64.5 cm. A adubação da cultura a uma dose de 160 kg.ha⁻¹ de P estimulou maior crescimento em altura (64.5 cm), este crescimento foi significativamente diferente do observado nas batateiras adubadas com as restantes doses de P ($p < 0.05$). Estatisticamente não houve diferenças significativas no crescimento das batateiras em altura nas doses de adubação de 80, 100 e 120 kg.ha⁻¹ (40.2 cm, 39.4 cm e 44.5 cm, respectivamente); contudo o seu crescimento foi superior do que o tratamento não adubado (0 kg.ha⁻¹ de P, 29.4 cm).

O P aumenta o crescimento em altura das batateiras (Ekelof, 2007; Birtukan, 2016). Estudos sobre a cultura da batata relatam que o aumento das doses de P estimula maior crescimento em altura nas batateiras, Firew *et al.*, (2016), Belachew, (2016) e Misgina (2016), podendo atingir até 100 cm de altura, Baishya *et al.*, (2012), Iseal *et al.*, (2012) e Zelalem *et al.*, (2009), o que pode causar estiolamento na planta e afetar negativamente o transporte de fotoassimilados para o enchimento dos tubérculos. Estes relatos estão em concordância com os resultados obtidos no presente estudo, onde foi observado durante a época de produção que as batateiras adubadas a uma dose de 120 e 160 kg.ha⁻¹ foram afectadas pelo acamamento, devido a criando competição entre elas. A associação significativamente positiva entre o crescimento em altura das batateiras e o diâmetro da canópia, número de tubérculos por planta e rendimento total explica estes resultados.

Crescimento das Batateiras em Altura em Diferentes Doses de Fósforo

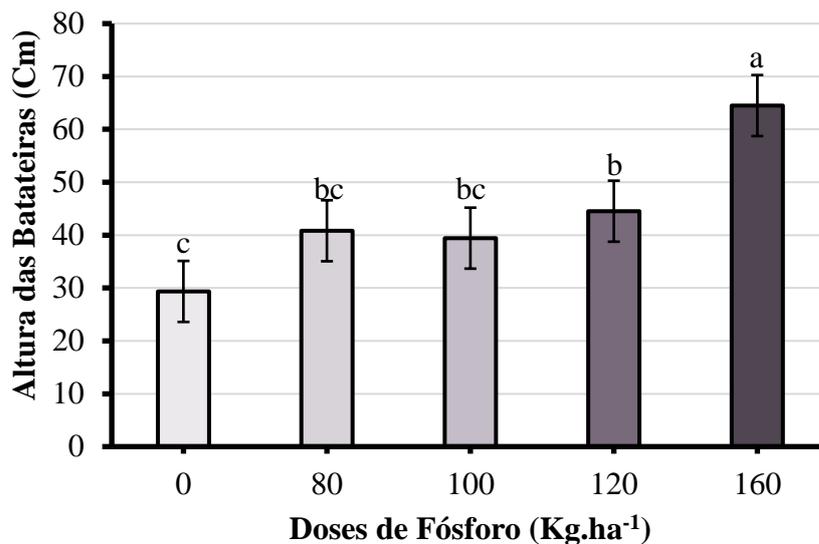


Figura 2: Efeito de Diferentes Doses de Fósforo no Crescimento das Batateiras Variedade Mondial em Altura. As Médias da Altura Com a Mesma Letra Não São Estatisticamente Diferentes Entre si, Com Base no Teste de Tuckey ao Nível de Significância de 5% De Probabilidade.

4.1.3 Efeito de Doses de Adubação Fosfatada no Diâmetro da Canóvia

A ANOVA mostrou que a adubação fosfatada teve influência significativa ($p < 0.05$) no diâmetro da canóvia da variedade de batata reno Mondial (Fig.3). O crescimento da canóvia das batateiras em diâmetro variou entre 43.1 cm e 58.77 cm.

O maior crescimento da canóvia em diâmetro (58.77 cm) foi observado quando a cultura foi adubada com a dose de 160 kg.ha^{-1} de P, comparativamente com quando as batateiras foram adubadas com as restantes doses ($p < 0.05$). As doses de 100 e 120 kg.ha^{-1} de P estimularam um crescimento superior da canóvia da cultura em diâmetro (51.27 e 51.27 cm, respectivamente); contudo, o seu efeito não foi estatisticamente diferente do observado na dose de 80 e 0 kg.ha^{-1} de P, (47.81 e 43.17 cm). Este parâmetro está significativamente correlacionado com a formação de número de caules, altura da planta, produção de número de tubérculos por planta, tubérculos de tamanho pequeno, rendimento comercial e total dos tubérculos.

O crescimento da canóvia da planta em diâmetro foi influenciado pelo P, que é responsável pelo rápido desenvolvimento da copa (Rosen *et al.*, 2014). Os dados obtidos sobre o diâmetro da canóvia, neste experimento, foram consistentes com Gelaye *et al.* (2021), que afirmou em seus estudos que o crescimento da canóvia da batateira em diâmetro aumenta com o aumento das doses de P.

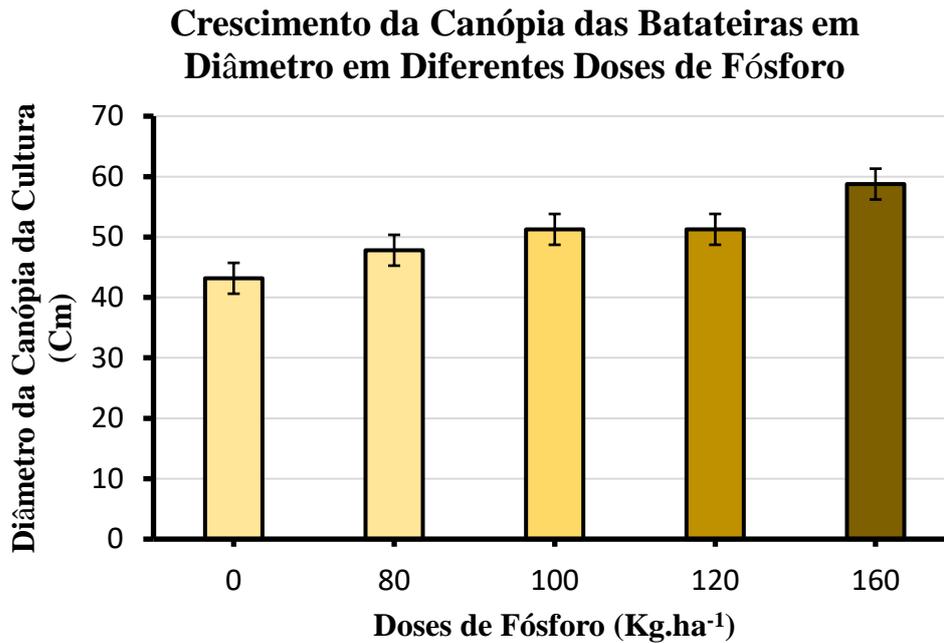


Figura 3: Efeito de Diferentes Doses de Adubação Fosfatada no Crescimento da canóia das Batateiras em Diferentes Doses de Fosforo. N As Médias dos Números de Caules Com a Mesma Letra Não São Estatisticamente Diferentes Entre si Com Base no Teste de Tuckey ao Nível de Significância de 5% De Probabilidade.

4.1.4 Efeito de Doses de Adubação Fosfatada no Número, Tamanho e Rendimento de Tubérculos da Variedade de Batata Reno Mondial

Com base na ANOVA, a adubação fosfatada não teve influência ($p > 0.05$) no número de tubérculos por planta, e no tamanho de tubérculos pequenos e grandes produzidos pela variedade de batata reno Mondial; contudo, o tamanho médio, o rendimento comercial e o rendimento total dos tubérculos foram influenciados pela adubação fosfatada ($p < 0.05$).

O número de tubérculos por planta não foi influenciado pelas doses de P; no entanto, variou de 5.09 a 7.47, Tabela 2. Este resultado pode ser explicado pelas condições marginais do solo (baixa capacidade de retenção de água), que afectaram a absorção deste nutriente pela planta, dado que o P é responsável pelo estímulo de produção de maior número de tubérculos por planta (Rosen & Bierman, 2008).

O número de tubérculos por planta está significativamente associado à formação de caules, ao crescimento da planta em altura, diâmetro da canópi, produção de tubérculos de tamanho pequeno e ao rendimento total. Vários estudos reportam que quantidades crescentes de P aplicadas no solo aumentam o número de tubérculos por planta (Mona *et al.*, 2012). Belachew (2016) e Chala *et al.*, (2017), citam ainda que as altas doses de P estimulam o crescimento vegetativo e conseqüentemente contribuem para um elevado número de tubérculos formados por planta.

Em relação aos tubérculos de tamanho pequeno as doses de P não tiveram influência no rendimento obtido; contudo, o seu rendimento variou de 6.05 a 10.74 ton.ha⁻¹, Tabela 2. A produção de tubérculos de tamanho pequeno teve uma relação significativa com a formação do número de caules por planta, altura da planta, número de tubérculos por planta e rendimento total dos tubérculos. Segundo Belachew (2016), batateiras muito altas, com muitos caules e muitos tubérculos por planta produzem um rendimento constituído maioritariamente por tubérculos de tamanho pequeno. Resultados semelhantes também foram observados por Sharma e Arora (1987).

O rendimento de tubérculos de tamanho médio variou entre 3.71 e 5.47 ton.ha⁻¹, Tabela 2. Segundo Gitari *et al.* (2018), o rendimento de tubérculos de tamanho médio diminui com o aumento do número de tubérculos por planta. No presente estudo, o teste de Tuckey revelou que não houve diferenças significativas no rendimento de tubérculos de tamanho médio produzido nas diferentes doses de P. Contudo, estudos de Gitari *et al.* (2018), relatam que o aumento de níveis de P no solo estimula a transição de uma classe de tubérculos para outra (de pequeno para médio e de médio para grande).

Referente a classe dos tubérculos da batata reno de tamanho grande, o rendimento variou entre 2.15 e 4.36 ton.ha⁻¹, Tabela 2. Ainda que a dose de 160 kg.ha⁻¹ de P tenha produzido um rendimento superior (4.36 ton.ha⁻¹), este não foi estatisticamente diferente do rendimento produzido nas doses de 0, 80, 100 e 120 kg.ha⁻¹ de P (2.15, 2.90, 3.00 e 3.50, respectivamente), tab2. A produção de tubérculos de tamanho grande teve uma relação significativamente positiva com o rendimento comercial e total dos tubérculos. A explicação deste resultado está na correlação positiva do diâmetro da canópi com a formação de tubérculos de tamanho grande, pois segundo Belachew (2016), quanto maior for o diâmetro da canópi maior será a acumulação de matéria seca nos tubérculos.

Belachew (2016), relatou ainda que a aplicação de crescentes doses de P proporciona maior rendimento de tubérculos de tamanho grande, isto devido ao maior desenvolvimento vegetativo que o P estimula a planta, e conseqüentemente maior captação da radiação solar, maior produção de fotoassimilados e maior acumulação de matéria seca nos tubérculos produzidos.

Com base no teste de Tuckey foi observado que não há diferenças significativas no rendimento comercial produzido pelas batateiras que receberam os cinco tratamentos de adubação fosfatada, nomeadamente; 0, 80, 100, 120 e 160 kg.ha⁻¹ de P (5.86, 9.60, 9.64, 8.60 e 9.83 ton.ha⁻¹ respectivamente). De notar que esse rendimento comercial foi produzido em condições extremas, onde o solo é totalmente arenoso (baixa capacidade de retenção da água), alta infestação de nemátodos de galha e alta incidência de pragas, doenças e infestantes. A produção do rendimento comercial foi significativamente correlacionada com o diâmetro da canópia, tamanho médio, grande e rendimento total dos tubérculos.

A adubação fosfatada influenciou a formação do rendimento comercial e este resultado é semelhante ao observado pelo Jasim et al., (2020). Segundo Eleiwa *et al.* (2012), diferentes níveis de P influenciam significativamente para acumulação de matéria seca por planta em todos os estágios de crescimento até a formação do rendimento final (maturidade da cultura), devido ao efeito estimulador do P. Estes relatos não corroboram com os resultados obtidos neste estudo; no entanto, isto pode ser devido as condições do campo (já mencionadas). Em melhores condições de campo e com aplicação de um óptimo intervalo de adubação fosfatada pode-se obter rendimentos comerciais mais altos.

O rendimento total dos tubérculos da variedade de batata reno Mondial variou entre 12.37 a 20.57 ton.ha⁻¹, Tabela 2. As doses de 80, 100 e 160 kg.ha⁻¹ de P não apresentaram diferenças significativas no rendimento total dos tubérculos produzidos pelas batateiras (17.41; 17.97 e 20.57 ton.ha⁻¹, respectivamente), tab2, p<0.05; contudo, a sua influência no rendimento total foi superior do que quando a cultura não foi adubada (0 kg.ha⁻¹ de P, 12.37 ton.ha⁻¹) e nas batateiras adubadas a uma dose de 120 kg.ha⁻¹ de P, o rendimento (16.86 ton.ha⁻¹) não deferiu significativamente do obtido no tratamento controle. A relação entre o rendimento total e as restantes variáveis foi fortemente positiva, p>0.05; portanto, isto pode explicar a não diferença significativa entre as doses.

As batateiras que receberam altas doses de P (120 e 160 kg.ha⁻¹) estimularam um maior crescimento aéreo (muitos caules, plantas muito altas e maior crescimento da canópi das plantas em diâmetro) o que conseqüentemente promoveu a produção de muitos tubérculos por planta; no entanto de tamanho pequeno, o acamamento que favoreceu o estiolamento e o sombreamento que reduz a respiração das plantas, afectando negativamente o rendimento dos tubérculos de qualidade. Isto demonstra que a aplicação de altas doses de P não aumenta o rendimento dos tubérculos; contudo, as doses de 80 e 100 kg.ha⁻¹ de P estimularam um crescimento vegetativo balanceado, que promoveu a produção de bons rendimentos (17 a 18 ton.ha⁻¹), tabela 2. Estes resultados estão em conformidade com o que foi observado por Fernandes et al. (2014).

As normas técnicas elementares agrícolas de 2006, recomendam a adubação fosfatada a uma dose de 120 kg.ha⁻¹ de P para a produção de altos rendimentos (20 ton.ha⁻¹). Esta produtividade total (20 ton.ha⁻¹) foi alcançada na adubação a uma dose de 160 kg.ha⁻¹ de P, tabela 2, em condições de solo extremamente marginal (campo experimental da FAEF), onde 10.74 ton.ha⁻¹ é o rendimento não comercial (tubérculos pequenos) e 9.83 ton.ha⁻¹ é rendimento comercial (tubérculos de tamanho médio e grande). Actualmente o país colhe cerca de 16 ton. ha⁻¹ (FAO, 2021), o que está ligeiramente abaixo do rendimento colhido no presente estudo, com adubação fosfatada a doses relativamente abaixo do recomendado (80 e 100 kg.ha⁻¹ de P que produziram 17.41 e 17.97 ton.ha⁻¹, respectivamente), conforme ilustra a tabela abaixo.

O aumento do rendimento é devido a influência do P, que segundo Chala *et al.* (2017) e Merga (2018), desempenha várias funções nas plantas, incluindo a fotossíntese e a transformação de açúcares em amido, também aumenta a acumulação de assimilados que são convertidos em hidratos de carbono nos tubérculos, que são componentes de rendimento dos tubérculos, porém existe um limite para a aplicação de quantidades de P.

Tabela 2: Rendimento dos Tubérculos da Batata Reno Mondial

Tratamentos	Número de Tubérculos por Planta	Rendimento da batata (ton.ha ⁻¹)				
		Tamanho Pequeno	Tamanho Médio	Tamanho Grande	Rendimento Comercial	Rendimento Total
0 kg.ha ⁻¹	5,09	6.51	3.71 a	2.15	5.86 a	12.37 b
80 kg.ha ⁻¹	6,97	7.81	6.71 a	2.90	9.60 a	17.41 a
100 kg.ha ⁻¹	7,02	8.33	6.64 a	3.00	9.64 a	17.97 a
120 kg.ha ⁻¹	7.00	8.27	5.14 a	3.50	8.60 a	16.86 ab
160 kg.ha ⁻¹	7.47	10.74	5.47 a	4.36	9.83 a	20.57 a

a) Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não são estatisticamente diferentes entre si com base no teste Tuckey ao nível de significância de 5% de probabilidade.

4.1.6 Incidência e Severidade de Doenças

No que diz respeito a incidência, a cultura da batata reno foi caracterizada pela presença da requeima, podridão seca dos tubérculos e nemátodos. A análise de frequência Fig 4. ilustra a severidade da requeima nas batateiras da variedade Mondial observada aos 52 e 67 DAE, respectivamente. A severidade da requeima (Fig. 4A) aos 52 DAE foi de cerca de 1% para as batateiras adubadas a uma dose de 0, 80, 100 e 120 kg.ha⁻¹ de P; no entanto nas plantas adubadas a uma dose de 160 kg.ha⁻¹ de P não foi observado o ataque das plantas. Aos 67 DAE, a severidade da requeima nas batateiras variou entre 18 a 29% (Fig. 4B). Com base nos resultados (severidade abaixo de 30%), sugere-se que as doses de P não tiveram efeito na severidade da requeima nas batateiras; contudo, a cultura da batateira variedade Mondial é susceptível à esta doença (HZPC, 2009).

Em relação a podridão seca de tubérculos de batata reno, a percentagem variou entre 4 a 26% (Fig. 4C). A maior percentagem de podridão seca (26%) foi verificada na adubação a uma quantidade de 160 kg.ha⁻¹ de P. Este resultado pode ser devido ao acamamento observado nas batateiras adubadas a uma dose de 160 kg.ha⁻¹ de P, em que as plantas sadias e doentes estavam em contacto direto com o solo, que encontrava-se constantemente húmido por conta da rega, sendo este um ambiente propício para a proliferação da doença.

O acamamento ocorreu no período de crescimento dos tubérculos. Embora o índice de severidade da requeima tenha sido maior na dose de 120 kg.ha⁻¹ de P, a percentagem de podridão seca foi relativamente menor (4%) neste tratamento. No entanto a adubação a uma dose de 80 kg.ha⁻¹ e 100 kg.ha⁻¹ de P proporcionou aos tubérculos uma percentagem de 10% e 12 % de podridão seca, respectivamente. As batateiras não adubadas (0 kg.ha⁻¹ de P) tiveram cerca de 18% dos tubérculos afectados pela podridão seca, e este facto pode ser explicado pela falta de energia na planta, deixando a planta totalmente susceptível ao ataque das doenças. Biologicamente as doses de P não tiveram influência no índice de severidade da podridão seca, dado que não houve diferenças significativas entre as doses. A cultura da batata reno Mondial mostrou-se resistente à infestação por nemátodos de galhas (Fig.4D) observados neste experimento, dado que houve um declínio na população inicial de nemátodos quando comparada com a população final (Da Costa, 2015).

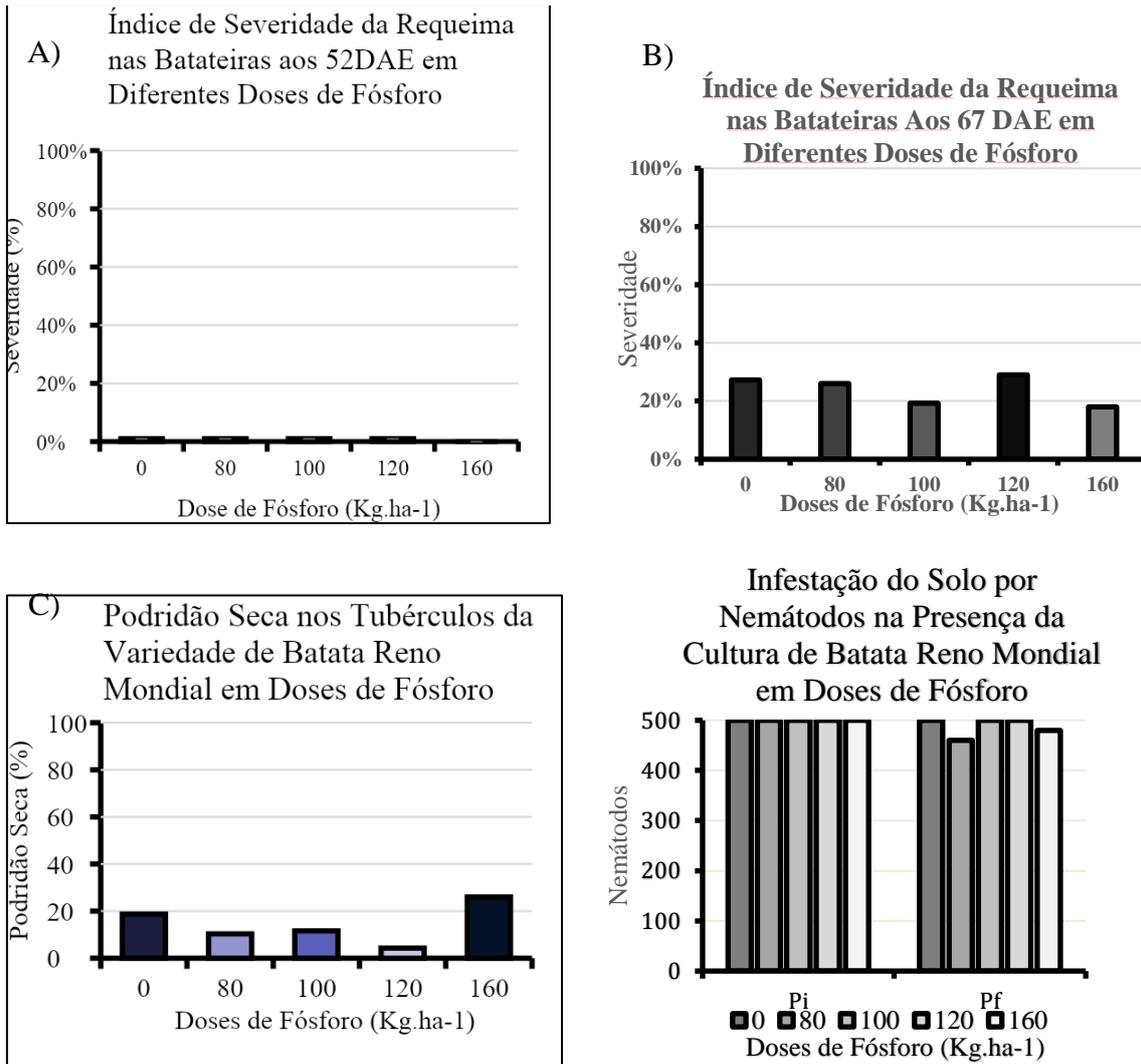


Figura 4: Severidade das Doenças Predominantes da Batata Reno Mondial no Campo Experimental da FAEF .

4.2 Análise de Correlação

4.2.1 Relação Entre o Número de Caules e Altura da Planta, Diâmetro da Canópia, Número de Tubérculos por Planta, Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial

Com base na análise de correlação (coeficiente de Spearman) foi observada uma relação moderadamente positiva ($0.5 \leq r < 0.8$); Tab.3, entre o número de caules e o diâmetro da canópia, número de tubérculos por planta, tamanho pequeno e rendimento total. Este resultado mostra que quanto maior for o número de caules maior será o crescimento e/ou a formação das variáveis mencionadas como significativamente correlacionadas; no entanto, um maior número de caules implicou maior número de tubérculos, porém de menor tamanho, devido à competição pelos assimilados produzidos pela planta (Bussan, 2007). Quanto ao grau de associação entre o número de caules com a altura da planta, tamanho médio, grande e rendimento comercial e dos tubérculos da batata reno Mondial, esta é não significativa (fraca positiva, $0.1 \leq r < 0.5$).

4.2.2 Relação Entre Altura da Planta e Diâmetro da Canópia, Número de Tubérculos por Planta, Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial

Foi verificada uma correlação significativa, $0.5 \leq r < 0.8$, (Tab.3) entre a altura da planta e o diâmetro da canópia, e o rendimento total; no entanto, a altura da planta e o número de tubérculos por planta, tamanho pequeno, médio, grande e rendimento comercial dos tubérculos da batata reno Mondial teve uma relação não significativa, $0.1 \leq r < 0.5$, (fraca positiva). Esta correlação pode ser explicada pelo facto de que durante o crescimento da planta em altura houve um aumento no crescimento e/ou na formação das variáveis acima mencionadas. Plantas mais altas produziram maior diâmetro da canópia, maior número de tubérculos por planta e maiores rendimentos no geral (Bisognin & Streck, 2009).

4.2.3 Relação Entre o Diâmetro da Canópia e Número de Tubérculos por Planta, Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial

O diâmetro da canópia teve uma correlação significativa ($0.5 \leq r < 0.8$); Tab.3, com o número de tubérculos por planta, tamanho pequeno, rendimento comercial e total dos tubérculos da batata reno Mondial, isto é, quanto maior for o diâmetro da canópia maiores serão as variáveis mencionadas como significativamente correlacionadas; contudo, uma relação não significativa foi verificada entre o diâmetro da canópia e produção de tubérculos de tamanho médio e grande da batata reno Mondial.

4.2.4 Relação entre o Número de Tubérculos por Planta e Tamanho Pequeno, Médio, Grande, Rendimento Comercial, e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial

A Tabela 3 mostrou que o número de tubérculos por planta esteve fortemente correlacionado com o tamanho de tubérculos pequenos ($0.8 \leq r < 1$). Também observou-se uma correlação moderada positiva ($0.5 \leq r < 0.8$) entre o número de tubérculos por planta e o rendimento total dos tubérculos da batata reno Mondial. Este resultado indica que quanto mais tubérculos por planta forem produzidos maior será o rendimento de tubérculos de tamanho pequeno e o rendimento total será constituído por tubérculos desta classe; todavia, a relação entre o número de tubérculos por planta e tamanho médio, grande, e rendimento comercial dos tubérculos da batata reno Mondial foi fraca positiva.

4.2.5 Relação entre o Tamanho Pequeno e Médio, Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial

A tabela 3 revelou que tubérculos de tamanho pequeno estiveram moderadamente correlacionados ($0.5 \leq r < 0.8$) com o rendimento total. Assim, as doses que apresentaram maior rendimento de tubérculos de tamanho pequeno foram as que produziram maior rendimento total dos tubérculos da batata reno Mondial. Houve uma correlação negativa entre os Tubérculos de tamanho pequeno e o rendimento comercial, isto revela que à medida que o rendimento dos tubérculos de tamanho pequeno cresce, o rendimento comercial decresce.

4.2.6 Relação entre o Tamanho Médio e Tamanho Grande, Rendimento Comercial e Total dos Tubérculos da Batata Reno Mondial

Verificou-se uma correlação significativa, moderada positiva (Tab. 3), para o tamanho médio e rendimento comercial, e total dos tubérculos da batata reno Mondial. Assim, doses que estimulam a produção de tubérculos de tamanho médio e grande apresentam maior rendimento comercial e total dos tubérculos da batata reno Mondial.

Tabela 3: Correlação das Variáveis Observadas

	NC	AP	DC	NTP	TP	TM	TG	RC	RT
NC	1.00								
AP	0.32 ^{n.s}	1.00							
DC	0.77 ^S	0.51 ^S	1.00						
NTP	0.66 ^S	0.46 ^S	0.67 ^S	1.00					
TP	0.61 ^S	0.43 ^{n.s}	0.62 ^S	0.90 ^S	1.00				
TM	0.13 ^{n.s}	0.31 ^{n.s}	0.26 ^{n.s}	0.20 ^{n.s}	0.039 ^{n.s}	1.00			
TG	0.24 ^{n.s}	0.31 ^{n.s}	0.41 ^{n.s}	0.08 ^{n.s}	0.05 ^{n.s}	0.15 ^{n.s}	1.00		
RC	0.21 ^{n.s}	0.36 ^{n.s}	0.49 ^S	0.11 ^{n.s}	-0.03 ^{n.s}	0.66 ^S	0.77 ^S	1.00	
R T	0.56 ^S	0.62 ^S	0.75 ^S	0.72 ^S	0.72 ^S	0.50 ^S	0.53 ^S	0.61 ^S	1.00

n.s e **S** → não significativo e significativo, respectivamente.

4.1.5 Análise de Regressão Entre as Doses de Fósforo e o Rendimento Total de Tubérculos da Variedade de Batata Reno Mondial

Com base na análise da regressão observa-se na Figura 5, que houve uma relação de dependência linear directa entre o rendimento total dos tubérculos de variedade de batata reno Mondial e as doses de P aplicadas no solo. O coeficiente de determinação (r^2) do modelo de regressão foi de 0.90, o que significa que cerca de 90 % da variabilidade observada no rendimento de tubérculos é explicada pela aplicação de doses de fósforo. A produtividade máxima de tubérculos obtida foi de 20.57 ton.ha⁻¹, com aplicação da dose de 160 kg.ha⁻¹ de P, e o rendimento de tubérculos apresentado quando as batateiras não foram adubadas (0 kg.ha⁻¹ de P) foi de 12.37 ton.ha⁻¹. O modelo indica também que para cada incremento unitário da dose de P, regista-se um aumento no rendimento de tubérculos da batata reno Mondial em torno de 12.7 unidades. Isto mostra claramente que a maior produtividade de tubérculos é obtida com aumento das doses de fósforo. A variabilidade observada entre o número de caules e o rendimento total, altura das plantas e o rendimento total, e diâmetro da canópia e o rendimento total foi de 86%, 78% e 86%, fig. 6 A, B e C, respectivamente.

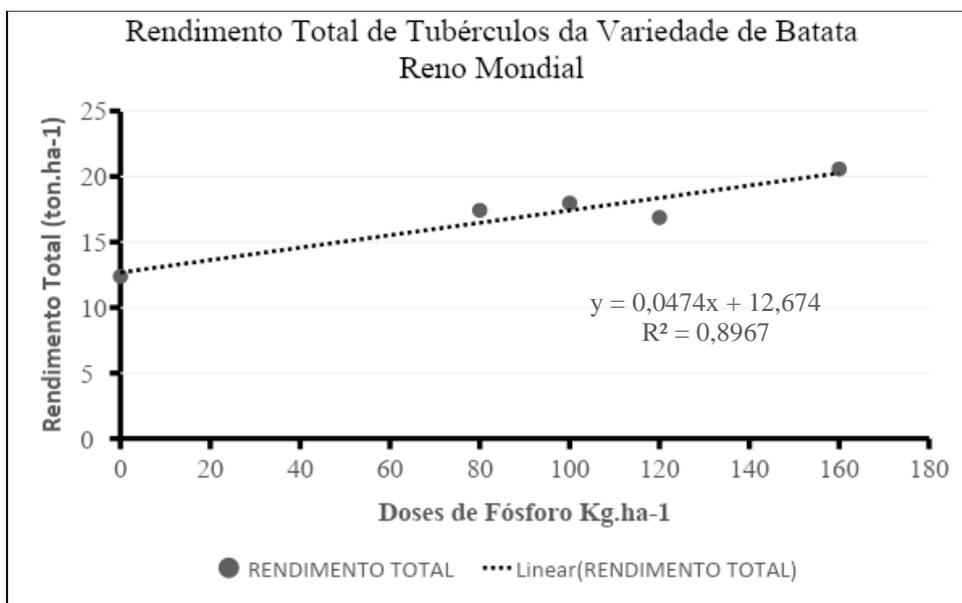
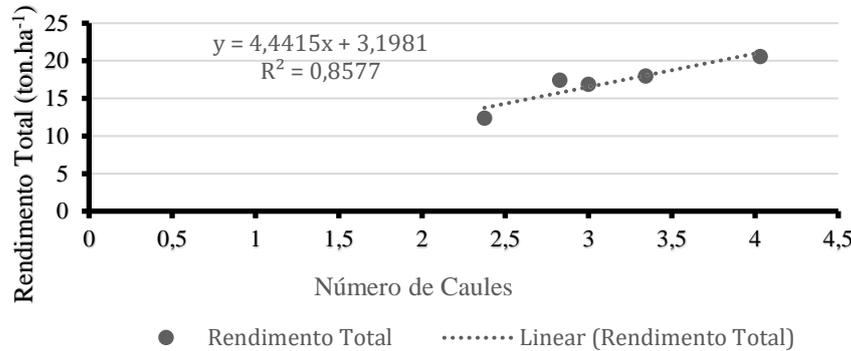
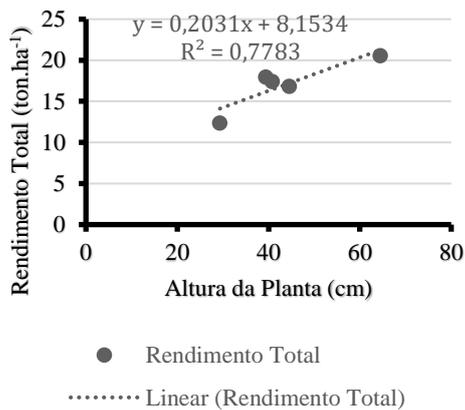


Figura 5: Rendimento de tubérculos da variedade de batata reno Mondial em função de doses de fósforo.

Grau de Associação Entre o Rendimento Total e o Número de Caules



B) Grau de Associação Entre o Rendimento Total e a Altura da Planta



C) Grau de Associação entre o Rendimento Total e o Diâmetro da Canópi

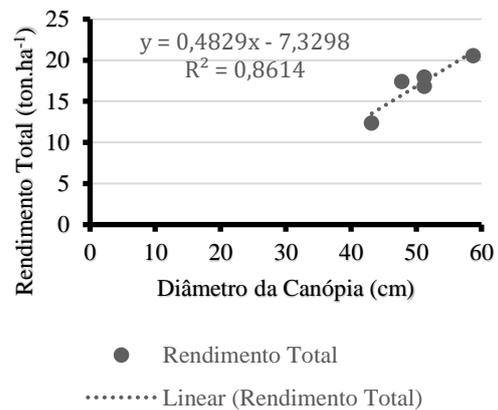


Figura 6: Coeficientes de correlação de Spearman entre número de caules e o rendimento total (A), altura das plantas e rendimento total (B), e diâmetro da canópi e o rendimento total (C). Considerando as cinco doses de adubação fosfatada.

4.3 Variáveis Climáticas (Temperatura e Precipitação) Durante o Crescimento da Variedade de Batata Reno Mondial

Durante o período de estudo, no mês de Junho a temperatura manteve-se na faixa entre 9.10 e 28.54 °C, e a precipitação total observada durante o mesmo mês foi de 10.3 mm (registada em um total de 12 dias durante o mês). Para o mês de Julho, a temperatura variou entre 12 a 32.66 °C, e a precipitação total foi de 11.2 mm, sendo que a máxima observada foi de 7.5 mm, em um dia. Por fim, para o mês de Agosto a temperatura manteve-se entre 11.1 e 34.13 °C, e a precipitação total foi de 7.6 mm.

As temperaturas registadas durante o ensaio são consideradas ideias para cada estágio de crescimento e desenvolvimento da cultura de batata reno. Silva e Lopes (2015), referem que a faixa óptima de temperatura para o cultivo de batata está entre 15 e 22° C. Os mesmos autores fundamentam que em ambientes com maior intensidade luminosa, essas temperaturas podem ser mais elevadas e quando associadas a temperaturas diurnas elevadas com temperaturas noturnas amenas, favorecem a produção. Em relação a precipitação, acredita-se que este não teve efeito sobre o estudo uma vez que não foi registada uma quantidade de precipitação significativa durante o período de estudo.

A figura abaixo mostra os dados de temperatura e precipitação observadas durante os meses do experimento (Junho a Agosto) no campo experimental da FAEF.

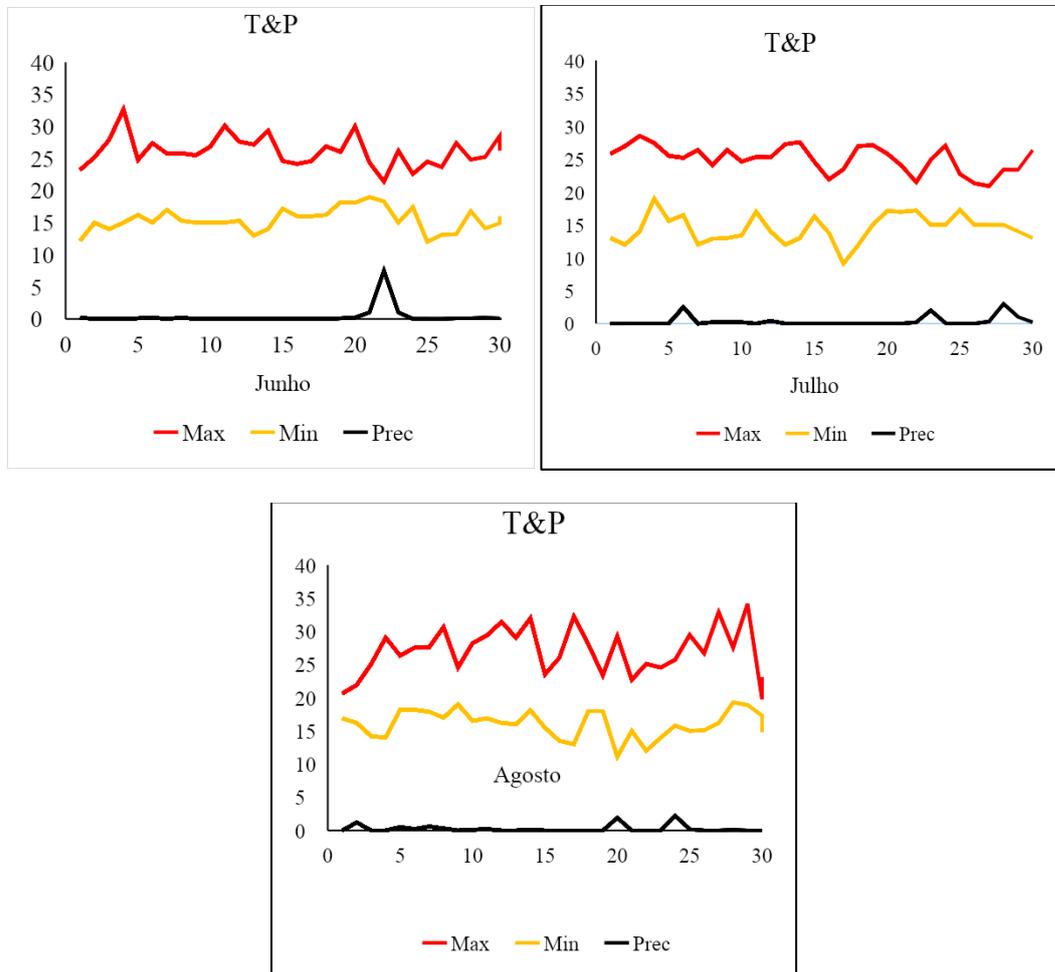


Figura 7: Dados de temperatura e precipitação observados nos meses de Junho, Julho e Agosto no campo experimental da FAEF.

T.Max-Temperatura máxima em °C; Min-Temperatura min em °C; Prec- Precipitação em mm. T= temperatura; P-Precipitação

5. CONCLUSÃO E RECOMENDAÇÕES

5.1 Conclusão

O estudo mostrou que o desempenho e o rendimento da variedade Mondial pode ser estimulado com uma dose efectiva de P. O aumento de doses de P no solo estimula alto crescimento aéreo e por consequência afecta negativamente a formação do rendimento dos tubérculos de qualidade. As diferentes doses de adubação fosfatada não apresentaram diferenças significativas no rendimento produzido pela variedade de batata reno Mondial. Portanto para a obtenção de bons rendimentos de tubérculos da variedade Mondial nas condições do campo experimental da FAEF, pode se adubar com doses de P no intervalo de 80 a 100 kg.ha⁻¹ de P (17-18 ton.ha⁻¹), porém essas adubações devem ser acompanhadas de outras práticas de manejo da cultura como rega, controlo de infestantes, pragas e doenças, amontoa, etc. As doenças predominantes no campo experimental da FAEF são nomeadamente: requeima, podridão seca e nemátodos de galhas, e as doses de P não tiveram efeito na incidência e severidade dessas doenças.

5.2 Recomendações

Aos agricultores

- Recomenda-se adubação fosfatada a um intervalo de 80 a 100 kg.ha⁻¹ de P nas condições semelhantes às do campo experimental da FAEF (solo arenoso, alta infestação por infestantes, pragas e doenças), reduzindo-se assim os custos relativos a produção (aquisição dos nutrientes, mão-de-obra ou maquinaria para aplicação, quantidade de água de rega para dissolver os nutrientes, entre outros).

Aos investigadores

- Recomenda-se o desenvolvimento de outros estudos experimentais similares a este, porém com o objectivo de determinar o balanço da matéria seca produzida e matéria seca alocada nos tubérculos da variedade de batata reno Mondial;
- Recomenda-se ainda que seja feito um estudo similar (com os mesmos objectivos) para a consolidação dos resultados obtidos neste relatório.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aarakit, P., Ouma, J. P. & Lelei, J. J. (2021) *Growth, yield and phosphorus use efficiency of potatoes varieties propagated from apical rooted cuttings under variable phosphorus rates* (7.^a ed.). v. 15, p. 173-184.
- Alam, M. N., Jahan, M. S, Ali, M. K., Ashraf, M. A., & Islam, M. K. (2007). *Effect of vermicompost and chemical fertilizers on growth, yield and yield components of potato in barind soils of Bangladesh*. Journal of Applied Sciences Research 3(12):1879-1888.
- Al-Moshileh, A. M., & Errebi, M. A. (2005). *Effect of Various Potassium Sulfate Rates on Growth, Yield and Quality of Potato Grown under Sandy Soil and Arid Conditions*. IPI regional workshop on Potassium and Fertigation development in West Asia and North Africa; Rabat, Morocco. IPI.
- António, J., Favero, L. A. & Cabral, R. M (2009). *Análise a Cadeia Produtiva da Batata Reno da Região do Vale Zambeze (Moçambique): Governança E Coordenação*. Contextus.
- Araujo, A. P., & Machado, C. T. T. (2006). *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa, MG, Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 253-280.
- Babaji, B. A., Amanas, E. B., Falaki, A. M., Chiezey, U. F, Mahmud, M., Mahadi, M. & Muhammad, A. A. (2007). *Effect of Fertilizers on Growth and Productivity of Potato- A Review Science*, 2(4-5), 21-25.
- Baishaya, L. K., Ghosh, D. C., Gupta, V. K., Dubey, S. K., Anup, D., & Patel, D. P. (2012). *Productivity and soil health of potato (Solanum tuberosum L.) field as influenced by organic manures, inorganic fertilizer and biofertilizers under high altitude of eastern Himalayas*. Journal of Agricultural Science. 4(5):223-234.
- Balemi, T. *Effect of phosphorus nutrition on growth of potato genotypes with contrasting phosphorus efficiency*. (2009). Afr. Crop Sci. J. 17.

Batata.net. (2023). Ficha-Tecnica, Dossier a Fazenda. Available at: <https://batata.net> [Accessed 3 Oct. 2023].

Belachew, B. (2016). *Effect of nitrogen and P rates on growth, yield, yield components and quality of potato (Solanum tuberosum L.)*. at Dedo, South West Ethiopia M.Sc. Thesis. Jimma University, Ethiopia.

Bangkok. (2008). *Workshop to commemorate the international year of potato*. Thailand

Bisognin, D. A. Streck, N. A. (2009). *Desenvolvimento e manejo das plantas para alta produtividade e qualidade da batata*. Itapetininga: Associação Brasileira da Batata.

Bruulsema, T.W.; Peterson, H.M.; Prochnow, L.I. (2019). *The science of 4R nutrient stewardship for phosphorus management across latitudes*. J. Environ. Qual., 48, 1295–1299.

Bussan, A. J., Mitchell, P. D., Copas, M. E & Drilias, M. J. (2007). *Evaluation of the Effect of Density on Potato Yield and Tuber Size Distribution*. Crop Sci. v47:2462–2472.

Camponone, L. A., Salvadori, V. O. & Mascheroni, R. H. (2001). *Weight loss during freezing and storage of unpackaged foods*. Journal of food engineering 47: 69-79.

Chala, G., Chindi, A., & Obsa, Z. (2017). *Response of Applied P Fertilizer Rate and Plant Spacing for Potato*. Greener Journal of Agricultural Sciences 7(9): 255-262.

Cardoso, A. D., Alverenga, M. A. R., Melo, T. L. & Viana, A. E. S. (2007). *Productivity of potato tubers in function of doses and time of nitrogen and potassium application* (6.^a ed.). Ciênc.agrotec. Lavras, v.31. p.1729-1736.

Da Costa, M. A. (2015). *Biocontrole de nemátodos com fungos*. [Dissertação de Mestrado].

Da Silva G, Lopes C. (2015) *Sistema de Produção da Batata* (2.^a ed.). Embrapa Hortaliças. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportle.

Dechassa, N., Schenk, M. K., Claassen, N., & Steingrobe, B. (2003). *Phosphorus efficiency of cabbage (Brassica oleraceae L. var. capitata), carrot (Daucus carota L.), and potato (Solanum tuberosum L.)*. *Plant and Soil*, 250, 215-224. <http://dx.doi.org/10.1023/A:1022804112388>.

Demo, P., Dominguez, C., Cumbi, S., & Walker, T. (2006) – *The potato sub-sector and strategies for sustainable seed production in Mozambique (Report of a two-week potato sub-sector study conducted from 21 November to 4 December (2005))*. Instituto de Investigação Agrária de Moçambique, Maputo.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2015). *Sistema Brasileiro De Classificação De Solos*. Brasília: Embrapa.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2006). *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Brasília: EMBRAPA.

Empresa Brasileira De Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (1999). *Manual de análise química dos solos, plantas e fertilizantes*. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 370p.

Eleia. (2023). Notícias da batata. <https://www.potatonewstoday.com/2023/01/21/global-potato-statistics-latest-fao-datapublished>.

Eleiwa, E. M., Ibrahim, S. A., & Mohamed, F. M. (2012). *Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (Solanum tuberosum L.)*. *African Journal of Microbiology Research*.

Ekelof, J. (2007). *Potato yield and tuber set as affected by P fertilization*. Master project in the Horticultural Science Programme, 2:38p.

Ewing EE. (1997). *The physiology of vegetable crops (Ed: H.C. Wein)*. CAB international UK pp 295-344.

Fageria, N. K, Baligar, V. C & Jones, C. A. (2001). *Growth and Mineral Nutrition of Field Crops*, (2^a. ed.). Marcel Dekker Inc., Rome.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. (2006). FAOSTAT: *Potatoes_Crops*. Disponível em: <<http://www.faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx>>. Acessado em: Dez. 2006.

Food and Agriculture Organization of the United Nations- FAO. (2021). FAOSTAT database. Accessible online at <http://faostat.fao.org/site/368/>.

Food and Agriculture Organization -FAO. (2016). Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.

Food and Agriculture Organization-FAO. (2019). Available online: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>.

Firew, G., Nigussie, D., & Wassu, M. (2016). *Response of potato (Solanum tuberosum L.) to the application of mineral nitrogen and P fertilizers under irrigation in Dire Dawa, Eastern Ethiopia* (6.^a ed.). Journal of Natural Sciences Research:19-37.

Foloni, J., Corte, A. J., Corte, J. R., Echer, F. R., & Tiritan, C. S. (2013). *Adubação de cobertura na batata-doce com doses combinadas de nitrogênio e potássio*. Seminário: Ciências Agrárias. Universidade Estadual de Londrina. <http://dx.doi.org/10.5433/1679-0359.2013v34n117>.

Fontes, P. C. R. *Preparo do solo, nutrição mineral e adubação da batateira*. (1997). Viçosa, MG, Universidade Federal de Viçosa.; 42:359.

Freeman, K. L., Franz, P. R., & Jong, R. W. (1998). *Effect of phosphorus on the yield, quality and petiolar phosphorus concentrations of potatoes (cv. Russet Burbank and Kennebec) grown in the krasnozem and duplex soils of Victoria*. Australian Journal of Experimental Agriculture, 38, 83-93. <http://dx.doi.org/10.1071/EA96045>.

Gaur, D., Singh, S. P., Sharma, S. K., Dhakad, H., Dangi, R. S., Patidar, R., Sharma, R., Dixit, J. P., Rawat, G. S., & Rai. (2017). *Effect of different phosphorus levels on growth attributes physiological parameter and grading of tuber in potato crop (Solanum tuberosum L.)*.

- Gelaye, Y., Ademe, D., & Alemayehu, M. *Effect of Phosphorus and Potassium Fertilizer Rates on Growth and Yield of Potato (Solanum Tuberosum L.)*. (2021). *Northwestern Ethiopia. J Hortic* 8:538.
- Gitari, H. I., Karanja, N. N., Gachene, C. K. K., & Kamau, S. (2018). *Nitrogen and phosphorous uptake by potato (Solanum tuberosum L.) and their use efficiency under potato-legume intercropping systems*. *Field Crops Research* 222:78-84.
- Gulluglu, L. & Arioglu, H. (2009). *Effects of seed and in-row spacing on growth and yield of early of potato*. In *Mediterranean-type environment in Turkey*. *Afr.J.Agric.res.* 4(5): 535-41.
- Hailu, G., Nigussie, D., Ali, M. & Derbew, B (2017). *Nitrogen and phosphorus use efficiency in improved potato (Solanum tuberosum L.) cultivars in southern Ethiopia*. *Am. J. Potato Res.* 94, 617–631.
- Harris, P. (1992). *Mineral nutrition, The potato Crop: the Scientific Basis for Improvement* (2.^a ed.). p-162-213, Chapman and Hall, London, U.K.
- Hassanpanah, D., Hosienzadeh, A. A., Dahdar, B., Allahyari, N., Imanparast, L., Geren, H., & Guillen, N. (2009). *Effects of different rates of nitrogen and P fertilizers on yield and yield components of Savalan potato cultivar mini-tubers* (2.^a ed.). *Journal of Food, Agriculture and Environment* 7:415-418.
- Hopkins, B. G. & Hansen, N. C. (2019). *Phosphorus Management in High-Yield Systems*. *J. Environ. Qual.*, v.48,1265–1280.
- Hopkins, B. G., Fernelius, K. J., Hansen, N.C. & Eggett, D.L. (2018). *AVAIL phosphorus fertilizer enhancer: Meta-analysis of 503 field evaluations*. *Agron. J.*, 110, 389-398.
- HZPC. (2009). *Mondial-General production advice ware potatoes*. 295.
- Islam MR, Nahar BS (2012). *Effect of organic farming on nutrient uptake and quality of potato* (2.^a ed.). *Journal of Environmental Science and Natural Resources*, v.5:219-224.

Israel, Z., Ali, M., & Solomon, T. *Effect of different rates of nitrogen and phosphorus fertilization on Yield and yield component of potato (Solanum tuberosum L.) at Mashan, Southwestern of Ethiopia* (2.^a ed.). (2012). African Journal of Plant Science; 3:016-024.

Jasim, A., Sharma, L. K., Zaeen, A., Bali, S. K., Buzza, A., & Alyokhin, A. (2020). *Potato Phosphorus Response in Soils with High Value of Phosphorus*. Agriculture, 10, 264.

Kooman, P.L., Fahem, M., Tegera, P. & Haverkort, A. J. (1996a). *Effects of Climat of different potato genotypes. Radiation interception, total and tuber dray matter production*. Eur.J.Agron., 5:193-205.

Kooman, P.L., Fahem, M., Tegera, P. & Haverkort, A. J. (1996b). *Dry matter allocation and duraction of the growth cycle*. Eur.J.AGRON., 5: 207-217.

Köppen, W. 1936. The geographical system of climate. Berlin, Germany.NN

Kumar, M., Baishaya, L. K., Ghosh, D. C., Gupta, V. K., Dubey, S. K., Das A., & Patel, D. P. (2012). *Productivity and soil health of potato (Solanum tuberosum L.) field as influenced by organic manures, inorganic fertilizers and biofertilizers under high altitudes of eastern Himalayas* (5.^a ed.). Journal of Agricultural Science 4: 223.

Leite, G. L. D., & Nascimento, A. F. (2011) – *Pragas da Batata*. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias Insetário G.W.G. de Moraes.

Luz, J. M. Q., Queiroz, A. A., Borges, M., Oliveira, R. C., Leite, S. S., & Cardoso, R. R. (2013). *Influence of phosphate fertilization on phosphorus levels in foliage and tuber yield of the potato cv. Ágata*. Semin. Ciências Agrárias, 34, 649–656.

Macuinja, A. J. *Avaliação do Desempenho do Cultivo Consociado de Milho e Feijão Nhemba sob Diferentes Níveis de Aplicação de Água*. (2018). Projecto Final, Departamento de Engenharia Rural, UEM. Maputo.

Mehdi, M., Saleem, T., Rai, H. K., Mir, M. S., & Rai, G. (2008). *Potato Journal*, 35(3-4), 126-129.

Merga, G. (2018). *Effects of Nitrogen, P and Cattle Manure on Yield and Yield related traits of Potato (Solanum tuberosum L.)*. In Haramaya District, Eastern Ethiopia (Doctoral dissertation, Haramaya University).

Mickiewicz, B., Volkova, E. & Jurczak, R. (2022). *The global market for potato products in the current and forecast period* (3.^a ed.). European research studies journal,, v;25, 740-751.

MINAG. (2008) – *Plano de Acção para a Produção de Alimentos 2008 – 2011*. Maputo, Moçambique, 149 p.

Ministério da Agricultura. (2006). *Normas Técnicas Elementares Agrícolas*. Direcção Nacional dos Serviços Agrários.

Misgina, N. A. (2016). *Effect of P and potassium fertilizer rates on yield and yield component of potato (Solanum tuberosum L.) at KAwlaelo, Tigray, Ethiopia*. Food Science and Quality Management 48: 60-69.

Mishra, N. (2018). *Effect of Fertilizers on Growth and Productivity of Potato- A Review* (4.^a ed.). International Journal of Agriculture Sciences, ISSN: 0975-3710 & E-ISSN: 0975-9107, Volume 10, pp.-5183-5186.

Mona, E. E., Ibrahim, S.A., & Manal, F. M. (2012). *Combined effect of NPK levels and foliar nutritional compounds on growth and yield parameters of potato plants (Solanum tuberosum L.)*. African Journal of Microbiology Research 6(24):5100-5109.

Ndeve, A. D. (2022). *Proposta de pesquisa da batata reno em Moçambique*. Paper. 3p. Março.

Nizamudddin, M., Mahmpod, M., Farooq, K. & Riaz, S. (2003). *Response of potato crop yield and PUE to various levels of NPK* (2.^a ed.). Asian Journal of plant science: 149-151.

- Norton, D.C. & Niblack, T.L. *Biology and ecology of nematodes*. In: NICKLE, W.R. (Ed.). Manual of agricultural nematology. New York: Marcel Dekker, 1991, pp. 47-72.
- Oliveira, C., & Valadão, A. (1997). *Manejo da água do solo no cultivo da batata* (3.^a ed.). Comunicado-Técnico da Embrapa Hortaliças.
- Peres, D. S. (2022). *Adubação fosfatada mineral e organomineral na cultura da batata, cv. Asterix*. [Dissertação de Licenciatura]. Uberlândia– MG.
- Petr, J., Cerni, V., Hruska, L. (1988). *Yield formation in the main field crops*. Prague: University of Agriculture.
- Pontailer, S. (1992). *Adubos e Adubações*. Europa-América.
- Rosen, C. J., & Bierman, P.M. (2008). *Potato yield and tuber set as affected by P fertilization* (2.^a ed.). American Journal of Potato Research 85:110-120.
- Rosen, C. J., Kelling, K. A. Stark, J. C., & Porter, G. A. (2014). *Optimizing phosphorus fertilizer management in potato production*. Am. J. Potato Res, 91, 145–160.
- Ruark, M. D., Kelling, K. A. & Good, L.W. (2014). *Environmental concerns of phosphorus management in potato production*. Am. J. Potato Res., 91, 132–144.
- Sahota, T. S., & Govindakrishnan, P. M. (1979). *Bangladesh Horticulture*. 1(1/2),1-9.
- Salas, F. J. S., & Barradas, M. (1992). *Epicauta atomaria, a tymovírus experimental vector*. In: VI Encontro Nacional de Virologia, São Lourenço -MG.
- Salas, F. J. S., Paciência, M., & Hayashi, P. (2013). *Viroses associadas a mosca-branca: transmissora de vírus*. Cultivar Hortaliças e frutas, Pelotas, n.80, p. 28-31.
- Salas, F. Yamaguchi, C., & Hayashi, P. (2015) *Potencial vetora – mosca minadora vetora de vírus*. Cultivar Hortaliças e frutas, Pelotas, n. 90, p.22-23.
- Sharma VC and Arora BR. (1987) *Journal of Agricultural. Science*,108, 321-329.

Silva, E. de B., De Resende, J. C. F., & Cintra, W. B. R. (2001). *Resposta do Feijoeiro a Doses de Fósforo em Solo Arenoso* (6.^a ed.). Ciência Rural, vol. 31, pp. 973-977

Shep. (2009). *Potato Production*. Smallholder Horticulture Empowerment & Promotion Project for Local and Up-Scaling (SHEP PLUS).

Quadros, D. A., Iung, M. C., Ferreira, S. M. R., & Freitas, R. J. S. (2009). *Composição química de tubérculos de batata para processamento, cultivados sob diferentes doses e fontes de potássio*. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.29.

Tantowijoyo, W., & Van De Fliert, E. V. (2006). *All about Potatoes: A Handbook to the Ecology and Integrated Management of Potato*. CIP-Region & FAO.

Tein, B., Kauer, K., Eremeev, V., Luik, A., Selge, A., & Loit, E. (2014). *Farming systems affect potato (Solanum tuberosum L.) tuber and soil quality*. Field Crops Research 156:1-11.

United States Agency for International Development-USAID. (2011). *Potato production: Planting through harvest*. Imma-IRAQ, Washington.

Van Dam, J., Kooman, P. L., & Struik, P. C. (1996). *Effects of temperature and photoperiod on early growth and final tubers in potato (Solanum tuberosum L.)*. Potato research 39: 51-62.

Viana, J. S. (2019). *Produção e Qualidade de Batata Sob Influência de Fertilização, Massa de Tubérculos Sementes e Regimes Hídricos* [Dissertação de mestrado]. 67p: il., tabs.

Vichiato, M., Carvalho, J. G., Vichiato, M. R. M., & Silva, C. R. R. (2009). *Interações fósforo-magnésio em mudas de mamoeiros Tainung n^o. 1 e Improved Sunrise Solo 72/12*. Ci Agrotec.33:1265-1271.

Vitti, G. C., Tavares, J. E., Luz, P. H. C., Favarin, J. L & Costa, M. C. G. (2002). *Influência da mistura de sulfato de amônio com ureia sobre a volatilização de nitrogênio amoniacal*. Revista Brasileira de Ciência do Solo, Viçosa, v.26, p.663-671.

Whitehead, A.G. & Hemming, J.R. (1965). *A comparison of some quantitative methods of extracting small vermiform nematodes from soil*. Annals of Applied Biology, 55: 25-38.

Zelalem, A., Tekalign, T., & Nigussie, D. (2009) *Response of potato (Solanum tuberosum L.) to different rates of nitrogen and phosphorus fertilization on vertisols at Debre Berhan, in the central highlands of Ethiopia* (2.^a ed.). African Journal of Plant Science. 3:16-24.

7. ANEXOS

ANEXO 1. Análise de Variâncias

1.1 Número de Caules

. anova caules bloco tratamento

Number of obs = 20 R-squared = 0.7152
 Root MSE = .547068 Adj R-squared = 0.5491

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	9.0201172	7	1.2885882	4.31	0.0133
bloco	2.8802734	3	.96009115	3.21	0.0619
tratamento	6.1398437	4	1.5349609	5.13	0.0121
Residual	3.5914062	12	.29928385		
Total	12.611523	19	.66376439		

. predict a,r

. swilk a

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
a	20	0.96114	0.920	-0.168	0.56681

. hettest a

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: a

chi2(1) = 3.49

Prob > chi2 = 0.0616

```
. pwmean caules, over(tratamento) mcompare(tukey) cimeans groups sort
Pairwise comparisons of means with equal variances
over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	10

caules	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
1	2.375	.3284225	A
2	2.828125	.3284225	AB
4	3	.3284225	AB
3	3.34375	.3284225	AB
5	4.03125	.3284225	B

1.2 Altura das Plantas

```
. anova altura bloco tratamento
```

	Number of obs =	20	R-squared =	0.8323	
	Root MSE =	6.87512	Adj R-squared =	0.7344	
Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	2814.6703	7	402.09576	8.51	0.0008
bloco	151.54549	3	50.515164	1.07	0.3988
tratamento	2663.1248	4	665.7812	14.09	0.0002
Residual	567.20695	12	47.267246		
Total	3381.8772	19	177.99354		

```
. swilk a
```

Shapiro-Wilk W test for normal data

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
a	20	0.91172	2.090	1.485	0.06874

```
. hettest a
```

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity

Ho: Constant variance

Variables: a

chi2(1) = 3.76

Prob > chi2 = 0.0524

```
. pwmean altura, over(tratamento) mcompare(tukey) cimeans groups sort
Pairwise comparisons of means with equal variances
over          : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	10

altura	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
1	29.35	3.461099	A
3	39.425	3.461099	AB
2	40.825	3.461099	AB
4	44.525	3.461099	B
5	64.5	3.461099	

1.3 Diâmetro da Canópia

```
. anova diametrodacanopia bloco tratamento
```

```
Number of obs =      20    R-squared      = 0.7748
Root MSE      =    3.6174    Adj R-squared = 0.6434
```

Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	540.22795	7	77.175421	5.90	0.0038
bloco	18.541271	3	6.1804235	0.47	0.7072
tratamento	521.68668	4	130.42167	9.97	0.0009
Residual	157.02679	12	13.085566		
Total	697.25473	19	36.697618		

```
. swilk a
```

```
Shapiro-Wilk W test for normal data
```

Variable	Obs	W	V	z	Prob>z
a	20	0.96300	0.876	-0.267	0.60535

```
. hettest a

Breusch-Pagan / Cook-Weisberg test for heteroskedasticity
Ho: Constant variance
Variables: a

      chi2(1)      =      3.73
      Prob > chi2  =      0.0534

. pwmean diametrodacanopia, over(tratamento) mcompare(tukey) cimeans groups sort

Pairwise comparisons of means with equal variances

over      : tratamento
```

	Number of Comparisons
tratamento	10

diametroda~a	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
1	43.17188	1.710595	B
2	47.8125	1.710595	AB
3	51.26771	1.710595	A
4	51.27232	1.710595	A
5	58.76563	1.710595	

1.4 Número de Tubérculos por Planta

```
. anova numerodetuberculosporplanta bloco tratamento
```

	Number of obs =	20	R-squared =	0.4236	
	Root MSE =	1.29225	Adj R-squared =	0.0874	
Source	Partial SS	df	MS	F	Prob>F
Model	14.728711	7	2.1041016	1.26	0.3456
bloco	.99902344	3	.33300781	0.20	0.8948
tratamento	13.729688	4	3.4324219	2.06	0.1502
Residual	20.039063	12	1.6699219		
Total	34.767773	19	1.8298828		

1.5 Rendimento Comercial

rendimento~1	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
1	5.859375	.9413126	A
4	8.59375	.9413126	A
2	9.602865	.9413126	A
3	9.635417	.9413126	A
5	9.830729	.9413126	A

1.6 Rendimento Total

rendimento~1	Mean	Std. Err.	Tukey Groups
tratamento			
1	12.36979	1.063113	B
4	16.86198	1.063113	AB
2	17.41536	1.063113	A
3	17.96875	1.063113	A
5	20.57292	1.063113	A

ANEXO 2. Análise de Correlação de Pearson Entre as Variáveis

```
. spearman caules altura diametrodacanopia numerodetuberculosporplanta pesodetubepesosostubmediosqueno pesodostubmedios pesodostubgrandes re
> ndimentocomercial rendimentototaldostuberculos, stats [rho] star (0.05)
(obs=20)
```

	caules	altura	diamet~a	numero~a	pesode~o	pesod~os	pesod~es	rendim~l	rendim~s
caules	1.0000								
altura	0.3298	1.0000							
diametroda~a	0.7728*	0.5073*	1.0000						
numerodetu~a	0.6644*	0.4597*	0.6703*	1.0000					
pesodetubp~o	0.6127*	0.4333	0.6180*	0.9021*	1.0000				
pesodostu~os	0.1336	0.3089	0.2595	0.1974	0.0389	1.0000			
pesodostu~es	0.2410	0.3078	0.4053	0.0790	0.0456	0.1480	1.0000		
rendimento~l	0.2138	0.3612	0.4878*	0.1138	-0.0313	0.6631*	0.7656*	1.0000	
rendimento~s	0.5555*	0.6181*	0.7509*	0.7222*	0.7219*	0.5013*	0.5249*	0.6102*	1.0000

ANEXO 3. Correlação de Pearson

Coeficiente de correlação	Correlação
$r = 1$	Perfeita positiva
$0,8 \leq r < 1$	Forte positiva
$0,5 \leq r < 0,8$	Moderada positiva
$0,1 \leq r < 0,5$	Fraca positiva
$0 < r < 0,1$	Ínfima positiva
0	Nula
$-0,1 < r < 0$	Ínfima negativa
$-0,5 < r \leq -0,1$	Fraca negativa
$-0,8 < r \leq -0,5$	Moderada negativa
$-1 < r \leq -0,8$	Forte negativa
$r = -1$	Perfeita negativa