

UNIVERSIDADE CATÓLICA DE MOÇAMBIQUE
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRONÓMICAS

**Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja
[(*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e
fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè.**

Autor: Jorlindo Arlindo Jorge Sargento

Cuamba

Novembro de 2023

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE QUATRO GENÓTIPOS DA
CULTURA DE SOJA [*Glycine Max* L.) Merrill] SOB EFEITO DA
APLICAÇÃO DO INOCULANTE E FÓSFORO NAS CONDIÇÕES
AGRO-ECOLÓGICAS DO DISTRITO DE GURÚÈ.**

AUTOR: JORLINDO ARLINDO JORGE SARGENTO

A presente monografia é submetida à
Universidade Católica de Moçambique,
Faculdade de Ciências Agronómicas,
como condição parcial para a obtenção
do grau de Licenciatura em Agronomia.

Supervisor: Mestre Mussa Juma Joaquim, Msc.

Co-Supervisor: Eng Aniceto Buck Mariano.

Cuamba

Novembro de 2023

**AVALIAÇÃO DO RENDIMENTO DE QUATRO GENÓTIPOS DA
CULTURA DE SOJA [*Glycine max* L.] MERRIL] SOB EFEITO DA
APLICAÇÃO DO INOCULANTE E FÓSFORO NAS CONDIÇÕES AGRO-
ECOLÓGICAS DO DISTRITO DE GURUÊ**

JORLINDO ARLINDO JORGE SARGENTO

O presente trabalho é submetido a Universidade Católica de Moçambique, Faculdade de Ciências Agronómicas, como requisito para obtenção do grau de Licenciatura em Agronomia.

Aprovação do Júri:

O presente trabalho foi sujeito a avaliação do júri no dia 03 de Abril de 2024, tendo sido aprovado com a classificação final de 15 valores.

Júri Examinador:

Presidente:

Sueco Albino Cipriano

Eng.º Sueco Albino Cipriano, MSc (UCM-FCA)

Oponente:

Barreeta C. V. Savanguane

Enga. Barreeta Savanguane, MSc (UCM-FCA)

Supervisor:

Mussa Juma Joaquim

Eng.º Mussa Juma Joaquim, MSc (UCM-FCA)

Cuamba, Maio de 2024

Declaração de honra

Eu Jorlindo Arlindo Jorge Sargento, declaro por minha honra, que a presente monografia para obtenção do grau académico de licenciatura em agronomia, na Faculdade de Ciências Agronómicas da Universidade Católica de Moçambique, em Cuamba-Moçambique, Niassa, com o tema “Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [(*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè”, é da minha própria autoria, e que a mesma nunca foi examinada por outra Universidade. A autenticidade dos dados e os resultados desta monografia têm como testemunho os supervisores da mesma.

Cuamba, Novembro de 2023

Autor

(Jorlindo Arlindo Jorge Sargento)

Dedicatória

Eu dedico este trabalho a minha família, em especial aos meus pais, Arlindo Jorge Sargento e Josefa Custódio Manuel Sargento.

A minha querida Irmã, Arsélia Arlindo Jorge Sargento.

Aos meus amigos, Albeia Fernando, Anacleto Baptista Henriques, Amisse Rafael Saúde, Jardel Das Neves, Edson Chibequete, Zainaba Américo Simenha, Dércio Cesário Felisberto Serafim, Ivan Isaías dos Amores, Yuran Ebraimo António, Lucrécia Jorge Fabião e Dulcídia Daniel pelo apoio e pela amizade durante o período de tempo que permanecemos juntos.

Ao meu amigo Shelton Gabriel e Paizane pela força e encorajamento.

Agradecimentos

Primeiramente gostaria de agradecer a Deus pela vida, pelas bênçãos, pela força que tem me dado durante todo esse período e pelos bons momentos que passei durante os cinco anos de aprendizado. Hoje, aqui e agora encerro mais uma etapa em minha vida, com erros, dificuldades, e acertos, mas apesar de tudo com uma eterna gratidão pelas vivências e pelo aprendizado.

Agradecer ao Instituto Internacional de Agricultura Tropical, em especial aos representantes no distrito de Gurúè, Eng. Francisco Domingos Raimundo, Eng. Aniceto Buck Mariano e Mrs. John Makwere pelo acolhimento, pelas orientações e pela ajuda no meu crescimento profissional.

Aos meus Supervisores Eng. Mussa Juma Joaquim, Eng. Aniceto Buck Mariano, pelas orientações científicas dadas durante a realização do trabalho, e pela experiência transmitida durante todo percurso do trabalho.

A todos vocês dizer que seguirei cada passo e cada conselho dado, de tal modo que os levarei como inspirações na minha jornada profissional.

Muito obrigado!

Resumo

Durante a campanha agrícola 2022/2023, conduziu-se um ensaio nos campos do Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), no distrito de Gurúè a 15.34121° ao Sul e 036.77928° ao Este e a 734 m de altitude. Com o objetivo de avaliar o rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [(*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do Inoculante e Fósforo. Os genótipos utilizados foram, (TGx 2014-16FM, TGx 2014-21FM, TGx 2001-24FM e TGx 2002-35FM). E para implementação do estudo foi usado o Delineamento de Blocos Completos Casualizados (DBCC) num arranjo bifatorial. Constituído por quatro repetições, que apresentaram casualmente os seguintes tratamentos: A- Sem entrada; B- Fósforo: 220 g/parcela; C- Inoculante (Nodumax): 100 g/10 kg de semente; D- Fósforo + Inoculante. Apresentando 16 parcelas em cada repetição e, as dimensões de cada parcela foram de 10m², usaram-se duas sementes por covacho, sendo interiormente compostas por cinco linhas, e o espaçamento entre linhas foi de 50 cm, entre plantas 10 cm, entre parcelas 0.5 m e entre repetições 2 m. A área total foi de 1222m² correspondendo á 47 m de comprimento e 26 m de largura. As variáveis analisadas foram: Altura da planta (cm), número e o peso de nódulos, número de vagens por planta, peso de 100 sementes e o rendimento (kg/ha). Usou-se o pacote estatístico SISVAR para a análise de dados, visando às diferenças dos tratamentos em teste de TURKEY ao nível de 5% de significância para comparação de médias. Dos resultados obtidos, o maior rendimento médio foi de 3242.25 kg/ha no genótipo (TGx 2001-24FM) combinado ao (P₂O₅ + Inoculante) e o menor 2012.50 kg/ha no genótipo (TGx 2002-35FM) combinado ao (Inoculante). Contudo, concluiu-se que os diferentes métodos de aplicação dos insumos (inoculante e fósforo) tiveram um efeito significativo sobre o rendimento do grão nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè.

Palavras chaves: Soja [(*Glycine Max* L.) Merrill]; Genótipos; Inoculante; Fósforo.

Abstract

During the 2022/2023 agricultural season, a trial was conducted in the fields of the International Institute of Tropical Agriculture (IITA), in the district of Gurúè at 15.34121° to the South and 036.77928° to the East and at 734 m altitude. With the objective of evaluating the yield of four genotypes of the soybean crop [(*Glycine Max* L.) Merrill] under the effect of the application of Inoculant and Phosphorus. The genotypes used were (TGx 2014-16FM, TGx 2014-21FM, TGx 2001-24FM and TGx 2002-35FM). And to implement the study, the Randomized Complete Block Design (DBCC) was used in a bifactorial arrangement. Consisting of four replications, which randomly presented the following treatments: A- No input; B- Phosphor: 220 g/portion; C- Inoculant (Nodumax): 100 g/10 kg of seed; D- Phosphor + Inoculant. Presenting 16 plots in each replication and the dimensions of each plot were 10m², two seeds were used per hole, being internally composed of five rows, and the spacing between rows was 50 cm, between plants 10 cm, between plots 0.5 m and between replications 2 m. The total area was 1222m² corresponding to 47 m in length and 26 m in width. The variables analyzed were: Plant height (cm), number and weight of nodules, number of pods per plant, weight of 100 seeds and yield (kg/ha). The SISVAR statistical package was used for data analysis, aiming at the differences between treatments in the TURKEY test at a 5% significance level for comparing means. From the results obtained, the highest average yield was 3242.25 kg/ha in the genotype (TGx 2001-24FM) combined with (P2O5 + Inoculant) and the lowest 2012.50 kg/ha in the genotype (TGx 2002-35FM) combined with (Inoculant). However, it was concluded that the different input application methods (inoculant and phosphorus) had a significant effect on grain yield in the agro-ecological conditions of the Gurúè district.

Keywords: Soybean [(*Glycine Max* L.) Merrill]; Genotypes; Inoculant; Phosphor.

Lista de abreviaturas

DARS – Department of Agricultural Research Services

CBI – Crop Breeding Institute

FAOSTAT - Food and Agriculture Organization

ICM, IP - Instituto de Cereais de Moçambique

IITA - Instituto Internacional de Agricultura Tropical

IIAM - Instituto de investigação agrária de Moçambique

FBN - Fixação Biológica de Nitrogénio

CIAT - International Center for Tropical Agriculture

ICRISAT - International Crops Research Institute for the Semi-Arid Tropics

INAGE – Instituto Nacional de Agrometeorologia

TGx - Tropical Glycine Cross

REP - Repetição

ALTP - Altura da planta

NODP - Número de nódulos por planta

PNODP - Peso de nódulos por planta

VAGP - Número de vagens por planta

P100S - Peso de 100 sementes

RENDG - Rendimento do grau

P₂O₅ - Pentóxido de fósforo

CV - Coeficiente de variação

ANOVA - Análise de Variância

Lista de tabelas

Tabela 1. Descrição das fases de desenvolvimento da soja.....	12
Tabela 2. Pragas que atacam a cultura de soja.....	18
Tabela 3. Doenças frequentes na cultura de soja em África.....	19
Tabela 4. Variedades recomendadas resistentes a algumas doenças para a região norte e centro do país.....	20
Tabela 5. Rendimento médio em ton/ha e peso de 100 sementes em (g) de algumas variedades da cultura de soja	21
Tabela 6. Rendimento potencial em (kg/ha) e peso de 100 sementes (g) de alguns genótipos melhorados pelo IITA, Seed Co Group, DARS, Semillas e CBI.....	22
Tabela 7. Características agronómicas dos genótipos ensaiados	33
Tabela 8. Codificação do ensaio e descrição dos tratamentos.....	34
Tabela 9. Esquema da ANOVA para Delineamentos de blocos completos casualizados usando dois (2) factores de estudo.....	39
Tabela 10. Classificação geral do coeficiente de variação	39
Tabela 11. Interpretação do coeficiente de Pearson.....	40
Tabela 12. Valores de Pr encontrados nas fontes de variação	42
Tabela 13. Comparação das médias de altura da planta (cm) nos tratamentos em estudo.....	43
Tabela 14. Comparação das médias do número de nódulos por planta nos tratamentos em estudo	45
Tabela 15. Comparação das médias do peso de nódulos (mg) nos tratamentos em estudo.....	47
Tabela 16. Comparação das médias do número de vagens por planta nos tratamentos em estudo	50
Tabela 17. Comparação das médias do peso de 100 sementes (g) nos tratamentos em estudo.....	52
Tabela 18. Comparação das médias do rendimento do grão em (kg/ha) nos tratamentos em estudo	54

Lista de gráficos

Gráfico 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) registada durante o ciclo vegetativo da cultura	30
Gráfico 2. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2014-16FM..	57
Gráfico 3. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2014-21FM..	58
Gráfico 4. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2014-24FM..	59
Gráfico 5. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2002-35FM..	60
Gráfico 6. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2014-16FM	61
Gráfico 7. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2014-21FM	62
Gráfico 8. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2001-24FM	63
Gráfico 9. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2002-35FM	64

Lista de apêndices

Apêndice 1. Protocolo de ensaio	72
Apêndice 2. Esquema do ensaio	73
Apêndice 3. Cronograma de actividades	74
Apêndice 4. Dados brutos.....	75
Apêndice 5. Tabela de análise de variância de altura da planta (cm)	80
Apêndice 6. Tabela de análise de variância do número de nódulos.....	80
Apêndice 7. Tabela de análise de variância do peso de nódulos (mg).....	80
Apêndice 8. Tabela de análise de variância do número de vagens por planta.....	81
Apêndice 9. Tabela de análise de variância do peso de 100 sementes (g)	81
Apêndice 10. Tabela de análise de variância do rendimento (kg/ha).....	81
Apêndice 11. Imagens relacionadas ao estudo	82

Lista de Anexos

Anexo 1. Mapa do distrito de Gurúè.....	86
---	----

Índice

Declaração de honra	I
Dedicatória.....	II
Agradecimentos	III
Resumo..	IV
Abstract.....	V
Lista de abreviaturas.....	VI
Lista de tabelas.....	VII
Lista de gráficos	VIII
Lista de apêndices	IX
Lista de Anexos.....	X
CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO	1
1.1. Generalidades	1
1.1. Definição do problema	3
1.3. Justificativa	4
1.4. Objectivos do estudo.....	6
1.4.1. Objectivo Geral.....	6
1.4.2. Objectivos específicos.....	6
1.5. Hipóteses de estudo.....	6
CAPÍTULO II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	7
2.1. Origem e distribuição da soja.....	7
2.2. Classificação Taxonómica	7
2.3. Morfologia	7
2.3.1. Raiz.....	8
2.3.2. Caule	8
2.3.3. Folhas.....	8

2.3.4. Flores	8
2.3.5. Frutos	9
2.3.6. Semente.....	9
2.4. Fisiologia.....	9
2.4.1. Germinação das sementes	9
2.4.2. Emergência das sementes.....	10
2.4.3. Inflorescência	10
2.4.4. Metabolismo	10
2.4.5. O processo da Fixação Biológica de Nitrogénio (FBN)	11
2.5. Fenologia.....	12
2.6. Importância social e económica da soja	12
2.7. Factores que influenciam a produção de soja	13
2.7.1. Temperatura	13
2.7.2. Precipitação	14
2.7.3. Fotoperíodo	14
2.7.4. Solos.....	15
2.7.5. Maneio cultural de soja.....	15
2.7.5.1. <i>Seleção e preparação do solo</i>	15
2.7.5.2. <i>Sementeira</i>	15
2.7.5.3. <i>Época de sementeira</i>	16
2.7.5.4. <i>Taxa de sementeira</i>	16
2.7.5.5. <i>Adubação</i>	16
2.7.5.6. <i>Colheita</i>	17
2.7.5.7. <i>Infestantes</i>	17
2.7.6. Pragas.....	17
2.7.7. Doenças.....	18

2.7.8. Qualidade de sementes.....	19
2.7.9. Escolha da variedade	19
2.7.10. Genótipo	21
2.7.10.1. <i>Potencialidades da produtividade de alguns genótipos da cultura de soja</i> ..	21
2.7.11. Inoculante.....	22
2.7.11.1. <i>Tipos de inoculante</i>	23
2.7.11.2. <i>Cuidados na aquisição dos inoculantes e na inoculação das sementes</i>	24
2.7.11.3. <i>Cuidados na inoculação das sementes</i>	24
2.7.11.4. <i>Formas de inoculação</i>	24
2.7.11.5. <i>Efeito do inoculante na cultura de soja</i>	25
2.7.12. Fósforo	27
2.7.12.1. <i>Efeito da adubação fosfatada na cultura de soja</i>	28
CAPÍTULO III. MATERIAIS E MÉTODOS	30
3.1. Descrição do local de ensaio	30
3.1.1. Clima, hidrografia e solos	30
3.2. Materiais	31
3.2.1. Descrição dos materiais usados	31
3.2.1.1. <i>Sementes</i>	31
3.2.1.2. <i>Adubo</i>	31
3.2.1.3. <i>Inoculante</i>	32
3.2.1.4. <i>Balança Electrónica</i>	32
3.2.1.5. <i>Balança de precisão</i>	32
3.2.1.6. <i>Pulverizador dorso</i>	32
3.2.1.7. <i>Pesticidas</i>	32
3.2.1.8. <i>Diastimétro</i>	32
3.2.1.9. <i>Humidómetro</i>	32

3.3.	Métodos e delineamento do ensaio	33
3.3.1.	Codificação do ensaio	34
3.3.2.	Condução do ensaio	34
3.3.2.1.	<i>Preparação do solo, sementeira, adubação e inoculação das sementes</i>	35
3.3.2.2.	<i>Emergência, desbaste, sacha, amontoa e pulverizações</i>	36
3.3.2.3.	<i>Colheita</i>	37
3.3.2.4.	<i>Variáveis analisadas</i>	37
3.3.4.	Análise estatística.....	38
3.3.5.	Correlação entre as variáveis analisadas	40
3.4.	Constrangimentos.....	41
CAPÍTULO IV. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÕES		42
4.1.	Tabela resumo sobre as probabilidades em função das fontes de variação	42
4.2.	Variável de crescimento.....	43
4.2.1.	Altura das plantas (cm)	43
4.3.	Componentes da FBN (número e peso de nódulos)	45
4.3.1.	Número de nódulos.....	45
4.3.2.	Peso de nódulos (mg).....	47
4.4.	Variáveis de rendimento	50
4.4.1.	Número de vagens	50
4.4.2.	Peso de 100 sementes (g).....	52
4.4.3.	Rendimento do grão (kg/ha).....	54
4.4.	Correlação entre as variáveis de rendimento e o rendimento do grão.....	57
4.4.1.	Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2014-16FM	57
4.4.2.	Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2014-21FM	58

4.4.3. Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2001-24FM	59
4.4.4. Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2002-35FM	60
4.4.5. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2014-16FM.....	61
4.4.6. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2014-21FM.....	62
4.4.6. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2001-24FM.....	63
4.4.6. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2002-35FM.....	64
CAPÍTULO V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	65
5.1. Conclusões	65
5.2. Recomendações	66
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	67
ANEXOS E APÊNDICES.....	71

CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

1.1. Generalidades

A cultura de soja, cientificamente conhecida por [*Glycine Max* L.) Merrill] pertence à família *Fabaceae* (*Leguminosae*), originária da Ásia, na região nordeste da China, é considerada uma das culturas de maior importância económica mundial, com ampla adaptação aos climas tropicais e subtropicais (Alves, 2018).

A soja [*Glycine Max* L.) Merrill] constitui uma das maiores culturas de rendimento e a maior fonte de proteínas (30%) e de óleo alimentar (20%) para muitas famílias Moçambicanas. É uma cultura melhoradora do solo através da fixação biológica de nitrogénio atmosférico. Assim como produção de forragem para alimentação animal (Muananamule., Boina., & Colial., 2017, p. 8).

Mundialmente, de acordo com a FAOSTAT (2019), citado em Instituto de Cereais de Moçambique (2023), os quatro maiores produtores de soja no mundo foram, Brasil com 114 milhões de toneladas, seguido dos Estados Unidos da América com 96 milhões de toneladas, Argentina com 55 milhões de toneladas e China com 15 milhões de toneladas.

Ao nível do continente africano, de acordo com a FAOSTAT (2019), citado em ICM, IP (2023), nos países africanos a produção de soja em 2019 foi liderada pela África do Sul, com um total produzido de um milhão de toneladas, seguido da Nigéria com 630 mil toneladas e Zâmbia com 281 mil toneladas.

Em Moçambique, a cultura de soja é fomentada para a multiplicação de semente, comercialização de sementes certificadas, teste de variedades e diferentes pesquisas relacionadas com o melhoramento da cultura pelo IITA em parceria com o IIAM, não só, como também em outras instituições relacionadas com o sector agrário (Instituto Internacional de Agricultura Tropical, 2023).

De acordo com Janeque, Costa, e Santana (2021), nacionalmente, a cultura de soja é produzida na zona centro e norte, nas províncias de Zambézia, Tete, Niassa, Manica e Nampula, mas a sua produção como cultura de rendimento está concretamente em Zambézia, Nampula e Niassa, sendo a província da Zambézia a maior produtora nacional, em termos da área plantada e do número de produtores.

Segundo o ICM, IP (2023), os dados históricos da produção dos últimos cinco anos, mostram que Moçambique teve uma tendência crescente na produção da cultura de soja, em que no ano de 2019 correspondente a campanha agrícola de 2018/2019, a produção foi de 48 mil toneladas, correspondendo a 4.800 kg/ha já para o ano de 2020 foi de 51 mil toneladas, correspondendo a 5.100 kg/ha.

Ao nível distrital, de acordo com Hanlon e Smart (2013), o distrito de Gurúè, na campanha de 2012/13 produziu quase 6000 toneladas de soja, o que corresponde a 600 kg/ha acrescentando mais de dois milhões de dólares á economia nacional. A soja é vista como uma história de sucesso, uma cultura lucrativa para pequenos proprietários de terra que está a crescer rapidamente, visto que um número elevado de agricultores no distrito de Gurúè tornaram-se pequenos agricultores comerciais graças à cultura de soja. Os grãos de soja são agora procurados como ração de galinhas e o preço actual pode variar de 18, 20 á 40 MTs/kg.

No que diz respeito à inoculação de sementes e a aplicação do fósforo no solo, alguns artigos de pesquisas afirmam que, por meio do método de inoculação nas sementes com (*Bradyrhizobium japonicum*) na cultura de soja pode-se obter uma produtividade média no rendimento do grão superior a 3200 kg/ha (Zilli., Gianluppi., Campo., Rouws., & Hungria., 2010). E segundo Woomer, Huising e Giller (2013), quando aplicado fosfóro o rendimento pode chegar até 2856 kg/ha e quando há interação de inoculante e fosfóro pode se obter um rendimento de até 3055 kg/ha.

Em observação aos baixos rendimentos da cultura de soja obtidos pelos produtores no distrito de Gurúè nos últimos anos, pretendia-se com esta investigação avaliar o rendimento de quatro genótipos de soja [(*Glycine Max* L.) Merrill], (TGx 2014-16FM, TGx 2014-21FM, TGx 2001-24FM e o TGx 2002-35FM), sob efeito da aplicação do Inoculante (NoduMax) e Fósforo (P₂O₅), no intuito de perceber o resultado no rendimento do grão dos genótipos submetidos a diferentes métodos de aplicação dos insumos, distando, se os genótipos referidos poderão ser libertos como variedades oficiais.

1.2. Definição do problema

Estima-se que o rendimento médio da soja em Moçambique no sector familiar é de 500 a 700 kg/ha, sendo este muito inferior quando comparado com o rendimento potencial desta cultura encontrado pelas instituições de investigação, em particular o IITA de 3500 kg/ha, isso mostra que nem todas as recomendações para a boa produtividade da cultura de soja estão a ser seguidas pelos produtores, isto por falta de informações de quais medidas adoptar para incrementar a produtividade desta cultura (IITA, 2023).

Actualmente, em Moçambique, existe vários tipos de variedades da cultura de soja, adubos e inoculantes a disposição do produtor. Contudo, as informações sobre os efeitos da eficácia no uso do fósforo e a inoculação das sementes no rendimento de determinadas variedades são escassas. Restringindo assim, a força de decisão do produtor na escolha de variedades a produzir através do uso do fósforo ou do inoculante.

No distrito de Gurúè, a produção da cultura de soja tem sido feita maioritariamente por pequenos produtores, e estes nos últimos anos têm obtido baixos rendimentos associados às mudanças climáticas, ao uso de variedades pouco produtivas, ao desgaste do material genético, as práticas culturais inadequadas e a falta de uso de insumos viáveis (sementes, adubos e inoculantes), que de certa forma influenciam negativamente no rendimento do grão. Com estes pressupostos, estabeleceu-se um ensaio para avaliar o rendimento de quatro genótipos de soja sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo, com o propósito de obter resposta sobre a seguinte pergunta:

- ***Qual será o efeito da aplicação do inoculante e fósforo sobre o rendimento dos quatro genótipos de soja em estudo?***

1.3. Justificativa

No distrito de Gurúè, a cultura de soja tem grande importância social e económica, dado que esta constitui uma das maiores culturas de rendimento, a maior fonte de proteínas e de óleo alimentar para muitas famílias Moçambicanas. Através da comercialização de soja, os pequenos produtores no distrito conseguem realizar a educação das crianças, garantir a assistência sanitária e reduzir a insegurança alimentar e nutricional no seio familiar. Fato este que torna relevante o conhecimento dos genótipos com um potencial de rendimento ainda maior e o conhecimento de insumos viáveis para incrementar o rendimento potencial destes genótipos.

Quando se pretende maximizar o rendimento da cultura de soja, a introdução de novas variedades com potencial, a inoculação das sementes e a aplicação de fertilizantes fosfatados são aspectos importantes a ter em conta, sendo relevante a condução de investigações que visam à identificação de variedades que apresentem melhores rendimentos sob a aplicação dos insumos (Inoculante e o Fósforo) nas condições de uma determinada região.

Uma vez determinados os genótipos com potencial de rendimento elevado e quais responderam melhor aos tratamentos, irá contribuir para o aumento do potencial do rendimento da soja, desta forma, garantindo o aumento da renda familiar, da segurança alimentar e nutricional dos produtores da cultura, bem como no abastecimento das indústrias do sector, consequentemente o aumento da área plantada, do número de produtores e um crescimento económico, trazendo um impacto positivo nos aspectos sociais e económicos. E ainda, para os produtores da cultura de soja, através do conhecimento do potencial de rendimento dos diferentes genótipos com ou sem a aplicação dos insumos, vai ajudar no planeamento da campanha usando os genótipos mais produtivos, inoculantes adequados, a dose e a quantidade de fósforo adequada para as condições locais.

Ao nível das instituições de investigação, dotarão de mais uma fonte de pesquisa para a realização de mais estudos de modo a aumentar as potencialidades do rendimento nas variedades.

Para o nível académico, servirá como fonte de referência para futuras investigações relacionadas com a cultura de soja em Moçambique, também servirá de base para fornecer recomendações ajuizadas e científicas a todos que pretenderem produzir a cultura de soja usando estas variedades sob a aplicação ou sem a aplicação dos insumos no distrito de Gurúè bem como em outras zonas com condições climáticas similares à área de estudo, visando o aumento da produtividade desta cultura.

1.4. Objectivos do estudo

1.4.1. Objectivo Geral

- Avaliar o rendimento do grão de quatro genótipos de soja [*Glycine max* (L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè.

1.4.2. Objectivos específicos

- Determinar a altura das plantas em cada tratamento;
- Comparar os valores das componentes da FBN (número e peso de nódulos) em cada tratamento;
- Relacionar os genótipos com as variáveis de rendimento (número de vagens/planta, o peso de 100 sementes e o rendimento do grão) em cada tratamento;
- Comparar o rendimento em Kg/ha nos diferentes tratamentos em estudo.

1.5. Hipóteses de estudo

Para este estudo avançou-se com duas hipóteses:

1.5.1. Hipótese nula (H_0): A inoculação de sementes de diferentes genótipos da cultura de soja e a aplicação do fósforo não trás efeitos significativos sobre o rendimento dos genótipos de soja em estudo.

1.5.2. Hipótese alternativa (H_1): Existe pelo menos um tratamento que trás um efeito significativo sobre o rendimento dos quatro genótipos de soja em estudo.

CAPÍTULO II. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e distribuição da soja

De acordo com Silva (2021), a soja é uma planta de origem asiática, o seu cultivo é totalmente diferente se for comparado a uns cinco milênios atrás em que eram plantas tipo rasteiras desenvolvidas próximas a rios e lagos, nomeada de soja selvagem. Com o passar dos anos, a sua evolução começou com o surgimento de novas plantas das quais eram originárias do acasalamento natural entre duas sojas silvestres, também domesticadas e aprimoradas pelos chineses. Como mencionado, é uma cultura de origem no continente asiático, mas especificamente chinesa muito rica em proteínas, em que a sua introdução na agricultura foi feita há bastante tempo, com mais de 5.000 anos.

Em Moçambique, a soja foi introduzida no início da década de 1980 na localidade de Lioma, distrito de Gurúè, como uma cultura mecanizada intensiva em sequeiro com área compreendida entre 500 a 600 hectares/ano, mas parou devido à guerra civil 1984/85. Em 2003/04 foi reintroduzida em Lioma junto aos pequenos produtores, estimando-se uma produção nacional de 400 toneladas com uma demanda enorme da indústria avícola. Actualmente as principais províncias produtoras são: Niassa, Nampula, Zambézia, Tete e Manica (Janeque, Costa, & Santana, 2021).

2.2. Classificação Taxonómica

A soja cientificamente conhecida por, (*Glycine Max* (L.)) pertence ao reino: *Plantae*; divisão *Magnoliophyta*; classe *Magnoliopsida*; ordem *Fabales*; família *Fabaceae* (*Leguminosae*); subfamília *Faboideae* (*Papilionoideae*); género *Glycine*; e espécie *Glycine Max* (Martin, 2021).

2.3. Morfologia

Segundo Martin (2021), a forma como a planta da cultura de soja se desenvolve varia em função da variedade. Existem variedades com o crescimento determinado e variedades com o crescimento indeterminado.

- **Variedades com crescimento determinado:** são aquelas em que o caule termina com racemo terminal, o florescimento ocorre a partir do quarto ou quinto nó e progride ao ápice, apresentam uma estatura baixa e são precoces, a maturação das vagens acontece em simultâneo, exigência de fertilidade e a realização da sementeira em época ideal;
- **Variedades com o crescimento indeterminado:** são aquelas que não apresentam racemo terminal, o florescimento ocorre a partir do quarto ou quinto nó e progride para o ápice e também para a base, apresentam uma estatura alta, as vagens não amadurecem simultaneamente, pouca exigência á fertilidade e tolera a sementeira em época tardia.

2.3.1. Raiz

A soja é um vegetal herbáceo pertencente à família das Leguminosas, apresenta uma raiz principal, com um grande número de raízes secundárias e um comprimento até 1,8 cm, geralmente á 15 cm, e há presença de nódulos (Martin, 2021).

2.3.2. Caule

O seu caule é do tipo herbáceo, erecto, não muito ramificado, revestido de pelos e com altura média de 0.5 a 1.5m de comprimento. O desenvolvimento terminal depende do tipo de crescimento (Martin, 2021).

2.3.3. Folhas

A cultura de soja apresenta três tipos de folhas, nomeadamente, as cotiledonares ou embrionárias, as simples ou unifolioladas e as compostas ou trifolioladas. Suas folhas são do tipo alternadas, com pecíolos grandes de 7 a 15 cm de comprimento (Martin, 2021).

2.3.4. Flores

De acordo com Silva (2021), as flores da cultura de soja podem apresentar cores que variam de branca e roxa e podem ser completas ou perfeitas, possuem cálice e corola,

e órgãos sexuais que são o gineceu e androceu, sendo assim hermafrodita, assim podendo permitir a autofecundação, a flor possui um tamanho que varia de 3 a 10 mm.

2.3.5. Frutos

A cultura de soja desenvolve vagens levemente arqueadas que, de acordo com a maturação ocorre à mudança de cor verde para um castanho-claro contendo de uma a quatro sementes, mas, em geral, encontram-se vagens com duas a três sementes com coloração amarela palha ou preta (Silva, 2021). Segundo Martin (2021), as vagens podem apresentar 2 á 7 cm em média.

2.3.6. Semente

A semente da soja é arredondada ou achatada, a cor do tegumento é variada e pode ser amarela, verde ou preta, de hilo preto, castanho e cinzento, o peso de 100 sementes pode variar de 2 á 30 g (Martin, 2021).

2.4. Fisiologia

2.4.1. Germinação das sementes

De acordo com Silva (2021), a semente da soja possui a germinação do tipo hipógea, os cotilédones continuam abaixo do solo e não há o desenvolvimento do hipocótilo e sim do epicótilo. Os cotilédones são mais carnosos e ricos em nutrientes onde são usados para a germinação e no estabelecimento inicial. Vale ressaltar que essas espécies não precisam de tanta luz para o seu estabelecimento. As plantas que possuem esse tipo de germinação se estabelecem de forma mais lenta, porém em compensação crescem mais rápido do que as plantas com germinação epígea depois da fase de estabelecimento. Segundo a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (1979), os cotilédones suprem a planta de nutrientes por cerca de 14 dias, onde são usados para a germinação e no estabelecimento inicial.

Conforme Silva (2021), para a implantação da soja um dos pontos que devem ser muito considerados e de grande importância é o vigor das sementes, pois é um dos principais atributos com relação á qualidade fisiológica. Sementes que possuem baixo vigor tendem a não alcançar boa productividade.

De acordo com Muananamule, Boina, e Colial (2017), a semente é adquirida pelos produtores a partir das organizações fomentadoras da cultura de soja. É bastante importante, que os nossos produtores obtenham a semente via organizações de pesquisa quer seja públicas, internacionais ou empresas fornecedoras de insumos agrícolas licenciadas no território nacional.

2.4.2. Emergência das sementes

A emergência da semente de soja verifica-se no quarto a sétimo dia depois da sementeira, influenciada pela temperatura, humidade e qualidade das sementes (Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária, 1979).

Os processos fisiológicos da germinação quanto o vigor são influenciados pelos teores de proteínas, lipídios, amido e açúcares onde as sementes de baixo vigor tem uma velocidade de emergência inferior comparada com sementes de alto de vigor. As sementes de soja vindas de genótipos podem ter uma variância com relação à composição química por causa das condições ambientais da qual possa estar inserida (Silva, 2021).

2.4.3. Inflorescência

Segundo Silva (2021), a inflorescência ocorre na parte das axilas das folhas como também na parte do ápice das ramificações do caule. A abertura das flores ocorre no período da manhã, influenciada por questões de temperatura e humidade.

2.4.4. Metabolismo

A soja é uma planta do metabolismo fotossintético tipo C3, em que plantas pertencentes a este ciclo fotossintético recebem esse nome pelo ácido 3-fosfoglicérico, formado após a fixação do CO₂. As taxas de fotossíntese dessas plantas são elevadas o tempo todo, atingem as taxas máximas de fotossíntese em baixos índices de radiação solar. Vale ressaltar que são consideradas espécies que consomem muita água (Silva, 2021).

Os estômatos de plantas C3 se abrem durante o dia, quando a absorção de CO₂ torna-se necessária para que possa realizar a fotossíntese. A abertura dos estômatos ocorre

em um período que necessita de grande demanda respiratória aonde a captação do CO₂ para o processo fotossintético vem acompanhado de uma alta perda de água (Silva, 2021).

2.4.5. O processo da Fixação Biológica de Nitrogénio (FBN)

De acordo com a Embrapa (2005), o nitrogénio (N) é o nutriente mais consumido pela cultura de soja. Diz que, para cada 1000 kg de grãos produzidos são necessários 80 kg de N. O processo de FBN é uma associação simbiótica entre a soja e a bactéria do género *Bradyrhizobium*.

No processo da FBN o nitrogénio presente no ar (N₂) é transformado em formas que podem ser utilizadas pelas plantas. Este trabalho é feito por bactérias presentes no solo ou adicionadas através da inoculação. Em termos agrícolas, a simbiose entre bactérias fixadoras de nitrogénio denominadas rizóbios e as leguminosas é a mais significativa. Essas bactérias quando em contacto com as raízes das leguminosas, induzem a formação de nódulos onde ficam alojadas. E no interior dos nódulos ocorre o processo de aproveitamento do nitrogénio do ar. Com o processo da fixação biológica do nitrogénio é possível reduzir a necessidade da adubação química nitrogenada na soja que tem um custo elevado (Embrapa, 2016). Conforme Muananamule *et al.* (2017), a soja é uma cultura rentável ao nível mundial graças à administração deste fenómeno, permitindo a fixação de grandes quantidades de nitrogénio, resultando em aumento da produtividade sem a adição de nitrogénio químico. Portanto, as empresas de inoculantes procuram fazer produtos de elevada concentração de bactérias *Bradyrhizobium* para que o processo de inoculação seja o mais produtivo.

2.5. Fenologia

As plantas de soja possuem duas fases do seu desenvolvimento: a vegetativa representada pelo V e a reprodutiva representada pelo R (Silva, 2021).

Tabela 1. Descrição das fases de desenvolvimento da soja

Fase vegetativa		Fase reprodutiva	
Estádio	Denominação	Estádio	Denominação
VE	Emergência	R1	Início do florescimento
VC	Cotilédones	R2	Florescimento pleno
V1	Primeiro nó	R3	Início da formação de vagem
V2	Segundo nó	R4	Vagem completamente desenvolvidas
V3	Terceiro nó	R5	Início do enchimento do grão
Vn	Enésimo nó	R6	Grão cheio
		R7	Início da maturação
		R8	Maturação plena

Fonte: Adaptado de Martin (2021).

De acordo com Silva (2021), a fenologia da cultura de soja depende de vários factores agro-meteorológicos em que as plantas possuem certa sensibilidade em cada estágio que se encontra do seu desenvolvimento.

2.6. Importância social e económica da soja

A cultura desse grão é uma das mais importantes para a economia mundial devido às suas possibilidades de aplicação (Adama, 2022). De acordo com o ICM, IP (2023), os

grãos da soja podem ser utilizados na alimentação humana podendo-se adquirir vários derivados como, farinha de soja, pão de soja, leite de soja, papas de soja, xima de soja, caril de soja, além de ser matéria-prima para a produção de ração e óleo. Além do uso em rações, também é encontrado em produtos não alimentícios como, por exemplo, cola para madeira, medicamentos e biodiesel.

Em Moçambique, a produção de soja é importante pelos aspectos de ordem social, política, económica e tecnológica. Deste modo o cultivo da soja em Moçambique pode constituir-se como mais uma possibilidade para os produtores de diversificar a fonte de renda, incrementar conhecimentos em pacotes tecnológicos e participar como fornecedor de insumo de várias outras cadeias, como por exemplo, a cadeia de carnes e de produção de óleo. A expansão do cultivo da soja em Moçambique foi puxada pela procura da cadeia produtiva avícola e pela exportação. Portanto, o aprimoramento do cultivo da soja pode resultar em uma mudança na estrutura da economia tanto dos produtores como do país em geral, uma vez que o sector principal da economia de Moçambique é a agricultura (Janeque *et al*, 2021).

De acordo com Martin (2021), A semente da soja é composta por 36% de proteína, 19% de óleo, 19% de carboidratos insolúveis (Fibra), 9% de carboidratos solúveis, 13% de umidade e 4% de minerais.

2.7. Factores que influenciam a produção de soja

Para obter uma produtividade adequada com a cultura de soja, é necessário levar em considerações alguns factores que variam de práticas culturais adequadas, utilização de insumos viáveis (sementes, adubos e inoculantes), manejo integrado de infestantes, pragas e doenças, temperatura, precipitação, fotoperíodo e solos (Silva, 2021).

2.7.1. Temperatura

Segundo Faria, Nepomuceno e Neumaier (2007), ao referirem-se à temperatura:

A cultura de soja se adapta melhor em regiões onde as temperaturas variam entre 20°C a 30°C. Sendo que a temperatura ideal para o seu desenvolvimento está e torno de 30°C. Não se recomenda realizar a sementeira da soja quando a temperatura do

solo estiver abaixo dos 20 °C, pois a germinação e a emergência da planta ficam comprometidas. A faixa da temperatura ideal do solo recomendada para a sementeira varia de 20 a 30°C, sendo 25 °C a temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme. Por outro lado, as regiões que apresentam temperaturas menores ou iguais a 10 °C não são boas para a produção da soja, pois suas baixas temperaturas interferem negativamente no crescimento e desenvolvimento da cultura.

A floração da soja apenas ocorre se for induzida a temperaturas acima de 13 °C, mas, se for submetida a temperaturas acima de 40 °C ocorrerá o efeito adverso na sua taxa de crescimento, provocando complicações na floração, diminuição na altura da planta e diminuição da capacidade de retenção de vagens. Estas temperaturas elevadas também podem promover a maturação acelerada, e quando associadas à alta humidade podem interferir negativamente na qualidade dos grãos (Farias, Nepomuceno, & Neumaier, 2007).

2.7.2. Precipitação

De acordo com Silva (2021), a necessidade de água que a planta de soja precisa, vai aumentado na medida em que a planta se desenvolve, atingindo o seu máximo durante a floração e enchimento dos grãos cerca de 7 a 8 mm/dia. Para alcançar o máximo do potencial da produtividade dos grãos, ainda que possa haver variação em decorrência da variedade, em média para o bom crescimento e desenvolvimento da soja são necessários de 450 á 800 mm durante o ciclo de desenvolvimento da soja (Stoller, 2021).

2.7.3. Fotoperíodo

De acordo com Farias, Nepomuceno, e Neumaier (2007), para a adaptação de diferentes genótipos da cultura de soja a determinadas regiões depende, além das exigências hídricas e termícas, de sua exigência fotoperiódica. A sensibilidade ao fotoperíodo é a característica variável entre genótipos da cultura. Ou seja, cada genótipo possui seu fotoperíodo crítico, acima do qual o florescimento é atrasado. Por está razão, a soja é considerada planta de dia curto.

Conforme Silva (2021), o fotoperíodo junto a temperatura possuem grande influência sobre os primórdios reprodutivos e a taxa de desenvolvimento, estes reflectem na estatura da planta, no ciclo, e o seu potencial na produtividade de grãos.

2.7.4. Solos

A escolha do solo é de extrema importância para o sucesso do empreendimento agrícola. Neste sentido, é importante a observância dos seguintes pontos, não produzir a soja em solos com menos de 15% de argila, dando preferência produzir a cultura em solos com textura média de 30 a 35% de argila, bem drenados, com boa capacidade de retenção de água e com profundidade efectiva acima de 1 m. Evitar solos com impedimento físico, como afloramento rochoso, pedregosidade ou processo de salinização evidente. É necessário também dar preferência a áreas de topografia plana ou levemente inclinada, ou seja, com declividade de até 12%, possibilitando controlar a erosão e facilitar a mecanização e as actividades manuais de cultivo (Embrapa, 2005).

2.7.5. Maneio cultural de soja

2.7.5.1. Seleção e preparação do solo

De acordo com Muananamule *et al* (2017), o solo deve ser plano, com fertilidade média e não muito arenoso, porque nestes solos a capacidade de retenção de água é baixa. Para uma produção eficiente de soja, o solo deve ser preparado de forma apropriada (fazer uma lavoura e duas gradagens cruzadas e ao nível dos pequenos produtores geralmente esta actividade é feita manualmente) que permite o desenvolvimento da raiz das plantas, um controlo das infestantes e um melhor aproveitamento da água e dos nutrientes do solo. A cultura de soja desenvolve-se melhor em solos com teor elevado de matéria orgânica e pH entre 5,8 e 7,8.

2.7.5.2. Sementeira

Deve-se tentar semear variedades de ciclo médio a longo, com espaçamento de 75 cm entre linhas. Esta distância permite a entrada do tractor, sem estragar as plantas com os pneus. Para o sector não mecanizado, se a sementeira for feita com variedades de ciclo médio e longo, recomenda-se uma distância de 60 cm entre linhas e 10 cm entre

as plantas. No caso de semear variedades precoces, a distância entre linhas deve ser de 50 cm e entre plantas 5 cm (Muananamule *et al*, 2017).

Conforme Embrapa (2005), a cultura de soja deve ser semeada de 3 a 5 cm de profundidade. Profundidades superiores podem dificultar a emergência, e a sementeira deve ser feita em linha e aplicando duas sementes por covacho para um melhor desenvolvimento da cultura.

2.7.5.3. Época de sementeira

De acordo com Muananamule *et al* (2017), a época de sementeira é um dos factores que mais influenciam o rendimento da soja. A soja é bastante sensível à temperatura, duração do dia e a humidade. Se estes três factores não ocorrem de forma favorável, a cultura poderá ser afectada, principalmente na duração do ciclo, altura das plantas e no rendimento de grãos.

De modo geral, o período preferencial para a sementeira de soja na região norte de Moçambique vai desde 15 de Novembro aos 15 de Dezembro, ou seja, semear logo as primeiras chuvas.

2.7.5.4. Taxa de sementeira

A taxa de sementeira corresponde à semente necessária para um hectare. Para a cultura de soja a taxa da sementeira varia de 60 a 80 kg/ha, dependendo da variedade e do compasso usado (Muananamule *et al*, 2017).

2.7.5.5. Adubação

Em relação à fertilidade dos solos, a soja é uma planta que tem um nível de aproveitamento de nutrientes do solo, maior que muitas outras culturas. Em caso de solos apresentarem baixa fertilidade recomenda-se o uso de adubos, que salvo raras excepções dos solos de Moçambique, pode-se aplicar o fósforo até um máximo de 60 kg/ha de P₂O₅ sob forma de superfosfato simples, já que esta fórmula para além do fósforo necessário fornece também quantidades de enxofre e cálcio (Muananamule *et al*, 2017).

2.7.5.6. Colheita

De acordo com Muananamule *et al* (2017), a colheita da cultura da soja deve ser feita quando as plantas no campo atingirem a sua maturação plena, e os grãos apresentarem o teor de humidade entre 13 a 15%.

2.7.5.7. Infestantes

As infestantes reduzem os rendimentos porque prejudicam o crescimento das outras plantas e tornam o custo de mão-de-obra mais elevado. Por isso é importante remover ervas indesejadas. A periodicidade das sachas depende do nível de infestação das ervas daninhas, portanto evite manchas de solo onde há ocorrência de ervas daninhas com grande poder de colonização e competição (Instituto Internacional de Agricultura Tropical, 2018).

2.7.6. Pragas

A cultura de soja pode ser atacada por pragas desde a emergência das plantas até a fase de maturação fisiológica. Essas pragas são classificadas como de importância primária, regional ou secundária, em função da sua frequência e abrangência de ocorrência e do pontencial de danos que causam na cultura (Avila & Santos, 2018).

De acordo com Muananamule *et al.* (2017), a cultura de soja está sujeita ao ataque de numerosas espécies de insectos. Apesar dos danos, não se recomenda a aplicação preventiva, pois, além do grave problema de poluição ambiental, o uso desnecessário de produtos químicos pode elevar o custo de produção da soja. Pode-se tratar a soja quando o índice de ataque estiver entre 30 a 40% com insecticidas sintéticos. No sector familiar os produtores não têm tratado esta cultura contra as pragas.

De entre as principais pragas que atacam a cultura da soja, tem-se a destacar segundo Silva (2021), as que se encontram na tabela que se segue:

Tabela 2. Pragas que atacam a cultura de soja

Nome vulgar	Nome científico	Parte da planta atacada
Percevejo-verde	<i>Nezara viridula</i>	Grãos e vagens
Percevejo-verde-pequeno	<i>Piezodorus guildini</i>	Grãos e vagens
Percevejo-castanho	<i>Euschistus heros</i>	Grãos e vagens
Lagarta-da-soja	<i>Anticarsia gemmatilis</i>	Folhas
Lagarta-falsa-medideira	<i>Chrysodeixis includens</i>	Folhas

Fonte: Adaptado de Silva (2021).

2.7.7. Doenças

Segundo Silva (2021), actualmente muitas doenças na cultura de soja já foram identificadas, e o impacto económico de cada doença depende das condições edafo-climáticas de cada região onde a cultura for implantada. As doenças estão classificadas entre os principais factores que limitam e prejudicam o rendimento e produção da cultura. São inúmeras doenças causadas por fungos, bactérias, vírus, e nematoides que já foram identificadas no ambiente de produção.

A maioria das doenças sejam elas da parte aérea ou do solo são ocasionadas pelo transporte ou transmissão através de sementes. Deste modo, é importante utilizar sementes de alta qualidade e certificadas (Silva, 2021).

Segundo Hartman e Murithi (2018), dentre várias doenças que causam danos à cultura de soja, as principais observadas ao nível do continente africano são as que se encontram na tabela 3.

Tabela 3. Doenças frequentes na cultura de soja em África

Nome vulgar	Nome científico
Ferrugem asiática da soja	<i>Phakopsora pachyrzi</i>
Vassoura da brucha	<i>Micoplasma</i>
Mancha purpúrea da semente	<i>Cercospora kikuchii</i>
Degenerescência da semente	<i>Diaporthe phaseolorum</i>
Mosaico comum da soja	<i>Soybean Mosaic Virus</i>
Antracnose	<i>Colletotrichum damatium</i>

Fonte: Adaptado de Hartman *et al* (2018).

De acordo com o IITA (2023), as doenças acima mencionadas já foram identificadas em Moçambique.

2.7.8. Qualidade de sementes

Deve-se usar semente de variedades melhoradas obtidas a partir de fontes fidedignas tal como lojas de insumos agrícolas, instituições de pesquisa agrícola como o IIAM, IITA, CIAT, ICRISAT e outros, visto que semente de baixa qualidade resultará em fraco rendimento. Tendo em conta que algumas doenças das sementes estão escondidas no interior das mesmas (não sendo visíveis a olho nu), é importante comprar regularmente novas sementes (IITA, 2018).

2.7.9. Escolha da variedade

De acordo com Muananamule *et al* (2017), a escolha da variedade correcta constitui um factor importante para o sucesso da produção. Deve-se escolher variedades com um bom potencial produtivo, adaptadas as regiões em que elas são semeadas, que sejam resistentes ou tolerantes a pragas e doenças.

De referir que as variedades TGx (Tropical Glycine cross), são variedades com habilidade de fixação biológica de nitrogénio com diferentes tipos de bactérias

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè

Bradyrhizobium existentes no solo, portanto, são variedades promíscuas, com tolerância a vassoura da brucha (Muananamule *et al.*, 2017).

Na tabela 4 asseguir, apresenta-se as variedades recomendadas, resistentes a algumas doenças para a região norte e centro do país.

Tabela 4. Variedades recomendadas resistentes a algumas doenças para a região norte e centro do país

Variedades	Ciclo (dias)	Cor do grão	Hábito de crescimento	Observações
TGx 1485-1D	Precoce (95)	Castanho - escuro	Determinado erecto	Resistente a vassoura da brucha e variedades promíscuas
TGx 1740-2F	Prococo (95)	Castanho - escuro	Determinado erecto	Resistente a vassoura da brucha e variedades promíscuas
TGx 1904-6F	Precoce (95)	Castanho - escuro	Determinado semi – erecto	Resistente a vassoura da brucha e variedades promíscuas
TGx 1908-8F	Médio (110)	Castanho - escuro	Indeterminado	Resistente a vassoura da brucha e variedades promíscuas
TGx 1937-1F	Médio (110)	Castanho - escuro	Indeterminado	Resistente a vassoura da brucha e variedades promíscuas

Fonte: Adaptado de Muananamule *et al* (2017).

A tabela que se segue, mostra o rendimento médio em ton/ha e o peso de 100 sementes em (g) de algumas variedades da cultura de soja.

Tabela 5. Rendimento médio em ton/ha e peso de 100 sementes em (g) de algumas variedades da cultura de soja

Variedades	Rendimento (ton/ha)	Peso de 100 sementes (g)
TGx 1485-1D	2.5	15
TGx 1740-2F	3	15
TGx 1904-6F	3.5	15
TGx 1908-8F	3.5	15
TGx 1937-1F	3.5	14
H7	3	18

Fonte: Adaptado de Muananamule *et al* (2017).

2.7.10. Genótipo

Conforme o IITA (2023), considera-se genótipo uma semente melhorada que ainda esta na fase de teste para sua libertação no mercado. Segundo Janeque *et al* (2021), a semente melhorada é a resultante da multiplicação do material parental visando incorporar elementos que enriquecem o material inicial com o objectivo de dotar a semente de resistência à seca, doença, praga e de aumento a produtividade, geralmente são produzidas e comercializadas por instituições especializadas.

De acordo com Silva (2021), o aumento de produtividade se deve ao melhoramento genético, a produção de novos genótipos tende a promover melhorias na cadeia produtiva com relação ao aumento e estabilidade da cultura de soja. Portanto, vale ressaltar que cada genótipo deve ser produzido na região recomendada pelos desenvolvedores, pelo facto de que o desenvolvimento de um genótipo pode ser bom em determinado local e ser inviável em demais localidades.

2.7.10.1. Potencialidades da produtividade de alguns genótipos da cultura de soja

De acordo com Engoke e Boahen (2019), em um estudo realizado em Moçambique, na província da Zambézia, distrito de Gurúè concretamente na localidade de Namarripe,

localidade esta que foi também campo do presente estudo. No referente estudo, obteve-se resultados de rendimentos médios para (TGx 2014-21FM e TGx 2001-24FM) em kg/ha que variou de 3190 a 3757.

A tabela que se segue, mostra o rendimento potencial em kg/ha e o peso de 100 sementes em (g) de alguns genótipos da cultura de soja melhorados por algumas companhias.

Tabela 6. Rendimento potencial em (kg/ha) e peso de 100 sementes (g) de alguns genótipos melhorados pelo IITA, Seed Co Group, DARS, Semillas e CBI

Genótipo	Rendimento potencial (kg/ha)	Peso de 100 sementes (g)	Origem
TGx 2002-35FM	3000	14.8	IITA
TGx 2014-16FM	2600	16.4	IITA
SC SAGA	3500	22.8	Seed Co Group
SC SIGNAL	3100	17.6	Seed Co Group
Chitedze	3000	13.6	DARS
Panorama 27D	2500	16.3	Semillas
Ngongoni	3900	20.3	CBI

Fonte: Adapado de Soybean Innovation Lab (2023).

2.7.11. Inoculante

O inoculante é um biofertilizante, ou seja, feito na base biológica, composto por microorganismos benéficos as plantas, onde estes microorganismos são bactérias do gênero *Bradyrhizobium spp.* A inoculação de sementes serve para promover uma associação entre estes microorganismos e as plantas, e tudo porque esses microorganismos promovem a Fixação Biológica de Nitrogénio (FBN) atmosférico para a planta (Silva, 2018).

Conforme Silva (2018), a inoculação além de promover a fixação biológica de nitrogénio (FBN), permite uma maior eficiência na absorção de água e nutrientes, aumenta a taxa de crescimento das raízes, melhorando o desenvolvimento das plantas e aumenta a simbiose com outras bactérias promotoras de crescimento das plantas encontradas naturalmente nos solos, ajuda na gestão ambiental garantido uma maior quantidade do nitrógeno no solo fornecido de forma natural garantido à sustentabilidade do solo.

De acordo com Dantas (2018), o sucesso da inoculação, porém, depende de diversos factores, tais como: a eficiência e capacidade competitiva das estirpes, a qualidade do inoculante no momento do uso, a correção dos factores adversos à sobrevivência do *Bradyrhizobium* no solo, dentre outros.

Quando a inoculação é realizada na semente da soja, a nodulação inicial ocorre nos primeiros pelos radiculares e degenera-se antes da completa formação de grãos, este processo ocorre no período crítico de demanda de nitrogénio pela planta de soja. Os nódulos formados posteriormente nas raízes, em solo com população estabelecida de rizóbio, prolongam o período de Fixação Biológica de Nitrogénio (FBN) na cultura de soja (Dantas, 2018).

2.7.11.1. Tipos de inoculante

De acordo com a Embrapa (2005), existem actualmente três tipos de inoculantes sendo os inoculantes em forma líquida, granular e turfoso ou em pó.

1. **Inoculante líquido:** este tipo de inoculante se destaca por ser constituído de um substrato líquido no qual se encontram as bactérias. Aplicar o inoculante nas sementes, homogenizar e deixar secar.
2. **Inoculante granular:** se parece com o inoculante turfoso ou em pó, mas se difere pelo facto de este possuir um tamanho maior que o turfoso e por ser aplicável no sulco.
3. **Inoculante turfoso ou em pó:** este tipo de inoculante consiste em um produto que contém bactérias de rizóbios liofilizados em um substrato sólido. É a partir de uma suspensão celular previamente congelada. É utilizado para

preservação de grandes números de culturas de microorganismos por longos períodos.

2.7.11.2. *Cuidados na aquisição dos inoculantes e na inoculação das sementes*

De acordo com a Embrapa (2005), na aquisição dos inoculantes deve-se tomar os seguintes cuidados:

- Adquirir inoculantes recomendados pela pesquisa e devidamente registrados. O número de registro deve estar impresso na embalagem;
- Não realizar a aquisição e não usar inoculante com um prazo de validade vencido;
- Certificar-se sempre que o inoculante está armazenado em boas condições de temperatura e arejamento;
- Evitar a conservação do produto por mais de 24 horas após a abertura da embalagem.

2.7.11.3. *Cuidados na inoculação das sementes*

Segundo a Embrapa (2005), durante o processo da inoculação das sementes deve-se ter em conta os seguintes cuidados:

- A inoculação deve ser feita à sombra, e o plantio no mesmo dia, a inoculação deve ser feita anual e uniformemente em todas as sementes;
- Deve-se evitar o aquecimento demasiado no depósito de semente na semeadora;
- Para melhor aderência dos inoculantes turfosos, é recomendado humedecer a semente com 300 ml/50 kg semente de água açucarada (100 g de açúcar e completar para um litro de água).

2.7.11.4. *Formas de inoculação*

Conforme a Embrapa (2005), pode-se realizar a inoculação nas sementes e a inoculação no sulco de semeadura.

- **Inoculação nas sementes:** na aplicação do inoculante turfoso ou em pó deve-se humedecer as sementes com solução açucarada ou outra substância adesiva, misturando bem. Aplicar o inoculante, homogeneizar e deixar secar a sombra.

Pode ser feita em máquinas ou manual. Na aplicação do inoculante líquido deve-se aplicar nas sementes, homogeneizar e deixar secar a sombra;

- **Inoculação no sulco de semeadura:** a técnica tradicional de inoculação pode ser substituída pela aplicação do inoculante por aspersão no sulco, por ocasião da sementeira, em solos com ou sem população estabelecida. Esse procedimento, pode ser adoptado desde que a dose de inoculante seja, no mínimo, seis vezes superior à dose indicada para as sementes .

2.7.11.5. Efeito do inoculante na cultura de soja

➤ Na altura das plantas

Segundo Sadiq *et al* (2020), estudando o rendimento de variedades de soja sob efeito da aplicação do inoculante, obtiveram plantas que atingiram cerca de 66.08cm de altura. Pereira *et al* (2022), avaliando o efeito de diferentes formas de inoculação (líquida e turfosa) e vias (semente, sulco e foliar) na soja, foi possível alcançar uma altura média sob efeito da aplicação do inoculante turfoso de 45.44 cm.

➤ No número e peso de nódulos

De acordo com Júnior e Hungria (2000), objectivo primordial da inoculação de leguminosas é de assegurar um número suficiente de rizóbios na zona da raiz para garantir uma nodulação efectiva.

Conforme Hungria, Campo e Mendes (2021) citado por Equipe Mais Soja (2021), em relação ao número de nódulos, na fase do florescimento, uma planta de soja bem nodulada deve mostrar no campo, entre 15 e 30 nódulos ou 100 a 200 mg de nódulos secos por planta.

Segundo Brandelero, Peixoto e Ralisch (2009), avaliando a nodulação de genótipos de soja e seus efeitos no rendimento de grãos, afirmam que por meio da inoculação turfosa com (*Bradyrhizobium japonicum*) foi possível obter valores que variam de 13.3 a 21.6.

Pereira *et al* (2022) por meio da inoculação turfosa de sementes de soja foi possível obter um valor médio para o número de nódulos de 52.33.

Segundo Brandelero *et al* (2009), avaliando a nodulação de genótipos de soja e seus efeitos no rendimento de grãos, afirmam que, por meio da inoculação turfosa com (*Bradyrhizobium japonicum*) foi possível obter valores com uma variação de 140.5 a 247.4 mg.

➤ **No número de vagens por planta**

Segundo Bofana (2013), estudando o rendimento do grão de seis variedades da cultura de soja sob efeito da aplicação do Inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*), afirma que, por meio da inoculação foi possível obter resultados com uma variação de 30.33 a 60 vagens por planta.

Dantas (2018), para a variável número de vagens por planta, não ocorreu diferença significativa ao nível de 5% probabilidade, pelo teste de Turkey, no entanto o inoculante líquido foi superior apresentando o valor médio de 59.69 vagens por planta em relação ao inoculante turfoso que apresentou 46.54 vagens por planta. Para Pires, Silva, Menezes e Assis (2008), por meio da prática de inoculação das sementes de soja, obteve-se uma média no número de vagens/planta de 39.5.

➤ **No peso de 100 sementes**

Segundo Pires *et al* (2008), por meio da prática de inoculação das sementes de soja, as 100 sementes apresentaram um peso médio com cerca 20 g. Bofana (2013), estudando o rendimento do grão de seis variedades da cultura de soja sob efeito da aplicação do Inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*), afirma que, por meio da inoculação foi possível para esta variável obter resultados com uma variação de 11.47 a 16.17 g,

➤ **No rendimento do grão**

Segundo Dantas (2018), na análise dos inoculantes observou-se que o líquido apresentou maior valor absoluto, porém, não diferiu estatisticamente do turfoso ao nível de 5% probabilidade, pelo teste de Turkey, alcançando uma produtividade em kg/ha para o inoculante líquido de 1099.5 kg/ha e 1024 kg/ha para o inoculante turfoso. Woomer *et al* (2013), por meio da inoculação turfosa nas sementes de soja, foi possível alcançar um rendimento de 3031 kg/ha.

Segundo Pereira *et al* (2022), por meio da inoculação turfosa de sementes de soja obteve-se um valor médio do rendimento em kg/ha de 4036.26. Já para Sadiq *et al* (2020), estudando o rendimento de variedades de soja sob efeito da aplicação do inoculante, concluiu que a aplicação do inoculante com bactérias rizóbio em variedades (TGx) produziu altos rendimentos do grão com uma variação de 2035 a 2240 kg/ha.

2.7.12. Fósforo

O fósforo (P) é um macronutriente que ajuda a melhorar a fertilidade do solo. Na soja o fósforo fornece energias como, a glicose, o Trifosfato de Adenosina (ATP) para a planta, e também está directamente ligado ao crescimento radicular, na qualidade dos frutos, na produção de sementes e no crescimento vegetativo (Equipe Mais Soja, 2020).

De acordo com Jaquissone (2016), a dose de fósforo no solo recomendada para a cultura de soja alcançar uma produtividade média na região de campo de implementação do presente estudo é de 5 mg/dm³, sendo o pH do solo de 5.5-6.

Segundo Dantas (2018), no âmbito do uso do fósforo:

O custo com fertilizantes para a cultura de soja, representa cerca de 28% do custo total da cultura. Dentre as práticas culturais, o aumento da quantidade de fertilizantes, principalmente os potássicos e fosfatados, têm sido utilizados para se conseguir incrementos na produtividade. O fósforo e o potássio são os nutrientes essenciais ao desenvolvimento das plântulas e aqueles usados em maior quantidade, devido à grande necessidade exigida pelas culturas e baixa mobilidade no solo, principalmente no caso do fósforo (P).

Dentre os nutrientes necessários para o adequado desenvolvimento e alta produtividade da cultura de soja, o fósforo ocupa um lugar de destaque. A maioria dos solos não possui teores adequados desse nutriente em formas disponíveis para a cultura, culminando na necessidade de elevarem-se os seus teores de forma imediata ou gradual no solo. Embora dentre os três (3) macronutrientes primários o fósforo seja o menos extraído pela cultura de soja, normalmente ele é o que apresenta maior

limitação à obtenção de elevados rendimentos, seja pelo baixo teor no solo, ou pela sua dinâmica complexa em solos tropicais e subtropicais (Dantas, 2018).

De acordo com Dantas (2018), a deficiência do fósforo (P) no solo diminui o crescimento das plantas e o potencial de rendimento nos estádios reprodutivos iniciais, como o florescimento, devido a menor produção e maior aborto de flores. Além disso, posteriormente, a deficiência de P se manifesta na menor formação e retenção de legumes, o que resulta em decréscimo no rendimento de soja.

2.7.12.1. Efeito da adubação fosfatada na cultura de soja

➤ Na altura das plantas

Segundo Cavalli *et al* (2015) ao avaliar o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, não houve diferenças significativas para a altura de plantas. E ainda afirma que mesmo não sendo significativa, a altura de plantas teve um incremento de aproximadamente 10 cm da dose sem entrada, isso pode ser explicado pelo facto do (P) ter um papel importante no crescimento das plantas.

➤ No número e peso de nódulos

Conforme Souto e Dobereiner (1968), estudando o efeito do fósforo (P_2O_5), temperatura e humidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja, afirmam que por meio da adubação fosfatada foi possível obter valores com uma variação de 17 a 64 nódulos por planta e 31.4 a 215 mg.

➤ No número de vagens por planta

Segundo Cavalli *et al* (2015), ao avaliar o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, afirmam que, em função da adubação fosfatada foi possível obter resultados com uma variação de 50.06 a 71.04 vagens por planta.

➤ No peso de 100 sementes

Segundo Cavalli *et al* (2015), avaliando o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, afirmam que, em função da adubação fosfatada foi possível para esta variável obter resultados com uma variação de 13.52 a 14.24 g,

➤ **No rendimento do grão**

Conforme Cavalli *et al* (2015), avaliando o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, afirmam que, em função da adubação fosfatada em doses próximas a do presente estudo, obteve-se um rendimento médio de até 3556.52 kg/ha,

Segundo Dantas (2018), avaliando os componentes de produção de um genótipo de soja submetido a inoculação turfosa, líquida e aplicação de diferentes doses de fósforo e potássio, afirma que, em função da combinação do (P_2O_5 + Inoculante) obteve cerca de 844 a 1024 kg/ha.

CAPÍTULO III. MATERIAIS E MÉTODOS

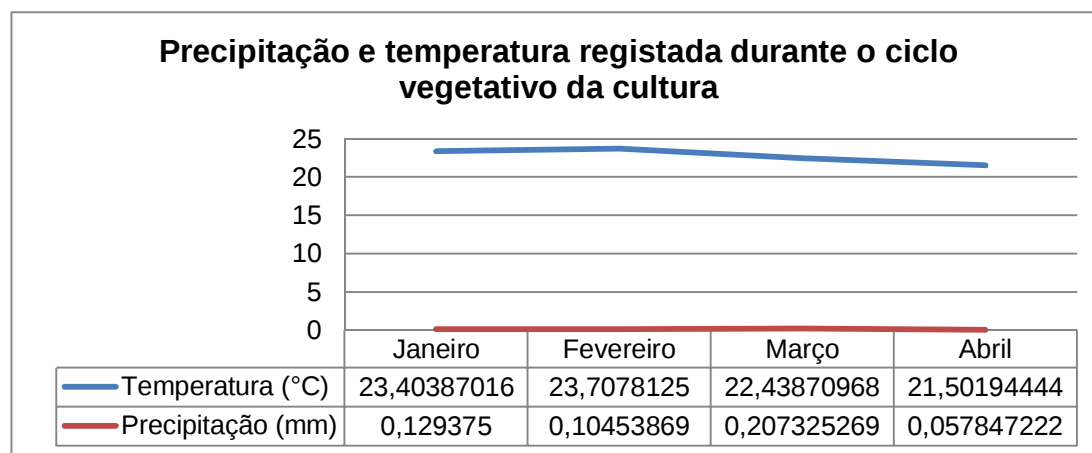
3.1. Descrição do local de ensaio

O ensaio foi montado no distrito de Gurúè, província da Zambézia, nos campos do IITA, a 15.34121° ao Sul e 036.77928° ao Este e á 734 m de altitude. Localiza-se a Norte da Província da Zambézia, na região da Alta Zambézia, fazendo limite com os distritos de Milange, Namarroi, Errego e Alto-Mólocuè na mesma província, e limitando-se ao norte pelos distritos de Malema, na província de Nampula e de Mecanhelas na província de Niassa (INAGE, 2019), (ver em anexo 1 abaixo).

3.1.1. Clima, hidrografia e solos

De acordo com INAGE (2019), o clima do distrito é do tipo húmido, mesotérmico moderado com deficiência de água no inverno. A precipitação média anual é cerca de 1.995,7 mm tendo como referência a estação climática de Gurúé, e de 1.030,2 mm no Posto Administrativo de Lioma. A temperatura média anual é de 22.7 °C sendo a mais alta no mês de Outubro (32.5 °C) e a mais baixa no mês de Julho (13.6 °C). Os solos são vermelhos a castanho-avermelhados de textura franco-argilo-arenosa, profundos, moderadamente drenados e de baixa fertilidade natural, sendo o risco moderado de erosão, a profundidade e condições de germinação as principais limitações para agricultura. No entanto, o gráfico abaixo indica o valor da precipitação e temperatura registada durante o ciclo vegetativo da soja na estação de estudo.

Gráfico 1. Precipitação (mm) e temperatura (°C) registada durante o ciclo vegetativo da cultura



Fonte: IITA (2023).

Os dados apresentados no gráfico 1 mostram a variação das médias mensais das precipitação e da temperatura registada durante o ciclo vegetativo da cultura de soja na estação meteorológica do local de estudo. O gráfico acima indica claramente que o maior valor de precipitação foi registado no mês de Março e o mais baixo no mês de Abril, sendo, que a temperatura mais alta se deu a registar no mês de Fevereiro e a mais baixa no mês de Abril. Segundo Faria *et al* (2007), a cultura de soja se adapta melhor em regiões onde as temperaturas variam entre 20 a 30 °C, variação esta que entra em concordância com os valores de temperatura registados na estação meteorológica do local de estudo, facto este que favorece para o cultivo de soja na região de campo do presente estudo.

3.2. Materiais

Para alcançar os objectivos do estudo, foram usados os seguintes materiais: Sementes, Adubo (P_2O_5), Inoculante (NoduMax), Diastimétro, Balança electrónica e de precisão, Pulverizador, Pesticida, humidómetro. Utilizaram-se também bambus e lonas plásticas para a realização da operação de debulha.

3.2.1. Descrição dos materiais usados

3.2.1.1. Sementes

Para efeito, usou-se cerca de 6.11 kg de sementes de soja para os quatro genótipos (TGx 2014-24FM, TGx 2014-21FM, TGx 2001-24FM e TGx 2002-35FM), sendo 1.5 kg a quantidade de semente utilizada de cada um dos genótipos ensaiados, provenientes da Zambia melhoradas pelo Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA).

3.2.1.2. Adubo

Para a realização do ensaio usou-se como adubo fósforo (SSP), num saco de 10 kg sendo necessário 7.04 kg de adubo para todo o ensaio Adquirido na cidade de Nampula pela estação agrária de Gurúè (IITA).

3.2.1.3. Inoculante

Para a realização do ensaio foi utilizado o inoculante em pó ou turfoso NoduMax de 137 g, sendo utilizado 100 g/10kg na proporção de 15 g por cada 1.5 kg de semente de cada genótipo. Sendo o inoculante adquirido da Nigéria pelo IITA.

3.2.1.4. Balança Electrónica

Com uma capacidade máxima de até 100 kg, utilizou-se para efectuar a pesagem dos grãos/parcela (rendimento);

3.2.1.5. Balança de precisão

Com uma capacidade máxima de até 750 g e mínima de 0.02 g, utilizou-se para efectuar a pesagem de 100 sementes e dos nódulos;

3.2.1.6. Pulverizador dorso

Utilizaram-se pulverizadores plásticos de 20 L de capacidade, especificamente usado para a aplicação dos pesticidas;

3.2.1.7. Pesticidas

Bandit 35% SC (suspensão concentrada), a substância activa do pesticida designa-se por Imidacloprid-350 g/L.

3.2.1.8. Diastimetro

Utilizou-se um diastimetro (fita métrica) com capacidade de distância máxima de até 50 m.

3.2.1.9. Humidómetro

Utilizou-se para medir a humidade dos grãos, com o propósito de determinar o rendimento em kg/ha nos diferentes tratamentos em estudo.

A tabela 7 asseguir, mostra as características agronómicas dos genotipos ensaiados.

Tabela 7. Características agronómicas dos genótipos ensaiados

Caractériszticas	TGx 2014-16FM	TGx 2014-21FM	TGx 2001-24FM	TGx 2002-35FM
Hábito de crescimento	Determinado erecto	Determinado erecto	Determinado erecto	Determinado erecto
Cor da flor	Branca	Púrpura		
Cor do grão	Castanho escuro	Castanho escuro	Castanho escuro	Castanho escuro
Cor de pelos	Castanho	Branco	Branco	Castanho
Classificação das folhas	Oval	Oval	Oval	Oval
Cor do hilo	Castanho	Castanho	Branco	Castanho
Ciclo vegetativo	110 (médio)	110 (médio)	95 (precoce)	110 (médio)
Origem	Zambia (IITA)	Zambia (IITA)	Zambia (IITA)	Zambia (IITA)
Rendimento potencial em ton/ha	2.61	3	2.5	3.5
Peso de 100 Sementes (g)	16.4	14.6	14.9	14.8

Fonte: Adaptado de IITA (2023).

3.3. Métodos e delineamento do ensaio

Para o presente ensaio foi usado o delineamento de blocos completos casualizados (DBCC) num arranjo bi-factorial, sendo o primeiro factor constituído por quatro genótipos (TGx 2014-16FM, TGx 2014-21FM, TGx 2001-24FM, TGx 2002-35FM) e o segundo composto por dois insumos (Inoculante e Fósforo).

O ensaio foi constituído por quatro (4) blocos, que apresentaram casualmente os seguintes tratamentos: A- Sem entrada; B- Fósforo: 220 g/parcela; C- Inoculante (Nodumax): 100 g/10 kg de semente; D- Fósforo + Inoculante. Apresentando 16 parcelas repetidas em quatro (4) blocos, as dimensões de cada parcela foram de 10m² sendo interiormente compostas por cinco (5) linhas, o espaçamento entre

parcelas foi de 0.5 m e entre blocos 2 m. A área total do ensaio foi de $1222m^2$, (ver no apêndice 1 abaixo).

3.3.1. Codificação do ensaio

A tabela abaixo ilustra a descrição e codificação dos tratamentos, assim como a combinação dos dois factores de estudo (genótipos x insumos), que originou em 16 tratamentos.

Tabela 8. Codificação do ensaio e descrição dos tratamentos

Tratamentos	Código	Combinação dos factores A e B	
		Genótipos	Insumo
Tratamento 1	T1	TGx 2014-16FM	Sem entrada
Tratamento 2	T2	TGx 2014-21FM	Sem entrada
Tratamento 3	T3	TGx 2001-24FM	Sem entrada
Tratamento 4	T4	TGx 2002-35FM	Sem entrada
Tratamento 5	T5	TGx 2014-16FM	Fósforo
Tratamento 6	T6	TGx 2014-21FM	Fósforo
Tratamento 7	T7	TGx 2001-24FM	Fósforo
Tratamento 8	T8	TGx 2002-35FM	Fósforo
Tratamento 9	T9	TGx 2014-16FM	Inoculante
Tratamento 10	T10	TGx 2014-21FM	Inoculante
Tratamento 11	T11	TGx 2001-24FM	Inoculante
Tratamento 12	T12	TGx 2002-35FM	Inoculante
Tratamento 13	T13	TGx 2014-16FM	Fósforo + Inoculante
Tratamento 14	T14	TGx 2014-21FM	Fósforo + Inoculante
Tratamento 15	T15	TGx 2001-24FM	Fósforo + Inoculante
Tratamento 16	T16	TGx 2002-35FM	Fósforo + Inoculante

3.3.2. Condução do ensaio

O ensaio foi estabelecido no povoado de Namarripe, no campo agronómico do Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA), na estação de Gurúè, província da Zambézia, região Centro do país, com uma distância de aproximadamente a 30 km

da vila de Gurúè, na campanha agrícola 2022/2023 de Dezembro a Abril de 2023. Fizeram parte da condução do ensaio as seguintes actividades:

3.3.2.1.Preparação do solo, sementeira, adubação e inoculação das sementes

- **Praparação do solo**

A preparação do solo foi realizada durante a quarta semana de Dezembro de 2022, feita de forma manual. Consistiu primeiro em uma limpeza da vegetação nativa do local, seguida de uma lavoura a uma profundidade de média estimada em 3 cm. O objectivo da preparação do solo foi de criar condições adequadas para o desenvolvimento das plantas, que consistem na formação de uma estrutura de agregados favoráveis ao crescimento das raízes.

- **Sementeira**

A presente actividade foi realizada na quarta semana de Dezembro de 2022, de forma manual, obedecendo a um compasso de 0,5 m entre linhas na parcela e 0.1 m entre plantas na linha, sendo colocadas 2 sementes por covacho, há uma profundidade estimada em 3 cm.

- **Adubação**

Foi efectuada a adubação de fundo com fósforo SSP (Super Fosfato Simples) sem necessariamente ter se realizado a análise do solo numa quantidade de 220 kg/ha (220 g por parcela) aplicado no dia da sementeira. Houve a incorporação e mistura do adubo com o solo.

- **Inoculação das sementes**

O processo de inoculação foi feito através da mistura do inoculante com as sementes, feito manualmente sob efeito do inoculante turfoso ou em pó que contém bactérias do género (*Rhizobium*), encheu-se um recipiente de 500 ml com água limpa, colocou-se três colheres de goma-arábica (aderente) e 15 g de inoculante. Mexeu-se por cerca de 2 minutos e por último lançou-se a semente dentro de sacos plásticos misturando-as por 5 minutos, após a realização do processo de inoculação foi feita a sementeira.

3.3.2.2. *Emergência, desbaste, sacha, amontoa e pulverizações*

- **Emergência**

Foi possível verificar-se a emergência das plântulas cinco (5) dias após a realização da sementeira, a uma percentagem alta, isto devido às quedas regulares das chuvas nos períodos de germinação e emergência, à pureza e o poder germinativo das sementes, onde houve a necessidade de realizar uma pequena retanchoa nove (9) dias após a emergência, o que fez com que cada unidade experimental tivesse, numa primeira fase, 400 plantas e uma densidade populacional de aproximadamente 25600 plantas para todo o ensaio.

- **Desbaste**

A operação de desbaste foi realizada duas semanas depois da emergência, de igual maneira em todas as unidades experimentais, este processo, consistiu na remoção de uma a duas plantas deixando apenas duas por covacho, de modo a evitar a competição entre as plantas.

- **Sacha e amontoa**

De modo a manter o campo livre de infestantes foi feito uma (1) sacha manual aos 42 dias após a emergência. E, no mesmo dia de realização da sacha foi possível também realizar a amontoa, o que fez reduzir a incidência de infestantes no ensaio.

- **Pulverizações**

Os genótipos utilizados são sementes melhoradas, e a característica em comum é a tolerância de algumas pragas e doenças, não havendo a necessidade de efectuar um elevado número de pulverizações, só foi necessário pulverizar uma vez no dia 30 de Janeiro de 2023, 28 dias após a emergência. Utilizou-se o pesticida Bandit 35% SC (suspensão concentrada), a substância activa do pesticida designa-se por Imidacloprid-350 g/L, para efeito, foi utilizado 12 ml para cada 20 L de H₂O para o combate de Joaninhas (*Coccinellidae*). O Bandit é um insecticida sistémico para uso em culturas específicas.

3.3.2.3. Colheita

A colheita foi realizada no dia 28 de Abril de 2023, 121 dias após a data de sementeira, quando as plantas no ensaio atingiram maturação plena. O processo de colheita foi efectuado manualmente, colhendo-se de forma aleatória as plantas de cada tratamento colocando-as em recipientes individuais.

3.3.2.4. Variáveis analisadas

Para alcançar os objectivos do estudo foram observadas e determinadas as seguintes variáveis:

- **Altura da planta (ALTP)**

Obtida no dia 26 de Abril de 2023, 119 dias depois da data de sementeira, consistiu na medição da altura da planta a partir da base até o ápice. Este processo ocorreu de forma aleatória seleccionando cinco (5) plantas por tratamento, utilizando uma fita métrica de até 1.5 m;

- **Número de nódulos por planta (NODP)**

Os nódulos foram retirados e contados durante a fase de floração da cultura, 14 dias após a data de início de floração, para tal, foram seleccionadas cinco (5) plantas por tratamento com o propósito de determinar quais os tratamentos que apresentavam maior número de nódulos;

- **Peso de nódulos por planta (PNODP)**

A pesagem foi realizada na fase em que os nódulos estavam totalmente secos, com a ajuda de uma balança de precisão com capacidade máxima de até 750 g e mínima de 0.02 g;

- **Número de vagens por planta: (VAGP)**

O número de vagens por planta foi determinado contando as vagens de cinco (5) plantas seleccionadas aleatoriamente em cada tratamento, posteriormente foi achado a sua média, assim obtendo o número médio de vagens por planta para cada tratamento;

- **Peso de 100 sementes (P100S)**

Para determinar esta variável, efectuou-se a pesagem de 100 sementes de cada tratamento, seleccionadas e contadas ao acaso, sendo o seu peso determinado em uma balança de precisão com capacidade máxima de 750 g e mínima de 0.02 g;

- **Rendimento do grão (RENDG)**

Para determinar esta variável, efectuou-se a pesagem do grão seco de cada tratamento testado, para efeito foi utilizado uma balança electrónica com capacidade máxima de até 100 kg, através dos resultados obtidos, determinou-se então o rendimento da área de cada tratamento e transformada de kg/parcela para kg/ha. Para tal, usou-se a fórmula segundo a EMBRAPA (2008), apresentada a seguir:

$$Rendimento \left(\frac{Kg}{ha} \right) = \frac{Peso \text{ do grão} \times (100 - \text{humidade})}{88} \times \frac{10000m^2}{\text{área da parcela}}$$

Os rendimentos foram calculados com um teor de humidade do grão de 13%.

3.3.4. Análise estatística

Os dados colectados em campo, foram analisados no pacote estatístico SISVAR, onde foi determinada a análise de variância (ANOVA), a comparação das médias foi feita com base no teste de Turkey a um nível de significância de 5%. Utilizou-se também o Microsoft Office Excel para achar as médias e para a construção de gráficos.

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè

Tabela 9. Esquema da ANOVA para Delineamentos de blocos completos casualizados usando dois (2) factores de estudo

Fonte de variação	Gl	SQ	QM	FC
Repetição (R)	R-1	SQREP	QMREP	QMREP/QM Erro
Factor A	a-1	SQ A	QM A	QM A/QM Erro
Factor B	b-1	SQ B	QM B	QM B/QM Erro
A x Z	(a-1) x (z-1)	SQ AxZ	QM AxZ	QM AxZ/QM Erro
Erro	(az-1) x (z-1)	SQ Erro	QM Erro	
Total	abz-1	SQ total		
Média geral	Unidade numérica			
CV%	$CV\% = \frac{\sqrt{QME}}{Y} * 100\%$			

Fonte: Adaptado de Silva (2007).

Legenda: **Gl** – Grau de liberdade; **SQ** – Soma dos quadrados; **QM** – Quadrados médios; **CV** – Coeficiente de variação; **Y** – média geral do ensaio.

A tabela abaixo ilustra a classificação geral do coeficiente de variação.

Tabela 10. Classificação geral do coeficiente de variação

Valores do coeficiente de variação	Variação	Precisão
0 a 10%	Baixo	Alta
10 a 20%	Médio	Média
20 a 30%	Alto	Baixa
>30%	Muito alto	Muito

Fonte: Adaptado de Gomes (1985)

3.3.5. Correlação entre as variáveis analisadas

De acordo com Machado (2014), o coeficiente de correlação de Pearson (r) ou coeficiente de correlação produto, momento ou R^2 de Pearson mede o grau de correlação linear entre duas variáveis contínuas. É um índice adimensional que reflecte a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados. O coeficiente de correlação, é normalmente representado pela letra “ r ” e os resultados compreendem $-1 \leq r \leq 1$, onde:

- $r = 1$: significa uma correlação perfeita positiva entre as duas variáveis;
- $r = -1$: significa uma correlação negativa perfeita entre as duas variáveis, isto é, se uma aumenta, a outra diminui;
- $r = 0$: significa que as duas variáveis não dependem linearmente uma da outra, no entanto, pode existir uma outra dependência que seja “não linear”. Assim o resultado $r = 0$ deve ser investigado por outros meios.

A tabela 11 que se segue, apresenta a interpretação do coeficiente de correlação de Pearson.

Tabela 11. Interpretação do coeficiente de Pearson

Valores de r (+ ou -)	Interpretação
0.00	Ausência de correlação
0.01 a 0.19	Correlação muito fraca
0.20 a 0.39	Correlação fraca
0.40 a 0.69	Correlação moderada
0.70 a 0.89	Correlação forte
0.90 a 0.99	Correlação muito forte
1	Correlação perfeita

Fonte: Adaptado de Machado (2014).

Para o presente estudo, o teste de correlação foi feito com o objectivo de determinar a relação entre as variáveis de rendimento (número de vagens por planta e peso de 100 sementes) com o rendimento do grão dos genótipos estudados.

3.4. Constrangimentos

Durante o processo de realização da investigação, vários foram os constrangimentos enfrentados, alguns deles considerados normais para o ambiente de realização deste tipo de actividade. No entanto, é de grande relevância referenciar as limitações que de forma directa afectaram o percurso das actividades:

- A ausência de literaturas nacionais relacionadas com o tema em investigação dificultou até certo ponto o processo de comparação dos resultados desta investigação com os de pesquisas prévias;
- As mudanças climáticas que se deram a registar no último período condicionaram por algum momento a realização de algumas actividades, como a manutenção e acompanhamento do estado das plantas no ensaio, sendo que, as alterações climáticas limitou em algum momento a entrada no campo.

No entanto, foram ultrapassados os constrangimentos enfrentados durante a condução do ensaio, e apesar das limitações conseguiu-se alcançar os objectivos traçados para o estudo.

CAPÍTULO IV. RESULTADOS, ANÁLISE E DISCUSSÕES

No presente capítulo são apresentados aspectos ligados à análise e discussão dos resultados obtidos no ensaio através de tabelas e descrições. As variáveis foram submetidas à análise de variância e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Turkey a um nível de significância de 5%, ou seja, a 0.05 de probabilidade de erro. O capítulo está subdividido em quatro secções onde, a primeira ilustra a tabela resumo sobre as probabilidades em função das fontes de variação. A segunda secção apresenta a análise e discussão dos resultados da variável de crescimento (altura da planta). A terceira secção apresenta a análise e discussão dos resultados das componentes da fixação biológica do nitrogénio atmosférico (número e peso de nódulos), a quarta e última secção apresenta a análise e discussão dos resultados das variáveis de rendimento. Contudo, serão obedecidos os seguintes critérios de interpretação dos resultados, na base da análise de diferenças no desdobramento dos insumos dentro de cada nível de genótipo e através da análise de diferenças no desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de insumo.

4.1. Tabela resumo sobre as probabilidades em função das fontes de variação

A tabela asseguir ilustra os valores da Probabilidade de erro (Pr) encontrados nas fontes de variação.

Tabela 12. Valores de Pr encontrados nas fontes de variação

Fonte de variação	Variáveis					
	Altura da planta	Número de nódulos	Peso de nódulos	Número de vagens	Peso de 100 sementes	Rendimento
Genótipo	0.0544 ⁿ	0.0116*	0.0000*	0.0004*	0.0000*	0.0000*
Insumo	0.0001*	0.0000*	0.0000*	0.5396 ⁿ	0.3047 ⁿ	0.0000*
Genótipo×Insumo	0.0001*	0.0000*	0.0000*	0.0014*	0.1042 ⁿ	0.0168*
Bloco	0.3442 ⁿ	0.1031 ⁿ	0.0034*	0.1423 ⁿ	0.0000*	0.1580 ⁿ

*→ Há diferenças significativas ou há interação; ⁿ→ Não há diferenças significativas ou não há interação.

4.2. Variável de crescimento

4.2.1. Altura das plantas (cm)

Tabela 13. Comparação das médias de altura da planta (cm) nos tratamentos em estudo

Insumos	Genótipos			
	TGx 2014-16FM	TGx 2014-21FM	TGx 2001-24FM	TGx 2002-35FM
Sem insumo	59.41 Aab	57.30 Aa	66.65 Bb	55.65 Aa
P ₂ O ₅	66.43 Aa	69.93 Ba	71.77 Ba	65.95 Ba
Inoculante	64.70 Ab	66.78 Bb	64.23 ABb	50.98 Aa
P ₂ O ₅ + Inoculante	64.73 Aab	61.85 Abab	55.98 Aa	67.93 Bb
CV (%)	7.82			
Média Geral	63.14			

Médias seguidas de letras maiúscula diferentes nas colunas (genótipos), e letras minúsculas na linha (insumos) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Os resultados de análise de variância mostram que os diferentes métodos de aplicação dos insumos no genótipo (TGx 2014-16FM), não apresentaram a existência de diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, tendo, o genótipo apresentado o maior resultado influenciado pela aplicação do fósforo no solo (P₂O₅) e o mais baixo em função de sem entrada de insumos, mostrando que a aplicação do inoculante e adubação fosfatada não influenciou no crescimento em altura deste genótipo. Observou-se que os genótipos (TGx 2014-21FM, TGx 2001-24FM e TGx 2002-35FM), apresentaram a existência de diferenças significativas no que concerne a análise do desdobramento dos insumos dentro de cada nível de genótipo, mostrando que a aplicação do inoculante e adubação fosfatada influenciou na altura da planta destes genótipos.

Ao analisar o desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de insumo, verificou-se que não houve diferenças significativas na resposta dos genótipos em relação à aplicação do fósforo (P₂O₅) ao nível de 5% de probabilidade, havendo

diferenças significativas nas respostas dos genótipos à aplicação de (sem entrada de insumos, inoculante e a combinação de P_2O_5 + Inoculante). Estatisticamente o maior crescimento em altura foi obtido na interação do genótipo (TGx 2001-24FM) combinado ao fósforo (P_2O_5), com uma altura média de 71.77 cm e a menor altura foi de 50.98 cm obtida na interação do genótipo (TGx 2002-35FM) combinado ao inoculante.

Contudo, também se pode perceber na tabela 13 que o tratamento em função da aplicação do fósforo (P_2O_5) no solo obteve as melhores médias do crescimento em altura em relação aos demais tratamentos com a aplicação dos insumos.

Os resultados desta variável apresentam um coeficiente de variação (CV) inferior a 10%, portanto (7.82%), valor que é considerado baixo na classificação de Gomes (1985), o que significa alta precisão e fiabilidade dos resultados do estudo.

Os resultados do presente estudo foram afectados por factores como características dos próprios genótipos, da resposta à aplicação dos insumos, da resposta fotoperiódica dos genótipos e pelas condições ambientais.

De acordo com Rezende e Carvalho (2006), a altura de planta é característica fundamental na determinação do genótipo a ser introduzido em uma determinada região, podendo variar consideravelmente, de acordo com a época de semeadura, espaçamento de plantas entre e dentro das linhas, suprimento de humidade, temperatura, fertilidade do solo e outras condições gerais do meio ambiente. Considera-se, portanto, alturas de planta de soja compreendidas entre 60 e 120 cm como também adequadas à colheita mecanizada. Martin (2021), afirma que o caule da soja é do tipo herbáceo, erecto, não muito ramificado, revestido de pelos e com altura média de 0.5 a 1.5 m de comprimento. O desenvolvimento terminal depende do tipo de crescimento. Valores estes que entram em concordância com os encontrados no presente estudo.

Segundo Sadiq *et al* (2020), estudando o rendimento de variedades de soja sob efeito da aplicação do inoculante, obtiveram plantas que atingiram cerca de 66.08cm de altura, valor este que se assemelha com os resultados da tabela 13. Já para Pereira *et al* (2022),

avaliando o efeito de diferentes formas de inoculação (líquida e turfosa) e vias (semente, sulco e foliar) na soja, foi possível alcançar uma altura média sob efeito da aplicação do inoculante turfoso de 45.44 cm, valor inferior ao encontrado no presente estudo. Factores como temperatura, humidade, fertilidade do solo, época de sementeira, densidade de planta também afectam a altura de planta (Sediyama, Pereira, Sediyama, & Gomes, 1989). O que pode explicar provavelmente o facto de as plantas deste ensaio terem maior porte.

Para Cavalli *et al* (2015), ao avaliar o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, não houve diferenças significativas para a altura de plantas. E ainda afirma que mesmo não sendo significativa, a altura de plantas teve um incremento de aproximadamente 10 cm da dose sem entrada, isso pode ser explicado pelo facto do (P) ter um papel importante no crescimento das plantas. Este resultado, entra em concordância com os resultados obtidos no presente estudo, visto que à aplicação do fósforo (P₂O₅) no solo obteve as melhores médias do crescimento em altura em relação aos demais tratamentos no ensaio e não apresentou existência de diferenças significativas na resposta dos genótipos.

4.3. Componentes da FBN (número e peso de nódulos)

4.3.1. Número de nódulos

Tabela 14. Comparação das médias do número de nódulos por planta nos tratamentos em estudo

Insumos	Genótipos			
	TGx 2014-16FM	TGx 2014-21FM	TGx 2001-24FM	TGx 2002-35FM
Sem insumo	30.34 Aab	43.23 Abc	23.76 Aa	42.06 Bbc
P ₂ O ₅	32.94 Ab	31.05 Ab	41.55 Bb	16.82 Aa
Inoculante	39.88 Aab	49.98 Bb	33.32 Aba	46.85 BCb
P ₂ O ₅ + Inoculante	61.16 Bb	38.54 ABa	36.81 Ba	55.87 Cb
CV (%)	17.42			
Média Geral	39.01			

Médias seguidas de letras maiúscula diferentes, nas colunas (genótipos), e letras minúsculas na linha (insumos) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

No que se refere à análise de variância para a variável número de nódulos por planta, houve diferenças significativas no desdobramento dos insumos dentro de cada nível de genótipo, como também no desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de insumo ao nível de 5% de probabilidade, mostrando que a aplicação do inoculante e adubação fosfatada influenciou no número de nódulos destes genótipos.

A tabela 14 mostra claramente que os genótipos (TGx 2014-16FM e TGx 2002-35FM) apresentaram as melhores médias sob efeito da combinação do (P_2O_5 + Inoculante), sendo, 61.16 e 55.87 respectivamente, como resultado de maior número de população de bactérias fixadoras de N (*Bradyrhizobium japonicum*), o que consequentemente mostra uma boa nodulação. E as menores médias foram obtidas pelos genótipos (TGx 2001-24FM e TGx 2002-35FM), nos tratamentos sem-insumo e aplicado fósforo (P_2O_5) com cerca de 23.76 e 16.82 respectivamente.

Os resultados apresentam um coeficiente de variação superior a 10%, portanto (17.42%) valor que é considerado médio na classificação de Gomes (1985), confere ao ensaio uma boa precisão nos métodos utilizados para obtenção dos resultados e os valores das médias obtidas são representativos do comportamento típico da variável em análise por apresentar pouca variabilidade.

Segundo Brandelero, Peixoto e Ralisch (2009), avaliando a nodulação de genótipos de soja e seus efeitos no rendimento de grãos, afirmam que por meio da inoculação turfosa com (*Bradyrhizobium japonicum*) foi possível obter valores que variam de 13.3 a 21.6, porém os presentes resultados estão abaixo dos encontrados no presente estudo, os quais variam de 33.32 a 49.98 por meio da inoculação. Esta variabilidade de resultados de nódulos entre os genótipos está relacionado a caracteres intrínsecos (genéticos) dos genótipos avaliados conforme resultados encontrados por Bohrer e Hungria (1998) citado por Brandelero *et al* (2009).

Para Pereira *et al* (2022), estudando o efeito de diferentes formas de aplicação do inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*) em plantas de soja, afirmam que por meio da

inoculação turfosa em sementes de soja foi possível obter um valor médio para o número de nódulos de 52.33. Para Souto e Dobereiner (1968), estudando o efeito do fósforo (P_2O_5), temperatura e humidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja, afirmam que por meio da adubação fosfatada foi possível obter valores com uma variação de 17 a 64 nódulos por planta, estes similares aos encontrados no presente estudo.

De acordo com Hungria, Campo e Mendes (2021) citado por Equipe Mais Soja (2021), em relação ao número de nódulos, na fase do florescimento, uma planta de soja bem nodulada deve mostrar no campo, entre 15 e 30 nódulos ou 100 a 200 mg de nódulos secos por planta, sendo assim, os resultados obtidos no presente estudo indicam uma boa nodulação.

4.3.2. Peso de nódulos (mg)

Tabela 15. Comparação das médias do peso de nódulos (mg) nos tratamentos em estudo

Insumos	Genótipos			
	TGx 2014-16FM	TGx 2014-21FM	TGx 2001-24FM	TGx 2002-35FM
Sem insumo	154.12 Aa	236.16 Bb	134.40 Aa	311.66 Bc
P_2O_5	206.58 Aa	165.15 Aa	150.66 Aa	151.99 Aa
Inoculante	210.69 Aab	250.29 Bb	155.48 Aa	208.82 Aab
P_2O_5 + Inoculante	331.85 Bb	196.16 Aba	221.30 Ba	212.25 Aa
CV (%)	16.16			
Média Geral	206.10			

Médias seguidas de letras maiúscula diferentes, nas colunas (genótipos), e letras minúsculas na linha (insumos) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

No que se refere à análise de variância para a variável peso de nódulos por planta, constata-se diferenças significativas quanto ao desdobramento dos insumos dentro

de cada nível de genótipo ao nível de 5% de probabilidade, tendo, a melhor média verificada no genótipo (TGx 2014-16FM) sob influência da aplicação do (P_2O_5 + Inoculante) e a menor média verificou-se no genótipo (TGx 2001-24FM) em função de sem entrada de insumo, porém, em função da aplicação do fósforo e o inoculante o genótipo anteriormente mencionado apresentou um maior desempenho.

Ao analisar o desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de insumo, verificou-se que não houve diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade na resposta dos genótipos em relação à aplicação do fósforo (P_2O_5), mostrando que adubação fosfatada por si só não influenciou na massa seca dos nódulos. Constatando-se diferenças significativas nas respostas dos genótipos em função da aplicação de (Sem insumo, Inoculante e P_2O_5 + Inoculante). Estatisticamente o maior peso de nódulos foi obtido pelo genótipo (TGx 2014-16FM) em função da combinação do (P_2O_5 + Inoculante) com cerca de 331.85 mg, em relação aos demais tratamentos.

No entanto, observou-se que o genótipo (TGx 2002- 35FM), apresentou o melhor desempenho sem a aplicação de insumos em relação aos demais genótipos, com cerca de 311.66 mg, tendo, este genótipo, apresentado valores inferiores ao mencionando anteriormente nos restantes tratamentos em função da aplicação dos insumos. O que significa que o genótipo referido apresenta uma maior pontecialidade em fixar o nitrogénio atmosférico sem a aplicação de insumos em relação com a aplicação de insumos.

Contudo, pode-se notar que o peso de nódulos foi afectado pelos insumos, onde se pode observar que na maior parte as médias obtidas pelos tratamentos envolvendo a aplicação dos insumos foram superiores quando comparadas com algumas médias dos tratamentos onde não houve a aplicação dos insumos.

Em conformidade com Hungria *et al* (2021) citado por Equipe Mais Soja (2021), afirmando que, em relação ao peso de nódulos, uma planta de soja bem nodulada deve mostrar no campo entre 100 a 200mg de nódulos secos por planta, entrando em concorreância com os resultados obtidos no presente estudo com uma variação de 134.40 a 331.85 mg. Deste modo, em termos de boa nodulação, todos os genótipos no presente ensaio, apresentaram potencialidades para a realização eficiente do processo

de fixação biológica do nitrogénio atmosférico (FBN), tanto em função da aplicação e da não aplicação de insumos.

O coeficiente de variação encontrado para variável peso de nódulos por planta foi de 16.16%, resultado considerado médio na classificação de Gomes (1985), confere ao ensaio uma boa precisão nos métodos utilizados para obtenção dos resultados e os valores das médias obtidas são representativos do comportamento típico da variável em análise por apresentar pouca variabilidade.

De acordo com Brandelero *et al* (2009), existe grande variabilidade entre as estirpes que nodulam a soja, quanto à eficiência do processo simbiótico, o que gera diferentes interações entre bactérias e genótipos de plantas de soja.

Para Brandelero *et al* (2009), avaliando a nodulação de genótipos de soja e seus efeitos no rendimento de grãos, afirmam que, por meio da inoculação turfosa com (*Bradyrhizobium japonicum*) foi possível obter valores com uma variação de 140.5 a 247.4 mg. Estes resultados estão próximos aos encontrados no presente estudo, sendo que em função da aplicação do inoculante os resultados variam de 155.48 a 250.29 mg.

Já para Souto *et al* (1968), estudando o efeito do fósforo (P_2O_5), temperatura e humidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja, afirmam que por meio da adubação fosfatada foi possível obter valores com uma variação de 31.4 a 215 mg. Sendo que, o valor máximo de peso de nódulos encontrado pelo autor acima citado, está próximo ao encontrado no presente estudo em função da adubação fosfatada com cerca de 206.58 mg, porém, existem diferenças significativas entre os resultados mínimos obtidos por meio da adubação fosfatada nos dois estudos, esta variação pode ser explicada por factores como características genéticas dos próprios genótipos, das doses de (P_2O_5) e pelas condições ambientais.

4.4. Variáveis de rendimento

4.4.1. Número de vagens

Tabela 16. Comparação das médias do número de vagens por planta nos tratamentos em estudo

Insumos	Genótipos			
	TGx 2014-16FM	TGx 2014-21FM	TGx 2001-24FM	TGx 2002-35FM
Sem insumo	53.69 Aa	55.74 ABa	45.88 Aa	58.91 Aa
P ₂ O ₅	56.20 Aab	58.93 Bab	42.08 Aa	74.07 Ab
Inoculante	48.40 Aab	47.94 ABa	60.86 Abab	66.76 Ab
P ₂ O ₅ + Inoculante	59.25 Ab	39.47 Aa	69.27 Bb	64.87 Ab
CV (%)	17.66			
Média Geral	56.40			

Médias seguidas de letras maiúscula diferentes, nas colunas (genótipos), e letras minúsculas na linha (insumos) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

No que concerne à análise do desdobramento dos insumos dentro de cada nível de genótipo, a tabela 16 mostra que para a variável número de vagens por plantas, os resultados de análise de variância indicam que os diferentes métodos de aplicação dos insumos nos genótipos (TGx 2014-16FM e TGx 2002-35FM), não apresentaram a existência de diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, mostrando que a aplicação do inoculante e a adubação fosfatada não influenciou no número de vagens destes genótipos. Porém, nos genótipos (TGx 2014-21FM e TGx 2001-24FM), apresentaram a existência de diferenças significativas em função dos diferentes métodos de aplicação dos insumos.

Ao analisar o desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de insumo, verificou-se que não houve diferenças significativas na resposta dos genótipos em relação à sem entrada de insumos ao nível de 5% de probabilidade, constatando-se diferenças significativas nas respostas dos genótipos em função da aplicação de (P₂O₅, Inoculante e P₂O₅ + Inoculante).

Em termos de valores absolutos, pode-se constatar claramente que o genótipo (TGx 2002-35FM), foi o que melhor se apresentou em termos de número de vagens por planta em relação aos restantes genótipos, onde, a interação do genótipo (TGx 2002-35FM) combinado ao fósforo (P_2O_5) obteve uma média superior com cerca de 74.07 vagens, já a menor média verificou-se na interação do genótipo (TGx 2014-21FM) combinado ao (P_2O_5 + Inoculante) com cerca de 39.47 vagens por planta.

Contudo, pode-se notar que o número de vagens foi afectado pelos insumos, onde se pode observar que na maior parte as médias obtidas pelos tratamentos envolvendo a aplicação dos insumos foram superiores quando comparadas com algumas médias dos tratamentos onde não houve a aplicação dos insumos.

O coeficiente de variação encontrado para variável número de vagens por planta foi de 17.66% resultado considerado médio na classificação de Gomes (1985), confere ao ensaio uma boa precisão nos métodos utilizados para obtenção dos resultados e os valores das médias obtidas são representativos do comportamento típico da variável em análise por apresentar pouca variabilidade.

Segundo Bofana (2013), estudando o rendimento do grão de seis variedades da cultura de soja sob efeito da aplicação do Inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*), afirma que, por meio da inoculação foi possível obter resultados com uma variação de 30.33 a 60 vagens por planta. Para Dantas (2018), avaliando os componentes de produção de um genótipo de soja submetido a inoculação turfosa, líquida e aplicação de diferentes doses de fósforo e potássio, afirma que, em função da aplicação do inoculante turfoso obteve cerca de 46.54 vagens. Estes resultados estão próximos aos encontrados no presente estudo.

De acordo com Bofana (2013), o número de vagens por planta depende não só do Inoculante, mas também das variedades, podendo estar este facto associado a natureza das variedades, o seu comportamento em relação a aplicação do inoculante em suas sementes, e a altura da planta, pois assume-se que quanto maior for a altura da planta de soja, pode-se esperar maior biomassa, consenquenteme o número de vagens irá aumentar.

Segundo Cavalli *et al* (2015), ao avaliar o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, afirmam que, em função da adubação fosfatada foi possível obter resultados com uma variação de 50.06 a 71.04 vagens por planta, entrando em concordância com os resultados obtidos no presente estudo, sendo que por meio da adubação fosfatada obteve-se resultados que variam de 42.08 a 74.07 vagens.

4.4.2. Peso de 100 sementes (g)

Tabela 17. Comparação das médias do peso de 100 sementes (g) nos tratamentos em estudo

Insumos	Genótipos			
	TGx 2014-16FM	TGx 2014-21FM	TGx 2001-24FM	TGx 2002-35FM
Sem insumo	14.25 Aa	13.85 Aa	13.99 ABa	14.86 Aa
P ₂ O ₅	14.46 Aa	12.97 Aa	13.68 ABa	14.21 Aa
Inoculante	14.05 Aab	12.45 Aa	14.69 Bb	15.50 Ab
P ₂ O ₅ + Inoculante	14.46 Ab	13.13 Aab	12.49 Aa	14.64 Ab
CV (%)	6.87			
Média Geral	13.98			

Médias seguidas de letras maiúscula diferentes, nas colunas (genótipos), e letras minúsculas na linha (insumos) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Em relação ao desdobramento dos insumos dentro de cada nível de genótipo, a tabela 17 mostra que para a variável peso de 100 sementes, os resultados de análise de variância indicam que os diferentes métodos de aplicação dos insumos nos genótipos (TGx 2014-16FM, TGx 2014-21FM e TGx 2002-35FM), não apresentaram a existência de diferenças significativas ao nível de 5% de probabilidade, mostrando que a aplicação do inoculante e a adubação fosfatada não influenciou no peso de 100 de sementes destes genótipos. Portanto, constatarem-se diferenças significativas no desdobramento dos insumos no genótipo (TGx 2001-24FM), o que consequentemente

mostra que a aplicação do inoculante e a adubação fosfata afectou o resultado do peso 100 sementes deste genótipo.

Ao analisar o desdobramento dos genótipos dentro de cada nível de insumo, verificou-se que não existem diferenças significativas na resposta dos genótipos em relação aplicação de P_2O_5 e sem a aplicação de insumos ao nível de 5% de probabilidade, porém, constatou-se a existência de diferenças significativas nas respostas dos genótipos em função da aplicação de (Inoculante e P_2O_5 + Inoculante).

Nota-se claramente que a interação do genótipo (TGx 2002-35FM) combinado ao inoculante obteve a melhor média de 15.50 g, e a menor média foi obtida pela interação do genótipo (TGx 2014-21FM) combinado ao inoculante de 12.45 g. Esta variação pode estar associada ao facto de que o peso de 100 grãos é um valor característico de cada variedade, porém, isso não impede que esses valores variem em função das condições ambientais e de manejo no qual a cultura é submetida, como por exemplo, a aplicação do inoculante, que o seu peso pode aumentar dependendo da variedade até 10 g por 100 sementes de soja (Vargas e Hungria, 2018) citado por Bofana (2013).

Os resultados obtidos neste estudos estão em concordância com Martin (2021) ao afirmar que o peso de 100 sementes na cultura de soja pode variar de 2 a 30 g. Segundo Bofana (2013), estudando o rendimento do grão de seis variedades da cultura de soja sob efeito da aplicação do Inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*), afirma que, por meio da inoculação foi possível para esta variável obter resultados com uma variação de 11.47 a 16.17 g, estes resultados estão próximos aos encontrados no presente estudo.

Segundo Cavalli *et al* (2015), avaliando o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, afirmam que, em função da adubação fosfatada foi possível para esta variável obter resultados com uma variação de 13.52 a 14.24 g, entrando em concordância com os resultados obtidos no presente estudo, sendo que por meio da adubação fosfada obteve-se resultados com uma variação de 12.97 a 14.46 g.

Os resultados desta variável apresentam um coeficiente de variação inferior a 10%, portanto (6.87%), valor que é considerado baixo na classificação de Gomes (1985), o que significa alta precisão e fiabilidade dos resultados do estudo.

4.4.3. Rendimento do grão (kg/ha)

Tabela 18. Comparação das médias do rendimento do grão em (kg/ha) nos tratamentos em estudo

Insumos	Genótipos			
	TGx 2014-16FM	TGx 2014-21FM	TGx 2001-24FM	TGx 2002-35FM
Sem insumo	2531.25 ABa	2243.75 Aa	2375.00 Aa	2186.00 Aa
P ₂ O ₅	2681.25 BCab	2943.75 Bb	3093.75 Bb	2303.25 Aa
Inoculante	2125.00 Aa	2625.00 ABb	2606.25 Ab	2012.50 Aa
P ₂ O ₅ + Inoculante	3106.25 Cab	2843.75 Bab	3242.25 Bb	2775.00 Ba
CV (%)	9.25			
Média Geral	2605.88			

Médias seguidas de letras maiúscula diferentes, nas colunas (genótipos), e letras minúsculas na linha (insumos) diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey, a 5% de significância.

Com base na tabela acima ilustrada, quanto ao primeiro critério de interpretação dos resultados, pode-se observar que os genótipos ensaiados apresentaram diferenças significativas pelo teste de Turkey ao nível de 5% de probabilidade, pelo que o genótipo (TGx 2001-24FM) apresentou o melhor desempenho quando comparado com os demais genótipos, tendo este apresentado as melhores médias em relação a aplicação dos insumos.

Quanto ao segundo critério, verificou-se que não houve diferenças significativas na resposta dos genótipos em função de sem entrada de insumos ao nível de 5% de probabilidade, constatando-se diferenças significativas nas respostas dos genótipos em função da aplicação de (P₂O₅, Inoculante e P₂O₅ + Inoculante). A tabela 18 mostra

claramente que em termos de rendimento potencial sem a entrada de insumos, o genótipo (TGx 2014-16FM) apresentou a melhor média quando comparado com os demais genótipos.

Quanto aos valores absolutos, pode-se observar na tabela 18 que houve um comportamento definido em relação à tendência da variação, sendo que, a maioria dos genótipos aumentou o seu rendimento em função da combinação entre (P_2O_5 + Inoculante) como é o caso dos genótipos (TGx 2014-16FM, TGx 2001-24FM e TGx 2002-35FM), porém, o genótipo (TGx 2014-21FM) aumentou o seu rendimento em função da aplicação do P_2O_5 mas não houve diferenças significativas com a combinação entre (P_2O_5 + Inoculante).

Contudo, as médias dos genótipos ensaiados variam de 2012.50 a 3242.25 kg/ha, estes resultados vão de acordo com Muananamule *et al* (2017) ao afirmar que o rendimento médio de variedades (TGx) para a região norte e centro de Moçambique varia de 2500 a 3500 kg/ha e também entram em concordância com a Soybean Innovation Lab (2023), ao afirmar que o rendimento potencial do genótipo (TGx 2014-16FM) é de 2600 kg/ha.

Segundo Pereira *et al* (2022), estudando o efeito de diferentes formas de aplicação do inoculante (*Bradyrhizobium japonicum*) em plantas de soja, afirmam que por meio da inoculação turfosa em sementes de soja foi possível atingir um rendimento médio de 4036.26 kg/ha. No presente estudo o resultado foi inferior tendo-se alcançado cerca de 2625 kg/ha em função da aplicação do inoculante.

Por outro lado, não houve diferenças significativas do estudo de Sadiq *et al* (2020), avaliando o rendimento de variedades de soja sob efeito da aplicação do inoculante, concluindo que a inoculação de sementes com bactérias rizóbio em plantas de soja produziu altos rendimentos do grão com uma variação de 2035 a 2240 kg/ha,

Segundo Dantas (2018), avaliando os componentes de produção de um genótipo de soja submetido a inoculação turfosa, líquida e aplicação de diferentes doses de fósforo e potássio, afirma que, em função da combinação do (P_2O_5 + Inoculante) obteve cerca de 844 a 1024 kg/ha, sendo estes resultados muito baixos quando comparados com os resultados obtidos no presente estudo que variam de 2775 a 3242.25 kg/ha .

Dantas (2018), afirmou que a causa da obtenção dos baixos resultados encontrados no seu estudo pode ser justificada pelo déficit hídrico, que pode causar danos aos processos fotossintéticos e se a falta de água ocorrer na fase de florescimento ou enchimento do grão provoca o abortamento floral e perda de massa seca, o que consequentemente leva a uma redução significativa na produtividade.

Para Cavalli *et al* (2015), avaliando o desempenho da cultura de soja submetida a doses de fósforo (P) em superfície, afirmam que, em função da adubação fosfatada em doses próximas a do presente estudo, obteve-se um rendimento médio de até 3556.52 kg/ha, resultado este que está próximo ao encontrado no presente estudo.

De uma forma geral, os resultados da tabela 18, entram em conformidade com os apresentados por Woomer *et al* (2013), ao afirmar que, em alguns países da África o rendimento potencial da soja sem a aplicação de insumos pode chegar até 2204 kg/ha, quando aplicado fósforo (P_2O_5) pode-se alcançar um rendimento de até 2856 kg/ha, quando aplicado o inoculante nas sementes pode-se alcançar um rendimento de 3031 kg/ha e quando há interação de inoculante e fósforo pode-se obter um rendimento de até 3055 kg/ha.

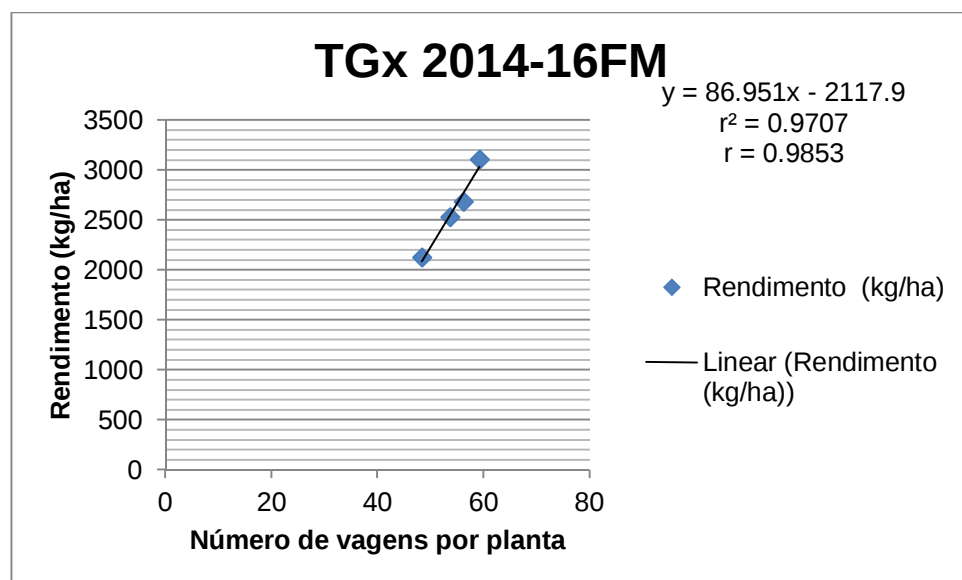
Os resultados desta variável apresentam um coeficiente de variação inferior a 10%, portanto (9.25), valor que é considerado baixo na classificação de Gomes (1985), o que significa alta precisão e fiabilidade dos resultados do estudo.

4.4. Correlação entre as variáveis de rendimento e o rendimento do grão

4.4.1. Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2014-16FM

O gráfico 2 assegura ilustrar a correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento do genótipo (TGx 2014-16FM). Pode-se verificar o coeficiente de correlação de Pearson.

Gráfico 2. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2014-16FM

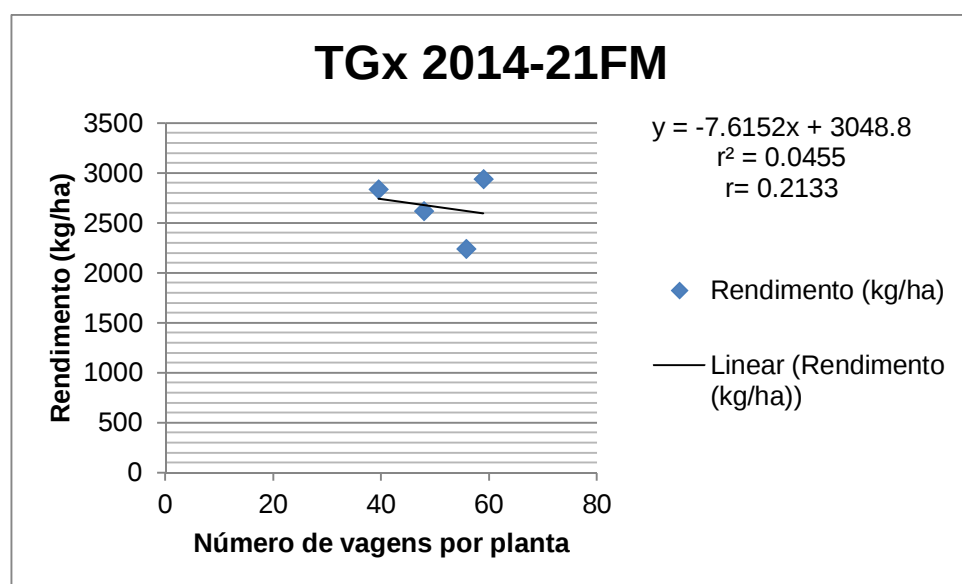


O gráfico anteriormente ilustrado mostra a correlação entre o número de vagens e o rendimento, pode-se observar o valor de coeficiente de correlação ($r = 0.9853$) entre as variáveis. Com estes resultados Machado (2014), considera a existência de uma correlação muito forte, portanto, julga-se que a relação entre o número de vagens e o rendimento do genótipo (TGx 2014-16FM) é forte, ou seja, o rendimento sofreu forte influência do número de vagens.

4.4.2. Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2014-21FM

O gráfico asseguir ilustra a correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento do genótipo (TGx 2014-21FM).

Gráfico 3. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2014-21FM

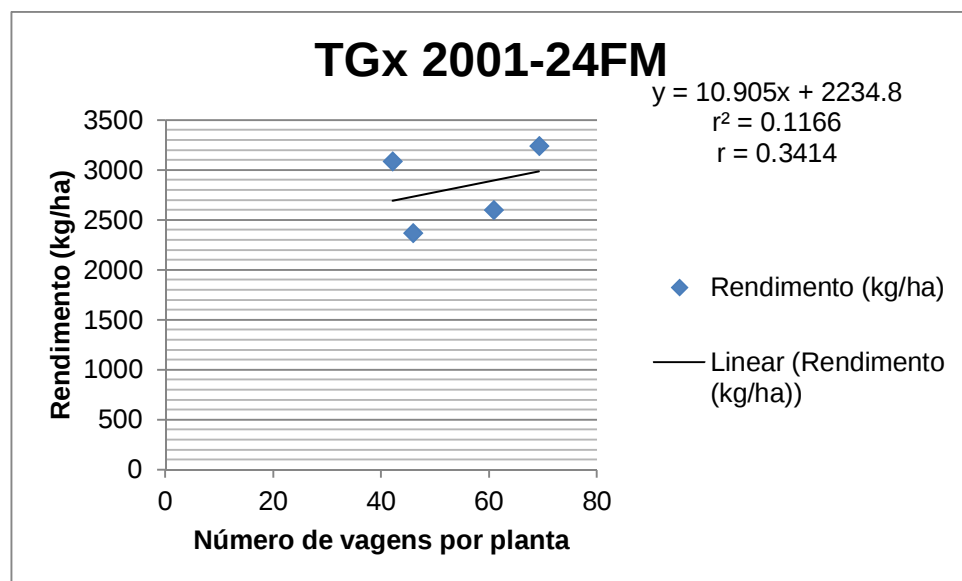


A representação da correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento do genótipo (TGx 2014-21FM), o gráfico acima, indica que a correlação entre as variáveis apresentou o valor de coeficiente de correlação ($r = 0.2133$) que segundo Machado (2014), considera a existência de uma correlação fraca, isto indica que a intensidade da relação entre estas variáveis é fraca, isto é, o rendimento foi fracamente influenciado pelo número de vagens por planta.

4.4.3. Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2001-24FM

O gráfico asseguir ilustra a correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento do genótipo (TGx 2001-24FM).

Gráfico 4. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2014-24FM

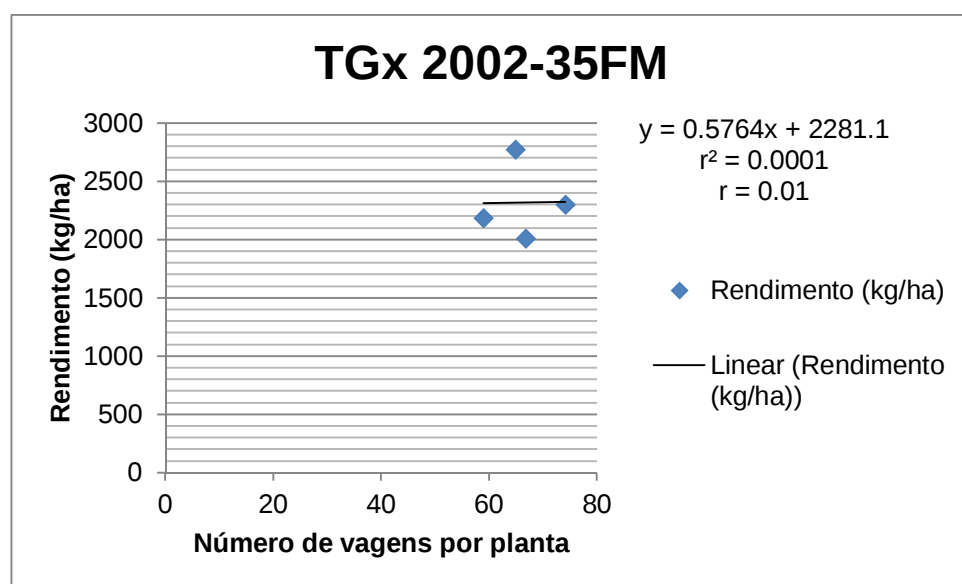


A representação da correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento do genótipo (TGx 2001-24FM), o gráfico anteriormente ilustrado, indica que a correlação entre as variáveis apresentou o valor de coeficiente de correlação ($r = 0.3414$) que segundo Machado (2014), considera a existência de uma correlação fraca, isto indica que a intensidade da relação entre estas variáveis é fraca, isto é, o rendimento foi fracamente influenciado pelo número de vagens por planta.

4.4.4. Correlação entre número de vagens por planta e o rendimento do grão de TGx 2002-35FM

O gráfico asseguir ilustra a correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento do genótipo (TGx 2001-35FM).

Gráfico 5. Correlação entre número de vagens e o rendimento de TGx 2002-35FM

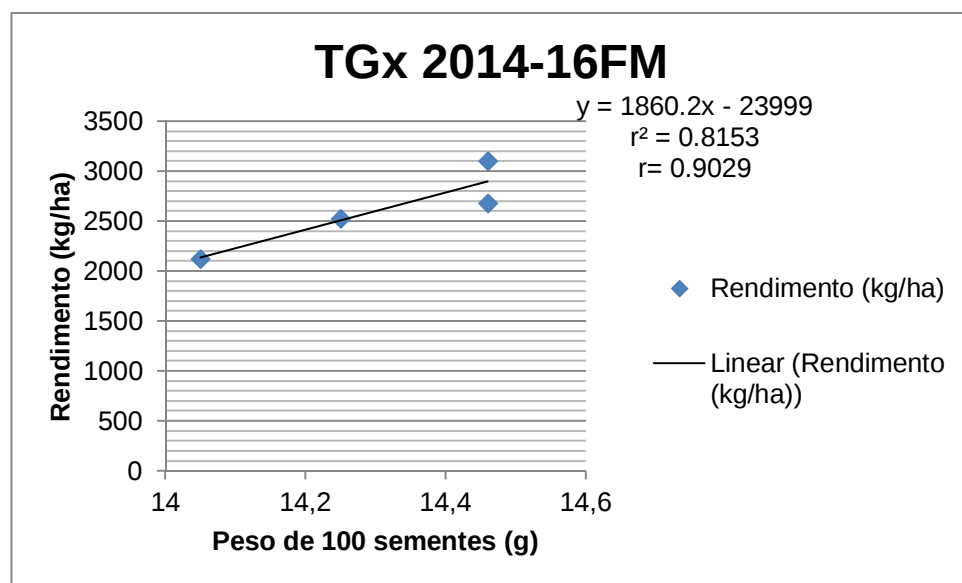


A representação da correlação entre o número de vagens por planta e o rendimento do genótipo (TGx 2002-35FM), o gráfico acima, mostra que a correlação entre as variáveis apresentou o valor de coeficiente de correlação ($r = 0.01$) que segundo Machado (2014), considera a existência de uma correlação muito fraca, isto indica que a intensidade de relação entre estas variáveis é extremamente fraca, isto é, o rendimento deste genótipo sofreu uma influência quase inexistente, portanto, pode se dizer que rendimento não foi influenciado pelo número de vagens por planta.

4.4.5. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2014-16FM

O gráfico asseguir ilustra a correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento do genótipo (TGx 2014-16FM). Pode-se verificar o coeficiente de correlação de Pearson

Gráfico 6. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2014-16FM

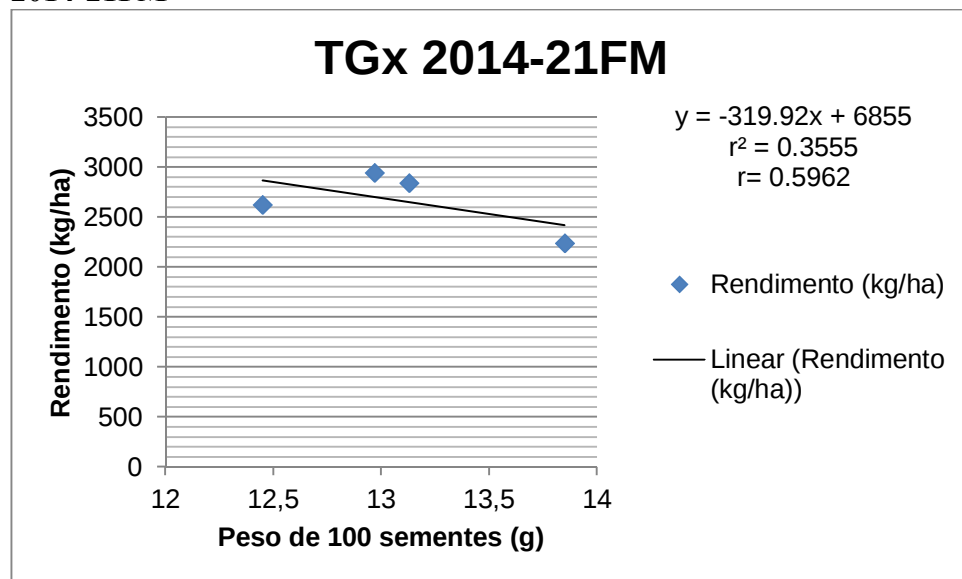


O gráfico acima ilustra a correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento do genótipo (TGx 201-16FM), pode-se observar o valor de coeficiente de correlação ($r = 0.9029$) entre as variáveis. Com estes resultados Machado (2014), considera a existência de uma correlação muito forte, portanto, julga-se que a relação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do genótipo é forte, isto é, o rendimento sofreu forte influência do peso de 100 sementes.

4.4.6. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2014-21FM

O gráfico assegura ilustrar a correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento do genótipo (TGx 2014-21FM).

Gráfico 7. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2014-21FM

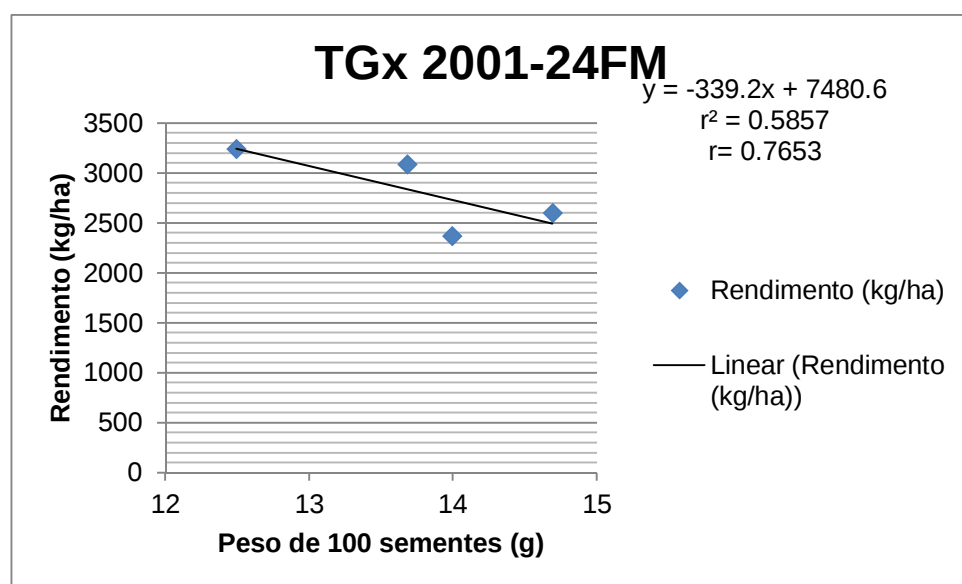


Entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão, no gráfico acima se pode observar claramente que o valor de coeficiente de correlação foi de ($r = 0.5962$) entre as variáveis. No entanto, Machado (2014), afirma haver uma correlação moderada, isto indica que a intensidade da relação entre as variáveis foi moderada, portanto, o rendimento do genótipo (TGx 2014-21FM) foi moderavelmente influenciado pelo peso de 100 sementes.

4.4.6. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2001-24FM

O gráfico asseguir ilustra a correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento do genótipo (TGx 2001-24FM).

Gráfico 8. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2001-24FM

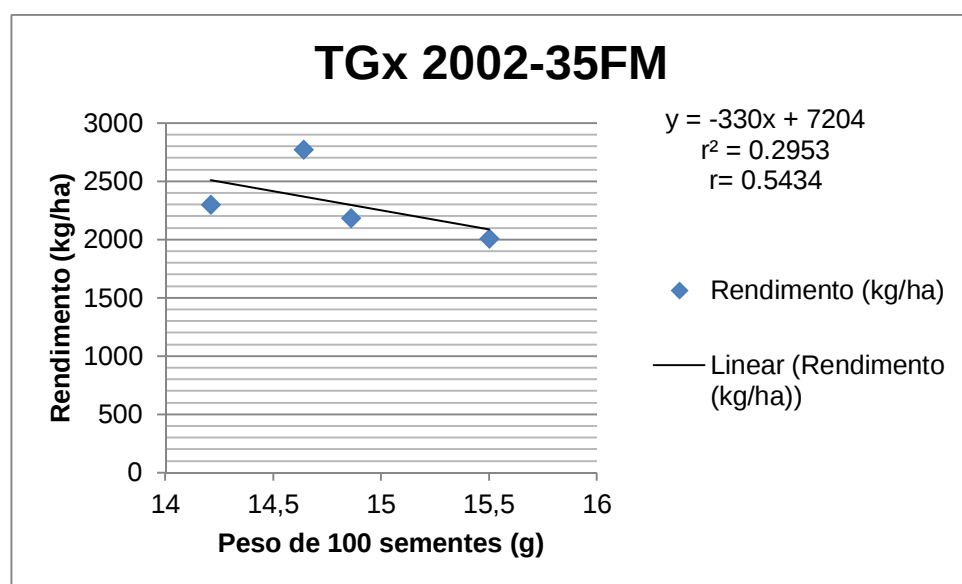


A representação da correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do genótipo (TGx 2001-24FM), o gráfico 8 acima, mostra que a correlação entre as variáveis apresentou o valor de coeficiente de correlação ($r = 0.7653$) que segundo Machado (2014), considera haver uma correlação forte, portanto, julga-se que a relação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do genótipo é forte, ou seja, o rendimento sofreu forte influência do peso de 100 sementes.

4.4.6. Correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão de TGx 2002-35FM

O gráfico assegura ilustrar a correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento do genótipo (TGx 2002-35FM).

Gráfico 9. Correlação entre o peso de 100 sementes (g) e o rendimento de TGx 2002-35FM



A correlação entre o peso de 100 sementes e o rendimento do grão, no gráfico acima se pode observar claramente que o valor de coeficiente de correlação foi de ($r = 0.5434$) entre as variáveis. Machado (2014), considera haver uma correlação moderada, isto indica que a intensidade da relação entre as variáveis foi moderada, portanto, o rendimento do genótipo (TGx 2002-35FM) foi moderavelmente influenciado pelo peso de 100 sementes.

CAPÍTULO V. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Com base nos resultados obtidos no presente estudo e as condições agro-ecológicas em que o ensaio foi estabelecido, conclui-se que:

- Nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè, local onde se realizou o ensaio, pode-se afirmar que os diferentes métodos de aplicação dos insumos (Inoculante e Fósforo) tiveram um efeito significativo sobre a variável de crescimento, componentes da fixação biológica do nitrogénio e nas variáveis de rendimento.
- Quanto aos genótipos estudados, o (TGx 2001-24FM), foi o que melhor respondeu a aplicação dos insumos em relação aos demais genótipos. E quanto ao efeito dos insumos usados no ensaio, à aplicação do fósforo (220 kg/ha) foi tão significativo para o rendimento dos genótipos em estudo, em relação ao tratamento aplicado inoculante e sem insumo.
- Em termos de rendimento potencial sem a entrada dos insumos, o genótipo (TGx 2014-16FM) apresentou a melhor média quando comparado com os demais genótipos estudados. E quanto aos valores absolutos, observou-se que, houve um comportamento definido em relação à tendência de variação, sendo que a maioria dos genótipos aumentou o seu rendimento em função da combinação entre (P_2O_5 + Inoculante) como é o caso dos genótipos (TGx 2014-16FM, TGx 2001-24FM e TGx 2002-35FM), porém, o genótipo (TGx 2014-21FM) aumentou o seu rendimento em função da aplicação do fósforo (P_2O_5) mas não houve diferenças significativas com a combinação entre (P_2O_5 + Inoculante).
- As interações dos genótipos combinados aos insumos tiveram um efeito positivo na cultura de soja ao proporcionar um aumento do rendimento médio do grão por hectare. O maior rendimento médio foi de 3242.25 kg/ha obtido pelo genótipo (TGx 2001-24FM) combinado ao (P_2O_5 + Inoculante). Contudo, existem evidências para aceitar-se a hipótese alternativa, ou seja, existe pelo menos um tratamento que trás um efeito significativo sobre o rendimento dos quatro genótipos de soja em estudo.

5.2. Recomendações

Com base nos resultados obtidos no presente estudo recomenda-se:

Ao Instituto Internacional de Agricultura Tropical – IITA

- Para que faça estudos repetitivos de avaliação do rendimento dos quatro genótipos sob efeito da aplicação do fósforo e do inoculante em condições onde foi estabelecido o presente estudo bem como em diferentes áreas do distrito de Gurúè para que se possa comprovar a legitimidade dos resultados do presente estudo e obter uma amostra demonstrativa da realidade do distrito.
- Que se realizem mais estudos com os genótipos estudados, mas com outros objectivos de estudo a alcançar, como sejam os casos de novas formulações de fósforo combinado a inoculantes, adaptabilidade, data e densidade de sementeira, no intuito de encontrar todas as especificações técnicas dos genótipos, visando o incremento do seu potencial produtivo nas condições do distrito de Gurúè.

As entidades de investigação e de pesquisa, a todos os níveis,

- Para que se desenvolvam estudos com os genótipos incluídos neste estudo e outros, em diferentes regiões do país, de modo a conhecer o potencial de rendimento nas diferentes condições agro-ecológicas, contribuindo assim para o aumento dos níveis de rendimento desta cultura de grande importância em diferentes pontos do país.

Aos agricultores do distrito Gurúè, e os da localidade de Namarripe em particular,

- Existindo possibilidades de aquisição dos insumos (inoculante e o fósforo), que utilizem no cultivo da soja, visto que, a resposta da inoculação combinada a 220 kg/ha de P_2O_5 , influenciou no incremento do rendimento do grão.
- Quanto aos genótipos estudados, recomenda-se o uso dos quatro genótipos visto que todos mostraram potencialidades produtivas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Adama, P. (6 de Junho de 2022). Guia completo sobre a cultura da soja . Soja , p. portaladama.com.
- Alves, V. S. (2018). *Eficiência de Genótipos de Soja no Uso do Fósforo*. Minas Gerais, Brasil: Uberlândia.
- Avila., C. J., & Santos., V. (2018). *Manejo Integrado de Pragas (MIP) na cultura da soja*. Brasil: Embrapa Agropecária Oeste.
- Bofana, J. d. (2013). *Avaliação do rendimento do grão de seis variedades da cultura de soja [Glycine max (L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante (Bradyrhizobium japonicum)*. Trabalho de monografia, Universidade Católica de Moçambique, Angónia.
- Brandelero., E. M., Peixoto., C. P., & Ralisch., R. (2009). *Nodulação de cultivares de soja e seus efeitos no rendimento de grãos*. Londrina: UFBA.
- Cavalli., C., Lange., A., Cavalli., E., Santos., P. H., Balen., A. B., & Wruck., F. J. (2015). *Doses de fósforo em superfície na cultura da soja em solo com fertilidade em construção*. Mato Grosso: Embrapa.
- Dantas, É. D. (2018). *Efeito de inoculantes e adubação em cultivar de soja produzida no município de areia - PB*. Areia-PB: Universidade Federal da Paraíba.
- Embrapa. (2005). *Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura da Soja*. Brasil: Brasília-DF.
- Embrapa. (2005). Sistema de produção 6. *Tecnologias de produção de soja Região Central do Brasil*, p. <http://w.cnpab.embrapa.br/serviços/inoculantes2.html>.
- Embrapa. (2008). Publicações: folders. *Embrapa*.
- Embrapa. (2016). *Fixação Biológica de Nitrogénio (FBN)*. Brasil: Embrapa.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agro-pecuária (Embrapa). (1979). *descrição botânica da soja*. Pelotas - RS: UEPAE/Pelotas - Convênio Embrapa/UFPEL.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. (10 de Outubro de 2012). Uso de inoculante microbiano aumenta rendimento da cultura da soja. *Notícias*, p. 10.

Engoke., C., & Boahen., S. (2019). *Pan African Variety Soybean Trial Report Mozambique*. Namarrípe, Província da Zambézia: IITA.

Equipe Mais Soja. (29 de Dezembro de 2020). Importância do Fósforo na cultura de soja. p. 7.

Equipe Mais Soja. (16 de Outubro de 2021). Para uma boa fixação de N, quantos nódulos devem haver por planta? +Soja.

Farias., J. R., Nepomuceno., A. L., & Neumaier., N. (2007). Ecofisiologia da Soja. *Circular Técnica* 48, 9.

Gomes. (1985). *Curso de Estatística Experimental*. São Paulo: Nobel.

Hanlon., J., & Smart., T. (2013). *O boom da soja no Gurúè*. Moçambique.

Hartman., G., & Murithi, H. M. (2018). *Field Guide to African Soybean Diseases and Pests*. Ethiopia: Soybean Innovation Laboratory.

Inage. (08 de Novembro de 2019). Governo da Província da Zambézia. *Localização Geográfica*, p. www.zambezia.gov.mz.

Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA). (2023).

Instituto de Cereais de Moçambique (ICM, IP). (2023). SOJA. *SOJA-ICM*, 6.

Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA). (2018). *Manual de produção e comercialização de sementes*. Nampula: Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA).

Instituto Internacional de Agricultura Tropical (IITA). (2023). *Dados meteorológicos do poavdo de Namarrípe*. Gurúè: IITA-Gurúè.

Janeque., R. A., Costa., N. L., & Santana., A. C. (23 de Outubro de 2021). Cultivo de soja no continente africano: evidências contemporâneas baseadas em produtores moçambicanos. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, 59.

- Jaquissone, J. (2016). *Maneio adequado dos Solos nas áreas de reassentamento na comunidade de Ruace-Gurúè entre os anos 2013-2015*. Gurúè.
- Júnior., B., & Hungria, M. (2000). *Efeito De Doses De Inoculante Turfoso Na Fixação Biológica Do Nitrogénio Pela Cultura Da Soja*. londrina.
- Machado, D. (2014). *Coeficiente de Correlação de Pearson*. Brasil: Universidade Federal Fluminense - UFF.
- Martin, P. D. (2021). *A cultura da Soja (Glycine max)*. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria Dep. Fitotecnia - Sector de Agricultura.
- Muananamule., C. P., Boina., G., & Colial., H. V. (2017). *Manual do cultivo de soja em sequeiro na região Norte de Moçambique*. Nampula: Instituto de Investigação Agrária de Moçambique.
- Pereira., C. S., Callefí., W. P., Fiorini., I. V., Pereira., H. D., & Lange., A. (2022). Formas De Aplicação De Inoculante na cultura da soja. *Revista Tecnológica*, 5.
- Pires., F. R., Silva., A. G., Menezes., C., & Assis., R. (2008). Formas de aplicação de inoculante e seus efeitos na cultura da soja. *Bioscience Journal*, 14.
- Rezende., P. M., & Carvalho., E. d. (2006). *Avaliação de cultivares de soja (glycine max (l.) merril) para o sul de minas gerais* . Departamento de Agricultura/DAG . Lavras, MG: Universidade Federal de Lavras/UFLA.
- Sadiq, A. A. (2020). Response of Soybean [*Glycine Max* (L.) MerrIl.] Varieties to inoculation and sowing date in guinea savanna, nigeria. *N i g e r i a n a g r i c u l t u r a l j o u r n a l*, 51, 8.
- Sediyama, T., Pereira, M. G., Sediyama, C. S., & Gomes, J. L. (1989). *Cultura da soja: 1ª parte*. Viçosa: UFV.
- Silva. (2007). *Uso de sisvar na análise de experimentos*. Brazil: Patos de Minas.

- Silva, C. D. (2021). *Cultura Da Soja (Glycine max): uma abordagem sobre a viabilidade do cultivo no município de Ribeira do Pombal (BA)*. Paripiranga: UniAGES Centro Universitário.
- Silva, E. M. (19 de Outubro de 2018). Inoculante para a soja. *Inoculante para a soja de alta produtividade: como, quando e o porquê*, p. 12.
- Souto., S. M., & Dobereiner, J. (1968). *efeito do fósforo, temperatura e umidade do solo na nodulação e no desenvolvimento de duas variedades de soja perene (Glycine javanica l. maniiães souto joianna dôberiiineit'*. brasil: Embrapa.
- Soybean Innovation Lab. (2023). *Seed catalog - Pan african trials*. Africa: USAID.
- Stoller. (7 de Outubro de 2021). Ciclo da Soja. *A Soja*.
- Woomer., P., Huising., J., & Giller., K. (2013). *N2Africa: Final Report of the First Phase*. Africa: Linda van der Nat.
- Zilli., J. É., Gianluppi., V., Campo., R. J., Rouws., J. R., & Hungria., M. (Outubro de 2010). Inoculação da soja com *bradyrhizobium* no sulco de semeadura alternativamente à inoculação de sementes. *Embrapa Roraima*, 7.

ANEXOS E APÊNDICES

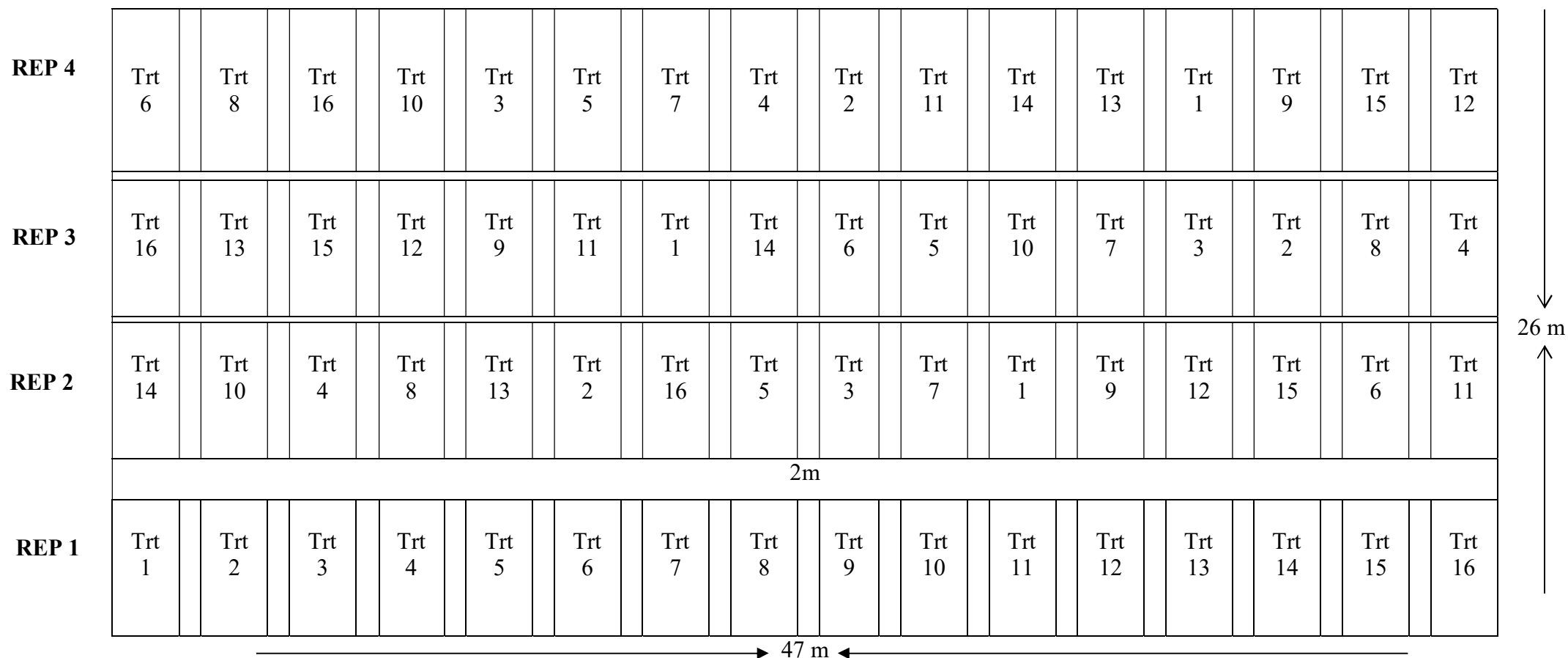
Apêndice 1. Protocolo de ensaio

- **Tema:** Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max L.* Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè;
- **Responsável pelo planeamento do ensaio:** Instituto Internacional de Agricultura Tropical – Gurúè;
- **Responsável pela condução do ensaio:** Jorlindo Arlindo Jorge Sargento;
- **Local do ensaio:** Instituto Internacional de Agricultura Tropical – província da Zambézia, distrito de Gurúè, localidade de Namarripe;
- **Ano de ensaio:** 2022/2023;
- **Cultura:** Soja [*Glycine Max L.* Merrill];
- **Objectivo do ensaio:** Avaliar rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max L.* Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè;
- **Delineamento experimental:** Delineamento de Blocos Completos Casualizados (DBCC);
- **Genótipos em estudo:** TGx 2014-16FM, TGx 2014-21FM, TGx 2001-24FM e TGx 2002- 35FM.

Dimensionamento da área

- **Número de blocos:** 4;
- **Número total das parcelas:** $16 \times 4 = 64$;
- **Número de linhas dentro das parcelas:** 5;
- **Distância entre linhas:** 0.5 m;
- **Distância entre plantas:** 0.1 m;
- **Comprimento da parcela:** 5 m;
- **Largura da parcela:** 2 m;
- **Área total da parcela:** $5 \text{ m} \times 2 \text{ m} = 10\text{m}^2$;
- **Densidade total de plantas no ensaio:** $400 \times 64 = 25600$;
- **Espaço entre parcelas:** 0.5 m;
- **Espaço entre bloco:** 2 m;
- **Área total do ensaio:** $47 \text{ m} \times 26 \text{ m} = 1222\text{m}^2$.

Apêndice 2. Esquema do ensaio



Apêndice 3. Cronograma de actividades

	Meses																				
Actividades	Dezembro				Janeiro				Fevereiro				Março				Abril				
Semanas	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	
Preparação do solo																					
Demarcação do terreno																					
Adubação de fundo																					
Inoculação de sementes																					
Sementeira																					
Retanchar																					
Desbaste																					
Sacha																					
Amontoar																					
Controle fitossanitário																					
Colheita de dados e plantas																					
Observação dos resultados do ensaio																					

Apêndice 4. Dados brutos

Insumo	Re p	Altura (cm)	Numero de nodulo	Peso de nodulo (mg)	Numero de vagens/planta	Peso de 100 sementes (g)	Peso do grao/parcela (Kg)
Sem insumo	1	71.6	176	971	300	13.921	2.6
Sem insumo	2	66.4	125	712	248	11.46	2.4
Sem insumo	3	88	77	500	224	12.512	2.9
Sem insumo	4	70	323	1960	316	14.223	2.8
P2O5	1	70.2	128	1118	292	13.764	2.9
P2O5	2	85.4	89	988	296	11.971	3
P2O5	3	76.2	191	688	340	11.317	2.8
P2O5	4	75.8	67	627	425	13.911	2.3
Inoculante	1	77.2	194	1061	267	11.725	2.1
Inoculante	2	69	288	2559	274	11.928	2.7
Inoculante	3	74.2	186	1302	212	11.538	3.1
Inoculante	4	67.6	385	2819	308	14.315	2.7
P2O5 + Inoculante	1	71	323	1960	221	14.492	3.1
P2O5 + Inoculante	2	76.2	186	1302	219	11.957	3

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè

P2O5 + Inoculante	3	72	73	798	215	11.472	2.7
P2O5 + Inoculante	4	71.6	186	1048	347	12.712	2
Sem insumo	1	59.4	110	429	265	14.531	2.4
Sem insumo	2	61.6	194	1317	298	14.188	2.6
Sem insumo	3	54.2	151	740	270	13.819	2
Sem insumo	4	57.2	154	1997	363	16.14	2.1
P2O5	1	61.6	127	848	348	14.856	2.8
P2O5	2	60.4	200	627	356	14.482	3.1
P2O5	3	61.2	260	978	352	15.59	2.9
P2O5	4	67.6	217	1103	208	14.648	2.8
Inoculante	1	53.5	206	829	250	14.784	2
Inoculante	2	54	215	1295	264	15.615	2.1
Inoculante	3	65.2	319	1315	296	18.406	2.3
Inoculante	4	64.2	263	1052	264	16.119	2
P2O5 + Inoculante	1	59.4	364	2206	295	14.856	2.9
P2O5 +	2	51.4	224	1061	209	14.037	2.1

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè

Inoculante							
P2O5 + Inoculante	3	67.2	224	1755	317	15.042	3.4
P2O5 + Inoculante	4	51.4	260	1368	343	14.826	2.1
Sem insumo	1	50.6	109	547	171	16.03	2
Sem insumo	2	53.4	117	1016	183	15.59	2.9
Sem insumo	3	47	37	115	167	14.671	1.9
Sem insumo	4	43.8	28	890	128	18.849	1.1
P2O5	1	45.8	77	500	170	15.288	1.9
P2O5	2	47.2	72	378	129	16.253	2
P2O5	3	53	183	835	173	15.494	1.7
P2O5	4	50.6	89	462	172	14.383	1.6
Inoculante	1	49.6	125	712	95	14.607	2.1
Inoculante	2	56.2	41	183	159	11.651	2.5
Inoculante	3	53.2	148	938	174	16.107	2.5
Inoculante	4	40.2	54	346	123	16.807	1.2
P2O5 + Inoculante	1	50	114	721	208	15.555	2.2

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè

P2O5 + Inoculante	2	48.6	151	740	162	16.285	2
P2O5 + Inoculante	3	50.2	106	615	182	11.8	2.1
P2O5 + Inoculante	4	44.8	26	490	157	15.775	1.9
Sem insumo	1	65.8	151	857	280	11.302	2.7
Sem insumo	2	62.6	242	1024	296	11.8	2.4
Sem insumo	3	66.8	116	501	399	14.975	3.7
Sem insumo	4	66	220	1025	504	10.853	2.8
P2O5	1	71.6	420	1121	314	11.826	2.5
P2O5	2	67.6	207	1176	391	11.791	2.9
P2O5	3	67.2	321	692	384	12.315	3.5
P2O5	4	68.2	90	829	319	12.658	2.6
Inoculante	1	68.9	213	1195	356	11.824	3
Inoculante	2	65.8	357	1331	314	13.136	3.1
Inoculante	3	70.4	145	510	289	12.696	3
Inoculante	4	70.8	138	821	486	11.943	3
P2O5 +	1	70.2	203	694	461	13.501	3.5

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè

Inoculante							
P2O5 + Inoculante	2	72.6	145	923	407	12.005	4.1
P2O5 + Inoculante	3	70	426	1021	310	11.663	2.2
P2O5 + Inoculante	4	73.4	383	882	318	11.566	2.1

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè

Apêndice 5. Tabela de análise de variância de altura da planta (cm)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GENOTIPO	3	200.355430	66.785143	2.738	0.0544
INSUMO	3	685.410430	228.470143	9.367	0.0001
GENOTIPO*INSUMO	9	1109.945664	123.327296	5.056	0.0001
REP	3	83.222305	27.740768	1.137	0.3442
erro	45	1097.627070	24.391713		
Total corrigido	63	3176.560898			
CV (%) =	7.82				
Média geral:	63.1398437	Número de observações:	64		

Apêndice 6. Tabela de análise de variância do número de nódulos

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GENOTIPO	3	569.503910	189.834637	4.113	0.0116
INSUMO	3	2928.131739	976.043913	21.147	0.0000
GENOTIPO*INSUMO	9	4217.587270	468.620808	10.153	0.0000
REP	3	302.270390	100.756797	2.183	0.1031
erro	45	2076.960262	46.154672		
Total corrigido	63	10094.453571			
CV (%) =	17.42				
Média geral:	39.0102812	Número de observações:	64		

Apêndice 7. Tabela de análise de variância do peso de nódulos (mg)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GENOTIPO	3	36823.894953	12274.631651	11.068	0.0000
INSUMO	3	41458.709174	13819.569725	12.461	0.0000
GENOTIPO*INSUMO	9	114880.149711	12764.461079	11.509	0.0000
REP	3	17440.393426	5813.464475	5.242	0.0034
erro	45	49907.063585	1109.045857		
Total corrigido	63	260510.210849			
CV (%) =	16.16				
Média geral:	206.0988672	Número de observações:	64		

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúé

Apêndice 8. Tabela de análise de variância do número de vagens por planta

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GENOTIPO	3	2196.758778	732.252926	7.383	0.0004
INSUMO	3	217.149282	72.383094	0.730	0.5396
GENOTIPO*INSUMO	9	3358.247368	373.138596	3.762	0.0014
REP	3	566.895384	188.965128	1.905	0.1423
erro	45	4463.215336	99.182563		
Total corrigido	63	10802.266148			
CV (%) =	17.66				
Média geral:	56.3960078	Número de observações:	64		

Apêndice 9. Tabela de análise de variância do peso de 100 sementes (g)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GENOTIPO	3	26.231015	8.743672	9.471	0.0000
INSUMO	3	3.447879	1.149293	1.245	0.3047
GENOTIPO*INSUMO	9	14.584732	1.620526	1.755	0.1042
REP	3	40.163452	13.387817	14.501	0.0000
erro	45	41.545727	0.923238		
Total corrigido	63	125.972806			
CV (%) =	6.87				
Média geral:	13.9812102	Número de observações:	64		

Apêndice 10. Tabela de análise de variância do rendimento (kg/ha)

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
GENOTIPO	3	2168407.250000	722802.416667	12.445	0.0000
INSUMO	3	5036520.125000	1678840.041667	28.905	0.0000
GENOTIPO*INSUMO	9	1355005.125000	150556.125000	2.592	0.0168
REP	3	316212.125000	105404.041667	1.815	0.1580
erro	45	2613662.375000	58081.386111		
Total corrigido	63	11489807.000000			
CV (%) =	9.25				
Média geral:	2605.8750000	Número de observações:	64		

Apêndice 11. Imagens relacionadas ao estudo



Visita de especialistas em leguminosas no ensaio



Entrada dos produtores locais no ensaio para observarem como está ser o processo de produção dos genótipos



Manutenção do estado das plantas

Avaliação do rendimento de quatro genótipos da cultura de soja [*Glycine Max* L.) Merrill] sob efeito da aplicação do inoculante e fósforo nas condições agro-ecológicas do distrito de Gurúè



Inoculante utilizado no ensaio (Nodumax)



Goma-arábica (aderente)



A vista do ensaio



This document was created with the Win2PDF "Print to PDF" printer available at

<https://www.win2pdf.com>

This version of Win2PDF 10 is for evaluation and non-commercial use only.

Visit <https://www.win2pdf.com/trial/> for a 30 day trial license.

This page will not be added after purchasing Win2PDF.

<https://www.win2pdf.com/purchase/>