

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

AMANDA AZEVEDO CASSIANO

POTENCIAL PRODUTIVO DE *Khaya grandifoliola* E *K. senegalensis* NA
MICRORREGIÃO DE UBERLÂNDIA

Uberlândia - MG

2024

AMANDA AZEVEDO CASSIANO

POTENCIAL PRODUTIVO DE *Khaya grandifoliola* E *K. senegalensis* NA
MICRORREGIÃO DE UBERLÂNDIA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Federal de Uberlândia, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Área de Concentração: Produção Vegetal.

Orientador: Prof. Lísias Coelho, Ph.D.

Uberlândia - MG

2024

Ficha Catalográfica Online do Sistema de Bibliotecas da UFU
com dados informados pelo(a) próprio(a) autor(a).

C345 2024	<p>Cassiano, Amanda Azevedo, 1998- POTENCIAL PRODUTIVO DE <i>Khaya grandifoliola</i> E <i>K. senegalensis</i> NA MICRORREGIÃO DE UBERLÂNDIA [recurso eletrônico] / Amanda Azevedo Cassiano. - 2024.</p> <p>Orientador: Lísias Coelho. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Uberlândia, Pós-graduação em Agronomia. Modo de acesso: Internet. Disponível em: http://doi.org/10.14393/ufu.di.2024.664 Inclui bibliografia.</p> <p>1. Agronomia. I. Coelho, Lísias, 1959-, (Orient.). II. Universidade Federal de Uberlândia. Pós-graduação em Agronomia. III. Título.</p> <p style="text-align: right;">CDU: 631</p>
--------------	--

Bibliotecários responsáveis pela estrutura de acordo com o AACR2:

Gizele Cristine Nunes do Couto - CRB6/2091
Nelson Marcos Ferreira - CRB6/3074



UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
Secretaria da Coordenação do Programa de Pós-Graduação em
Agronomia

Rodovia BR 050, Km 78, Bloco 1CCG, Sala 206 - Bairro Glória, Uberlândia-MG, CEP
38400-902

Telefone: (34) 2512-6715/6716 - www.ppgagro.iciag.ufu.br - posagro@ufu.br



ATA DE DEFESA - PÓS-GRADUAÇÃO

Programa de Pós-Graduação em:	Agronomia				
Defesa de:	Dissertação de Mestrado Acadêmico, 016/2024, PPGAGRO				
Data:	Doze de setembro de dois mil e vinte e quatro	Hora de início:	10:00	Hora de encerramento:	12:40
Matrícula do Discente:	12222AGR001				
Nome do Discente:	Amanda Azevedo Cassiano				
Título do Trabalho:	POTENCIAL PRODUTIVO DE <i>Khaya grandifoliola</i> E <i>K. senegalensis</i> NA MICRORREGIÃO DE UBERLÂNDIA				
Área de concentração:	Produção Vegetal				
Linha de pesquisa:	Produção Vegetal em Áreas de Cerrado				

Reuniu-se por videoconferência, a Banca Examinadora, designada pelo Colegiado do Programa de Pós-graduação em Agronomia, assim composta: Professores Doutores: Wedisson Oliveira Santos - UFU; André Rosalvo Terra Nascimento - UFU; Vanessa Cristina Caron - IFTM; Lísias Coelho - UFU orientador da candidata.

Iniciando os trabalhos o presidente da mesa, Dr. Lísias Coelho, apresentou a Comissão Examinadora e a candidata, agradeceu a presença do público, e concedeu à discente a palavra para a exposição do seu trabalho. A duração da apresentação da discente e o tempo de arguição e resposta foram conforme as normas do Programa.

A seguir o senhor presidente concedeu a palavra, pela ordem sucessivamente, aos examinadores, que passaram a arguir a candidata. Ultimada a arguição, que se desenvolveu dentro dos termos regimentais, a Banca, em sessão secreta, atribuiu o resultado final, considerando a candidata:

Aprovada.

Essa dissertação possui mérito para ser indicada como destaque do Programa? (X)
SIM NÃO ()

Esta defesa faz parte dos requisitos necessários à obtenção do título de Mestre.

O competente diploma será expedido após cumprimento dos demais requisitos, conforme as normas do Programa, a legislação pertinente e a regulamentação interna da UFU.

Nada mais havendo a tratar foram encerrados os trabalhos. Foi lavrada a presente ata que após lida e achada conforme foi assinada pela Banca Examinadora.



Documento assinado eletronicamente por **Wedisson Oliveira Santos**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/09/2024, às 11:12, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Vanessa Cristina Caron**, **Usuário Externo**, em 13/09/2024, às 11:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Lisias Coelho**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/09/2024, às 12:05, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



Documento assinado eletronicamente por **Andre Rosalvo Terra Nascimento**, **Professor(a) do Magistério Superior**, em 13/09/2024, às 12:39, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 6º, § 1º, do [Decreto nº 8.539, de 8 de outubro de 2015](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site https://www.sei.ufu.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0, informando o código verificador **5700819** e o código CRC **301E75C0**.

Dedico este trabalho à minha família, que sempre foi minha inspiração e força para conquistar cada passo dessa jornada chamada vida.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus e a minha Nossa Senhora que me guiou, protegeu e capacitou até aqui.

Aos meus pais, Eliane e Humberto, por me tornarem a mulher que sou hoje e por tudo que fizeram por mim ao longo desses anos.

Às minhas irmãs, Mariana e Kamila por me proporcionarem o desafio e a benção de ser irmã mais velha.

Ao meu companheiro e amigo Roberto, pelos esforços, cumplicidade, carinho e por acreditar em mim, me apoiando durante os momentos bons e ruins.

Ao Prof. Lísias Coelho por me orientar e transmitir conhecimentos, contribuindo na minha formação acadêmica e também por me desafiar a demonstrar que eu conseguiria passar pelo desafio de continuar dentro da área da Agronomia.

À todos os professores e à UFU por terem sido fonte de aprendizados que, com certeza, levo e continuarei levando para a vida.

Ao professor Arcênio Meneses que direta e indiretamente sempre me guiou e orientou, transformando e moldando a profissional que me torno hoje, assim como ao IFTM, que sempre me acolheu e me ajudou a entender os desafios da vida acadêmica de uma forma humana e gentil.

Aos professores que aceitaram participar da banca avaliadora pela contribuição na minha formação acadêmica.

A todos, muito obrigada!

RESUMO

O mogno africano (*Khaya* spp.) é valorizado por sua madeira de alta qualidade, utilizada em diversas aplicações, como carpintaria, marcenaria, móveis, construção, instrumentos musicais, artesanato e produção de carvão vegetal. O cultivo de mogno tem se expandido em diversas regiões do país. Além do valor comercial da madeira, essa espécie é empregada para sombreamento em plantações consorciadas e em paisagismo de estradas, contribuindo para a estabilização das margens dos rios. Solos bem drenados e com alta fertilidade são preferenciais para o sucesso do plantio. A pesquisa avaliou o impacto dos fatores de fertilidade do solo no desenvolvimento das plantações de mogno africano na microrregião de Uberlândia. Para isso, foram coletadas amostras de solo em áreas de cultivo comercial das espécies de *K. grandifoliola* e *K. senegalensis* na região, com árvores com pelo menos dez anos de idade. O crescimento das plantas foi avaliado medindo-se o diâmetro à altura do peito (DAP) e a altura das árvores, em cada localidade. Os resultados foram analisados com o uso de modelos matemáticos, considerando-se o modelo de crescimento e produção a nível de povoamento, correlacionando-os com as variáveis de fertilidade do solo. O estudo demonstra que, embora ambas as espécies de mogno africano possam se adaptar às condições da região, *K. grandifoliola* mostra um potencial de crescimento superior em ambientes com elevada nutrição do solo, destacando a importância do manejo adequado do solo para maximizar o crescimento e a produtividade dessas espécies em áreas de cultivo. Essas informações têm potencial de melhorar o manejo do mogno africano na região, aumentando a eficiência e a rentabilidade a longo prazo. Em última análise, o estudo busca entender as condições ideais para o cultivo do mogno africano na região, contribuindo para a sustentabilidade e o sucesso dessa indústria florestal no mercado agrícola regional.

Palavras-chave: Silvicultura; dendrometria; fertilidade do solo; nutrição do solo; mogno africano

ABSTRACT

African mahogany (*Khaya* spp.) is valued for its high-quality wood, used in various applications such as carpentry, woodworking, furniture, construction, musical instruments, crafts, and charcoal production. The cultivation of mahogany has been expanding in various regions of the country. Besides the commercial value of the wood, this species is employed for shading in intercropping systems and for roadside landscaping, contributing to stabilizing riverbanks. Well-drained and highly fertile soils are preferred for successful planting. This research evaluated the impact of factors such as soil fertility on the development of African mahogany plantations in the microregion of Uberlândia. For this purpose, soil samples were collected in commercial cultivation areas of the region's *K. grandifoliola* and *K. senegalensis* species, with trees at least ten years old. Plant growth was estimated by measuring the diameter at breast height (DBH) and tree height at each location. The results were analyzed using mathematical models, considering both the growth and yield model and the stand-level model, correlating them with soil fertility variables. The study demonstrates that, although both species of African mahogany can adapt to the region's conditions, *K. grandifoliola* shows superior growth potential in environments with high soil nutrition, highlighting the importance of proper soil management to maximize growth and productivity of these species in cultivation areas. This information can potentially improve African mahogany management in the region, increasing efficiency and profitability in the long term. Ultimately, the study seeks to understand the ideal conditions for cultivating African mahogany in the region, contributing to sustainability and success of this forestry industry in the regional agricultural market.

Keywords: Silviculture; dendrometry; soil fertility; soil nutrition; african mahogany.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	REVISÃO DE LITERATURA	13
	2.1 <i>Khaya grandifoliola</i> C. DC.	15
	2.2 <i>Khaya senegalensis</i> (Desr.) A. Juss.	16
	2.3 CLIMA E PLUVIOSIDADE	17
	2.4 FERTILIDADE DO SOLO	18
	3 MATERIAL E MÉTODOS	19
	3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO	19
	3.2 FATORES ESTUDADOS	23
	3.3 ANÁLISES MATEMÁTICAS	24
	4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
	4.1 Avaliação e diferenciação de <i>K. grandifoliola</i> e <i>K. senegalensis</i>	25
	4.2 Diferenciação das espécies <i>K. grandifoliola</i> e <i>K. senegalensis</i> para a propriedade Serra branca	29
	4.3 Correlação Fertilidade do solo X Incremento Médio Anual	30
	5 CONCLUSÕES	36

1 INTRODUÇÃO

A introdução de *Khaya* spp., conhecido como mogno-africano, na agricultura brasileira tem sido impulsionada por uma combinação única de fatores, incluindo condições edafoclimáticas favoráveis em certas regiões do país. Originária da África Ocidental, essa espécie florestal foi trazida ao Brasil como parte de iniciativas de diversificação agrícola e reflorestamento, visando atender à crescente demanda por recursos madeireiros sustentáveis.

A produção de *Khaya* spp. no Triângulo Mineiro destaca-se como uma importante contribuição para a economia local, fornecendo uma fonte sustentável de matéria-prima para indústrias de móveis, construção civil e outros setores (Silva; Souza, 2020).

A adaptação bem-sucedida de *K. grandifoliola* C. DC. e *K. senegalensis* (Desr.) A. Juss. às condições tropicais e subtropicais brasileiras é evidente pelo seu crescimento em áreas como o Triângulo Mineiro, onde características climáticas, como a pluviosidade com a média anual variando entre 1200 e 2500 mm, a ampla faixa de temperatura do ar (13 a 43 °C), em estação seca e a fertilidade do solo, proporcionam um ambiente propício para seu cultivo (Fonseca, 2004).

A pluviosidade é um fator crítico para o crescimento de *Khaya* spp. Essas árvores requerem uma quantidade significativa de precipitação pluviométrica anual, geralmente variando entre 1200 e 2000 mm, distribuída ao longo do ano, para assegurar a disponibilidade de água no solo e minorar estresses hídricos que podem comprometer o desenvolvimento das plantas e a qualidade da madeira (Souza *et al.*, 2018).

O solo também desempenha um papel fundamental na produção de mogno-africano. De fato, a cultura prefere solos profundos, bem drenados e ricos em matéria orgânica. A estrutura do solo deve permitir boa aeração e drenagem, evitando o acúmulo de água, o que pode levar ao desenvolvimento de doenças radiculares. A disponibilidade de nutrientes acima dos níveis críticos da cultura, é vital para o pleno crescimento das árvores. Além disso, o solo deve ser ligeiramente ácido a neutro (pH 5,5-6,5), pois valores fora dessa faixa podem limitar a disponibilidade de nutrientes (Oliveira, 2016).

Em comparação com outras espécies madeireiras, *Khaya* spp. oferece vantagens, como maior tolerância a pragas e doenças, além de produzir madeira de alta qualidade para a indústria moveleira. No entanto, seu cultivo exige um manejo cuidadoso do solo e da água para garantir o sucesso a longo prazo (Costa; Almeida, 2021).

Além de seu valor comercial, *Khaya* spp. desempenha um papel crucial na proteção ambiental, auxiliando na conservação do solo, promoção da biodiversidade e redução da pressão sobre as florestas nativas (Oliveira; Mendes, 2018).

Desde a década de 1990, devido à preocupação com a emissão de gás carbônico (CO₂) e outros gases de efeito estufa, estratégias para sua mitigação têm se intensificado, visando frear as mudanças climáticas causadas, dentre outros fatores, pelo aumento da concentração destes gases na atmosfera. Corninck *et al.* (2018) destacaram em um relatório do IPCC (Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) os riscos do aumento da temperatura global devido à falta de controle na emissão de gases de efeito estufa. Eles apontaram como principais medidas mitigadoras a redução das emissões de CO₂ nas atividades econômicas, o uso racional dos recursos hídricos, a diminuição das taxas de desmatamento, o florestamento e reflorestamento de áreas degradadas e a introdução de agroflorestas como alternativas sustentáveis para a produção de alimentos.

Nesse sentido, o presente trabalho tem como objetivo estabelecer as condições ideais para o cultivo do mogno africano na região, contribuindo para a sustentabilidade e o sucesso dessa indústria florestal no mercado agrícola regional.

2 REVISÃO DE LITERATURA

No Brasil, os cultivos de mogno africano [*K. anthotheca* (Welw.) C. DC., *K. grandifoliola*, *K. ivorensis* A. Chev. e *K. senegalensis*] aumentaram expressivamente nos últimos anos. Estima-se que a área plantada em território brasileiro em 2018 ultrapassou 37 mil ha, o que torna o Brasil o maior produtor desse gênero, seguido pela Austrália com 14 mil ha de *K. senegalensis* (EMBRAPA, 2019).

Os plantios têm sido incorporados no decorrer dos anos com relatos de plantios dessa espécie em todo território brasileiro. Além do apelo comercial, é utilizada também para o fornecimento de sombra em plantações consorciadas com outras árvores, particularmente, naquelas cultivadas com caráter multiuso, na África, podendo também ser usada em paisagismo de estradas e para estabilização das margens dos rios (Praciak *et al.*, 2013). A espécie *K. grandifoliola*, conhecida como mogno-da-folha-grande, possui madeira valorizada para carpintaria, marcenaria e móveis. É também adequada para construção, piso, acabamento interno, construção naval, instrumentos musicais, brinquedos, artesanatos, entalhes, torneados e madeira para celulose (Opuni-Frimpong, 2008).

Tradicionalmente, a madeira dessa espécie é também usada para utensílios domésticos e canoas escavadas, além de lenha e produção de carvão vegetal (Opuni-Frimpong, 2008). Entretanto, há uma carência de informações que definam as condições ideais para a implantação da cultura do mogno-africano no Brasil, podendo ter reflexos em menor produção e, conseqüentemente, prejuízos financeiros. Sendo assim, o zoneamento edafoclimático é uma importante ferramenta para um cultivo planejado, pois a utilização dos recursos naturais de forma racional reflete na otimização de investimentos (Rocha, 1997; Sedyama *et al.*, 2001). Áreas aptas possuem características relacionadas ao meio físico, como clima e solo, e das necessidades ecofisiológicas das espécies de interesse (Fritzsos *et al.*, 2012) justificando o uso do zoneamento edafoclimático na tomada de decisão, uma vez que avalia a compatibilidade entre espécies cultivadas e o ambiente, de modo a caracterizar e delimitar regiões com maior ou menor aptidão, ou seja, que melhor garantem a adaptação da espécie.

Para determinar a metodologia do preparo do solo mais apropriada, alguns fatores básicos relacionados ao local de plantio do mogno-africano devem ser considerados, sendo eles: as condições climáticas (volume, distribuição e intensidade da precipitação pluviométrica); as condições edáficas e fisiográficas (declividade, profundidade de alcance das raízes, drenagem, existência ou não de compactação do solo e fertilidade do solo); o tipo de vegetação e cobertura do solo e a disponibilidade de recursos (Gonçalves *et al.*, 2000).

De forma geral, com relação ao cultivo de mogno-africano, solos bem drenados, sem camadas compactadas ou adensadas e de boa fertilidade natural são os mais favoráveis para a realização do cultivo. Porém, há relatos de bom desenvolvimento em solos corrigidos nas áreas de Cerrado (Silva; Borges, 2013). Os terrenos inclinados não inviabilizam o cultivo, apenas dificultam o manejo e aumentam o custo de produção, não permitindo a mecanização na área, enquanto solos de textura arenosa requerem maiores cuidados no plantio, principalmente, quanto ao fornecimento de água para o desenvolvimento inicial das mudas (Silva; Borges, 2013).

O mogno-africano tem apresentado desempenho satisfatório em vários sistemas agrossilvipastoris conduzidos no Brasil (Falesi; Baena, 1999; Azevedo, C. P. *et al.*, 2011; Silva *et al.*, 2014; Sales *et al.*, 2017). Os primeiros relatos de mogno africano nesses sistemas no Brasil datam da década de 1990, o que gera o interesse da produção da espécie em áreas comerciais, principalmente na integração com outros sistemas visando uma maior obtenção nos lucros e facilidade quanto ao seu manejo e condução, desde que verificadas as condições do local para introdução desta cultura.

2.1 *KHAYA GRANDIFOLIOLA* C. DC.

Khaya grandifoliola é uma planta que se beneficia de luz direta, quando já está bem estabelecida e, geralmente, é considerada pioneira de longa duração tolerante à sombra (Praciak *et al*, 2013). Apresenta elevada capacidade regenerativa em florestas e bordas de florestas nativas fortemente perturbadas (Praciak *et al*, 2013). Esta espécie se desenvolve bem em regiões com precipitação pluviométrica média anual entre 1200 e 1800 mm, e estação seca de três a cinco meses no ano (Opuni-Frimpong, 2008; Opuni-Frimpong *et al*, 2016). Essa espécie também tem preferência por solos férteis, bem drenados e ricos em matéria orgânica. Solos argilosos e aluviais são particularmente adequados para seu crescimento (Agyeman *et al*, 2020).

A árvore requer uma boa disponibilidade de nutrientes, especialmente durante os estágios iniciais de crescimento. Práticas de manejo, como adubação e controle de plantas infestantes, podem melhorar o crescimento e a sobrevivência das mudas (Ekong *et al*, 2022).

O crescimento da árvore é relativamente lento, com taxas de crescimento variando de acordo com as condições ambientais (Osei *et al*, 2018). As árvores podem atingir alturas de até 40 metros, com troncos retos e cilíndricos que são ideais para a exploração madeireira.

Khaya grandifoliola possui folhas compostas e grandes, com folíolos elípticos a oblongos, dispostos de forma alternada. As folhas são de cor verde escura e têm textura coriácea (Smith *et al*, 2019).

O brotamento das folhas novas geralmente ocorre no início da estação chuvosa, quando as condições de umidade são ideais para o crescimento (Nyarko; Darko, 2018). Durante este período, a árvore também pode florescer. A floração tende a ocorrer uma vez por ano, tipicamente no final da estação seca, antes do início das chuvas.

As flores são pequenas, perfumadas e hermafroditas, geralmente dispostas em panículas terminais. Elas possuem pétalas esbranquiçadas ou amareladas e são polinizadas principalmente por insetos (Johnson; Adesina, 2020).

Após a polinização, os frutos se desenvolvem durante vários meses, amadurecendo geralmente no final da estação chuvosa. Os frutos lenhosos se abrem espontaneamente quando maduros, liberando as sementes aladas (Osei *et al*, 2018). As sementes são dispersas pelo vento devido à sua estrutura alada, permitindo que sejam transportadas para áreas distantes da árvore-mãe. Esta adaptação é crucial para a regeneração e expansão da espécie em seu habitat natural (Mensah *et al*, 2017).

O tronco é reto e cilíndrico, com casca de cor cinza a marrom, que exhibe fissuras longitudinais à medida que envelhece. A madeira é densa e resistente, características que a tornam valiosa para uso comercial (Adeoye; Amusan, 2021).

2.2 *KHAYA SENEGALENSIS* (DESR.) A. JUSS.

Khaya senegalensis é amplamente distribuída nas regiões tropicais secas da África. Ela é encontrada em savanas e florestas ribeirinhas, onde desempenha um papel crucial na manutenção do ecossistema. A árvore é adaptada a condições de seca e solos pobres, o que a torna uma espécie resiliente em ambientes áridos (Orwa *et al*, 2009). Além disso, a árvore contribui para a estabilização do solo e a prevenção da erosão, sendo fundamental na luta contra a desertificação (Schmidt *et al*, 2010).

A espécie apresenta várias características botânicas distintas que a tornam facilmente reconhecível. A árvore pode atingir alturas de 15 a 30 metros, com um tronco geralmente reto e cilíndrico que pode medir até 1,5 metros de diâmetro. A casca é grossa, rugosa e de cor marrom-acinzentada, com fissuras profundas que se tornam mais pronunciadas com a idade (Lemmens *et al*, 2012).

É uma espécie caducifólia, o que significa que perde suas folhas durante a estação seca para reduzir a perda de água. A queda de folhas geralmente ocorre antes da floração, permitindo que a árvore conserve recursos durante os períodos de escassez de água. A nova brotação de folhas ocorre com o início da estação chuvosa, facilitando a fotossíntese e o crescimento vegetativo (Schmidt *et al*, 2010).

As folhas são compostas e alternadas, consistindo de 3 a 6 pares de folíolos ovais a lanceolados. Os folíolos são de um verde brilhante e possuem uma margem inteira. Cada folha composta pode medir entre 20 a 45 cm de comprimento (Burkill, 1997).

As flores são pequenas, com cerca de 1 cm de diâmetro, e são agrupadas em panículas terminais. Elas possuem uma cor que varia do branco ao amarelo e exalam um aroma suave. São hermafroditas, contendo tanto estames quanto pistilos, o que facilita a autopolinização, embora a polinização cruzada por insetos seja mais comum (Mitaine-Offer *et al*, 2002).

Os frutos são cápsulas lenhosas, globosas a oblongas, medindo entre 5 a 10 cm de comprimento. Cada cápsula contém várias sementes aladas, que são liberadas quando o fruto se abre espontaneamente. As sementes possuem uma asa membranosa que facilita sua dispersão pelo vento (Hall *et al*, 1997).

Desenvolve um sistema radicular profundo e extenso, o que permite à árvore acessar água em profundidade durante os períodos de seca. Esse sistema radicular também contribui para a estabilidade da árvore em solos arenosos ou erodidos, tornando-a valiosa para a conservação do solo e o combate à desertificação (Teklehaimanot, *et. al*, 2004).

2.3 CLIMA E PLUVIOSIDADE

A região do Cerrado e o Triângulo Mineiro, localizados no Brasil Central, apresentam características climáticas distintas que influenciam significativamente a vegetação, os recursos hídricos e as atividades econômicas da região.

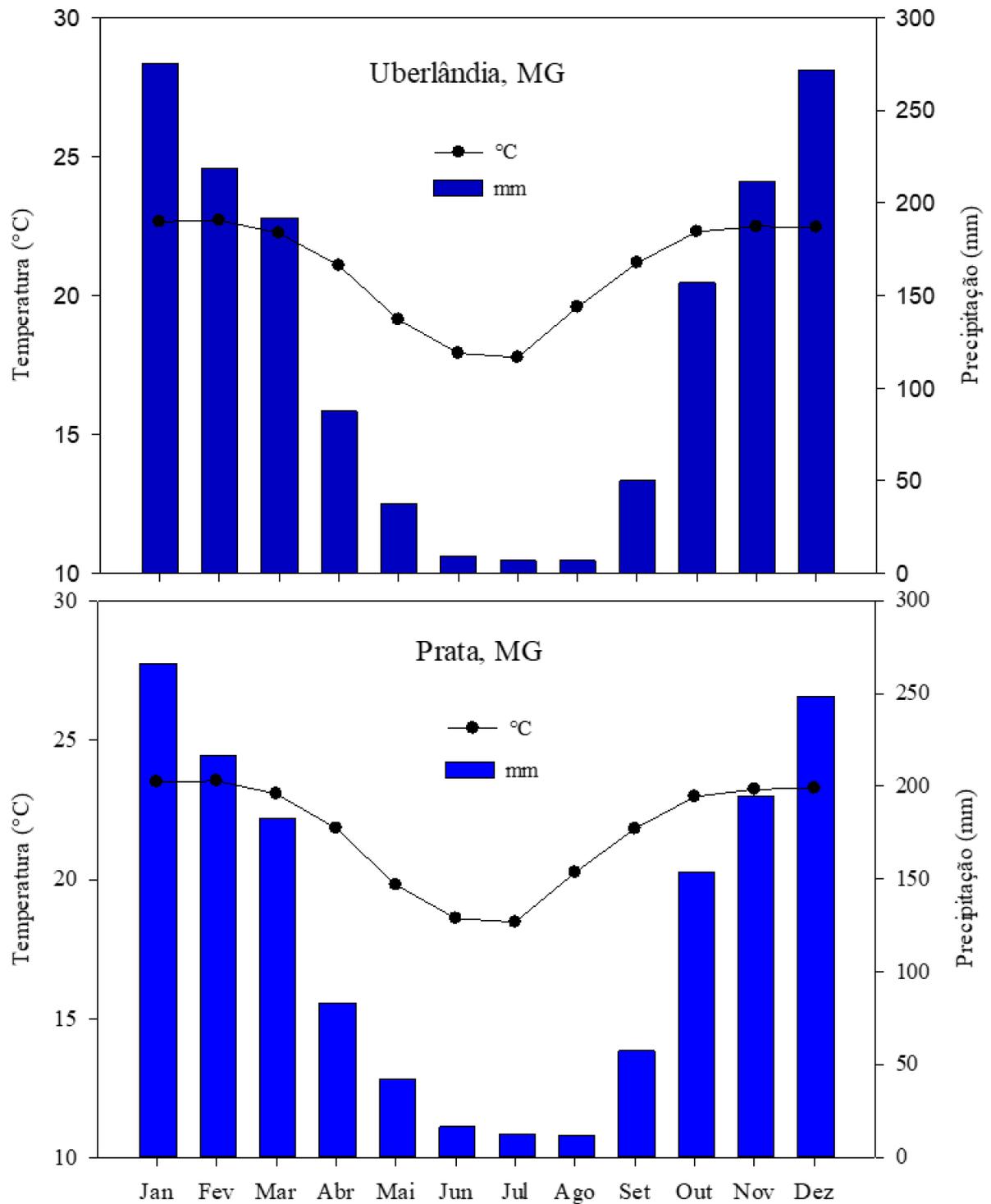
De acordo com estudos climáticos, o Cerrado é caracterizado por um clima tropical sazonal, com duas estações bem definidas: uma estação chuvosa e uma estação seca. Segundo Costa *et al* (2017), durante a estação chuvosa, que normalmente ocorre de outubro a março, as chuvas são abundantes e frequentes, contribuindo para a recarga dos aquíferos e o crescimento da vegetação característica do bioma do Cerrado. No entanto, na estação seca, que vai de abril a setembro, as chuvas diminuem consideravelmente, resultando em um clima mais seco e quente, com baixa umidade relativa do ar (Sampaio *et al*, 2019)

As variações na pluviosidade ao longo do ano exercem uma influência significativa sobre a biodiversidade e a produtividade dos ecossistemas do Cerrado. Estudos indicam que a distribuição irregular das chuvas pode afetar a fenologia das plantas, a disponibilidade de água para a fauna e a ocorrência de incêndios florestais (Nogueira *et al*, 2018). Além disso, as variações na pluviosidade também podem impactar diretamente as atividades agrícolas, com efeitos sobre a produção de grãos, a pecuária e outras formas de uso da terra na região (Carvalho *et al*, 2016).

Na Microrregião de Uberlândia, uma sub-região do Cerrado localizada no Triângulo Mineiro, as condições de pluviosidade razoavelmente semelhantes (Figura 1). De acordo com estudos de climatologia regional, a região experimenta uma estação chuvosa durante o verão, com chuvas intensas e frequentes, seguida por uma estação seca durante o inverno, com baixa precipitação (Silva *et al*, 2018).

É importante destacar que as variações na pluviosidade no Triângulo Mineiro podem ser influenciadas por fenômenos climáticos globais, como El Niño e La Niña. Pesquisas indicam que esses fenômenos podem provocar mudanças nos padrões de chuva na região, afetando a disponibilidade de água e as atividades agrícolas locais (Marengo *et al*, 2018).

Figura 1. Climograma dos Municípios de Uberlândia (Cwa) e Prata (Aw)



Fonte: Adaptado de Alvares *et al.*, 2013.

2.4 FERTILIDADE DO SOLO

O Cerrado é o segundo maior bioma brasileiro e uma das áreas mais importantes para a produção agrícola do país. Compreendendo parte significativa do território nacional, o Cerrado e suas sub-regiões, como o Triângulo Mineiro, apresentam características edafoclimáticas únicas que influenciam diretamente a fertilidade do solo e, consequentemente, o potencial produtivo das culturas.

Essas características climáticas influenciam diretamente a fertilidade do solo, uma vez que determinam a disponibilidade de água e nutrientes para as plantas. Além disso, o solo do Cerrado e do Triângulo Mineiro é tipicamente ácido, com baixos teores disponíveis de nutrientes e alta saturação por alumínio no complexo sortivo. Essas características representam desafios para a agricultura na região (Silva *et al*, 2018).

Vários fatores contribuem para a fertilidade do solo nesta região. Um dos principais é a presença de minerais intemperizados, como os óxidos de ferro e alumínio. Esses minerais contribuem para a baixa capacidade de troca catiônica (CTC) dos solos e para a retenção de nutrientes, especialmente de Ca, Mg e K (Cunha *et al*, 2018). Outro fator importante é a matéria orgânica do solo. A decomposição da matéria orgânica contribui para a formação de húmus, que melhora a estrutura do solo, aumenta sua capacidade de retenção de água e nutrientes e fornece nutrientes para as plantas (Guilherme *et al*, 2017).

Dada a importância da fertilidade do solo para a produtividade agrícola, o manejo adequado do solo é fundamental para garantir o sucesso das culturas no Cerrado e no Triângulo Mineiro. Uma prática comum é a calagem, que consiste na aplicação de calcário para elevar o pH do solo e neutralizar a acidez. Além disso, a adubação é essencial para suprir os nutrientes das plantas, sendo necessário realizar análises periódicas do solo para determinar as necessidades de adubação (Borges *et al*, 2020; Novais *et al*, 2018).

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO LOCAL DE ESTUDO

O estudo foi realizado em três fazendas de cultivo comercial das espécies *K. grandifoliola* e *K. senegalensis* na microrregião de Uberlândia, com idades distintas de plantio. As fazendas estão localizadas nos municípios de Prata e Uberlândia e possuem em seu histórico, áreas de pastagem anteriores à cultura do mogno em suas localidades (Tabela 1; Figuras 2-7).

Tabela 1. Localização dos plantios de mogno africano avaliados, com espaçamento e idade.

Variável	Município	Localização	Espaçamento (m)	Idade (anos)
Fazenda África (<i>K. grandifoliola</i>)	Prata, MG	19° 8'46.76"S 48°58'18.76"O	5,5 x 5,0	15
Fazenda Serra Branca 1 (<i>K. grandifoliola</i>)	Prata, MG	19° 9'5.22"S 49° 6'55.80"O	5,0 x 5,0	16
Fazenda Serra Branca 2 (<i>K. grandifoliola</i>)	Prata, MG	19° 8'50.26"S 49° 4'29.67"O	4,5 x 5,0	17
Fazenda Serra Branca 3 (<i>K. senegalensis</i>)	Prata, MG	19° 9'19.32"S 49° 7'9.91"O	4,5 x 4,0	16
SEAP (<i>K. senegalensis</i>)	Uberlândia, MG	19°10'25.15"S 48°29'7.13"O	5,0 x 5,0	13

Fonte: Autora.

Figura 2. Localização das áreas avaliadas neste estudo, em Prata, MG.



Figura 3. Localização da área amostrada de *K. grandifoliola* na Fazenda África, em Prata, MG.

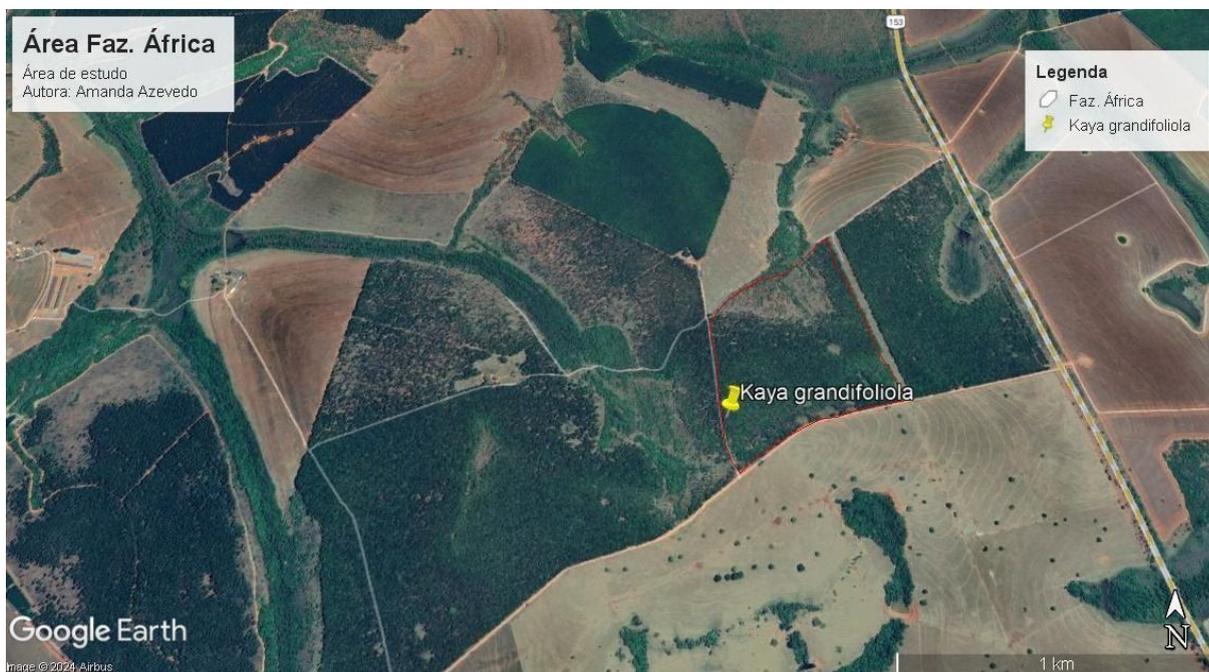


Figura 4. Localização do ponto de amostragem no plantio de *K. grandifoliola* (Serra Branca 1), em Prata, MG.



Figura 5. Localização do ponto de amostragem no plantio de *K. grandifoliola* (Faz. Serra Branca 2), em Prata, MG.

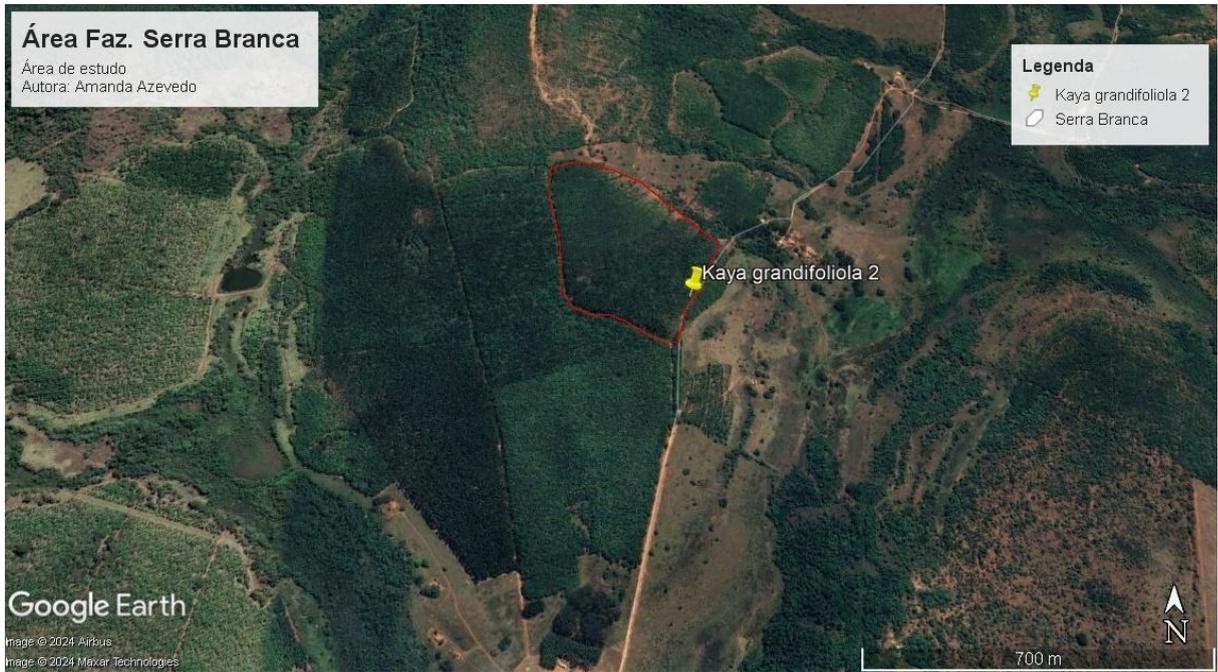


Figura 6. Localização do ponto de amostragem no plantio de *K. senegalensis* (Faz. Serra Branca), em Prata, MG.

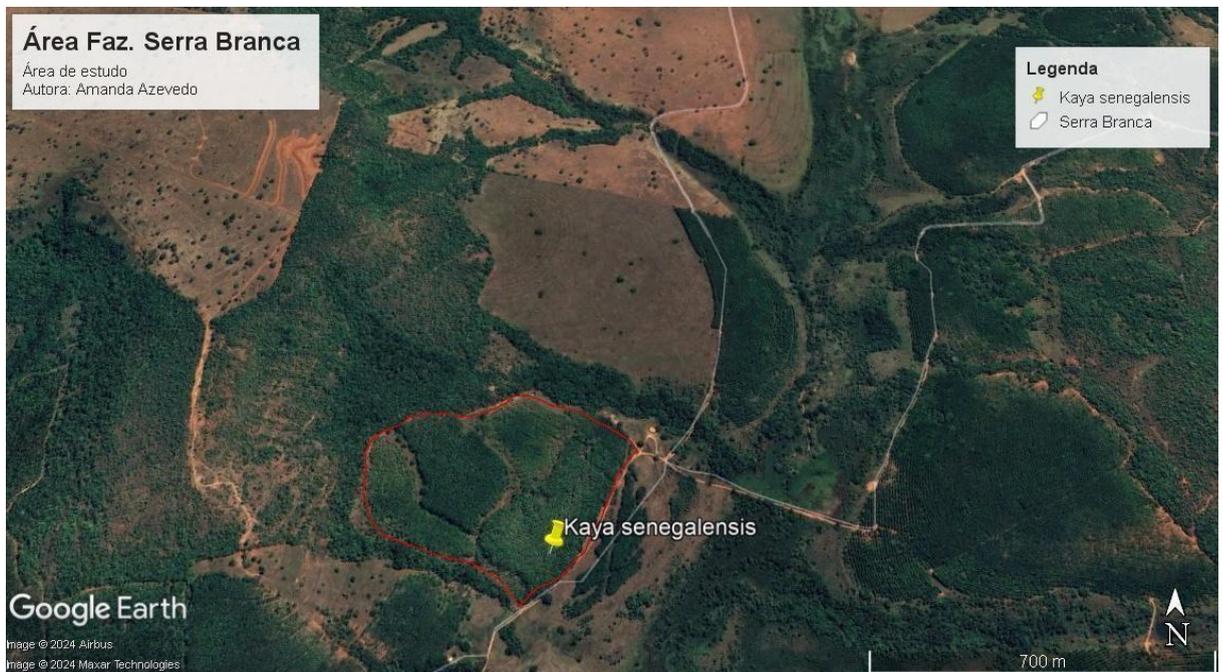


Figura 7. Localização do ponto de amostragem no plantio de *K. senegalensis* (SEAP), em Uberlândia, MG.



3.2 FATORES ESTUDADOS

Para cada local foi escolhido um talhão representativo do povoamento, e lançada, arbitrariamente, uma parcela retangular com 5 linhas e 10 árvores por linha, independentemente do espaçamento. Foram avaliados o diâmetro à altura do peito (DAP) de todas as árvores da parcela, com o auxílio da Suta florestal Haglof, modelo Mantax Precision. a fim de estimar a área basal, e o incremento médio anual (IMA_{AB}) em área basal.

O DAP é conhecido como a variável mais importante ao ser feito o inventário florestal, devido à sua facilidade de medição e à alta correlação com o volume de madeira da floresta (Machado; Figueiredo Filho, 2009). Por questões técnicas, a medição do diâmetro da árvore é padronizada em altura de 1,30 m do nível do solo.

A altura das 5 primeiras árvores de cada parcela foi estimada com um clinômetro digital Haglof (Haglof, Suécia), que foi usada para calcular o volume cilíndrico (V_C) e o incremento médio anual (IMA_{VC}) do volume. Esta medida essencial na dendrometria, é fundamental para o estudo do crescimento das árvores, inventário florestal e manejo florestal.

A avaliação do solo foi realizada por meio de análises químicas representativas das áreas de estudo sendo coletadas nas entrelinhas de três amostras simples para realização da

amostra composta, retirando-se amostras nas profundidades de 0-20 e 20-40 cm conforme preconizado pela Embrapa (1997). Também foram coletadas amostras de solos em áreas com vegetação nativa, nas proximidades de cada plantio, para avaliar a fertilidade natural do local.

3.3 ANÁLISES MATEMÁTICAS

Com base nos levantamentos de campo foram calculados o Diâmetro Médio (DAP), e o Diâmetro Quadrático (q), para cálculo da área basal. Também foi estimada a altura que, multiplicada pela área basal (AB) em (m² ha⁻¹), resulta no volume cilíndrico (AB x h). Ainda foram calculados o incremento médio anual (IMA) por área e por volume.

Fórmula para o diâmetro quadrático (q):

$$q = \sqrt[2]{\frac{\sum_{i=1}^n (DAP)^2}{n}}$$

Onde:

q = diâmetro quadrático

n = número de árvores medidas

DAP = diâmetro à altura do peito

$$IMA_{AB} \text{ (m}^2 \text{ ha}^{-1} \text{ ano)} = AB / \text{idade}$$

$$IMA_{Vc} \text{ (m}^3 \text{ ha}^{-1} \text{ ano)} = Vc / \text{idade}$$

Realizou-se a análise de variância, segundo o teste F e, para as variáveis significativas, realizou-se o teste de Tukey para comparação das médias, ambos a 5% de probabilidade. Além disso, foi construída uma matriz de correlação de Pearson para verificar interações significativas entre as variáveis dendrométricas com as características físico-químicas dos solos presentes nas camadas 0-20 e 20-40 cm. Todas as análises foram realizadas utilizando o software RStudio (R Core Team, 2023).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 AVALIAÇÃO E DIFERENCIAÇÃO DE *K. GRANDIFOLIOLA* E *K. SENEGALENSIS*

O presente estudo, avaliando duas espécies com mais de 10 anos de plantio nas mesmas condições edafoclimáticas, tem grande potencial para inferência sobre os diferentes comportamentos das espécies. Os valores obtidos no Inventário Florestal são apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Dados do inventário florestal nas propriedades amostradas.

Variável	Espaçamento (m)	Idade (anos)	DAP médio (cm)	q	h (m)	AB (m ² ha ⁻¹)	VC (mtha ⁻¹)	IMA _{AB} (m ² ha ⁻¹ ano ⁻¹)	IMA _{VC} (mtha ⁻¹ ano ⁻¹)
Fazenda África (<i>K. grandifoliola</i>)	5,5 x 5	15	26,8	27,4	19,1	21	401,6	14	26,8
Fazenda Serra Branca 1 (<i>K. grandifoliola</i>)	5 x 5	16	25,8	26,1	18,6	17,1	318,3	10,7	19,9
Fazenda Serra Branca 3 (<i>K. grandifoliola</i>)	4,5 x 5	17	19,9	20,3	21,1	28,5	638,1	16,7	28,3
Fazenda Serra Branca 2 (<i>K. senegalensis</i>)	4,5 x 4	16	27,5	28,2	16,9	30,2	481	18,9	39,9
SEAP (<i>K. senegalensis</i>)	5 x 5	13	22,5	25,2	20,4	19,6	400,2	15,1	30,8

Fonte: Autora.

A análise dos povoamentos de *K. grandifoliola* e *K. senegalensis*, com idades variando entre 13 e 17 anos, revela que o volume cilíndrico (VC) não segue uma relação diretamente proporcional ao número de árvores ou ao espaçamento. Por exemplo, na Fazenda Serra

Branca, duas áreas de *K. grandifoliola* com a mesma idade (16 anos) apresentaram volumes de 318,3 m³ ha⁻¹ e 638 m³ ha⁻¹, respectivamente, indicando que o maior volume não está necessariamente vinculado ao número de árvores. Ao comparar os dados, como o volume cilíndrico de 481 m³ ha⁻¹ na Fazenda Serra Branca 2 (*K. senegalensis*) com o de 401,6 m³ ha⁻¹ na Fazenda África (*K. grandifoliola*), mesmo com espaçamentos similares, fica claro que o volume depende de uma combinação de fatores, como manejo do solo, espécie e histórico do uso da terra.

A relação entre o q e o volume também mostra que o maior volume não ocorre necessariamente com árvores de maior diâmetro. Na Fazenda Serra Branca 3, por exemplo, mesmo com o menor diâmetro quadrático (20,3 cm), o volume cilíndrico foi o maior entre as áreas, com 638,1 m³ ha⁻¹. Esse resultado sugere que outros fatores, como o manejo adequado e as condições do local, desempenham um papel mais significativo na determinação do volume total do que o simples diâmetro médio das árvores.

No que diz respeito ao IMA, os valores variaram entre as propriedades, mas a análise estatística indica que essas variações não são significativas para *K. senegalensis*. No entanto, para *K. grandifoliola*, as diferenças foram estatisticamente significativas, sugerindo que essa espécie é mais sensível às condições do local, como fertilidade do solo e práticas de manejo. Por exemplo, o IMA_{AB} de *K. grandifoliola* na Fazenda África foi de 14 m² ha⁻¹ ano⁻¹, enquanto na Fazenda Serra Branca 3 foi de 16,7 m² ha⁻¹ ano⁻¹. Já o maior IMA_{VC} foi encontrado em *K. senegalensis* na Fazenda Serra Branca 2, com 39,9 m³ ha⁻¹ ano⁻¹.

Tabela 3. Resumo da análise de variância do desenvolvimento de *K. senegalensis* em diferentes localidades na microrregião de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2024.

Fatores de variação	GL	q	Altura (m)	IMA _{AB} (m ² ha ⁻¹ ano ⁻¹)	IMA _{VC} (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Bloco	4	2,54	3,73	0,05	6,34
Localização	1	67,28**	31,32**	0,10 ^{ns}	49,64 ^{ns}
Resíduo	8	1,25	2,75	0,04	16,60

** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns}, não significativo, de acordo com o teste F. q: diâmetro quadrático; IMA_{AB}: incremento médio anual em Área Basal (m² ha⁻¹ ano⁻¹); IMA_{VC}: incremento médio anual em Volume Cilíndrico (m³ ha⁻¹ ano⁻¹).

Quanto ao desenvolvimento de *K. senegalensis* nas propriedades estudadas observa-se que não houve diferenciação entre as localidades quanto aos Incrementos Médios Anuais

(IMA) em área basal e volume cilíndrico, IMA_{AB} e IMA_{VC} , respectivamente. Esse resultado pode se correlacionar com características como o período de avaliação, a compensação de crescimento e o fator homogeneidade do incremento. Se o período de avaliação for relativamente curto, as diferenças no incremento médio anual podem não ser detectadas devido à variabilidade anual do crescimento, como foi o caso do estudo realizado nas áreas (Husch *et al*, 2003). Em alguns casos, as árvores podem compensar o crescimento em diâmetro e altura de forma que o incremento médio anual não apresente diferenças significativas entre localidades (Philip, 1994). Além disso, o fato das condições ambientais e de manejo, como o espaçamento, serem relativamente estáveis entre as localidades, possibilita que os incrementos médios anuais possam ser similares, resultando em não significância estatística (Husch *et al*, 2003), como é o caso das propriedades SEAP e Serra Branca. Por outro lado, o fator localização é significativo para diâmetro quadrático (q) e altura a 1% de probabilidade, indicando que a mesma influencia significativamente estes parâmetros.

Isso se confirma quando observado na Tabela 4 onde a área SEAP apresenta valores médios de q (25.07 cm) e altura (20.44 m) maiores que a área Serra Branca (q = 19.89 cm, altura = 16.9 m), ambos estatisticamente diferentes a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Médias de características de desenvolvimento de *K. senegalensis* cultivado em duas localidades. Uberlândia, MG, 2024.

Localização	q	Altura	IMA_{AB} ($m^2 ha^{-1} ano^{-1}$)	IMA_{VC} ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$)
SEAP	25,07a	20,44a	1,54a	31,40a
Faz. Serra Branca	28,2b	16,9b	1,74a	29,80a

Médias seguidas de letra iguais na coluna indicam semelhança estatística a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey. q: diâmetro quadrático; IMA_{AB} : incremento médio anual em Área Basal ($m^2 ha^{-1} ano^{-1}$); IMA_{VC} : incremento médio anual em Volume Cilíndrico ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$).

A justificativa para essa variação pode ser pelas árvores terem uma adaptação diferente às condições específicas de cada localidade quanto ao seu genótipo, resultando em variações no crescimento (Soares; Oliveira, 2001). Outro fator é o histórico do uso do solo, onde seu uso anterior pode afetar a qualidade do solo e, conseqüentemente, o crescimento das espécies (Philip, 1994).

Avaliando as Tabelas 5 e 6, para a espécie *K. grandifoliola*, onde o efeito de localização não é significativo para q e altura, mas é significativo para IMA_{AB} e IMA_{VC} , indicando influência da localização nestes incrementos.

As justificativas para os resultados observados quanto às localidades terem condições ambientais relativamente similares em termos de solo, precipitação e temperatura, resultando em um crescimento semelhante em diâmetro e altura para *K. grandifoliola* (Soares; Oliveira, 2001).

As práticas de manejo e o espaçamento entre árvores sendo semelhantes entre as localidades, podem levar a uma uniformidade no crescimento em diâmetro e altura (Campos; Leite, 2017), como ocorre nesse caso tendo em vista que duas áreas do estudo de *K. grandifoliola* pertencem a Serra Branca.

Assim, a inferência de que as mudas são de origem genética semelhante tendo crescimento similar em diferentes localidades, minimiza as variações significativas nos fatores estudados (Philip, 1994).

Tabela 5. Resumo da análise de variância para o desenvolvimento de *K. grandifoliola* em diferentes localidades na microrregião de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2024.

Fatores de variação	GL	q	Altura (m)	IMA_{AB} ($m^2 ha^{-1} ano^{-1}$)	IMA_{VC} ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$)
Bloco	4	8,42	1,85	0,11	22,09
Localização	2	2,53 ^{ns}	8,70 ^{ns}	0,95**	557,80**
Resíduo	128	3,69	4,08	0,05	9,63

** significativo a 1% de probabilidade; ^{ns}, não significativo, de acordo com o teste F. q: diâmetro quadrático; IMA_{AB} : incremento médio anual em Área Basal ($m^2 ha^{-1} ano^{-1}$); IMA_{VC} : incremento médio anual em Volume Cilíndrico ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$).

Tabela 6. Médias de características de desenvolvimento de *K. grandifoliola* cultivado em diferentes localidades na microrregião de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2024.

Localização	q	Altura (m)	IMA_{AB} ($m^2 ha^{-1} ano^{-1}$)	IMA_{VC} ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$)
Faz. África	26,84a	19,12a	1,43b	44,43a
Faz. Serra Branca 1	25,89a	18,60a	1,35b	27,41b
Faz. Serra Branca 2	27,29a	21,10a	2,14a	25,09b

Médias seguidas de letra iguais na coluna indicam semelhança estatística a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey. q: diâmetro quadrático; IMA_{AB} : incremento médio anual em Área Basal ($m^2 ha^{-1} ano^{-1}$); IMA_{VC} : incremento médio anual em Volume Cilíndrico ($m^3 ha^{-1} ano^{-1}$).

4.2 DIFERENCIAÇÃO DAS ESPÉCIES *K. GRANDIFOLIOLA* E *K. SENEGALENSIS* PARA A PROPRIEDADE SERRA BRANCA

Foram realizadas análises comparando os resultados encontrados para a propriedade Serra Branca a fim de confirmar as condições visualizadas no item anterior. Ao observar as Tabelas 7 e 8 fica evidente a diferença entre as espécies quando inseridas sob mesmas condições.

Esta afirmação pode ser confirmada devido ao fato das espécies *K. senegalensis* e *K. grandifoliola* possuírem diferenças genéticas intrínsecas que afetam o crescimento em diâmetro e altura. Essas diferenças podem estar relacionadas à adaptabilidade a condições locais, ao vigor e outras características de crescimento (Soares; Oliveira, 2001).

Khaya grandifoliola pode ser mais bem adaptada às condições locais do que *K. senegalensis*, resultando em um crescimento superior em diâmetro e altura (Campos; Leite, 2017).

Tabela 7. Resumo da análise de variância para o desenvolvimento de diferentes espécies de mogno africano (*K. grandifoliola* e *K. senegalensis*) cultivados na microrregião de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2024.

Fatores de variação	GL	q	Altura (m)	IMA _{AB} (m ² ha ⁻¹ ano ⁻¹)	IMA _{VC} (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
Bloco	4	4,03	8,92	0,07	38,67
Espécie	1	136,98*	44,10*	0,39 ^{ns}	257,51 ^{ns}
Resíduo	4	7,02	2,42	0,15	33,79

*, ** significativo a 5%; ^{ns}, não significativo, de acordo com o teste F. q: diâmetro quadrático; IMA_{AB}: incremento médio anual em Área Basal (m² ha⁻¹ ano⁻¹); IMA_{VC}: incremento médio anual em Volume Cilíndrico (m³ ha⁻¹ ano⁻¹).

Tabela 8. Médias de características de desenvolvimento de duas espécies de mogno africano (*K. grandifoliola* e *K. senegalensis*) cultivado na microrregião de Uberlândia. Uberlândia, MG, 2024.

Espécie	q	Altura (m)	IMA _{AB} (m ² ha ⁻¹ ano ⁻¹)	IMA _{VC} (m ³ ha ⁻¹ ano ⁻¹)
<i>K. grandifoliola</i>	27,29b	21,10a	2,14a	41,82a
<i>K. senegalensis</i>	28,2a	16,90b	1,74a	31,67a

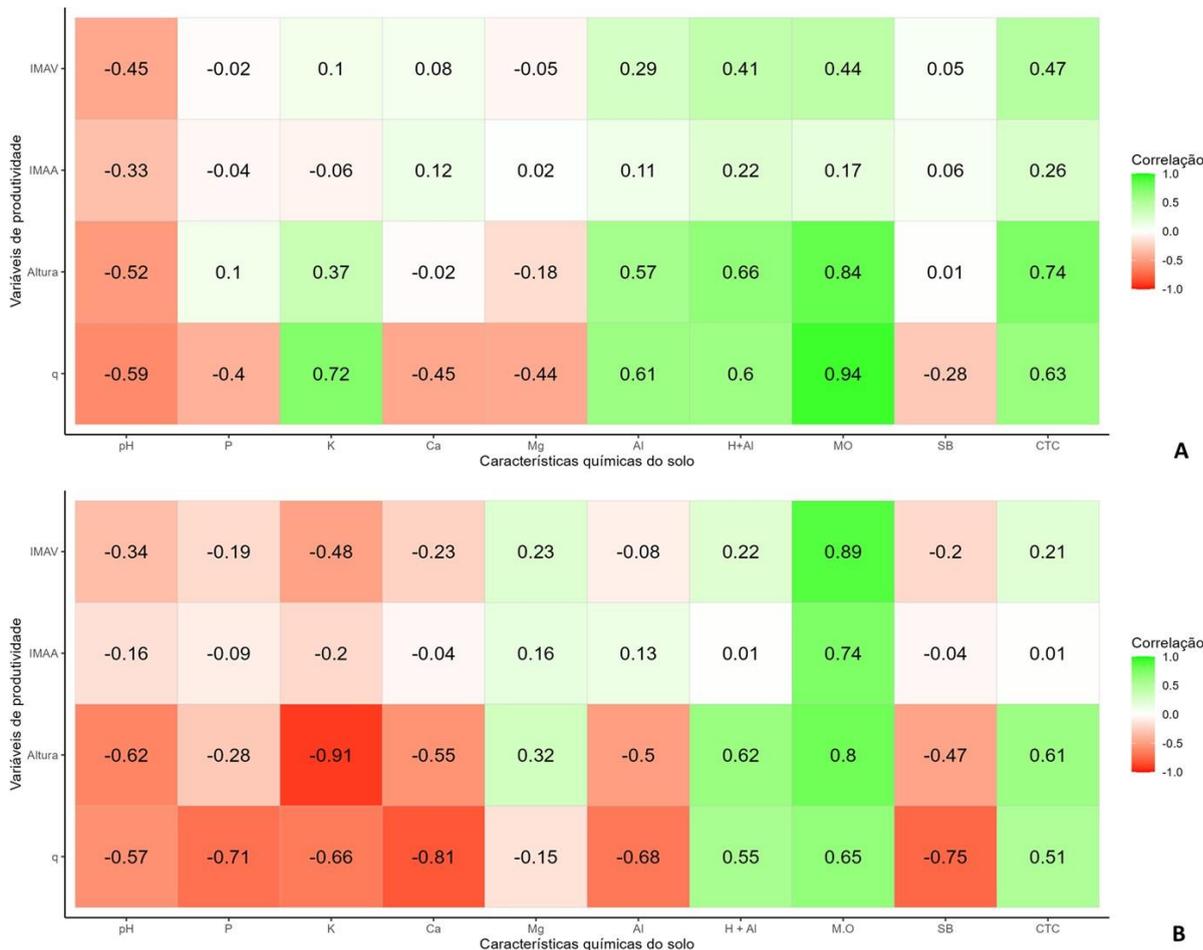
Médias seguidas de letra iguais na coluna indicam semelhança estatística a 5% de probabilidade, segundo o teste de Tukey. q: diâmetro quadrático; IMA_{AB}: incremento médio anual em Área Basal (m² ha⁻¹ ano⁻¹); IMA_{VC}: incremento médio anual em Volume Cilíndrico (m³ ha⁻¹ ano⁻¹).

4.3 CORRELAÇÃO FERTILIDADE DO SOLO X INCREMENTO MÉDIO ANUAL

No Brasil, conforme Nicles *et al.* (2008), há uma necessidade geral de estudos para determinar os níveis críticos de nutrientes no solo e as doses apropriadas de fertilizantes, a fim de garantir a produtividade dos plantios comerciais em diferentes tipos de solo. Esta dificuldade é ainda maior quando se trata de espécies florestais “não tradicionais”.

Analisando as características físico-químicas, observa-se que os nutrientes alumínio (Al) e potássio (K) em camada superficial (0-20 cm) influenciam positivamente na taxa de crescimento de ambas as espécies. Outro fator que apresentou correlação positiva foi a matéria orgânica (MO) (Figura 7).

Figura 8. Análise de correlação de Pearson para os atributos de desenvolvimento do mogno africano (*K. grandifoliola* e *K. senegalensis*) na microrregião de Uberlândia, MG, e características químicas do solo de 0-20 cm (A) e de 20-40 cm (B). Uberlândia-MG, 2024.



Fonte: Autora.

Quando comparado às camadas mais profundas (20-40 cm), apenas a MO se manteve como fator causal positivo. Uma das hipóteses para esses dados se dá pela deficiência de P (variando entre 2,02 a 9,45 mg dm⁻³) e K (24,46 a 74,24 cmol_c) nessa camada, o que poderia ser resolvido com o manejo programado da adubação das áreas de estudo com a devida reposição dos macronutrientes em pré-plantio podendo inclusive resultar em maior crescimento das espécies (Figura 8).

Não há hoje na literatura muita informação em como cada uma das espécies do mogno se comporta quanto ao excesso ou déficit desses elementos no solo sob suas respectivas condições de cultivo, se fazendo necessário complementos no estudo para que possam ser realizadas maiores inferências.

Quanto à MO, por ser resultante da decomposição da serapilheira, gradativamente modificados por meio da fragmentação física, interações fauna/microbiota e formação de húmus, se mantém em níveis ideais ao longo dos anos e realiza sua função no sistema de produção.

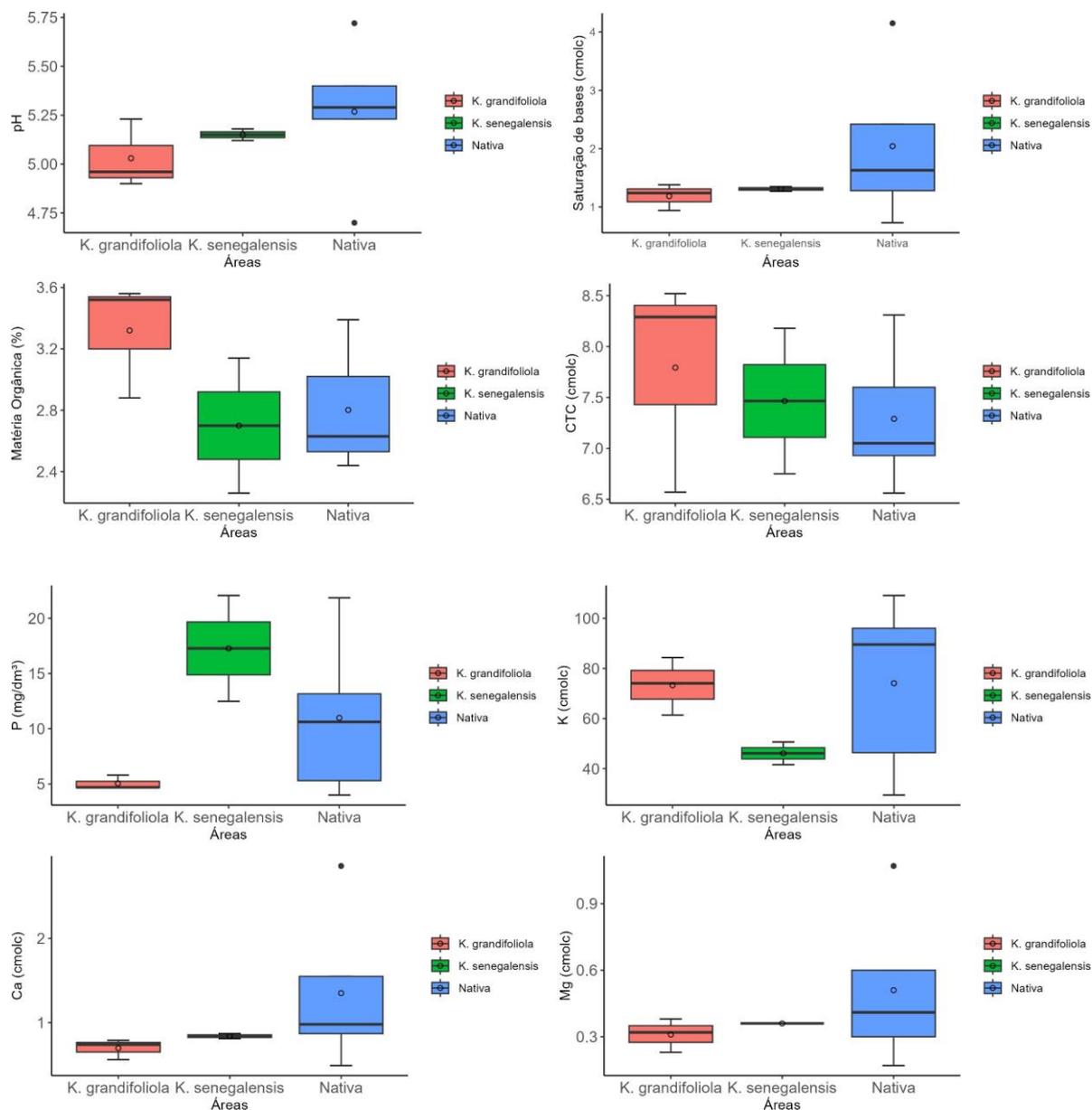
Essa inferência se confirma quando se comparam áreas nativas com as áreas comerciais de silvicultura, onde, mesmo se tratando de espécies comerciais, ainda são mais próximas às nativas do que outras culturas comerciais que podem ser inseridas em uma área de produção (pastagem, culturas anuais, etc).

Conforme Pritchett (1979), citado por Schumacher *et al.* (2003), a capacidade das árvores de absorver nutrientes é influenciada pela sua espécie, pela cobertura vegetal, e pelas condições do solo e clima. Geralmente, a quantidade de nutrientes absorvidos anualmente pela maioria das espécies de árvores é comparável à absorção observada em culturas agrícolas convencionais. No entanto, uma grande parte dos nutrientes absorvidos é devolvida ao solo através da camada de folhas e galhos caídos, resultando em quantidades limitadas que são realmente incorporadas ao crescimento anual da biomassa das árvores.

Ao comparar as áreas de cultivo do mogno africano com a área nativa dentro de cada propriedade notou-se que as médias do teor de matéria orgânica e outros parâmetros químicos do solo foram semelhantes nessas áreas. Entretanto, notaram-se teores levemente superiores em áreas com o cultivo de *K. grandifoliola* à profundidade de 0-20 cm podendo ser justificados devido à maior biomassa oriunda da espécie graças a suas folhas e folíolos maiores ao ser comparada com a outra espécie (Figura 8).

Com relação aos teores de Mg e Ca, vale ressaltar que houve amostras outliers em áreas nativas, que corresponderam a médias superiores à média observada na área nativa, como também nas áreas de cultivo. Além disso, foi possível notar uma maior amplitude das médias de teor de K nas áreas nativas, quando comparado às áreas de cultivo.

Figura 9. Parâmetros químicos do solo coletado entre 0 e 20 cm em diferentes áreas de cultivo de *K. grandifoliola* e *K. senegalensis* e áreas de vegetação nativa na microrregião de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2024.



Fonte: Autora.

Uma amplitude semelhante do teor de K no solo das áreas nativas foi observado na profundidade de 20 a 40 cm. Como também houve a presença de outliers quanto ao teor de matéria orgânica e teores de P, com valores inferiores e superiores à média e ao desvio padrão em áreas de mata nativa.

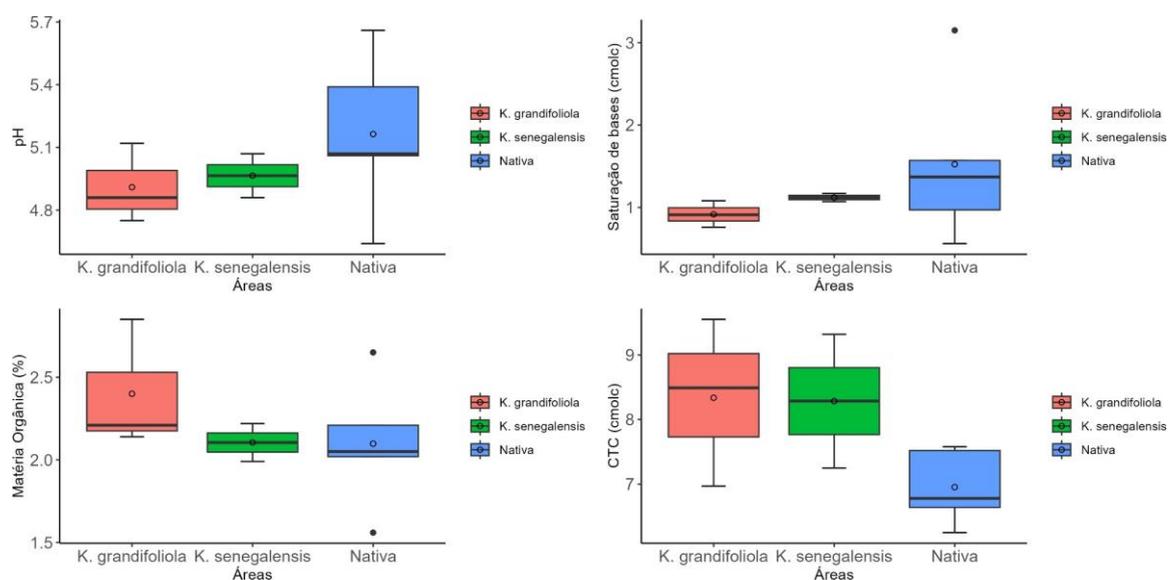
É importante salientar que as áreas de cultivo de *K. grandifoliola* apresentam teores de matéria orgânica superiores às demais áreas, como já observado em profundidades de 0 a 20

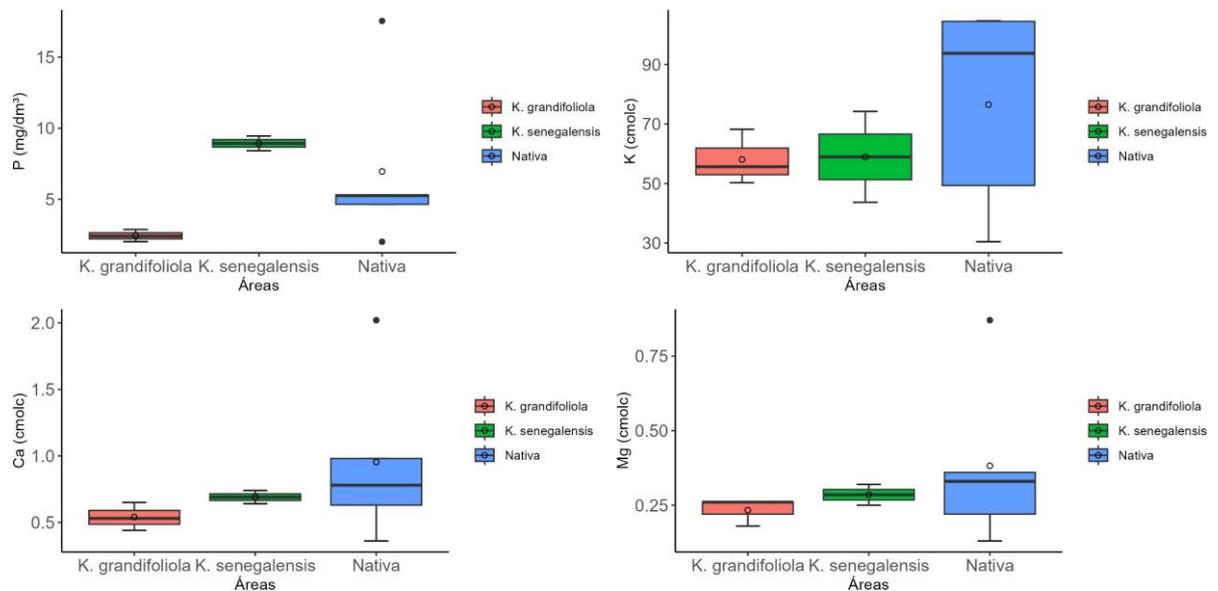
cm. Ressalta-se que o teor de matéria orgânica apresentou correlação forte com o desenvolvimento do mogno em altura e diâmetro quadrático. Isto também corrobora com os resultados observados ao comparar o desenvolvimento das duas espécies, em que *K. grandifoliola* apresentou maiores médias que *K. senegalensis*.

Atualmente, a literatura científica ainda apresenta uma significativa carência de informações detalhadas sobre o manejo nutricional do mogno africano no bioma Cerrado, o que representa um desafio para a otimização do crescimento e da produtividade dessa espécie. Estudos recentes destacam a escassez de pesquisas que determinem os níveis críticos de nutrientes e as doses adequadas de fertilizantes para o mogno africano em condições específicas do Cerrado, elementos essenciais para o sucesso dos plantios comerciais (Souza *et al*, 2020; Alves *et al*, 2022).

Além disso, a compreensão da interação entre os nutrientes do solo e as exigências nutricionais destas espécies é limitada, dificultando recomendações precisas de manejo (Costa *et al*, 2021). A falta de estudos específicos sobre a aplicação de macronutrientes, como fósforo e potássio, fundamentais para o desenvolvimento das plantas, reforça a necessidade urgente de mais pesquisas para preencher essas lacunas e fornecer diretrizes eficazes para o cultivo do mogno africano no Cerrado (Martins *et al*, 2023)

Figura 10. Parâmetros químicos do solo coletados entre 20 e 40 cm em diferentes áreas de cultivo de *K. grandifoliola* e *K. senegalensis* e áreas de vegetação nativa na microrregião de Uberlândia. Uberlândia-MG, 2024.





Fonte: Autora.

Assim sendo, *Khaya senegalensis*, ao ser analisada, mostrou que não houve diferenciação significativa no incremento médio anual (IMA_A e IM_{AV}) entre as localidades, o que sugere uma homogeneidade no crescimento anual em áreas com condições ambientais similares. Contudo, o fator localização foi significativo para o diâmetro quadrático e altura, indicando que, apesar da semelhança no incremento médio anual, as diferenças em aspectos específicos do solo e microclima local podem influenciar o crescimento em altura e diâmetro.

Por outro lado, *Khaya grandifoliola* apresentou uma influência significativa da localização sobre o incremento médio anual em área e volume, mas não para o diâmetro quadrático e altura. Isso pode ser explicado pela adaptação diferenciada das árvores às condições específicas de cada localidade, particularmente em relação à fertilidade do solo, histórico de uso do solo e manejo, que se refletem mais nitidamente nos incrementos médios anuais do que em outras variáveis dendrométricas.

A comparação direta entre as duas espécies dentro da mesma localidade (Fazenda Serra Branca) evidenciou diferenças significativas em favor de *K. grandifoliola* em termos de diâmetro quadrático e altura, corroborando a ideia de que essa espécie pode ser mais bem adaptada às condições locais do que *K. senegalensis*.

Além disso, a correlação entre fertilidade do solo e crescimento das espécies destacou a importância dos nutrientes alumínio (Al) e potássio (K), especialmente na camada superficial do solo (0-20 cm), bem como da matéria orgânica (MO), que mostrou forte correlação com o crescimento em altura e diâmetro quadrático. *Khaya grandifoliola*, em

particular, apresentou melhores médias de crescimento em áreas com maior teor de matéria orgânica, sugerindo uma maior sensibilidade dessa espécie às condições do solo.

5 CONCLUSÕES

O estudo comparativo das espécies *Khaya grandifoliola* e *Khaya senegalensis* nas diferentes localidades da microrregião de Uberlândia revela aspectos importantes sobre o comportamento dessas espécies em condições edafoclimáticas semelhantes.

A avaliação do potencial produtivo das espécies de mogno africano revelou que *K. grandifoliola* apresentou maior diâmetro quadrático e altura em comparação à *K. senegalensis*, evidenciando seu maior potencial de crescimento.

Ao analisar o crescimento, observou-se que *K. senegalensis* manteve um incremento médio estável ao longo do tempo, enquanto *K. grandifoliola* apresentou variações significativas no incremento médio anual em área e volume, dependendo da localização.

Por fim, o estudo demonstra que, embora ambas as espécies de mogno africano possam se adaptar às condições da microrregião de Uberlândia, *K. grandifoliola* mostra um potencial de crescimento superior em ambientes com boas condições de nutrição do solo, destacando a importância do manejo adequado do solo para maximizar o crescimento e a produtividade dessas espécies em áreas de cultivo.

REFERÊNCIAS

- ADEOYE, T.; AMUSAN, M. Propriedades da madeira de *Khaya spp.* e seu uso comercial. **African Journal of Wood Science**, v. 28, n. 1, p. 45-55, 2021.
- AZEVEDO, C. P. *et al.* Desenvolvimento e características de mudas de mogno-africano produzidas em diferentes recipientes e substratos. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 280-286, 2011.
- BORGES, J. C. *et al.* Correção do solo e adubação. In: SILVA, A. R. *et al.* (ed.). **Recomendação de adubação e calagem para o Estado de Minas Gerais - 5ª Aproximação**. Viçosa: UFV, 2020.
- CAMPOS, J. C. C.; LEITE, H. G. **Mensuração florestal: perguntas e respostas**. Viçosa: Editora UFV, 2017.
- CARVALHO, G. M. *et al.* Variabilidade climática e uso da terra na região do Cerrado brasileiro. **Revista Brasil de Meteorologia [S.I.]**, v. 31, p. 12-23, 2016.
- COSTA, D. F. *et al.* Dinâmica climática do Cerrado brasileiro: uma análise temporal. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 10, p. 486-499, 2017.
- COSTA, F.; ALMEIDA, D. Valor comercial do *Khaya spp.* e manejo do solo. **Revista Florestal Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 101-115, 2021.
- CORNINCK, P. *et al.* Relatório do IPCC: riscos do aumento da temperatura global devido à falta de controle na emissão de gases de efeito estufa. **Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC)**, 2018. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/reports>. Acesso em: 10 mar. 2024.
- CUNHA, T. J. F. *et al.* Caracterização química e mineralógica de solos de Cerrado em diferentes estádios de conservação. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 42, e0170306, 2018.
- EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-noticias/-/noticia/48128079/brasil-e-o-maior-produtor-de-mogno-africano-do-mundo>. Acesso em: 15 mar. 2019.
- FALESI, I. C.; BAENA, A. R. C. *Eucalyptus* no Brasil: Situação atual e perspectivas. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE EUCALIPTO, 1., 1999, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade de Investigações Florestais, 1999. p. 1-10.
- FONSECA, W. G. **Manual para produtores de teca (*Tectona grandis* L.F.) em Costa Rica**. Heredia: FONAFIFO, 2004. 121 p.
- FRITZSONS, E.; LOPES, R.; SILVA, F. L. Zoneamento edafoclimático e sua importância no cultivo de espécies florestais. **Revista Floresta e Ambiente**, v. 19, n. 1, p. 22-29, 2012.
- GONÇALVES, J. L. M.; SANTOS, A. R.; COSTA, H. P. Métodos de preparo de solo para o cultivo de mogno-africano. **Revista Brasileira de Silvicultura**, v. 10, n. 2, p. 75-89, 2000.

- GUILHERME, L. R. G. *et al.* Matéria orgânica e seus efeitos na fertilidade do solo. In: Novais, R. F. *et al.* (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa: SBCS, 2017. p. 239-270.
- HUSCH, B.; BEERS, T. W.; KERSHAW JR., J. A. **Forest Mensuration**. 4. ed. Boston: John Wiley & Sons, 2003. 426 p.
- JOHNSON, A.; ADESINA, B. Polinização e dispersão de sementes de *Khaya grandifoliola*. **Journal of Tropical Forest Science**, v. 32, n. 2, p. 150-160, 2020.
- MARENGO, J. A. *et al.* La Niña and the 2010-2011 extreme rainfall events in eastern Australia. **Australian Meteorological and Oceanographic Journal**, v. 68, p. 1-13, 2018.
- NOGUEIRA, D. F. S. *et al.* Impact of rainfall seasonality on the phenology of cerrado plant species. **Acta Botanica Brasilica**, v. 29, n. 4, p. 505-515, 2015.
- OLIVEIRA, A. B. *et al.* Análise dos Fatores Físico-Químicos do Solo em Uberlândia. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 44, n. 3, p. 70-85, 2020.
- OLIVEIRA, B.; MENDES, C. Contribuição da silvicultura na conservação ambiental. **Revista de Agricultura Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 112-125, 2018.
- OLIVEIRA, C. D. Características do Relevo de Prata e sua Influência na Agricultura Local. In: **Anais do Seminário de Geografia de Minas Gerais**, v. 8, p. 15-28, 2020.
- OLIVEIRA, M. C. **Manejo de solos para culturas tropicais**. Rio de Janeiro: Editora Rural, 2016.
- OLIVEIRA, M.; MENDES, C. Contribuição da silvicultura na conservação ambiental. **Revista de Agricultura Sustentável**, v. 12, n. 1, p. 112-125, 2018.
- OPUNI-FRIMPONG, E. *Khaya grandifoliola* (C. DC.) (Meliaceae): A Source of Potential Timber and Non-timber Forest Products. **West Africa Journal of Applied Ecology**, v. 12, p. 1-12, 2008.
- ORWA, C. *et al.* **Agroforestry Database: a tree reference and selection guide version 4.0**. World Agroforestry Centre, 2009. Disponível em: <https://www.worldagroforestry.org/output/agroforestry-database>. Acesso em: 28 abr. 2024.
- OSEI, B.; *et al.* Ecologia e conservação do *Khaya spp.* nas regiões de savanas. **West African Journal of Applied Ecology**, v. 23, n. 2, p. 215-230, 2018.
- PHILIP, M. S. **Measuring Trees and Forests**. CAB International, 1994.
- PRACIAK, D.; HIGA, R. C. V.; MÜLLER, C. C. Cultivo do mogno africano (*Khaya spp.*) no Brasil: Histórico, importância econômica, restrições e perspectivas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE SISTEMAS AGROFLORESTAIS, 3., 2013, Porto Velho. **Anais...** Porto Velho: Embrapa, 2013. p. 1-6.
- ROCHA, G. A. Zoneamento edafoclimático da cultura do feijão no Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 1, n. 3, p. 308-315, 1997.

SALES, C. G. M. *et al.* Desempenho de plantio de mogno africano em sistema agroflorestal no município de Santarém, Pará. In: CONGRESSO FLORESTAL PAN-AMAZÔNICO, 2., 2017, Belém. **Anais...** Belém: Universidade Federal Rural da Amazônia, 2017. p. 1-5.

SAMPAIO, G. *et al.* Caracterização climática e análise de eventos extremos de precipitação no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 25, p. 46-63, 2019.

SANTOS, J. R. Características Edáficas de Uberlândia e sua Influência na Agricultura. **Revista de Ciências Agrárias de Minas Gerais**, v. 15, n. 1, p. 45-60, 2018.

SCHMIDT, A. *et al.* Conservação de espécies de *Khaya* em ambientes áridos. **Journal of African Forestry**, v. 18, p. 200-210, 2010.

SCHUMACHER, M.V. *et al.* Retorno de nutrientes via deposição de serrapilheira em um povoamento de acácia-negra (*Acacia mearnsii* De Wild.) no Estado do Rio Grande do Sul. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 27, n. 6, p. 791-798, 2003. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-67622003000600005>.

SEDIYAMA, G. C.; FONTES, P. C. R.; VIEIRA, G. H. C. Zoneamento agroclimático de culturas no Brasil. **Informe Agropecuário**, v. 22, n. 204, p. 31-48, 2001.

SILVA, A. B. Relevô e Dinâmica Geomorfológica de Uberlândia. **Revista Geográfica Mineira**, v. 20, n. 2, p. 45-58, 2018.

SILVA, B. B. *et al.* Mudanças climáticas no bioma Cerrado. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 23, p. 46-63, 2018.

SILVA, C. A. *et al.* Desempenho inicial de mudas de mogno-africano sob diferentes sistemas de manejo. **Scientia Forestalis**, v. 42, n. 101, p. 271-280, 2014.

SILVA, E. F. *et al.* Avaliação da fertilidade do solo em sistemas integrados de produção agropecuária no Cerrado brasileiro. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 43, e0180369, 2019.

SILVA, R. R.; BORGES, C. G. Solos, corretivos e adubação. In: SIMPÓSIO DO MOGNO AFRICANO, 3., 2013, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade de Investigações Florestais, 2013. p. 48-61.

SOARES, C. P. B.; OLIVEIRA, F. S. **Dendrometria e inventário florestal**. Viçosa: Editora UFV, 2001.

SOUZA, J. P.; ALMEIDA, R.; FONSECA, M. **Necessidades hídricas de plantas tropicais**. Brasília: EMBRAPA, 2018. Disponível em: <https://www.embrapa.br/publicacao/necessidades-hidricas-plantas-tropicais>. Acesso em: 15 mar. 2024.