



FACULDADE DE AGRONOMIA E ENGENHARIA FLORESTAL
DEPARTAMENTO DE PRODUÇÃO VEGETAL
LICENCIATURA EM ENGENHARIA AGRONOMICA

PROJECTO FINAL

Efeito de diferentes compassos no crescimento e rendimento de duas espécies de amarantos (*Amaranthus hybridus* e *A. cruentus*).



Discente:

Lumbela, Raimundo Sansão

Supervisor:

Prof. Doutor Jerónimo Ribeiro (PhD)

Maputo, Fevereiro de 2026

**Efeito do compasso no crescimento e rendimento de duas espécies de amarantos
(*Amaranthus hybridus* e *A. cruentus*).**

Projecto final submetido à Universidade Eduardo Mondlane, Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (Departamento de Produção Vegetal), sob supervisão do Pro. Doutor Jerónimo Ribeiro. Como um dos requisitos para a obtenção do grau de licenciatura em engenharia agrónomica

DECLARAÇÃO DE HONRA

Eu, Raimundo Sansão Lumbela, declaro por minha honra que o presente trabalho de culminação do curso é da minha autoria e nunca foi submetido nesta ou em outra instituição para aquisição de qualquer outro grau acadêmico. Este constitui o resultado do meu esforço individual e das orientações do meu supervisor, o conteúdo deste trabalho é original e todas as fontes consultadas estão devidamente mencionadas no texto e na bibliografia final. O presente trabalho é apresentado em cumprimento parcial dos requisitos para obtenção do título de licenciado em Engenharia Agronômica, no Departamento de Produção Vegetal da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane.

Raimundo Sansão Lumbela

Data: ____/____/2026

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

Prof. Doutor Jerónimo E.M.M. Ribeiro

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

_____/_____/2026

RESUMO

O amarantos é um pseudocereal pertencente à família Amaranthaceae. É uma cultura de grande importância nutricional. Embora não existam evidências documentadas sobre o seu cultivo nem sobre o consumo de grãos em Moçambique, as suas folhas são frequentemente colhidas e consumidas como hortícolas folhosas pelas comunidades, desempenhando um papel relevante na dieta e segurança alimentar dos Mocambicanos. A introdução desta cultura nos sistemas de produção nacionais poderá contribuir significativamente para a diversificação agrícola. O uso de compasso de plantação é uma das técnicas de produção que pode aumentar ou baixar o rendimento, dependendo do objectivo do investigador ou produtor. Neste contexto, o presente estudo visa avaliar o rendimento de duas espécies e três diferentes compassos de plantação. O experimento foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF), utilizando o delineamento de blocos completos casualizados em arranjo factorial de 3×2 , numa área de $92,75 \text{ m}^2$, no período de 11 de Novembro de 2024 a 26 de Março de 2025. Os dois factores são: compassos ($45 \times 45 \text{ cm}$; $25 \times 35 \text{ cm}$ e $20 \times 25 \text{ cm}$) e espécies (*A. hybridus* e *A. cruentus*), totalizando 6 tratamentos com 5 repetições. As variáveis medidas foram: número de folhas, altura das plantas, peso de biomassa aérea das plantas, de caule com panícula, rendimento médio de folhas e grãos. Não houve efeito significativo da interação para as variáveis número de folhas, altura das plantas, rendimento médio da biomassa da parte aérea da planta, de caule com panícula e no rendimento médio das folhas. No entanto, verificou-se efeito significativo dos factores isolados, sendo que o factor espécie influenciou positivamente as variáveis: número de folhas, altura das plantas, peso de biomassa da parte aérea das plantas, de caule com panícula e no rendimento médio de folhas, sendo que *A. cruentus* foi superada por *A. hybridus*, que registou cerca de 288,46 folhas/planta; 157,9g/planta; 664g/planta; 462,04g/planta e 226g/planta, respectivamente. Observou-se efeito significativo do factor jcompasso, sendo que o compasso de $45 \times 45 \text{ cm}$ proporcionou maior desempenho, com cerca de 247,7 de folhas/planta, 804,647g/planta da biomassa aerea por planta, 557,34g/planta de caule com panícula e 278,43g/planta das folhas. Verificou-se efeito significativo da interação para o rendimento médio de grãos, sendo que a espécie *A. hybridus* e o compasso $45 \times 45 \text{ cm}$ registaram maior rendimento de grãos (40,975g/planta).

Palavras-chaves: compassos, espécies, crescimento e rendimento do amarantos.

AGRADECIMENTOS

Ao meu supervisor, Professor Doutor Jerónimo Ribeiro pela paciência, pelos ensinamentos transmitidos, apoio e orientação desde a introdução de métodos de investigação científica, montagem e condução do ensaio até a elaboração do projecto final. A ele, vai a minha gratidão.

A Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal (FAEF) da Universidade Eduardo Mondlane (UEM) pelo privilegio de fazer parte da instituição, e a todos os professores que contribuíram para minha formação académica. Aos técnicos do campo experimental da FAEF, em especial a Dona Herminia pela colaboração, orientação e apoio que foi indispensável para que este trabalho fosse concluído.

Aos meus pais Sansão Lumbela e Laura Timane, que foram a ponte para a minha formação como pessoa e como profissional graças a orientação, educação a responsabilidade que me foi desenvolvida ao longo dos anos.

Aos meus companheiros de residência, Agnísio Baloi, Edmilson Nhamutsua e Luis Mortario pelo bom afecto, por terem me ajudado sempre que precisei, pelos conselhos de vida e acima de tudo por partilhar todos os momentos nessa longa caminhada. Ao meu amigo, Arnaldo Madjenge pelo apoio incondicional e por ter proporcionado vários momentos de diversão.

Aos meus condiscipulos que contribuíram directa ou indirectamente para o sucesso da minha formação académica, especialmente Alexandre Vilela, Elias Malazar, Helder Monteiro, Fred Alfredo, Elena Isabel, Paiva Paiva, Ronaldo Sunde, Sidney Fumo e Usseni Quichene pelo papel importante que desempenharam na minha formação, sem vocês nada disso seria possível.

A DEUS, pelo dom da vida

O meu muito obrigado.

ÍNDICE

1. INTRODUÇÃO	1
1.1. Contextualização	1
1.2. Problema de estudo e justificativa	2
1.3. Objectivos	3
1.3.1. Objectivo geral	3
1.3.2. Objectivos específicos	3
2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	4
2.1. Origem e distribuição, descrição botânica de <i>Amaranthus</i>	4
2.2. Usos de espécies de <i>Amaranthus</i> no mundo e em Moçambique	4
2.3. Descrição de <i>Amaranthus hybridus</i> e <i>A. cruentus</i>	5
2.4. Rendimento e potencial do cultivo do <i>Amaranthus</i> em condições adversas.....	6
2.5. Factores que influenciam a produtividade do <i>Amaranthus</i>	6
2.5.1. Exigências climáticas e do solo.....	6
2.5.2. Influência de diferentes compassos no crescimento e no rendimento do amarantos.....	7
2.5.3. Desempenho produtivo de espécies de <i>Amaranthus</i> : influência da variação genética	8
3. MATERIAL E MÉTODOS	9
3.1. Descrição da área de estudo	9
3.2. Delineamento experimental e tratamentos	10
3.2.1. Descrição dos tratamentos e do ensaio	10
3.4. Condução do ensaio	11
3.4.1. Transplantação e adubação.....	11
3.4.2. Controlo de infestantes	12
3.4.3. Pragas e doenças.....	12
3.4.4. Irrigação.....	13
3.5. Análise das variáveis medidas.....	14
3.6. Análise estatística	16
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	17
4.1. Número de folhas	17
4.2. Altura das plantas	19

4.3.	Rendimento da biomassa aérea da planta	21
3.4.	Peso fresco do caule com panícula	24
3.5.	Rendimento de folhas	26
3.6.	Rendimento de grãos	28
5.	CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES	30
5.1.	Conclusões	30
5.2.	Recomendações	30
6.	REFERÊNCIAS	31
7.	ANEXOS	35

Lista de tabelas

Tabela 1: principais factores e respectivos tratamentos

Lista de figuras

Figura 1: Mapa da área de estudo	9
Figura 2: Pluviómetro montado no local do ensaio no campo experimental.....	12
Figura 3: Distribuição de água no local do ensaio.....	13
Figura 4: Resultados médios de número de folhas por espécie.	17
Figura 5: Valores médios de número de folhas nos diferentes compassos.....	18
Figura 6: Valores médios da altura das plantas (em cm) por espécie.....	19
Figura 7: Altura média das plantas nos diferentes compassos de plantação.....	20
Figura 8: Peso médio da biomassa da parte aérea das plantas (em g), por espécie.....	22
Figura 9: peso médio de biomassa aérea de plantas nos diferentes compassos.....	23
Figura 10: peso médio do caule com panícula (em g), por espécie.	25
Figura 11: Resultados médios de caule com panícula (em g) nos diferentes compassos.	26
Figura 12: Rendimento médio de folhas (em g) por espécie.	27
Figura 13: Rendimento médio de folhas (em g) nos diferentes compassos.....	28
Figura 14: Rendimento médio de grãos (em g) por espécie e compassos	29

Lista de Símbolos e Acrônimos

ANOVA_ Análise de variância

CV_ Coeficiente de variação

CEI_ Condutividade Eléctrica

DBCC_ Delineamento de Blocos Completamente Casualizados

DDS_ Dias depois da sementeira

DDT_ Dias depois da transplantação

EUA_ Estados Unidos da América

DDG_ Dias depois da germinação

FAEF_ Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal

FAO_ Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura

Fig_ Figura

IIAM_ Instituto de Investigação Agrária de Moçambique

ISHS_ Sociedade Internacional de Ciências Hortícolas

pH_ Potencial de Hidrogénio

ton/ha_ Toneladas por hectare

UEM_ Universidade Eduardo Mondlane

Lista de Símbolos e Elementos Químicos Convencionados

Cm_ Centímetros

G_ Gramas

Ha_ Hectare

NPK_ Nitrogénio Fósforo e Potássio

Kcl_ Cloreto de Potássio

Mg_ Magnésio

NPK_ Nitrogénio, Fósforo e Potássio

pH_ Potencial de hidrogénio

Zn_ Zinco

1. INTRODUÇÃO

1.1. Contextualização

O género *Amaranthus* compreende cerca de 70 espécies, das quais algumas são cultivadas como hortícolas folhosas e outras como cereais, enquanto outras são consideradas infestantes (Tanzin, 2018; Ribeiro, 2017; Das, 2012; Ebert & Wang, 2011). É um género da família Amaranthaceae (Ebisa *et al.*, 2019; Tanzin, 2018 & Ribeiro, 2017). São plantas caracterizadas por um crescimento rápido, folhas largas e ciclo curto, sendo colhidas três a quatro semanas após o transplante para folhas, enquanto que para grãos requerem entre 3 e 4 meses (Ebisa *et al.*, 2019; Ribeiro, 2017 & Dimande, 2016).

O amarantos faz parte da dieta dos Moçambicanos. Evidências indicam que espécies do género *Amaranthus* como *A. hybridus*; *A. dubius* Mart; *A. gracilis* Desf; *A. gracizans* L; *A. spinosus* L e alguns génotipos designados IIAM2 e IIAM3 ocorrem em Moçambique e as suas folhas são frequentemente colhidas e consumidas em algumas comunidades do país (Ribeiro., 2017 & Tembe., 2013). O amarantos tem potencial para aliviar a subnutrição e insegurança alimentar, pois, suas folhas e grãos são ricos em ferro, cálcio, zinco, compostos fenólicos, vitaminas C e A, lípidos e proteínas, hidratos de carbono e fibras alimentares (Ebisa *et al.*, 2019). Além disso, o grão contém altos teores de Lisina e aminoácidos contendo enxofre, que são ausentes em muitos cereais (Ebert & Wang., 2011).

A procura de espécies e o aprimoramento de práticas culturais como o espaçamento adequado entre plantas são muito importantes para um melhor desempenho do amarantos em termos de crescimento e rendimento (Henderson *et al.*, 2000). O espaçamento adequado, constitui uma variável essencial para atingir os maiores rendimentos e uniformidade da parte vegetativa da planta. Isto pode ser alcançado estabelecendo distâncias adequadas entre linhas e plantas (Ebisa *et al.*, 2019). Actualmente a produção de alimentos básicos ainda não é capaz de satisfazer necessidades alimentares dos Moçambicanos devido as actuais alterações climáticas, entre outros factores (Governo de Moçambique., 2023; Cunguara & Garrett, 2011). A produção e utilização do amarantos deve ser promovida em Moçambique devido aos seus enormes benefícios nutricionais (Ribeiro., 2017 & Tembe., 2013). Apesar das suas vantagens nutricionais, a investigação tem dado pouca atenção na procura de espécies bem adaptadas e de densidades de plantas óptimas para o rendimento de folhas e grãos dos amarantos nas condições locais.

Em diferentes estudos realizados, o compasso de plantação tem sido reportado como sendo o factor que mais afecta as variáveis de crescimento e rendimento, visto que, a produtividade cresce a medida que a população de plantas aumenta até chegar a um ponto em que a competição por luz, água e nutrientes começa a limitar o seu desenvolvimento (Cunguara & Garrett., 2011 & Henderson *et al.*, 2000). Em Moçambique, o cultivo de amarantos carece de informações técnicas relativas a práticas agronómicas eficientes, como o compasso de sementeira que influencia directamente a competição por luz, água e nutrientes, afectando o crescimento assim como o rendimento total (Tembe., 2013).

A falta de informação sobre a resposta do amarantos a diferentes compassos constitui uma lacuna importante. Para colmatá-la, este estudo propõe investigar a espécie bem adaptada e o compasso óptimo para maximizar o rendimento de folhas e grãos em Moçambique, especialmente nos arredores da cidade de Maputo.

1.2. Problema de estudo e justificativa

Em Moçambique, as culturas silvestres são importantes para a alimentação, e as espécies de amarantos desempenham um papel fundamental na segurança alimentar e nutricional (FAO, 2019). O amarantos, apesar de possuir um potencial nutricional elevado com alta adaptabilidade a condições adversas, continua a ser excluída das políticas agrícolas e da investigação científica (Tembe., 2013; Cunguara & Garrett., 2011). Neste contexto, as espécies como *Amaranthus hybridus* e *A. cruentus*, podem ser uma alternativa promissora para a diversificação dos sistemas produtivos e reforçar a segurança alimentar e nutricional. No entanto, não existe informação sobre a adaptação e compassos óptimos para a produção de *A. cruentus* nas condições agroclimáticas locais.

O espaçamento entre as plantas tem sido uma das alternativas preferidas quando se deseja aumentar o rendimento numa cultura pois este influencia nas variáveis de crescimento e rendimento (Magia., 2002). Por sua vez, Elias e Bofana (2015) afirmam que, o uso do compasso adequado de plantas, além de contribuir para maximizar o rendimento, tem efeitos sobre o controle de infestantes, podendo representar uma estratégia importante no aproveitamento de alguns factores de produção como água, luz e nutrientes. Por sua vez, Ebisa *et al* (2019), afirmam que para a cultura de amarantos, o estabelecimento da população de plantas varia principalmente em função da espécie e da região de cultivo.

Dado a falta de informação referente a compassos óptimos para os arredores da cidade de Maputo, torna-se necessário identificar a espécie melhor adaptada e determinar os óptimos compasso desta cultura no campo definitivo. Com o presente trabalho pretende-se contribuir para a melhoria do rendimento dos amarantos nos arredores da cidade de Maputo.

1.3. Objectivos

1.3.1. Objectivo geral

- Estudar o efeito de diferentes compassos de plantação no crescimento e rendimento de duas espécies de amarantos (*A. hybridus* e *A. cruentus*) em condições de campo experimental da FAEF.

1.3.2. Objectivos específicos

- Analisar o desenvolvimento vegetativo (altura de plantas, número de folhas, rendimento de biomassa aérea, de caule com panícula e de folhas) das duas espécies de amarantos sob diferentes compassos de plantação;
- Determinar o compasso óptimo que maximize o rendimento de folhas e grãos de cada espécie.

2. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1. Origem e distribuição, descrição botânica de *Amaranthus*

Amaranthus é um género de plantas pertencente à família Amaranthaceae, composta por cerca de 70 espécies reconhecidas (Tanzin., 2018; Ribeiro, 2017 & Das., 2016). Alguns autores acreditam que o *Amaranthus* se originou nas Américas e se espalhou para Europa, de onde teria aberto caminho para Ásia e África, algum tempo após a chegada dos colonizadores Espanhóis no início do século XVI. Por sua vez, Tanzin (2018) citando Sauer (1993) afirma que as sementes de *Amaranthus cruentus* foram encontrados pela primeira vez numa caverna em Tehuacán, Puebla, México por volta de 6000 anos. Hoje as espécies de *Amaranthus* encontram-se distribuídas e naturalizadas em várias regiões geograficas (Ebisa *et al.*, 2019 & Ribeiro., 2017).

O amarantos é uma planta herbácea, anual, erecta, com uma altura que varia entre 1 e 2 metros. O caule é de cor verde ou avermelhada e pode ser pigmentado dependendo da espécie (Tanzin., 218). As folhas do amarantos são simples e dispõem-se alternadamente ao longo do caule, apresentando uma lâmina foliar ampla, geralmente de forma oval, com margem inteira, ápice agudo a arredondado, o pecíolo é bem desenvolvido e frequentemente longo e a superfície foliar é lisa ou ligeiramente pubescente, dependendo da espécie e das condições do crescimento, sendo que em *A. cruentus* se observa ainda uma variação acentuada de coloração das folhas, com tons de verde, vermelho ou combinação destes. As flores são avermelhadas e tem a forma de um cacho ou panícula no ápice do caule, por vezes chamado de crista do galo (Dimande., 2016). As inflorescências, localizadas nas axilas ou no ápice da planta produzem sementes muito pequenas, cuja coloração pode variar entre preto brilhante, castanho-escuro ou creme, dependendo da espécie (Tanzin., 2018). Em Moçambique é considerada uma hortícola folhosa silvestre, mas em alguns lugares é considerada infestante e indicador de fertilidade de solo (Ribeiro., 2017). O ciclo varia de 3 a 4 meses, dependendo da espécie ou variedade (Dimande., 2016).

2.2. Usos de espécies de *Amaranthus* no mundo e em Moçambique

As espécies de *Amaranthus* cultivadas para consumo humano, incluem: *A. cruentus* e *A. hypochondriacus* que são comumente produzidos para grãos (no México, em alguns países Africanos, Caribe, Ásia e América do Sul), enquanto que o *A. tricolor* (na China e Índia), *A. dubius*, *A. lividus*, *A. cruentus* e o *A. palmerie* (na América do Sul) são cultivados

principalmente para as folhas. O *A. caudatus*, embora seja frequentemente cultivado como planta ornamental, também pode ser cultivado para grãos. As espécies consideradas infestantes são representadas por *A. hybridus*, e *A. spinosus* (Ribeiro., 2017).

Em Moçambique, não há evidências do cultivo de amarantos. No entanto, espécies como *A. hybridus*; *A. dubius* Mart; *A. gracilis* Desf; *A. gracizans* L; *A. spinosus* L e alguns genótipos designados IIAM2 e IIAM3 ocorrem em Moçambique. Eles crescem naturalmente nos campos cultivados como infestantes com um pronunciado crescimento na estação chuvosa. As suas folhas são frequentemente colhidas e consumidas em algumas comunidades Moçambicanas (Ribeiro., 2017 & Tembe., 2013). Não há evidência de consumo de grãos em Moçambique.

2.3. Descrição de *Amaranthus hybridus* e *A. cruentus*

Segundo Ribeiro (2017), *A. hybridus* é uma espécie pertencente ao género *Amarantus* com provável centro de origem na América por voltas do XVIII. O *A. hybridus* chegou à região do Mediterrâneo e posteriormente espalhou-se, tornando-se uma planta infestante naturalizada na Ásia Oriental, Austrália e África do Sul. Esta espécie é uma planta herbácea anual erecta, ramificada que é considerada selvagem. Geralmente utilizada como hortícola de folha e forragem. Apesar de ser bem conhecida como planta infestante, também é cultivada comercialmente como cultura de folhas em alguns países africanos como a Nigéria, Costa de Marfim e Borquina Faço. Em Moçambique, ocorre espontaneamente nas províncias de Maputo, Tete e Lichinga, onde as folhas são consumida pelas comunidades locais. É tolerante à seca e a solos pobres, adaptando-se bem às condições agroecológicas do país. O seu ciclo curto e o elevado valor nutricional tornam-o uma cultura promissora para reforçar a segurança alimentar das zonas rurais.

A. cruentus, provavelmente originário da América do Sul, é uma espécie amplamente cultivada pelas suas folhas nutritivas e sementes com elevado teor protéico. Apresenta um crescimento vigoroso e pode atingir até 2 metros de altura, com folhas ovais a lanceoladas, maiores e mais largas que as do *A. hybridus*, variando em cor entre verde e roxo. O caule é ereto e robusto, com uma coloração avermelhada. As flores organizam-se em espigas eretas, com cores que variam entre verde, amarelo e vermelho, produzindo frutos em cápsula com sementes pequenas de cor castanha a negra (Degri & Randy., 2019). É adaptado a diversos tipos de solo, mas prefere solos ricos em matéria orgânica e bem drenados. Embora não haja evidências do seu consumo em Moçambique, a espécie é fonte de proteína vegetal de alta

qualidade com perfil aminoácido completo. As folhas são ricas em vitaminas e minerais, oferecendo uma alternativa valiosa para reforçar a segurança alimentar em regiões com acesso limitado a proteínas de origem animal (Law-Ogbomo., 2009).

2.4. Rendimento e potencial do cultivo do *Amaranthus* em condições adversas

De acordo com Sief *et al* (2015), o rendimento de grão do *Amaranthus* nos EUA varia entre 1,5 e 3,5 ton/ha, dependendo da espécie, práticas de manejo e das condições climáticas. Na África do Sul, o amarantos é considerado uma cultura de importância crescente, especialmente em áreas rurais onde a segurança alimentar é uma preocupação. Segundo Lima *et al* (2018), os rendimentos médios do grão do amarantos na África do Sul podem alcançar até 2,5 ton/ha, dependendo das condições de cultivo e do manejo agrícola. Em Moçambique, não há evidências que comprovam a produção do amarantos, isto leva a falta de dados específicos sobre o rendimento do grão do amarantos (Ribeiro., 2017).

O amarantos apresenta uma notável capacidade de adaptação a diferentes condições climáticas, sendo particularmente resistente à seca, o que o torna uma cultura estratégica para países em desenvolvimento, como Moçambique (Sauerborn, Reininger & Kiesecker., 2016). O amarantos revela vantagens agronômicas relevantes, uma vez que pode ser cultivada em solos marginalizados, onde outras culturas tradicionais apresentam dificuldades de crescimento. A sua elevada taxa de crescimento e eficiência na utilização da água fazem do *Amaranthus* uma alternativa viável para sistemas agrícolas de pequena escala, especialmente em contextos de baixos recursos financeiros (Ribeiro., 2017).

2.5. Factores que influenciam a produtividade do *Amaranthus*

2.5.1. Exigências climáticas e do solo

O amarantos cresce bem tanto em climas quentes e húmidos como em climas quentes e secos. A planta prefere temperaturas entre os 25 e 30°C, sendo que temperaturas abaixo de 15°C podem reduzir significativamente a taxa de germinação e crescimento das plantas (Tanzin., 2018). É uma planta sensível ao fotoperíodo e a maioria das espécies floresce quando a duração dos dias é inferior a 12 horas (Ribeiro., 2017). A cultura cresce melhor em solo franco ou franco-siltoso com boa capacidade de retenção de água, mas pode crescer numa grande variedade de tipos de solo e pode tolerar um pH do solo de 4,5 a 8,0 (Tanzin., 2018). Outro fator relevante é a radiação solar. O amarantos é uma cultura que demanda alta incidência de luz solar para maximizar a fotossíntese e, conseqüentemente, a produção de biomassa e

grãos (Rastogi & Shukla., 2013). Desta forma, práticas agrícolas que garantam um compasso de sementeira adequado entre plantas são essenciais para evitar o sombreamento excessivo e permitir uma distribuição eficiente da luz.

2.5.2. Influência de diferentes compassos no crescimento e no rendimento do amarantos

O crescimento do amarantos está directamente relacionada a factores como fotossíntese, temperatura e disponibilidade hídrica. Entretanto, compassos de plantação podem influenciar directamente a acumulação da biomassa, além de afectar a produção e morfologia das folhas e a arquitectura de plantas. Segundo Pourfarid *et al* (2014), o compasso influencia directamente na intercepção de luz, água e na distribuição equilibrada de nutrientes. O espaçamento entre plantas, é um determinante importante do rendimento para o sucesso da produção de uma determinada cultura. O rendimento por unidade de área tende a aumentar à medida que a população de plantas aumenta até certo ponto a partir do qual começa a diminuir (Aminifard *et al*, 2018 & Henderson *et al*, 2000). No entanto, populações adensados podem aumentar a competição por luz, água e nutrientes, resultando em um crescimento limitado com baixos rendimentos (Maseko *et al.*, 2015). Por outro lado, baixas densidades de plantas podem resultar em baixos rendimentos por metro quadrado devido à incapacidade de maximizar o espaço disponível (Law-Ogbomo & Egharevba., 2009).

De acordo com Ebisa *et al* (2019), compassos maiores resultam em plantas com maior diâmetro de caule, maior número de ramos laterais e com maior número de folhas, enquanto compassos estreitos promovem crescimento mais verticalizado e menor ramificação. Esses factores têm impacto directo sobre o crescimento, desenvolvimento, assim como rendimento final da cultura. Estudos realizados por Lima *et al* (2018), confirmam que espaçamentos maiores permitem maior desenvolvimento individual das plantas, resultando em maior produção de biomassa. Por outro lado, compassos apertados aumentam o número de plantas por área, favorecendo a produção total por hectare. Outros autores indicam que compassos otimizados podem melhorar a qualidade dos grãos e o teor de proteína das sementes (Maseko *et al*, 2015).

2.5.3. Desempenho produtivo de espécies de *Amaranthus*: influência da variação genética

O desempenho das plantas de amarantos varia amplamente entre as espécies, refletindo-se em diferenças no crescimento vegetativo, biomassa e rendimento final. De acordo com Ebisa *et al* (2019) e Tanzin (2018), a variabilidade genética entre espécies de *Amaranthus* influencia significativamente variáveis como altura das plantas, número de folhas, biomassa da parte aérea da planta, bem como o rendimento de folhas e grãos.

Num estudo realizado na Nigéria por Degri e Randy (2019), registaram maior número de folhas por planta, maior número de ramos, maior altura e maior rendimento de folhas e grão no *A. cruentus* do que no *A. hybridus*. Os resultados obtidos por Degri e Randy, mostram ainda que as diferenças fisiológicas entre as espécies influenciam directamente o rendimento total, com *A. cruentus* exibindo maior produção de folhas e grão por planta, comparativamente a *A. hybridus*. Estes autores concluíram que o potencial produtivo do amarantos depende fortemente da espécie utilizada e das condições edafoclimáticas.

Por sua vez, Tanzin (2018), avaliando o comportamento de espécies locais e exóticas, verificou que o *A. cruentus* obteve menor rendimento total comparativamente *A. caudatus* que destacou-se pelo crescimento vegetativo mais vigoroso. Tais resultados indicam que o efeito da espécie é determinante para o sucesso produtivo, sendo essencial considerar as características fisiológicas e morfológicas específicas de cada espécie na escolha do material genético a cultivar.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Descrição da área de estudo

O ensaio foi conduzido no campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal da Universidade Eduardo Mondlane, localizada no sul de Moçambique, no período de Novembro de 2024 a Março de 2025. O campo experimental está situado nas seguintes coordenadas geográficas: latitude 25° 57' 09" S, longitude 32° 36' 0,5" E, com uma altitude de 60 metros acima do nível do mar.

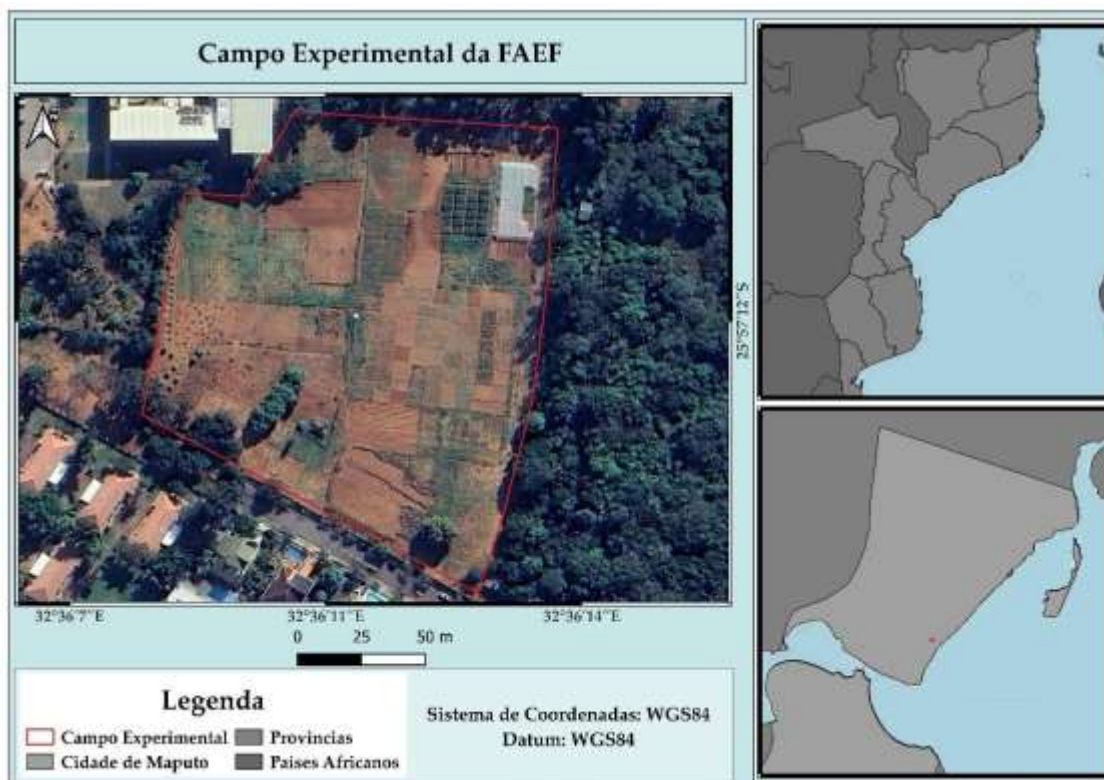


Figura 1: Mapa da área de estudo (Campo experimental da Faculdade de Agronomia e Engenharia Florestal- FAEF), (Cumbe, 2024).

A região possui um clima tropical chuvoso de savana (SW), segundo classificação de Köppen, caracterizado por uma estação chuvosa bem definida. A precipitação média anual é de aproximadamente 767 mm, com o mês de fevereiro sendo o mais chuvoso, registando uma média de 137 mm de precipitação. Em contraste, o mês de agosto é o mais seco, com apenas 12 mm de chuva. A temperatura média anual da região é de 22,8°C, o que contribui para um ambiente favorável ao cultivo de diversas culturas, incluindo as espécies de *Amaranthus* (Cumbe., 2024).

O solo do campo experimental é predominantemente arenoso, com um teor de matéria orgânica de 1,6% nos primeiros 10 cm de profundidade, o que indica uma baixa capacidade de

retenção de nutrientes. O pH do solo, medido em água (H₂O), é de 7,18, enquanto o pH em cloreto de potássio (KCl) é de 6,23. Além disso, a condutividade elétrica (CE1:2,5) é de 0,046 dS.m⁻¹, sugerindo que o solo tem uma baixa salinidade, o que é geralmente favorável para o cultivo de plantas que não toleram altas concentrações de sais (Cumbe., 2024). Esses factores edáficos e climáticos fornecem o contexto necessário para a realização do experimento, permitindo a análise detalhada dos efeitos do compasso nas espécies de *Amaranthus*.

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

Para a condução do presente ensaio, foi adoptado o delineamento em blocos completos casualizados (DBCC) com o arranjo factorial 2 × 3, usado para garantir maior precisão do experimento e permitir a análise simultâneo dos factores principais (Gomes & Gomes., 1984) citado por (João., 1996). O experimento comportou 6 tratamentos distribuídas em 5 blocos para aumentar a precisão do experimento. O “layout” final foi obtido pela casualização dos tratamentos em cada bloco, com o auxílio da tabela dos números aleatórios (no anexo 1).

3.2.1. Descrição dos tratamentos e do ensaio

O ensaio recebeu os seguintes tratamentos: A1C1; A1C2; A1C3; A2C1; A2C2 e A2C3, correspondendo a três níveis do factor compasso e dois níveis do factor espécie (*A. hybridus* e *A. cruentus*). O primeiro nível do factor compasso 20 × 25 cm correspondente a uma densidade de 200 000 plantas/ha, o segundo nível é de 25 × 35 cm correspondente a cerca de 114 000 plantas/ha e o último nível com um compasso mais amplo de 45 × 45 cm com a densidade de 49 000 plantas/ha.

	Compassos	C1 (20x25)	C2(25x35)	C3 (45x45)
	(cm ²)			
Espécies	A1 (<i>A. hybridus</i>)	A1.C1	A1.C2	A1.C3
	A2 (<i>A. cruentus</i>)	A2.C1	A2.C2	A2.C3
	Densidade (hectares)	200 000	114 000	49 000

Tabela 1: Principais factores e respectivos tratamentos.

O ensaio, conforme ilustrado no Anexo 1, foi conduzido numa área total de 92,75 m² (8,75 m × 10,6 m), composta por 5 blocos com 6 parcelas em cada, perfazendo um total de 30 parcelas experimentais. Cada parcela apresentava 1,83 m² (1,35 m × 1,35 m), com o

espaçamento de 0,5 m entre parcelas e entre blocos, correspondendo a uma área útil de 54,9 m². Foram estabelecidas 9 plantas por parcela, totalizando 270 plantas no ensaio, mantendo-se o número de plantas constante e variando as densidades através dos diferentes compassos e densidades de plantação estabelecidos.

3.4. Condução do ensaio

A 31 de Outubro de 2024, procedeu-se ao teste de germinação das duas espécies de *Amaranthus*, em placa de petri de modo a determinar o poder germinativo das sementes. A percentagem de germinação foi de 13% para *A. hybridus* e 40% para *A. cruentus*.

A sementeira no alfofre foi efectuada manualmente a 11 de Novembro de 2024 na estufa, usando dois tabuleiros (de 244 células cada), com matéria orgânica (em decomposição). Em média 7 a 8 sementes de *A. hybridus* foram colocadas por célula e 3 a 4 sementes de *A. cruentus* a uma profundidade de 0,5 a 1 cm. As plântulas eram regadas diariamente e ficaram 26 dias no alfofre. O desbaste foi feito duas semanas após a sementeira deixando 1 plântula por célula. A 26 de novembro de 2024, realizou-se adubação nitrogenada com ureia a 46%, a uma taxa de 440 mg/l.

3.4.1. Transplantação e adubação

A preparação do campo definitivo (lavoura e gradagem) foi efectuada manualmente duas semanas antes da transplantação com o auxílio de uma enxada e um ancinho. De seguida fez-se a demarcação do terreno e das parcelas com o auxílio de fita métrica, corda e estacas.

A 4 de Dezembro de 2024 (três dias antes da transplatação), fez-se a adubação de fundo a lanço com 35 kg/ha de NPK (12:24:12). Aos (22 DDE no alfofre), fez-se transplantação para campo definitivo. Antes e logo depois da transplantação regou-se o campo para garantir o estabelecimento das plântulas e minimizar o stress da transplantação. A adubação de cobertura foi feita aos (21 DDT), aplicou-se aproximadamente 14,4 kg/ha de ureia a 46% de N (Ribeiro, 2017).



Figura 2: Pluviómetro montado no local do ensaio no campo experimental.

3.4.2. Controlo de infestantes

A sacha foi realizada manualmente, recorrendo ao uso de sachos. As operações de sacha foram efectuadas entre uma a duas semanas após a transplantação, garantindo o controlo inicial das infestantes durante a fase de estabelecimento da cultura. Cada sacha foi concluída integralmente no mesmo dia, de modo a assegurar a uniformidade das condições de desenvolvimento das plantas.

Foram realizadas seis sachas aos 11, 27, 39, 50, 62 e 74 dias após a transplantação. Este número elevado de sachas deveu-se à forte infestação por *Cyperus spp* (tiririca) e *Commelina benghalensis*.

3.4.3. Pragas e doenças

A rosca (*Agrostis sp.*), foi a primeira praga a ser observada no local de ensaio entre a primeira e a segunda semana após o transplante. Mas dada a sua baixa incidência e conjugada com sachas (que podem ter destruído a rosca), não foi necessário fazer qualquer controlo.

Afídeos (*Aphis crassivora*), foram observados no local do ensaio, a partir da segunda semana. Sugam seiva, resultando em descoloração e enrolamento das folhas afetando a fotossíntese e, conseqüentemente a saúde das plantas. Gafanhotos também foram observados seus sintomas durante a fase inicial no tabuleiro e, no campo definitivo.

3.4.4. Irrigação

O sistema de irrigação adotado no presente ensaio foi rega por gravidade, usando regador com uma capacidade de 13 litros como material de captação (Tovela, 2014). Aplicou-se 3,55 mm a cada parcela (1,83 m²), o que correspondeu a um total de 106,5 mm/dia considerando as 30 parcelas do ensaio. A rega foi realizada 3 vezes por semana, perfazendo assim uma aplicação total de 319,5 mm/semana. A partir da 5^a semana, a frequência de aplicação foi reduzida a duas vezes por semana, aplicando-se 7,1 mm/parcela, o que correspondeu a um total de 213 mm/dia considerando as 30 parcelas e 426 mm/semana nas semanas em que não havia queda de chuva. A aplicação de água foi interrompida na 11^a semana para *A. cruentus* e na 14^a semana para *A. hybridus*. A figura 3 ilustra a distribuição semanal de água no ensaio, durante o seu ciclo de desenvolvimento.

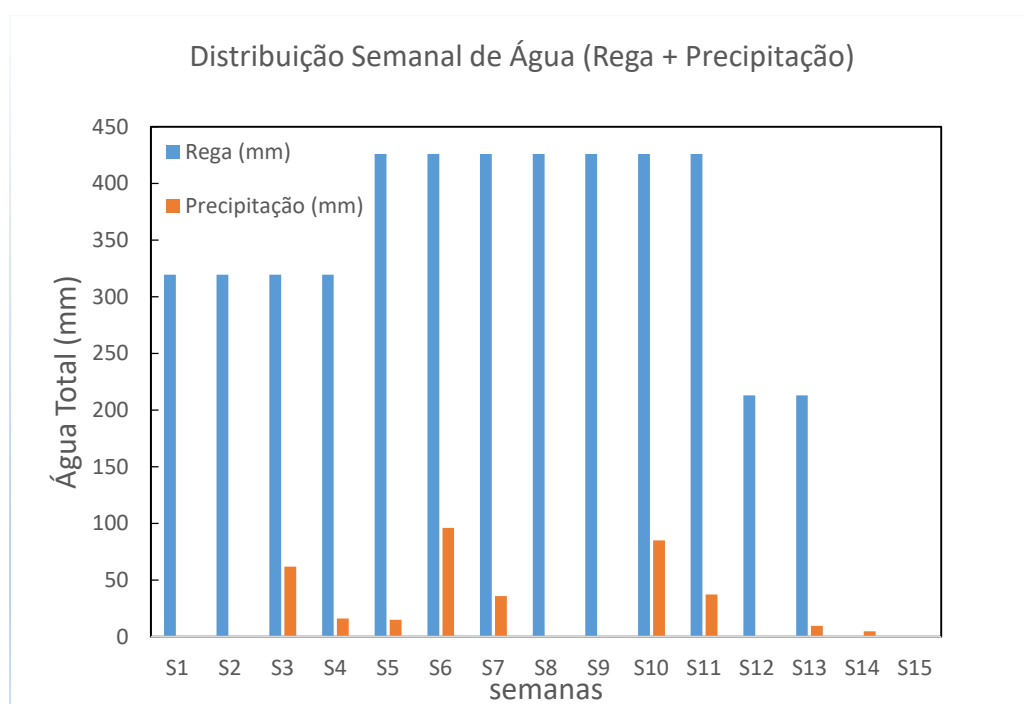


Figura 3: Distribuição de água no local do ensaio.

3.5. Análise das variáveis medidas

As variáveis analisadas no presente estudo foram colhidas a partir de 4 plantas úteis em todos os talhões, sendo a escolha das plantas feita de forma aleatória. As variáveis colhidas incluem: dias até 50% de floração por espécie, número de folhas por planta, altura de plantas em cm, peso da biomassa da parte aérea das plantas em g, peso de caule com panícula em g, rendimento de folhas e de grãos.

a) Número de folhas

O número de folhas por planta foi contada e registada 47 dias depois da transplantação (DDT) para *A. cruentus* enquanto para *A. hybridus* foi aos (68 DDT), utilizando 4 plantas por talhão, selecionadas de forma aleatória. A contagem de folhas foi realizada manualmente, considerando-se apenas as folhas totalmente expandidas e visivelmente funcionais, excluindo-se as folhas senescentes, danificadas ou em fase inicial de emergência. Em cada planta selecionada, as folhas foram contadas individualmente, desde a base do caule até ao ápice, garantindo-se uniformidade no critério de avaliação entre todas as amostras. Depois da contagem calculou-se a média do número de folhas.

b) Altura das plantas

As medições foram efectuadas com o auxílio de uma fita métrica, desde o colo da planta até ao topo da inflorescência aos (85 DDT) para *A. cruentus* e, aos (105 DDT) para *A. hybridus*. As medições foram realizadas individualmente em cada planta previamente selecionada, mantendo-se a planta em posição vertical, de modo a garantir a uniformidade e precisão dos dados. Efectuada as medições, calculou-se a média.

c) Rendimento da biomassa aérea

Após a medição da altura das plantas, procedeu-se ao corte das amostras com uma catana, cortou-se as mesmas plantas anteriormente avaliadas para altura e número de folhas. As amostras foram transportadas para o laboratório de solos da FAEF, onde foi quantificada o rendimento da biomassa da parte aérea por planta, com auxílio de uma balança devidamente calibrada, tendo estas operações sido realizadas no dia 06/03/2025 para *A. cruentus* e 25/03/2025 para *A. hybridus*. Os valores obtidos foram devidamente registados e calculada as médias.

d) Separação e pesagem das componentes da parte aérea

Efectuada a pesagem da biomassa aérea, as amostras foram, no mesmo dia das operações de corte e medição da altura, submetidas a um processo de separação dos órgãos vegetativos e reprodutivos, com o objectivo de determinar o peso específico de cada componente (folhas e caule com a panícula).

- **Peso do caule com a panícula**

Após a separação das folhas, procedeu-se a pesagem individual do caule com a panícula de cada planta por tratamento. Esta variável permite avaliar a quantidade de biomassa estrutural e reprodutiva produzida por planta, reflectindo a contribuição conjunta do caule com a panícula para a biomassa total da parte aérea. Após a pesagem, foram calculadas as médias correspondentes por tratamento.

- **Peso de folhas**

Da mesma forma, as folhas frescas foram pesadas individualmente por planta, com o objectivo de quantificar a biomassa foliar fresca. Esta variável é muito importante por estar associada a capacidade fotossintética. Após a pesagem individual, foram calculadas as médias respectivas por tratamento. Importa salientar que todos estes processos de separação e pesagem (peso do caule com a panícula e peso fresco de Folhas) foram realizadas aos 85 dias depois da transplantação (DDT) para *A. cruentus* e aos 105 DDT para *A. hybridus*, correspondendo aos estágios fenológicos de maturação fisiológica observado em cada espécie.

e) Peso de sementes

Finalizado o processo de pesagem de folhas e de caule com a panícula, o material foi colocado a secar numa varanda coberta durante sete dias. Após o período de secagem, no dia 13 de Março de 2025, realizou-se a debulha da panícula com o objectivo de extrair a semente, a qual foi posteriormente pesada e calculada a média para avaliação do rendimento de grãos do *A. cruentus*. Para *A. hybridus* o processo foi efectuado no dia 03 de Abril de 2025. Após o processo de debulha e pesagem, determinou-se a média.

3.6. Análise estatística

Para a análise estatística, os dados colhidos foram digitalizados no programa EXCEL 2016 e de seguida exportados para o pacote estatístico Software R (versão 4.4) onde foram analisados a 5% de nível de significância. Antes da análise de variância (ANOVA) de cada variável, foram verificados primeiro os pressupostos de normalidade (teste de Shapiro-Wilk) e de seguida o de homogeneidade de variâncias (teste de Breusch-Pagan), tendo sido constatado que as variâncias eram homogêneas. Para comparação de médias, foi usado o teste de Duncan no nível de significância de 5%.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

No ensaio foram avaliadas as variáveis de crescimento e de rendimento para as duas espécies: *A. hybridus* e *A. cruentus*. As espécies apresentaram ciclos distintos: *A. cruentus* registou 50% de inflorescência aos 36 dias depois da transplantação para o campo definitivo e completou o seu ciclo aos (85 DDT), enquanto *A. hybridus* registou 50% de floração aos (57 DDT) e completou o seu ciclo aos (105 DDT). Esta diferença de 3 semanas na duração total do ciclo reflecte distintas estratégias de crescimento e adaptação entre as espécies, influenciando directamente o calendário de avaliação das variáveis de crescimento e rendimento. Estas diferenças foram devidamente consideradas na planificação da colheita das variáveis, para garantir a comparação das fases equivalentes do desenvolvimento.

4.1. Número de folhas

Os resultados da análise de variância (Anexo 3), indicaram que não houve efeito significativo ($P > 0,05$) da interacção entre os factores espécie e compasso para a variável número de folhas. No entanto, observou-se efeito significativo separado ($P < 0,05$) dos factores. Apesar de mostrar diferenças significativas entre blocos não se fez nenhum estudo dentro dos blocos, por não constituir factor de interesse neste ensaio.

a) Efeito do factor espécie

Segundo os resultados de ANOVA (no Anexo 3), houve diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) no número de folhas influenciadas pela espécie. A figura 4 ilustra os valores médios de folhas colhidas.

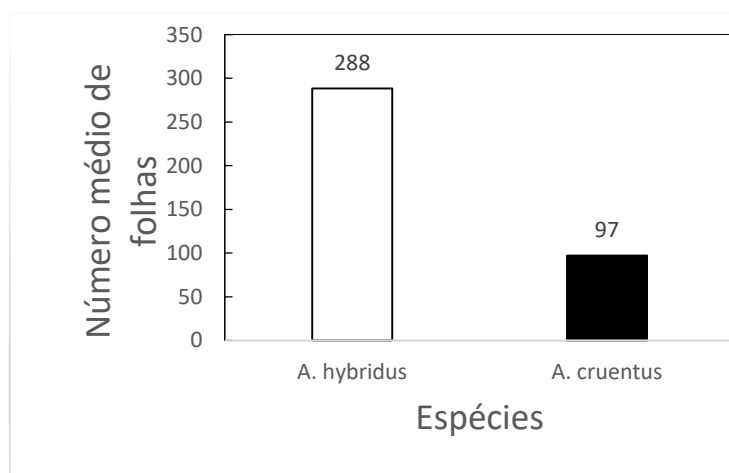


Figura 4: Resultados do número de folhas por espécie.

O número de folhas produzidas por planta variou em função da espécie nas condições em que o ensaio foi conduzido. Estatisticamente, *A. hybridus* com cerca de 288 teve mais folhas

do que *A. cruentus* que teve cerca de 97 folhas. Segundo Tanzin (2018), o desempenho inferior de *A. cruentus* pode ser associada a menor adaptabilidade às condições agroecológicas de Moçambique, uma vez que se trata de uma espécie exótica. Por sua vez, Jimoh (2019) e Ribeiro (2017), reportaram maior desempenho do *A. hybridus* no número de folhas quando comparado com outras espécies como *A. cruentus* e *A. tricolor*.

Resultados contrários foram reportados por Degri e Randy (2019), que ao analisarem o comportamento de *A. hybridus* e *A. cruentus* na Nigéria, verificaram maior número de folhas (46) no *A. cruentus*, em comparação com *A. hibrydus* (33) reforçando a influência de variação genética e das condições ambientais específicas do local do estudo, que influenciam de forma significativa a expressão fenotípica das espécies. Estes resultados reforçam a superioridade do *A. hybridus* no presente estudo, especialmente no número de folhas em relação a *A. cruentus*.

b) Efeito do factor compasso

A análise de variância (no Anexo 3) mostrou haver diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) no número de folhas em diferentes compassos. A figura 5 mostra valores médios de número de folhas por planta em função do compasso.

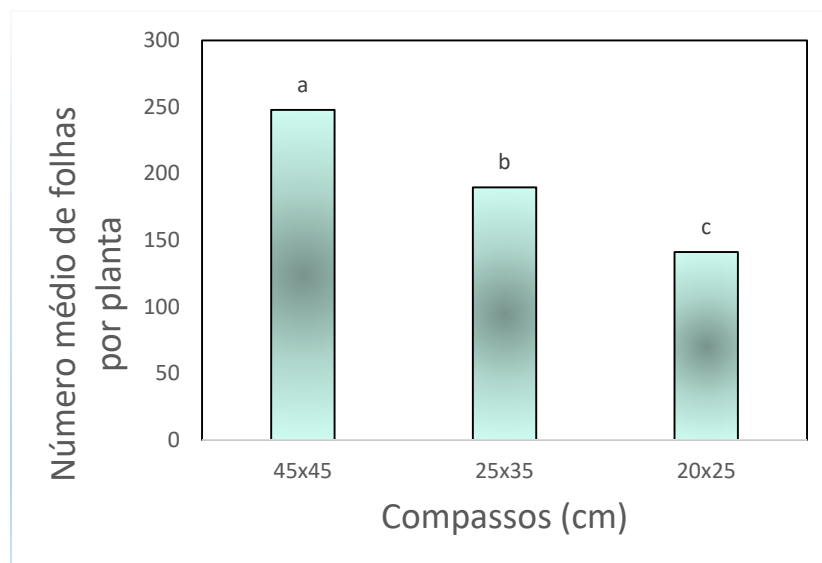


Figura 5: Resultados de número de folhas por compasso. As médias representadas pelas barras com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% de nível de significância.

Os compassos 45×45 cm; 25×35 cm e 20×25 cm, diferem estatisticamente entre si, com o compasso mais largo resultando em um maior número de folhas. O maior desempenho observado no compasso mais amplo, deveu-se provavelmente à menor competição por água,

luz e nutrientes, que favoreceu a maior produção de folhas por planta. Estes resultados estão de acordo com os de Norman & Shongwe (1993), que ao estudar o efeito dos compassos 45 × 45 cm, 60 × 45 cm, 90 × 45 cm e 90 × 60 cm no número de folhas de *A. hybridus* na Swazilândia, constataram maior número de folhas no compasso mais largo de 90 × 60 cm. Por sua vez, Degri & Randy e Ebisa *et al* (2019), Tanzin & Lima *et al* (2018), Akin-Idowu *et al* (2016) e Henderson *et al* (2000), ao estudar o efeito de diferentes compassos no crescimento e desenvolvimento de amarantos, constataram que compassos maiores proporcionam plantas com maior número de ramos laterais e com maior número de folhas. Estes resultados justificam os resultados do presente ensaio, em que o compasso mais largo de 45 × 45 cm também proporcionou maior número de folhas por planta comparativamente aos compassos mais estreitos de 25 × 35 cm e 20 × 25 cm.

4.2. Altura das plantas

A ANOVA (no Anexo 4) mostrou não haver diferenças significativas ($P > 0,05$) da interação entre os factores espécie e compasso, para a variável altura das plantas. No entanto, verificou-se o efeito significativo separado ($P < 0,05$) dos factores.

a) Efeito do factor espécie

A altura das plantas apresentou diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) influenciada pelas espécies.

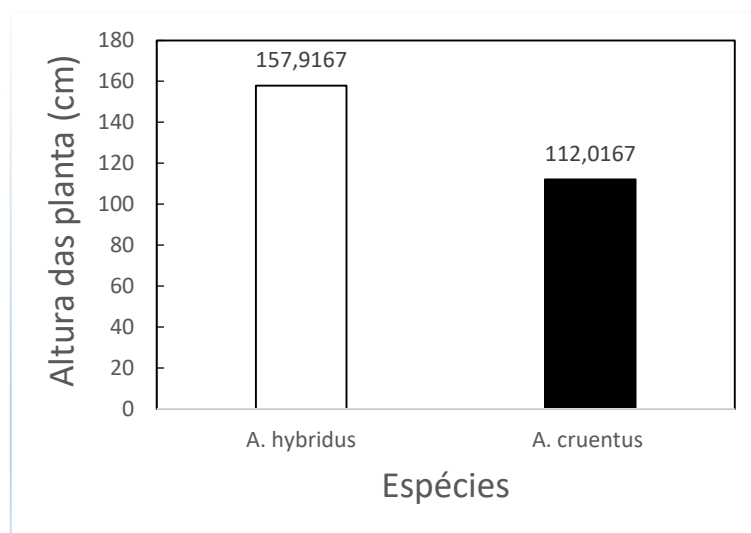


Figura 6: Valores de altura das plantas (em cm) por espécie.

A altura das plantas foi influenciada pela variabilidade genética existente entre as espécies. A maior altura (157,92 cm) foi registada no *A. hybridus* enquanto a menor altura (112,02 cm) foi registado no *A. cruentus* (figura 6). Esta superioridade observada em *A.*

hybridus pode estar relacionada à sua capacidade de expressar o potencial genético que foi favorecido pelas condições ambientais. Em contrapartida, *A. cruentus*, com a menor altura, revelou menor eficiência na expressão dos seus genes associados ao crescimento, possivelmente devido à sua menor adaptabilidade ao ambiente experimental (Khan, 2020; Tanzin, 2018; Yarnia *et al*, 2010). Resultados contrários foram reportados por Degri e Randy (2019), que ao analisarem o comportamento de *A. hybridus* e *A. cruentus* na Nigéria, verificaram maior altura (50,43 cm) no *A. cruentus*, em comparação com *A. hybridus* (47,10 cm), reforçando a influência de variação genética e das condições ambientais do local do estudo. Estes resultados estão também de acordo com as descobertas de Ogedegbe *et al* (2014) citados por Ebisa *et al* (2019), que reportaram que certas espécies de *Amaranthus* apresentam uma variação genética significativa no que diz respeito a altura das plantas.

b) Efeito do factor compasso

A análise de variância mostrou diferenças significativas ($P < 0,05$) para a variável altura influenciado pelos diferentes compassos.

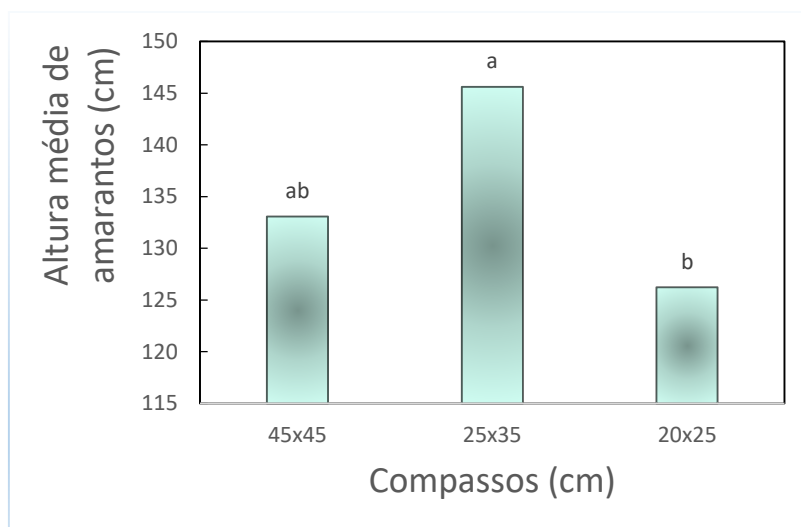


Figura 7: Altura das plantas de amarantos nos diferentes compassos de plantação. As letras acima das barras mostram diferenças entre as médias pelo teste de Duncan a 5% de nível de significância.

Os compassos 25×35 cm e 20×25 cm diferem significativamente entre si mas não diferem significativamente com o compasso de 45×45 cm. Os resultados revelam que diferentes compassos interferem na altura das plantas, sendo que a maior altura (145,6 cm) das plantas foi registada no compasso intermédio 25×35 cm, enquanto a menor altura 126,225 cm foi registado no compasso apertado de 20×25 cm.

O maior desempenho observado no compasso intermédio de 25 × 35 cm comparativamente ao compasso 20 × 25 cm pode ser associada a menor competição por água, luz e nutrientes, o que favoreceu o crescimento vertical. Em compasso mais largo de 45 × 45 cm, embora a competição seja reduzida, a baixa densidade pode limitar o estímulo à elongação vertical pela maior disponibilidade de luz lateral, conduzindo a plantas com desenvolvimento mais horizontal. No compasso mais adensado (20 × 25 cm) a elevada densidade provavelmente promoveu uma competição intensa por luz, água e nutrientes do solo, o que pode ter limitado o crescimento em altura das plantas (Ebisa *et al*, 2019). Estes resultados estão de acordo com os estudos de Degri e Randy (2019), que ao estudar a influencia dos compassos: 20 × 15 cm, 20 × 20 cm e 20 × 25 cm, constataram que o compasso intermédio favoreceu o crescimento em altura de *A. hybridus*, *A. cruentus* e *A. viridus*. A arquitectura das plantas de amarantos responde sensivelmente à densidade de plantação, sendo os compassos intermédios os mais eficazes para o crescimento das plantas Akin-Idowu *et al* (2016).

O coeficiente de variação registado nesta variável foi de 10,5%, garantindo deste modo a validade dos resultados obtidos, pois Pimentel-Gomes (2000) considera que este resultado não põe em risco a validação dos dados, visto que o coeficiente de variação não ultrapassa a barreira dos 20% que é o nível considerado como sendo alto.

4.3. Rendimento da biomassa aérea da planta

A ANOVA (Anexo 5), mostrou não haver diferenças significativas ($P > 0,05$) da interação entre os factores espécie e compasso para variável rendimento da biomassa aérea. Contudo, observou-se o efeito significativo separado ($P < 0,05$) dos factores, indicando que cada factor influenciou a variável de forma independente.

a) Efeito do factor espécie

O rendimento da biomassa aérea foi significativamente ($p < 0,05$), influenciado pelas espécies.

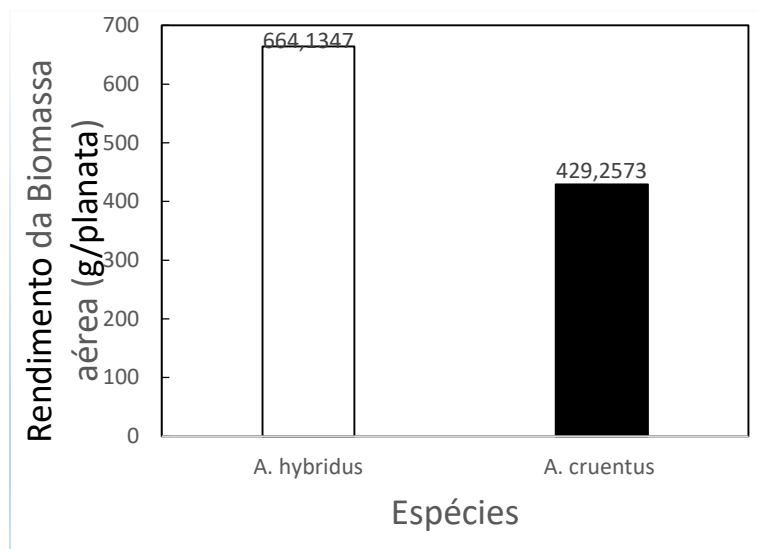


Figura 8: Valores médios do rendimento da biomassa aérea (g) por espécie.

Os resultados representados na figura 8, estão relacionados as diferentes espécies estudadas. Apesar de as espécies pertecerem ao mesmo género, cultivadas nas mesmas condições edafoclimáticas e seguir o mesmo calendário agrônomico, responderam significativamente diferente às condições ambientais do local do ensaio na acumulação de biomassa. O *A. hybridus* registou um rendimento significativamente superior (664,13 g/planta) em comparação com *A. cruentus* (429,26 g/planta). Esta superioridade observado no *A. hybridus* é coerente e evidenciada pelo desempenho significativamente elevado das variáveis de crescimento, nomeadamente: número de folhas (na figura 4) e altura das plantas (na figura 6). Por outro lado, *A. cruentus*, revelou limitações no acúmulo da biomassa aérea, este facto é reflectido por baixo desempenho na produção de folhas, arquitectura mais erecta e menos ramificada (Achigan-Dako *et al*, 2014).

Resultados contrários foram documentados por Degri e Randy (2019), que observaram maior acumulação de biomassa aérea no *A. cruentus* (29 kg/0,25 ha) em relação a *A. hybridus* (26 kg/0,25 ha). De acordo com os autores, este diferencial na acumulação de biomassa pode estar associado a variabilidade genética entre espécies, bem como a uma maior capacidade adaptativa de *A. cruentus* às condições edafoclimáticas, resultando numa expressão fenotípica mais eficiente no local do ensaio. Por sua vez, Tanzin (2018), ao estudar o comportamento de diferentes espécies de amarantos na cidade de Kleve, Alemanha, observou que *A. cruentus*

apresenta crescimento limitado quando comparado com espécies naturalizadas como o *A. blitum*. Segundo Tanzin, o ADN ribossômico pode variar significativamente entre espécies do mesmo gênero, sustentando a existência de uma ampla diversidade genética.

b) Efeito do compasso

O rendimento fresco da biomassa aérea das plantas mostrou haver diferenças significativas ($P < 0,05$), influenciado pelos compassos. A figura 9 mostra os valores médios obtidos nos diferentes compassos.

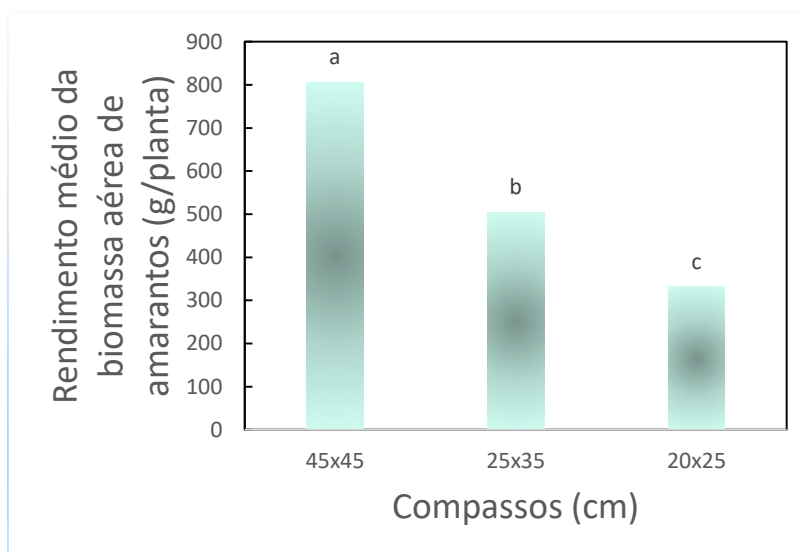


Figura 9: Rendimento da biomassa aérea dos amarantados em diferentes compassos de plantação. As médias representadas pelas barras com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% de nível de significância.

Os resultados destacam a importância da escolha do compasso adequado para o crescimento e rendimento dos amarantados, pois o compasso de plantação interfere na acumulação de biomassa aérea de plantas. O rendimento máximo da biomassa aérea de 804,65 g/planta foi obtido no compasso mais amplo de 45 × 45 cm, seguido do compasso intermédio de 25 × 35 cm que proporcionou 504,29 g/planta, enquanto o menor valor 331,15 g/planta foi obtido no compasso mais apertado 20 × 25 cm. Resultados semelhantes foram relatados por Norman & Shonge (1993), que ao comparar o crescimento e rendimento de *A. hybridus* sob diferentes compassos de plantio, nomeadamente 45 × 45 cm, 60 × 45 cm, 90 × 45 cm e 90 × 60 cm na acumulação de biomassa, registraram maior rendimento no compasso mais largo de 90 × 60 cm, atribuindo este efeito à menor competição entre plantas e melhor aproveitamento dos recursos.

Segundo Khan (2020), Ebisa *et al* (2019), Tanzin (2018) e Henderson *et al* (2000), o cultivo de espécies de amarantados em compassos maiores proporciona a planta maior iluminação

e menor competição subterrânea por nutrientes e água, promovendo a maior produção de folhas (figura 5), caules robustos e maior desenvolvimento de ramos primários e secundários, o que justifica o elevado peso de biomassa fresca por planta registado no compasso mais largo (figura 9).

O coeficiente de variação para o rendimento da biomassa aérea por planta foi de 32,57 %, considerado muito alto segundo a classificação de Pimental-Gomes (2000). De acordo com o autor, este valor é válido, pois, parâmetros como a biomassa são geralmente sujeitas a grande variação ambiental, podendo apresentar valores de CVs elevado sem que isso comprometa a utilidade dos dados, desde que sejam interpretadas com cautela.

3.4. Peso fresco do caule com panícula

A ANOVA (Anexo 6) mostrou não haver diferenças significativas ($P > 0,05$) da interação entre os factores espécie e compasso para a variável peso fresco do caule com panícula por planta. No entanto, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) singular dos factores.

a) Efeito da espécie no peso fresco do caule com panícula

O peso fresco do caule com panícula por planta foi significativo ($P < 0,05$), influenciado pelas espécies.

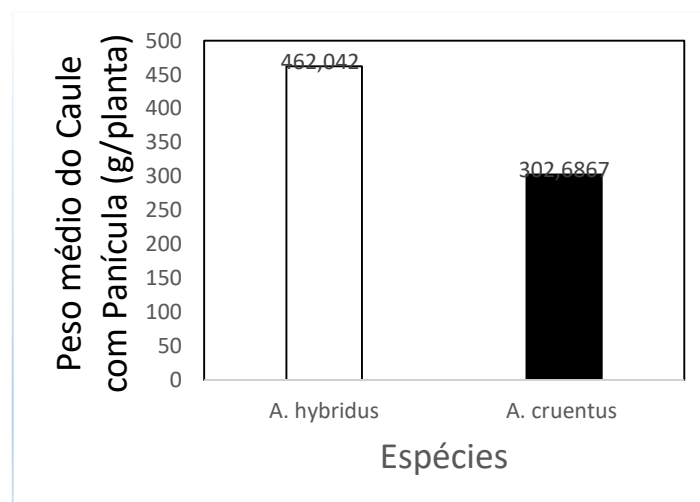


Figura 10: Peso fresco do caule com panícula (g), por espécie.

As diferenças entre espécies *A. hybridus* e *A. cruentus* foram estatisticamente significativas para o peso fresco do caule com panícula (figura 10). Estatisticamente, *A. hybridus* registou 462,04 g/planta superior a de *A. cruentus* que registou 302,69 g/planta, confirmando o seu maior vigor estrutural e desenvolvimento robusto do caule, com panículas bem estruturadas.

Este resultado é coerente com o desenvolvimento geral superior de *A. hybridus*, evidenciado por maior altura (figura 6) e maior acumulação da biomassa aérea da planta (figura 8). Por outro lado, o maior desempenho registado no *A. hybridus*, pode ser atribuída a sua composição genética que pode ser mais adaptada as condições agroclimáticas da região sul de Moçambique, o que pode resultar numa fotossíntese e crescimento mais eficiente dos órgãos de suporte e reprodutivos bem estruturadas e pesadas (Khan, 2020; Degri & Randy, 2019 e Tanzin, 2018).

b) Efeito do Compasso no peso fresco do caule com panícula por planta

O peso fresco de caule com panícula por planta mostrou haver diferenças significativas ($P < 0,05$), influenciado pelos compassos. A figura 11 mostra os valores médios obtidos nos diferentes compassos.

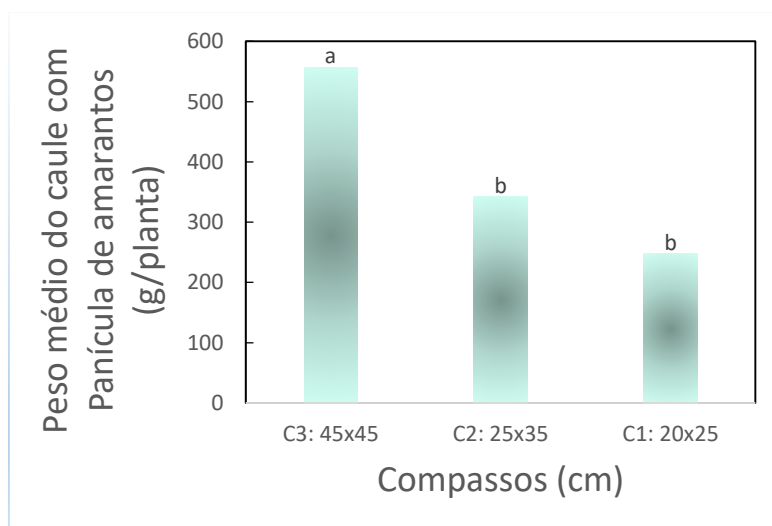


Figura 11: Peso fresco do caule com panícula (em g) nos diferentes compassos. As médias representadas pelas barras com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% de nível de significância.

O compasso menos adensado 45×45 cm proporcionou maior peso de caule com panícula 557,34 g/planta, seguido do compasso intermédio de 25×35 cm que proporcionou 342,8 g/planta, enquanto o compasso mais adensado 20×25 cm resultou no menor valor 247,27 g/planta de caule com panícula. Esta tendência pode estar relacionado ao facto de os compassos maiores favorecem o desenvolvimento individual, ao reduzirem a competição por luz, água e nutrientes. Indo de acordo com Pedrico (2020) e Ebisa *et al* (2019), espaçamentos menores tem implicações negativas no peso do caule com panícula e são refletidos em valores inferiores enquanto que nos compassos menos adensados, as plantas tendem a apresentar maior crescimento por planta, com copas bem desenvolvidas e ramificadas. Por sua vez, Bofana & Elias (2015), afirmam que em compassos largos, a menor competição intraespecífica permite

um maior desenvolvimento estrutural e reprodutivo das plantas, o que resulta num aumento significativo do peso do caule com panícula. Os resultados reforçam que o compasso é determinante no crescimento vegetativo e reprodutivo de amarantos.

3.5. Rendimento de folhas

A ANOVA (Anexo 7) mostrou não haver diferenças significativas ($P > 0,05$) da interação entre os factores espécie e compasso para o rendimento de folhas por planta. No entanto, observou-se efeito significativo ($P < 0,05$) singular dos factores.

a) Efeito de espécies

Segundo a análise de variância (Anexo 7), houve diferenças estatisticamente significativas ($P < 0,05$) no rendimento de folhas por planta influenciada pelas espécies. A figura 12 mostra os valores médios de folhas por planta.

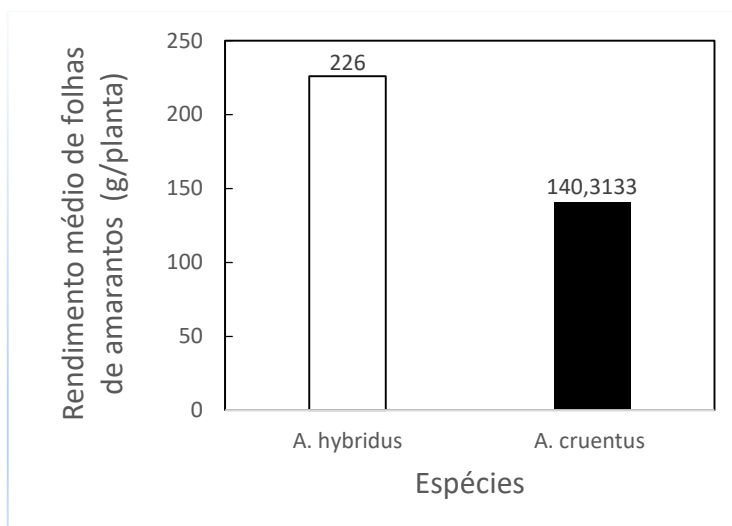


Figura 12: Valores médios do rendimento de folhas (em g), por espécie.

A produção de folhas por planta foi afectada pelas espécies do amarantos (figura 12). Estatisticamente, *A. hybridus* registou 226 g/planta, valor substancialmente superior comparado a *A. cruentus*, que registou 140,31 g/planta. De modo geral, *A. hybridus* manteve seu maior vigor vegetativo nesta variável que é também refletido por maior número de folhas (na figura 4). Por contraste, o menor rendimento registado no *A. cruentus* pode ser associado a número de folhas que foi significativamente menor comparativamente a *A. hybridus*.

De acordo com Degri & Randy (2019), Tanzin (2018), Mbwambo *et al* (2015) e Yarnia *et al* (2010), a produção de folhas por planta é significativamente influenciada pela variabilidade genética existente entre as espécies de *amaranthus*. Por sua vez, Bofana e Elias (2015),

constatarem que o desempenho de uma cultura em determinado ambiente é determinado pela espécie e por condições externas do ambiente resultante das condições edafoclimáticas do local do ensaio. A diferença genética entre espécies de *Amaranthus* e a elevada adaptabilidade do *A. hybridus* no local do ensaio, muito provavelmente influenciou o rendimento foliar por espécie, no presente ensaio. Estas observações indicam que *A. hybridus* pode ser uma opção mais viável para a produção de folhas.

b) Efeito do compasso

A ANOVA (Anexo 7) mostrou haver diferenças significativas ($P < 0,05$) para a variável rendimento de folhas por planta, influenciado pelos diferentes compassos (figura 13).

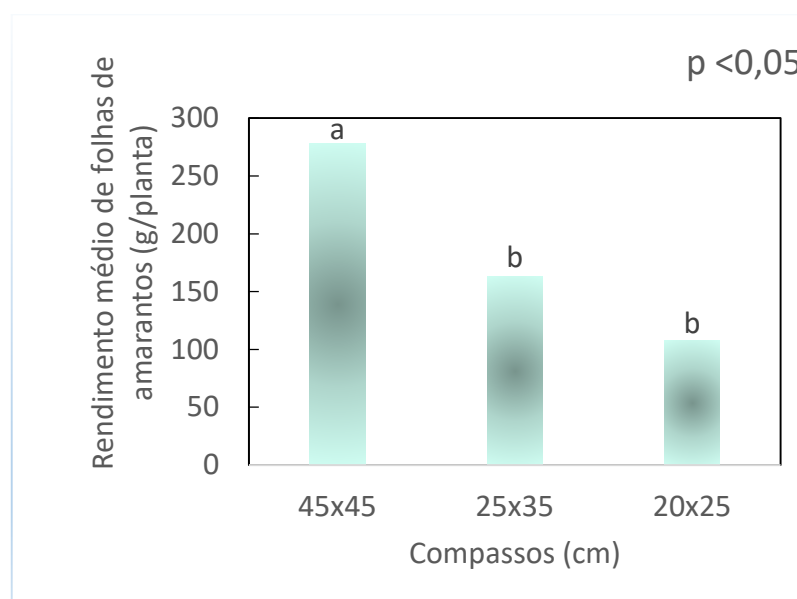


Figura 13: Rendimento médio de folhas (em g) nos diferentes compassos. As médias representadas pelas barras com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% de nível de significância.

Estatisticamente, o rendimento máximo de folhas 278,43 g/planta foi registado no compasso mais largo de 45 × 45 cm, enquanto o menor rendimento 108,08 g/planta foi registado no compasso mais estreito de 20 × 25 cm (figura 13). O maior rendimento de folhas registado no compasso mais largo, esta relacionado com o maior número de folhas por planta registado no compasso mais largo (figura 5).

Resultados semelhantes foram reportados por Norman e Shongwe (1993), que registaram maior rendimento no compasso de 90 × 60 cm, comparativamente aos compassos 60 × 45 cm, 90 × 45 cm, 90 × 60 cm e 45 × 45 cm. Estes autores referem que o rendimento máximo de folhas por planta ocorre quando as plantas de amarantos são cultivadas em compassos menos densos, pois o maior espaçamento permite o desenvolvimento de mais

ramos por planta e, conseqüentemente, um número superior de folhas. Do mesmo modo, os resultados deste estudo correspondem, também as descobertas de Ebisa *et al* (2019), que verificaram menor rendimento foliar por planta no compasso mais estreito de 15 × 20 cm, em comparação com o compasso de 20 × 35 cm.

O CV registado no rendimento de folhas foi de 50,67%, o que indica uma variabilidade muito alta. Este resultado possivelmente reflete a variabilidade natural das plantas e efeitos ambientais. Contudo, embora haja limitação na precisão para esta variável, os dados são úteis para identificar tendências e orientar futuros ensaios com maior controle experimental (Pimental-Gomes, 2000).

3.6. Rendimento de grãos

Os resultados de ANOVA (Anexo 8) indicaram que houve diferenças significativas ($P < 0,05$) da interacção entre os factores espécie e compasso para a variável rendimento de grãos. A figura 14 mostra os valores médios do rendimento de grãos, correspondente a cada espécie e compasso.

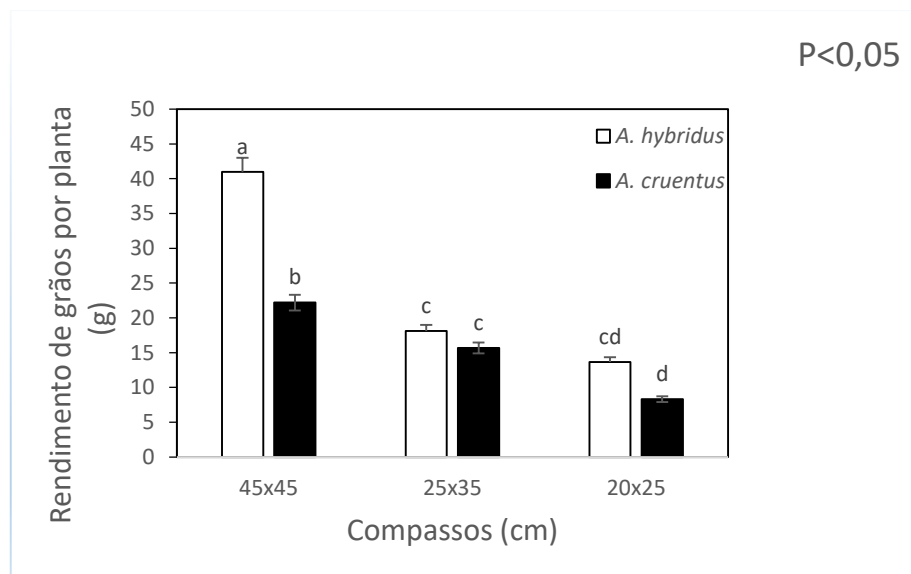


Figura 14: rendimento de grãos por espécie e por compasso. As médias representadas pelas barras com a mesma letra não são significativamente diferentes pelo teste de Duncan a 5% de nível de significância.

A figura 14, evidencia claramente a existência da interacção significativa entre os factores espécie e o compasso, uma vez que o padrão de significância estatística não se mantém constante ao longo dos diferentes níveis do compasso. No compasso de 45×45 cm, as espécies *A. hybridus* e *A. cruentus* apresentaram letras distintas, indicando diferença significativa entre as espécies, demonstrando que, sob condições de menor competição, as espécies expressam

comportamentos distintos, evidenciando o efeito da espécie neste compasso. À medida que o compasso é reduzido para 25×35 cm, observa-se a ausência de diferença significativa entre as espécies, uma vez que ambas passam a apresentar a mesma letra. A ausência de diferença significativa neste compasso intermédio indica que a redução do espaçamento neutraliza as diferenças observadas no compasso mais amplo, evidenciando que o efeito da espécie depende do compasso de plantação. No compasso mais adensado (20 × 25 cm), a atribuição das letras cd para *A. hybridus* e d para *A. cruentus* revela ausência de diferença significativa entre as espécies neste compasso.

Os resultados revelaram que a capacidade de as espécies produzirem grãos aumentou do compasso mais estreito para o compasso mais amplo. A razão provável pode ser que, no compasso mais estreito, a capacidade fotossintética das plantas pode ser reduzida devido à baixa interceção de luz pelas plantas, como resultado dos efeitos de sombreamento causados pela aglomeração de plantas, o que afetou negativamente o número de inflorescências por planta. o resultado do presente estudo esta de acordo com as descobertas de Ebisa *et al* (2019) e Pourfaride *et al* (2014) referiram que compassos menores tem implicações negativas na produtividade por planta e são reflectidos em valores baixos em comparação com compassos maiores. Apesar da interação significativa entre espécies e compassos, o potencial de variação genética para produzir rendimento de grãos por planta foi registado entre as espécies de amarantos. De acordo com Khan (2020); Degri e Randy (2019); Tanzin (2018); Mbwamboe *et al* (2015) e Norman e Shongwe (1993), a variação do rendimento de grãos nas espécies de amarantos é devido à composição genética e ao ambiente de crescimento.

5. CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

5.1. Conclusões

Feita a análise e a apreciação dos resultados obtidos, pode chegar-se a seguintes conclusões:

O estudo mostrou que a interação entre espécie e compasso não influenciou significativamente o crescimento vegetativo, mas afectou de forma significativa o rendimento do grão. A combinação do compasso 45 × 45 cm com *A. hybridus* proporcionou o maior rendimento. De modo geral, *A. hybridus* destacou-se por apresentar os melhores resultados em todas as variáveis avaliadas.

O compasso influenciou o rendimento de folhas e grãos nas duas espécies (*Amaranthus hybridus* e *A. cruentus*), sendo que o espaçamento de 45 × 45 cm proporcionou os maiores valores.

5.2. Recomendações

1. **Para investigadores:** Realização de ensaios similares em diferente épocas do ano e, em várias regiões agroecológicas, com a inclusão de outras espécies do género *Amaranthus* em diferentes compassos, visando identificar combinações mais estáveis e produtivas.

6. REFERÊNCIAS

Achigan-Dako, E. G., Sogbohossou, O. E. D. & Maundu, P. (2014). **Current knowledge on *Amaranthus* spp. Research avenues for improved nutritional value and yield in Sub-Saharan Africa.** *Euphytica*, 197(1), p. 1-20.

Aminifard, M. H; Aroiee, H; & Yazdani-Biouki. (2018). **A resposta do pimentão (*Capsicum annuum* L. California Wander) à densidade de plantio em condições de campo.** In Anais do XXX congresso internacional de horticultura: simpósio internacional sobre frutas e vegetais para processamento.

Akin-Idowu, P. E., Ibitoye, D. O., & Ademoyegun, O. T. (2016). **Effect of planting density on growth and yield of grain amaranth (*Amaranthus caudatus* L.).** *International Journal of Plant & Soil Science*, 9(1), 1-8.

Augusto, J. (1996). **A influência da sementeira com e sem casca de 4 comassos na densidade e no rendimento do amendoim (*Arachis hypogaea* L.).** Trabalho de licenciatura. FAEF-UEM.

Bofana, J. R. & Elias, H. G. (2015). **Avaliação do rendimento do grão da cultura do amendoim (*Arachis hypogaea* L.) em função de compassos diferentes.** Trabalho de licenciatura. Universidade Católica de Moçambique.

Cumbe, P. H. (2024). **Avaliação do desempenho da cultura de alface em campo aberto e sombrite sob diferentes níveis de irrigação e adubação.** Trabalho de licenciatura. UEM.

Cunguara, B., & Garrett, J. (2011). **O sector agrário em Moçambique: Análise situacional, constrangimentos e oportunidades para o crescimento agrário.** Documento apresentado no Diálogo sobre a Promoção de Crescimento Agrário em Moçambique, Hotel VIP, Maputo.

Das S. (2012). **Systematics and taxonomic delimitation of vegetable, grain and weed amaranths: a morphological and biochemical approach.** *Genetic Resources and Crop Evolution* 59: 289-303.

Degri, M. M; & Randy, S. (2019). **Effect of variety and spacing on insect pest infestations and growth of *Amaranthus* (*Amaranthus* spp) in Alau Dam, Maiduguri, Nigeria.** *African Journal of Agronomy*, 1(5). <https://www.internationalscholarsjournals.org>.

Dimande, B. (2016). **Agronomia de *Amaranthus/ tseque* (*Amaranthus cruentus*)**. IIAM. Maputo.

Ebert, A. W; & Wang S. (2011). **Vegetable amaranth (*Amaranthus L.*)**. International Cooperators Guide, AVRDC No. 11-754. Taiwan: Asian Vegetable Research and Development Center.

Ebisa, D. B; Ambecha, O. G; & Edossa, E. (2019). **Avaliação de diferentes variedades de amaranto (*Amaranthus spp. L.*) quanto ao rendimento e seus componentes em resposta ao espaçamento entre linhas em Jimma, sudoeste da Etiópia**. Revista Internacional de Investigação e Revisão Agrícola, 7(3), 754–767. Vol.

Food and Agriculture Organization. (2019). **The future of food and agriculture - Trends and challenges**.

Governo de Moçambique. (2023). **Política de segurança alimentar e nutricional e estratégia de sua implementação 2024-2030**. Ministério da Agricultura e Desenvolvimento Rural. <https://www.masa.gov.mz/>.

Henderson, T. L., Johnson, B. L. & Schneiter, A. A. (2000). **Espaçamento entre linhas, população de plantas e efeitos das cultivares nos grãos de amaranto nas Grandes Planícies do norte**. Agron. J., 92(2), p. 329-336.

Jimoh, M. O; Afolayan, A. J; Lewu, F. B. (2019). **Resposta de germinação de *Amaranthus caudatus L* em tipos de solo e condições ambientais**. Thaiszia J. 29, 85-100.

Khan, A. M. (2020). **Biology of *Amaranthus retroflexus* and *Amaranthus viridis***. Master of Science. University of Queensland. Australia.

Law-Ogbomo, K. E, Egharevba, R. K. A. (2009) **Efeitos da densidade de plantio e da fertilização NPK aplicação do izer na produtividade e nos componentes de produção do tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) em localização florestal**. World Journal of Agricultural Sciences 5: 152-158.

Lima, R. S., Oliveira, F. L., & Andrade, M. B. (2018). Influência do espaçamento na produtividade de *Amaranthus spp.* *Revista Brasileira de Agroecologia*, 13(3), 950–958.

Magia, J. M (2002). **Efeito de espaçamento entre plantas sobre o rendimento e tamanho do bolbo de cebola (*Allium cepa* L.) nos arredores de Maputo.** Trabalho de licenciatura. UEM.

Maseko, I; Beletse, Y. G; Nogemane, N; du Plooy, C. P. & Mabhaudhi, T. (2015). **Growth, physiology and yield responses of (*Amaranthus cruentus*, *Corchorus olitorius* and *Vigna unguiculata*) to plant density under drip-irrigated commercial production.** South African Journal of Plant and Soil, 32(2), p. 87-94.

Mbwambo, O. I. (2013). **Morphological characteristics, growth, and grain and leaf yield of elite amaranth in northern Tanzania** (Master's thesis, Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology). Jomo Kenyatta University of Agriculture and Technology.

Ogedegbe, A. S; Ogahand, J. J. & Ajala, A. B. (2014). Resposta do Amarantho (Espécies de *Amarantho*. L) a diferentes fertilizantes orgânicas no norte de Nigéria. *Jornal Nigeriano de Ciência Agrícola*. 2:87-93.

Olofintoye, J. A. T; Abayom, Y. A. & Olubemi, O. (2015). **Yield responses of grain amaranth (*Amaranthus cruentus* L.) varieties to varying planting density and soil amendment.** *Agricultural Journal* 6(6): 366-568.

Norman, J. C., & Shongwe, V. D. (1993). **Influence of some cultural practices on the yield and quality of *Amaranthus hybridus* L.** *Advances in Horticultural Science*, 7(4), 169-172.

Pedrico, N. R. (2020). **Efeito do compasso à plantação no desenvolvimento de povoamentos de pinheiro-bravo.** Dissertação para obtenção do Grau de Mestre. Universidade de Lisboa. Portugal.

Pourfarid, A; Kamkar, B. & Akbari, G. A. (2014). **O efeito da densidade na produtividade e algumas características agronômicas e fisiológicas de amarantho (*Amaranthus spp*).** *Fazenda Alli Sci*, 3(12): p. 1256-1259.

PIMENTEL-GOMES, F.; GOMES, F. P. *Curso de Estatística Experimental*. 14. ed. Piracicaba: FEALQ, 2000. 477 p.

Rastogi, A; & Shukla, S. (2013). **A new millennium crop of nutraceutical values.** *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 53(2), p. 109-125.

Ribeiro, J. E. (2017). **Optimizing harvesting procedures of *Amaranthus hybridus* L. and *A. tricolor* L. under different watering regimes during hot and cool seasons in southern Mozambique.** PhD Thesis, Stellenbosch, South Africa.

Sauerborn, J; Reiningger, C. & Kiesecker, H. (2016). **Amaranth as multipurpose crop for sustainable agriculture in marginal areas.** Agriculture for Sustainable Development, 34(1), p. 45-49.

Shackel, K; & Vangessel, M. (2020). **Crop spacing and its effect on yield and quality.** *Journal of Agronomy and Crop Science.* 206(3), p. 197-204.

Sief, A. S; El-Deepah, H. R. A; Kamel, A. S. M. & Ibrahim, J. F. (2015). **Efeito de vários espaços inter e intra no rendimento e qualidade da quinoa *Chenopodium quinoa* Willd.** *J. Produção Vegetal, Mansoura Univ.* 6(3), p 371-383.

Tanzin, T. (2018). **Avaliação do potencial de crescimento e produtividade de diferentes tipos de amaranto vegetal em Kleve, Alemanha** (Tese de bacharelato, Universidade de Ciências Aplicadas Hochschule Rhein-Waal).

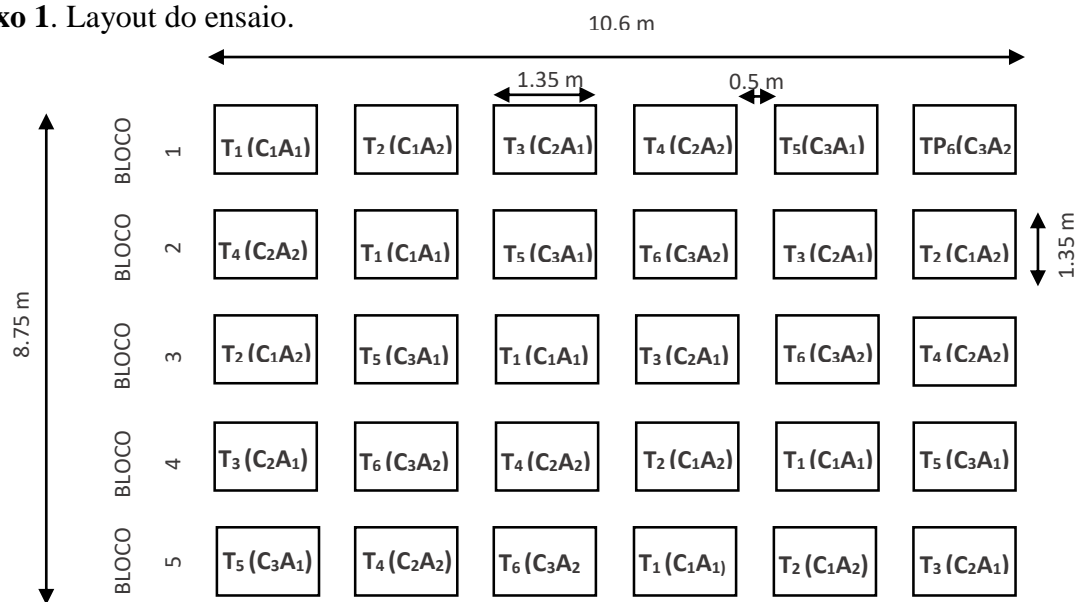
Tembe, J. M. (2013). **Indigenous Vegetables and Legumes, Importance, Use and Marketing in Gaza Province, Acta Horticulturae 752, Proceedings of the 1st International Conference on Indigenous Vegetables and Legumes.** ISHS. Maputo.

Tovela, E. J. (2014). **Avaliação do Efeito de Diferentes Níveis do Espaçamento no Rendimento da Cultura do Tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill) no Distrito de Vilankulo.** Trabalho de Licenciatura. ESDR-UEM.

Yarnia M. 2010. **Datas de semeadura e avaliação da densidade do amaranto (cv. Koniz) como nova cultura.** *Advances in Environmental Biology* 4: 41-46.

7. ANEXOS

Anexo 1. Layout do ensaio.



Layout do experimento (adaptado). Fonte: Autor, (2025)

Anexo 2: dados de precipitação e irrigação.

Semanas	Rega (mm)	Precipitação (mm)
S1	10,8	0
S2	10,8	0
S3	10,8	61,9
S4	14,2	16
S5	14,2	15,1
S6	14,2	96
S7	14,2	36
S8	14,2	0
S9	14,2	0
S10	14,2	85
S11	14,2	37,4
S12	7,1	0
S13	7,1	9,7
S14	0	4,8
S15	0	0

Anexo 3: Resultados de ANOVA para a variável número de folhas.

#NUMERO DE FOLHAS

Legenda:

FATOR 1: Espécie

FATOR 2: Compasso

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

w: 0.974904 valor-p: 0.6799011

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos seguem uma distribuição normal.

Teste de homogeneidade das variâncias (Breusch-Pagan)

Valor-p: 0.109611

De acordo com o teste de Breusch-Pagan a 5% de significância, as variâncias são homogêneas.

Quadro da análise de variância

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espécie	1	274755	4	124.304	0.000000
Compasso	2	57075	5	12.911	0.000251
Espécie*Compasso	2	11187	6	2.531	0.104789
Bloco	4	78824	2	8.915	0.000266
Resíduo	20	44207	3		
Total	29	466047	1		

CV = 24.39 %

Interação não significativa: analisando os efeitos simples

Compasso

Teste de Duncan

Grupos	Tratamentos	Médias
a	3	247.7
b	1	189.6
c	2	141

Anexo 4. Resultados de ANOVA para a variável altura média das plantas

#ALTURA DAS PLANTAS (cm)

Legenda:

FATOR 1: Espécie

FATOR 2: Compasso

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

w: 0.948089 valor-p: 0.15023

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade das variâncias (Breusch-Pagan)

Valor-p: 0.055684

De acordo com o teste de Breusch-Pagan a 5% de significância, as variâncias são considerados homogêneas.

Quadro da análise de variância

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espécie	1	15801.1	2	78.702	0.000000
Compasso	2	1930.6	6	4.808	0.019725
Espécie*Compasso	2	890.5	5	2.218	0.134932
Bloco	4	7526.5	3	9.372	0.000195
Resíduo	20	4015.4	4		
Total	29	30164.1	1		

CV = 10.5 %

Interação não significativa: analisando os efeitos simples

Compasso

Teste de Duncan

Grupos	Tratamentos	Medias
a	2	145.6
ab	3	133.075
b	1	126.225

Anexo 5: resultados de ANOVA para peso medio de biomassa aerea

#BDAR

Legenda:

FATOR 1: Espécie

FATOR 2: Compasso

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

w: 0.964665 valor-p: 0.4052065

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significancia, os resíduos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade das variâncias (Breusch-Pagan)

Valor-p: 0.147605

De acordo com o teste de Breusch-Pagan a 5% de significância, as variâncias são considerados homogêneas.

Quadro da análise de variância

FV GL SQ QM Fc Pr>Fc
Espécie 1 413755 5 13.0476 0.00174
Compasso 2 1147959 6 18.1002 0.00003
Espécie*Compasso 2 73778 4 1.1633 0.33272
Bloco 4 1240733 2 9.7815 0.00015
Resíduo 20 634226 3
Total 29 3510452 1

CV = 32.57 %

Interação não significativa: analisando os efeitos simples

Compasso

Teste de Duncan

Grupos Tratamentos Médias
a 3 804.647
b 1 504.288
c 2 331.153

Anexo 6: resultados de ANOVA para peso medio de Caule com Panicula
#PCEP

Legenda:

FATOR 1: Espécie

FATOR 2: Compasso

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

w: 0.965984 valor-p: 0.4358738

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade das variâncias (Breusch-Pagan)

Valor-p: 0.151355

De acordo com o teste de Breusch-Pagan a 5% de significância, as variâncias são consideradas homogêneas.

Quadro da análise de variância

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espécie	1	190456	4	11.7523	0.002663
Compasso	2	504575	6	15.5677	0.000084
Espécie*Compasso	2	41875	5	1.2920	0.296691
Bloco	4	543696	2	8.3874	0.000384
Resíduo	20	324116	3		
Total	29	1604717	1		

CV = 33.29 %

Interação não significativa: analisando os efeitos simples

Compasso

Teste de Duncan

Grupos	Tratamentos	Médias
a	3	557.34
b	1	342.483
b	2	247.27

Anexo 7: resultados de ANOVA para peso medio de folhas

#PESO MEDIO DE FOLHAS

Legenda:

FATOR 1: Espécie

FATOR 2: Compasso

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

w: 0.9569493 valor-p: 0.258244

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade das variâncias (Breusch-Pagan)

Valor-p: 0.143282

De acordo com o teste de Breusch-Pagan a 5% de significância, as variâncias são considerados homogêneas.

Quadro da análise de variância

FV GL SQ QM Fc Pr>Fc
Espécie 1 55067 3 6.3944 0.01997
Compasso 2 151214 4 8.7796 0.00183
Espécie*Compasso 2 18287 6 1.0617 0.36456
Bloco 4 174936 2 5.0784 0.00545
Resíduo 20 172235 5
Total 29 571738 1

CV = 50.67 %

Interação não significativa: analisando os efeitos simples

Compasso

Teste de Duncan

Grupos Tratamentos Médias
a 3 278.43
b 1 162.96
b 2 108.08

Anexo 8: resultados de ANOVA para peso medio de sementes por planta
#PESO MEDIO DE SEMENNTES

Legenda:

FATOR 1: Espécie

FATOR 2: Compasso

Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk)

w: 0.980723 valor-p: 0.8444422

De acordo com o teste de Shapiro-Wilk a 5% de significância, os resíduos podem ser considerados normais.

Teste de homogeneidade das variâncias (Breusch-Pagan)

Valor-p: 0.169495

De acordo com o teste de Breusch-Pagan a 5% de significância, as variâncias são considerados homogêneas.

Quadro da análise de variância

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
Espécie	1	587.6	6	16.901	0.0005426
Compasso	2	2250.2	2	32.362	0.0000005
Espécie*Compasso	2	381.2	4	5.482	0.0126359
Bloco	4	608.3	3	4.374	0.0105625
Resíduo	20	695.3	5		
Total	29	4522.5	1		

CV = 29.75 %

Interacao significativa: Anlizando a interação

Teste de Duncan

Grupos	Tratamento	Média	Legenda:
a	A1C3	40.975	A1 = Amaranthus hybridus
b	A2C3	22.185	A2 = Amaranthus cruentus
c	A1C1	18.0984	
c	A2C1	15.685	C1 = 25x35 cm
cd	A1C2	13.655	C2 = 20x25 cm
d	A2C2	8.305	C3 = 45x45 cm

lumbelaraimundo865@gmail.com