

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS**  
**Instituto de Ciências Agrárias**  
**Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais**

Yuri Silva Saraiva Guimarães

**COMPETIÇÃO DE GRAMÍNEAS COM *Khaya ivorensis* A. Chev. EM**  
**CRESCIMENTO INICIAL: ASPECTOS FISIOLÓGICOS E NUTRICIONAIS**

Montes Claros  
2024

Yuri Silva Saraiva Guimarães

**COMPETIÇÃO DE GRAMÍNEAS COM *Khaya ivorensis* A. Chev. EM  
CRESCIMENTO INICIAL: ASPECTOS FISIOLÓGICOS E NUTRICIONAIS**

Dissertação apresentada ao Mestrado em Ciências Florestais da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais.

Orientador: Leonardo David Tuffi Santos

Coorientador: Luan Mateus Silva Donato

Montes Claros  
2024

Guimarães, Yuri Silva Saraiva.

G963c  
2024      Competição de gramíneas com *Khaya ivorensis* A. Chev. em crescimento inicial: aspectos fisiológicos e nutricionais [manuscrito] / Yuri Silva Saraiva Guimarães. Montes Claros, 2024.  
45 f.: il.

Dissertação (mestrado) - Área de concentração em Ciências Florestais. Universidade Federal de Minas Gerais / Instituto de Ciências Agrárias.

Orientador(a): Leonardo David Tuffi Santos.

Banca examinadora: Christian Dias Cabacinha, Leandro Roberto da Cruz, Luan Mateus Silva Donato.

Inclui referências: f. 39-45.

1. Mogno. 2. Nutrientes. 3. Fisiologia. I. Santos, Leonardo David Tuffi. II. Universidade Federal de Minas Gerais. Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 630



UNIVERSIDADE FEDERAL DE MINAS GERAIS  
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS FLORESTAIS

### ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO

Aos 27 dias do mês de fevereiro do ano de dois mil e vinte e quatro, às 8:00 horas, sob a Presidência do Professor Leonardo David Tuffi Santos, D. Sc. (Orientador – UFMG/ICA) e com a participação de Luan Mateus Silva Donato, D. Sc. (Coorientador – UFMG/ICA), dos Professores Christian Dias Cabacinha, D. Sc. (UFMG/ICA) e Leandro Roberto da Cruz, D. Sc. (IFSC), reuniu-se, por videoconferência, a Banca de Defesa de Dissertação de **Yuri Silva Saraiva Guimarães**, aluno do Curso de Mestrado em Ciências Florestais. Após a avaliação do referido aluno, a Banca Examinadora procedeu à publicação do resultado da defesa da Dissertação intitulada: **COMPETIÇÃO DE GRAMÍNEAS COM *Khaya ivorensis* A. Chev. EM CRESCIMENTO INICIAL: ASPECTOS FISIOLÓGICOS E NUTRICIONAIS**", sendo o aluno considerado APROVADO. E, para constar, eu, Professor Leonardo David Tuffi Santos, Presidente da Banca, lavrei a presente ata que depois de lida e aprovada, será assinada por mim e pelos demais membros da Banca examinadora.

OBS.: O aluno somente receberá o título após cumprir as exigências do ARTIGO 74 do regulamento do Curso de Mestrado em Ciências Florestais, conforme apresentado a seguir:

**Art. 74 – Para dar andamento ao processo de efetivação do grau obtido, o candidato deverá, após a aprovação de sua Dissertação e da realização das modificações propostas pela banca examinadora, se houver, encaminhar à secretaria do colegiado do Curso, com a anuência do orientador, no mínimo 3 (três) exemplares impressos e 1 (um) exemplar eletrônico da dissertação, no prazo de 60 (sessenta) dias.**

Montes Claros, 27 de fevereiro de 2024.

Assinatura dos membros da banca examinadora:



Documento assinado eletronicamente por **Leonardo David Tuffi Santos, Professor do Magistério Superior**, em 27/02/2024, às 12:50, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Luan Mateus Silva Donato, Técnico em Agropecuária**, em 27/02/2024, às 14:06, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Christian Dias Cabacinha, Professor do Magistério Superior**, em 27/02/2024, às 15:20, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



Documento assinado eletronicamente por **Leandro Roberto da Cruz, Usuário Externo**, em 27/02/2024, às 20:58, conforme horário oficial de Brasília, com fundamento no art. 5º do [Decreto nº 10.543, de 13 de novembro de 2020](#).



A autenticidade deste documento pode ser conferida no site [https://sei.ufmg.br/sei/controlador\\_externo.php?acao=documento\\_conferir&id\\_orgao\\_acesso\\_externo=0](https://sei.ufmg.br/sei/controlador_externo.php?acao=documento_conferir&id_orgao_acesso_externo=0), informando o código verificador **3026053** e o código CRC **5A9FA0C4**.

Dedico este trabalho aos meus pais, Júlia e Sandoval, pelo apoio incondicional durante todo o mestrado.

## **AGRADECIMENTOS**

Aos meus pais, Júlia e Sandoval, pelo apoio, carinho e paciência durante os anos de mestrado;

Ao professor Dr. Leonardo David Tuffi Santos, pela orientação, paciência, confiança, incentivo e ensinamentos;

À Universidade Federal de Minas Gerais e ao Mestrado em Ciências Florestais pela oportunidade e valorosa contribuição à minha formação acadêmica;

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES), pelo apoio financeiro à realização deste trabalho (COD. 001);

À toda equipe de discentes do Laboratório de Biologia e Manejo de Plantas Daninhas da UFMG, pelo enorme apoio em todas as atividades relacionadas a este trabalho;

Ao meu coorientador, Dr. Luan Mateus Silva Donato, pelo auxílio em todas as atividades relacionadas à dissertação;

À Dra. Maria Nilfa Almeida Neta, pelo auxílio durante a execução das análises;

Aos amigos Gabriela, Naiala, Christian, Leandro, Zé, Murilo, Victor, Luan, Matheus, Nicolle, Maria, Gabriel, Elora, Fernanda, Dri, Israel, Graciélme e Richardson, pelo apoio e por tornarem a passagem pelo mestrado mais leve e divertida;

Ao CNPq e à FAPEMIG pelo apoio financeiro em parte dos estudos;

A todos que contribuíram, direta ou indiretamente, para esta importante conquista.

“Se a aparência e a essência das coisas coincidissem, a ciência seria desnecessária.”

*Karl Marx*



## Competição de gramíneas com *Khaya ivorensis* A. Chev. em crescimento

### inicial: aspectos fisiológicos e nutricionais

#### RESUMO

*Khaya ivorensis* A. Chev. é uma espécie de interesse para silvicultura no Brasil, em razão do seu grande potencial econômico. No entanto, há poucas informações sobre a presença de gramíneas e sua competição sobre as mudas de *K. ivorensis*. Diante disso, este trabalho tem como objetivo avaliar os aspectos competitivos de gramíneas sobre mudas de *K. ivorensis*. O experimento foi realizado em blocos casualizados, composto por 6 tratamentos e 8 repetições, sendo cada parcela experimental composta por um vaso contendo uma muda de *K. ivorensis* em convivência ou não com um indivíduo de planta daninha. Os tratamentos foram: testemunha, composto por apenas uma muda de *K. ivorensis*; *K. ivorensis* + *Urochloa decumbens*; *K. ivorensis* + *Megathyrsus maximus*; *K. ivorensis* + *Sorghum arundinaceum*; *K. ivorensis* + *Digitaria insularis* e *K. ivorensis* + *Cynodon dactylon*. Aos 0 e 105 dias após o transplântio foram realizadas as medições de altura e diâmetro das mudas de *K. ivorensis*. Aos 90 dias após o transplântio, foram realizadas análises da clorofila a, clorofila b, taxa fotossintética, condutância estomática, transpiração e o cálculo da eficiência do uso da água. Aos 105 dias após o transplântio, as plantas de *K. ivorensis* foram coletadas para determinação da matéria seca da parte aérea e raiz e determinação da área foliar específica. Também aos 105 dias após o transplântio, amostras da parte aérea e radicular de *K. ivorensis* foram retiradas, secas em estufa e moídas para a determinação dos teores de N, P, K, Ca e Mg. Também foram determinados o conteúdo, conteúdo relativo, coeficiente de utilização biológica (CUB), eficiência de utilização dos nutrientes na parte aérea e na raiz e a eficiência de absorção pela planta (EA). As mudas de *K. ivorensis* em convivência com *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum* apresentaram menores incrementos em altura e diâmetro. A presença dos competidores *M. maximus* e *S. arundinaceum* ocasionou menor área foliar em mudas de *K. ivorensis*. A matéria seca da parte aérea de *K. ivorensis* foi reduzida quando conviveu com *S. arundinaceum*. Por outro lado, a convivência de *C. dactylon* com *K. ivorensis* não afetou as variáveis de crescimento da espécie arbórea. Mudanças de *K. ivorensis* em convivência com *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum* apresentaram menores valores de clorofila a e b. A convivência com as plantas daninhas testadas diminuiu a taxa fotossintética e a eficiência do uso da água das mudas de *K. ivorensis*. A presença de *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum* reduziu o conteúdo relativo dos nutrientes avaliados em *K. ivorensis*. A convivência com *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum* reduziu os teores e conteúdo de N, K e Mg de *K. ivorensis*. O CUB e a EA em *K. ivorensis* também foram afetados pela convivência com as plantas daninhas. Portanto, a convivência com as gramíneas avaliadas afeta negativamente o crescimento, teores de clorofila a e clorofila b, taxa fotossintética e eficiência do uso da água das mudas de *K. ivorensis*. A presença das gramíneas afeta negativamente o teor, conteúdo, conteúdo relativo, CUB e EA de nutrientes em mudas *K. ivorensis*. *Megathyrsus maximus* foi mais prejudicial ao crescimento e à fisiologia de *K. ivorensis* que as demais gramíneas estudadas.

**Palavras-chave:** Mogno-africano. Interferência. *Megathyrsus maximus*. Nutrientes. Fisiologia.

**Grass competition with *Khaya ivorensis* A. Chev. in initial growth:  
physiological and nutritional aspects**

**ABSTRACT**

*Khaya ivorensis* A. Chev. Is a species of interest for forestry in Brazil, due to its great economic potential. However, there is little information about the presence of grasses and their competition on *K. ivorensis* seedlings. Therefore, this study aims to evaluate the competitive aspects of grasses on *K. ivorensis* seedlings. The experiment was conducted in randomized blocks, consisting of 6 treatments and 8 replications, with each experimental plot composed of a pot containing a *K. ivorensis* seedling in coexistence or not with an individual weed. The treatments were: control, composed of only one *K. ivorensis* seedling; *K. ivorensis* + *Urochloa decumbens*; *K. ivorensis* + *Megathyrsus maximus*; *K. ivorensis* + *Sorghum arundinaceum*; *K. ivorensis* + *Digitaria insularis* and *K. ivorensis* + *Cynodon dactylon*. At 0 and 105 days after transplanting, height and diameter measurements of *K. ivorensis* seedlings were taken. At 90 days after transplanting, analyzes of chlorophyll a, chlorophyll b, photosynthetic rate, stomatal conductance, transpiration, and calculation of water use efficiency were performed. At 105 days after transplanting, *K. ivorensis* plants were collected to determine the dry matter of the shoot and root and determine the specific leaf area. Also at 105 days after transplanting, samples of the aerial and root parts of *K. ivorensis* were removed, dried in an oven and ground to determine the levels of N, P, K, Ca and Mg. The content, relative content, biological utilization coefficient (CUB), efficiency of use of macronutrients in the shoot and root and efficiency of absorption by the plant (EA) were also determined. *K. ivorensis* seedlings in coexistence with *U. decumbens*, *M. maximus* and *S. arundinaceum* showed smaller increases in height and diameter. The presence of competitors *M. maximus* and *S. arundinaceum* resulted in a smaller leaf area in *K. ivorensis* seedlings. The dry matter of the aerial part of *K. ivorensis* was reduced when coexisting with *S. arundinaceum*. On the other hand, the coexistence of *C. dactylon* with *K. ivorensis* did not affect the growth variables of the tree species. *K. ivorensis* seedlings in coexistence with *U. decumbens*, *M. maximus* and *S. arundinaceum* showed lower chlorophyll a and b values. Coexistence with the tested weeds decreased the photosynthetic rate and water use efficiency of *K. ivorensis* seedlings. The presence of *U. decumbens*, *M. maximus* and *S. arundinaceum* reduced the relative content of nutrients evaluated in *K. ivorensis*. Coexistence with *U. decumbens*, *M. maximus* and *S. arundinaceum* reduced the N, K and Mg content of *K. ivorensis*. The CUB and EA in *K. ivorensis* were also affected by coexistence with weeds. Therefore, coexistence with the evaluated grasses negatively affects the growth, chlorophyll a and chlorophyll b contents, photosynthetic rate, and water use efficiency of *K. ivorensis* seedlings. The presence of grasses negatively affects nutrient content, content, relative content, CUB and EA in *K. ivorensis* seedlings. *Megathyrsus maximus* was more harmful to the growth and physiology of *K. ivorensis* than the other grasses studied.

**Keywords:** African mahogany. Interference. *Megathyrsus maximus*. Nutrients. Physiology.

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1– Dados climáticos quinzenais durante os 105 dias de convivência. 25  
Dados obtidos no INMET e se referem a estação metereológica localizada a  
cerca de 670 m da área experimental.

## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Algumas espécies de plantas daninhas encontradas em plantios florestais, no Brasil.	24
Tabela 2 – Incremento em altura (IA), incremento em diâmetro (ID), área foliar específica (AF), matéria seca da parte aérea (BPA) e matéria seca da raiz (BR) de <i>Khaya ivorensis</i> em convivência com plantas daninhas, aos 105 dias após o transplântio.	29
Tabela 3 – Matéria seca da parte aérea (BPA) e matéria seca da raiz (BR) das plantas daninhas em convivência com <i>Khaya ivorensis</i> , aos 105 dias após o transplântio.	30
Tabela 4 – Clorofila a (CLA), clorofila b (CLB), taxa fotossintética ( $P_n$ , $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), eficiência do uso da água (EUA, $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ ), evapotranspiração (E, $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e condutância estomática (gs, $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de <i>Khaya ivorensis</i> em convivência com plantas daninhas durante 90 dias após o transplântio.	30
Tabela 5 – Conteúdo relativo (%) de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) da parte aérea e raiz de <i>Khaya ivorensis</i> em convivência com gramíneas, aos 105 dias após o transplântio.	32
Tabela 6 – Teor e conteúdo de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) da parte aérea (PA) e raiz (R) de <i>Khaya ivorensis</i> após 105 dias de convivência com gramíneas.	33
Tabela 7 – Coeficiente de utilização biológica (CUB), Eficiência de utilização de nutrientes (EUN) na parte aérea (PA) e raiz (R) e Eficiência de absorção (EA) de <i>Khaya ivorensis</i> após 105 dias de convivência com gramíneas.	35

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	16
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	18
	2.1 Objetivo Geral.....	18
	2.2 Objetivos Específicos.....	18
<b>3</b>	<b>REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	19
	3.1 <i>Khaya ivorensis</i> A. Chev.....	19
	3.2 INTERFERÊNCIA E COMPETIÇÃO POR PLANTAS DANINHAS.....	20
	3.3 PRINCIPAIS ESPÉCIES DE PLANTAS DANINHAS EM CULTIVOS FLORESTAIS.....	22
<b>4</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	24
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	29
<b>6</b>	<b>DISCUSSÃO</b> .....	36
<b>7</b>	<b>CONCLUSÕES</b> .....	39
<b>8</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	39

## 1 INTRODUÇÃO

O setor de base florestal é um dos mais importantes para o desenvolvimento da economia nacional. São 9,94 milhões de hectares com cultivos florestais, comumente implantados em terras antes degradadas pelo uso como pastagens. Além da área cultivada para produção, há outros 6,73 milhões de hectares para conservação, incluindo 4,73 milhões de hectares de Reserva Legal e 1,89 milhão de hectares de Áreas de Preservação Permanente (IBÁ, 2023). Juntas, estas áreas têm potencial de estoque de 4,5 milhões de toneladas de CO<sub>2</sub> (IBÁ, 2021).

Os estados de Minas Gerais, São Paulo, Paraná, Mato Grosso do Sul, Santa Catarina e Rio Grande do Sul são os principais produtores de florestas plantadas no país (IBÁ, 2023). Os plantios de eucalipto ocupam 76% da área plantada, com 7,6 milhões de hectares, enquanto os plantios de pinus ocupam 19% da área cultivada, somando 1,9 milhão de hectares. Além desses cultivos, o setor conta com aproximadamente 475 mil hectares plantados de outras espécies, entre elas a seringueira, a acácia, a teca, o paricá (IBÁ, 2022) e o mogno-africano.

O mogno-africano (*Khaya* spp.) é uma árvore originária do oeste do continente africano, pertencente à família Meliaceae, mesma família botânica do mogno-brasileiro (Pinheiro *et al.*, 2011). Em 2018, já havia em torno de 37 mil hectares plantados com espécies deste gênero, no Brasil (Evangelista *et al.*, 2019). Uma das principais espécies do gênero é a *Khaya ivorensis* A. Chev., que desperta cada vez mais interesse no mercado nacional (Praciak *et al.*, 2013). A madeira de *K. ivorensis* é considerada nobre e apresenta grande potencial econômico, podendo ser utilizada para diversos fins, como a construção civil, indústria naval, indústria moveleira, laminados e painéis (Pinheiro *et al.*, 2011).

As culturas florestais brasileiras são as mais produtivas do mundo, principalmente o cultivo de eucalipto, estando em constante expansão (Cunha *et al.*, 2021). No entanto, a cultura de *K. ivorensis* ainda não conta com o mesmo investimento tecnológico. Assim, há baixa disponibilidade de informações silviculturais sobre esta espécie, fazendo com que seus plantios não apresentem produtividade semelhante às culturas mais consolidadas, como eucalipto e pinus.

Um dos principais fatores que podem contribuir para o insucesso dos plantios de *K. ivorensis* é a presença de plantas daninhas. Uma planta é considerada daninha

quando sua presença prejudica de alguma forma os interesses humanos (Hijano *et al.*, 2021). Plantas daninhas são consideradas boas competidoras devido a sua agressividade e eficiência na exploração de recursos como água e nutrientes, podendo reduzir o crescimento de espécies arbóreas em fase inicial de desenvolvimento (Baptistella *et al.*, 2020; Colmanetti *et al.*, 2019; Gomide *et al.*, 2019; Maciel *et al.*, 2022; Medeiros *et al.*, 2016).

A competição ocorre quando indivíduos diferentes utilizam o mesmo recurso do ambiente, mas a disponibilidade e oferta deste recurso não são suficientes para suprir a demanda das espécies (Pitelli, 2014). Os efeitos da competição sobre espécies arbóreas, causados por plantas daninhas, são mais intensos nos dois primeiros anos após o plantio das mudas (Garau *et al.*, 2009). Reduções na alocação de matéria seca, no teor de nutrientes na parte aérea e na eficiência nutricional são efeitos decorrentes da competição com espécies daninhas (Bacha *et al.*, 2016). A intensidade do impacto causado pelas plantas daninhas sobre a cultura depende da comunidade infestante, de características associadas à cultura e pela época e tempo de convivência, uma vez que, no verão, estas espécies tendem a ser mais agressivas (Costa *et al.*, 2021). A maioria das espécies que causam maior risco aos cultivos florestais brasileiros são gramíneas (MAPA, 2018).

Algumas gramíneas, como a *Urochloa decumbens* e *Megathyrsus maximus*, são mais eficientes no uso da água e no acúmulo de biomassa do que espécies arbóreas nos estágios iniciais de desenvolvimento (Ferreira *et al.*, 2016; Pontes *et al.*, 2017). Estas duas espécies, juntamente com a *Digitaria insularis*, são algumas das plantas daninhas de maior risco fitossanitário para as culturas florestais no Brasil (MAPA, 2018). *Cynodon dactylon*, também da família Poaceae, apresenta elevada capacidade de dispersão, elevada capacidade de estabelecimento e tolerância a perturbações, causando problemas em cultivos agrícolas em todo o mundo (Linder *et al.*, 2018). Outra gramínea exótica, oriunda da África, que vem aumentando a sua frequência em áreas cultivadas, sobretudo em culturas perenes em regiões quentes, é o *Sorghum arundinaceum* (Lorenzi, 2008).

O cultivo de *K. ivorensis* ainda não está consolidado no Brasil. As práticas silviculturais adotadas para esta espécie são, geralmente, adaptadas de espécies largamente cultivadas, como o eucalipto. Desse modo, há poucas informações sobre os efeitos fisiológicos, nutricionais e sobre o crescimento de mudas desta cultura, causados pela competição com plantas daninhas.

## 2 OBJETIVOS

### 2.1 Objetivo Geral

Avaliar os aspectos competitivos de gramíneas sobre plantas de *Khaya ivorensis* A. Chev..

### 2.2 Objetivos Específicos

- Avaliar o crescimento e a resposta fisiológica das plantas de *Khaya ivorensis* A. Chev. em convivência com cinco espécies de gramíneas;
- Avaliar a resposta nutricional das plantas *Khaya ivorensis* A. Chev. em convivência com cinco espécies de gramíneas.



### 3 REVISÃO DE LITERATURA

#### 3.1 *Khaya ivorensis* A. Chev.

Nativo do continente africano, o gênero *Khaya* pertence ao filo Tracheophyta, Classe Magnoliopsida, Ordem Sapindales e Família Meliaceae (IUCN, 2018). As espécies de *Khaya*, em razão do destaque de suas madeiras no comércio internacional, são exaustivamente exploradas nos seus locais de ocorrência natural na África (Reis *et al.*, 2019).

Em decorrência dessa exploração, a pressão pela conservação das espécies deste gênero é expressiva e tende a crescer ainda mais, ameaçando o suprimento dessas madeiras no mercado internacional. Porém, ao mesmo tempo, enxerga-se o grande potencial de estabelecimento de plantios comerciais, de forma racional e sustentável, das espécies do gênero *Khaya* em regiões tropicais, inclusive no Brasil (Reis *et al.*, 2019).

Quatro espécies do gênero *Khaya* geram interesse e figuram como alternativas para a criação de plantios comerciais a fim de se obter madeira nobre e fornecer sombra em plantações mistas de árvores no Brasil (Pinheiro *et al.*, 2011; Praciak *et al.*, 2013). Estas espécies, conhecidas popularmente como mogno-africano, são *K. ivorensis* A. Chev., *K. anthotheca* (Wele.) C. DC., *K. grandifoliola* C. DC. e *K. senegalensis* (Desr.) A. Juss..

O objetivo básico da silvicultura de espécies deste gênero é a obtenção de madeira sólida, serrada e laminada (Evangelista *et al.*, 2019) em virtude da qualidade da madeira e do alto valor comercial. A idade de corte das espécies deste gênero é maior, se comparada, por exemplo, ao eucalipto para produção de celulose ou energia (Evangelista *et al.*, 2019).

Os primeiros plantios de *Khaya*, no Brasil, foram instalados no norte do país, em meados da década de 1970. Mais recentemente, a demanda crescente por madeira tropical tem levado a novos empreendimentos em plantios comerciais de mogno-africano, aquecendo o mercado florestal ao redor desse gênero (Ribeiro *et al.*, 2017). Estima-se que, em 2018, a área plantada no país já havia ultrapassado os 37 mil hectares (Evangelista *et al.*, 2019).

*Khaya ivorensis* A. Chev. aparece como uma das espécies de interesse comercial pertencentes a este gênero, no Brasil. A distribuição natural de *K. ivorensis* ocorre no oeste do continente africano, principalmente na Costa do Marfim, Gana,

Togo, Benin e Nigéria, entre as latitudes 3°N e 10°N (Praciak *et al.*, 2013).

A espécie ocorre frequentemente ao longo de cursos d'água, preferindo os solos aluviais bem drenados (Lemmens, 2008), em áreas que alcançam até 700 metros de altitude e precipitação pluviométrica anual entre 1.600 e 2.500 mm, com dois a três meses de período seco no ano. É relativamente tolerante à sombra (Praciak *et al.*, 2013), mas a abertura do dossel é necessária para que ocorra um bom crescimento em ambiente natural (Lemmens, 2008).

No Brasil, as regiões Norte, Centro-Oeste e Nordeste destacam-se com maior aptidão para o adequado crescimento e desenvolvimento de *Khaya ivorensis* em virtude da temperatura do ar média, pluviosidade média anual e tipos de solos das diferentes regiões (Casaroli *et al.*, 2018). Roraima é o estado brasileiro de maior destaque na produção de *K. ivorensis*. Também há registros de plantio de *K. ivorensis* em Tocantins, Goiás, Bahia, Espírito Santo, São Paulo e Minas Gerais (do Nascimento Maêda *et al.*, 2022). O estado de Minas Gerais tem apresentado crescimento satisfatório de plantios jovens de *K. ivorensis* (Ribeiro *et al.*, 2017).

No sudeste do país, os plantios puros ou consorciados de *K. ivorensis* tem ocupado áreas anteriormente destinadas às pastagens ou, em função do retorno econômico promissor, áreas nobres da agricultura. Em função do crescimento inicial lento, quando comparado a outras plantas, a espécie pode ser drasticamente afetada pela matocompetição.

### 3.2 Interferência e competição por plantas daninhas

Em condições limitadas de recursos naturais como água, luz e nutrientes, pode ocorrer competição entre plantas da mesma espécie ou de espécies diferentes. Dessa maneira, a competição pode ser explicada como uma relação biótica em que indivíduos diferentes utilizam o mesmo recurso do ambiente, sendo a disponibilidade e oferta insuficientes para satisfazer a demanda das espécies (Pitelli, 2014).

A competição de plantas daninhas com espécies do gênero *Khaya* é ainda pouco estudada. As práticas silviculturais adotadas são geralmente adaptadas do que é usado para a cultura do eucalipto. A competição causada por plantas daninhas é mais intensa nos dois primeiros anos após o plantio de mudas de eucalipto. Fatores como a densidade e a composição da comunidade infestante estão diretamente ligados à intensidade da perturbação (Garau *et al.*, 2009). A partir da densidade de 22

plantas/m<sup>2</sup>, populações de *Urochloa brizantha* cv. Marandu interferem negativamente no crescimento de *Eucalyptus urograndis* (Colmanetti *et al.*, 2019).

Além da competição é importante definir outras relações negativas possíveis quando da convivência de plantas daninhas com espécies arbóreas no campo. A interferência pode ser definida como o efeito adverso que uma planta pode desempenhar sobre o crescimento e desenvolvimento de outras plantas próximas, incluindo o somatório dos efeitos de competição, alelopatia e os efeitos indiretos (Silva *et al.*, 2007), como dificuldades na colheita, redução na qualidade do produto e toxicidade aos animais, impostas pela presença das plantas daninhas.

Segundo o conceito estabelecido, a alelopatia é um tipo de interação bioquímica em que metabólitos secundários são liberados no meio ambiente por volatilização, lixiviação, exsudação radicular e decomposição de resíduos vegetais (Rice, 1984). Portanto, alelopatia se refere a quaisquer efeitos, sejam eles indiretos ou diretos, que prejudiquem ou beneficiem uma planta ou comunidade biológica através da produção de compostos químicos liberados no ambiente (Hagemann *et al.*, 2010).

No caso de plantas daninhas, essa interferência ocorre quando a presença dessas espécies junto à cultura afeta de alguma forma os interesses humanos (Hijano *et al.*, 2021). O grau de interferência, ou seja, a intensidade do impacto causado pelas plantas daninhas é outra questão importante (Costa *et al.*, 2017). Este grau de interferência é influenciado pela comunidade de infestação, pelas características associadas à cultura e pela época e duração do período de convivência.

No verão, as plantas daninhas tendem a ser competidoras mais agressivas, provocando maior interferência na cultura de interesse (Costa *et al.*, 2021). O período em que a cultura e as plantas daninhas convivem também pode exercer grande influência na intensidade da interferência das plantas daninhas nos cultivos de interesse (Mendes; da Silva, 2022).

Na silvicultura de eucalipto, a variação florística e fitossociológica de plantas daninhas também sofre influência da topografia, de acordo com as condições ecológicas a que estão submetidas em cada situação. A maioria dos indivíduos encontra-se nas porções mais baixas das áreas de plantio, ao passo que, nas zonas mais altas, encontram-se um número menor indivíduos de plantas daninhas. Entretanto, existem algumas espécies que estão presentes em todos os tipos de relevo. Desse modo, não há um padrão na ocorrência de plantas daninhas em plantios de eucalipto (Tuffi Santos *et al.*, 2013).

Segundo Medeiros *et al.* (2016), a interferência sobre mudas de eucalipto depende das espécies de plantas daninhas e do genótipo da cultura de interesse. Assim, o grau de interferência das plantas daninhas sobre as culturas está relacionado, principalmente, a três fatores: à comunidade infestante, à espécie cultivada e ao ambiente em que estão inseridas.

Plantas daninhas competindo por recursos podem prejudicar o crescimento inicial e o desenvolvimento de mudas de espécies arbóreas, causando redução significativa na eficiência de absorção, transporte e acúmulo de nutrientes essenciais (Maciel *et al.*, 2022). Gramíneas, como *Urochloa* spp. e *Megathyrsus maximus*, são mais eficientes na absorção de nutrientes (Huot *et al.*, 2020). Esta maior eficiência pode ser explicada pela maior expansão radicular, aumentando a área de exploração de suas raízes e, conseqüentemente, conferindo-lhes alta capacidade competitiva (Baptistella *et al.*, 2020; Bacha *et al.*, 2016).

A maior capacidade competitiva na absorção de nutrientes como nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio pode reduzir a disponibilidade destes recursos para espécies arbóreas em crescimento inicial, acarretando diminuição nos seus teores e conteúdo (Lafetá *et al.*, 2018; Maciel *et al.*, 2022). Diminuições nos teores de nutrientes como N e Mg podem resultar em reduções nos teores de clorofila a, clorofila b e da taxa fotossintética (Coelho *et al.*, 2019; Alencar *et al.*, 2021), uma vez que estes elementos são dois dos principais constituintes das moléculas de clorofila (De Bang *et al.*, 2021).

Pellens *et al.* (2018) verificaram que o diâmetro do colo de mudas de *Pinus taeda* sofre influência da convivência com plantas daninhas, embora a sobrevivência e altura das mudas não sejam afetadas. Maciel *et al.* (2022) indicam que a competição com gramíneas reduz a absorção e acúmulo de NPK, essenciais para a estrutura das células e regulação osmótica, acarretando redução do crescimento da parte aérea e raízes de eucalipto. Alencar *et al.* (2021) verificaram que características fisiológicas, como teor de clorofila a e b, foram alteradas pela competição com plantas daninhas.

### 3.2.1 Principais espécies de plantas daninhas em cultivos florestais

Entre as espécies daninhas que causam maior risco fitossanitário em culturas florestais no Brasil, destacam-se o capim-amargoso (*Digitaria insularis*), capim-colônião (*Megathyrsus maximus*) e o capim-braquiária (*Urochloa decumbens*) (MAPA,

2018). A ocorrência dessas espécies é comum devido a frequente implantação de plantios florestais homogêneos em áreas onde, anteriormente, havia pastagens e culturas de grãos (Tuffi Santos *et al.*, 2012).

Estas três espécies pertencem à família Poaceae, que é relatada como uma das mais representativas em áreas de plantio de eucalipto, campos com pastagens e cultivo da cana-de-açúcar (Caporal; Boldrini, 2007; Oliveira; Freitas, 2008; Tuffi Santos *et al.*, 2013). O capim-amargoso também aparece com uma das principais pragas em cultivos agrícolas como soja, algodão, feijão e trigo (MAPA, 2018).

Ainda na família Poaceae, a *Cynodon dactylon* também aparece como uma das piores plantas daninhas do mundo, pois afeta muitas culturas, em diferentes países e condições climáticas (Bresciano; Glison; Lezama, 2014; García *et al.*, 2023; Lorenzi, 2008). Em razão da sua alta capacidade de dispersão, grande capacidade de estabelecimento e tolerância a variações ambientais, o manejo desta espécie torna-se muito difícil (Soares; Galhano; Gabriel, 2023). Plantas do gênero *Sorghum* também podem ser prejudiciais ao crescimento e desenvolvimento de mudas de culturas como os citros, causando reduções na altura, diâmetro do caule e número de folhas (Horowitz, 1973). *Sorghum arundinaceum* é uma planta perene, nativa do continente Africano, e cuja ocorrência tem aumentado no Brasil, sobretudo como infestante de culturas perenes (Lorenzi, 2008).

A seguir estão listadas as principais espécies de plantas daninhas que ocorrem em plantios florestais (Tabela 1).

Tabela 1. Algumas espécies de plantas daninhas encontradas em plantios florestais, no Brasil.

<b>Família</b>	<b>Nome Científico</b>	<b>Nome Popular</b>
Poaceae	<i>Urochloa plantaginea</i>	Capim-marmelada
Poaceae	<i>Digitaria horizontalis</i>	Capim-colchão
Poaceae	<i>Digitaria insularis</i>	Capim-amargoso
Poaceae	<i>Megathyrsus maximus</i>	Capim-colonião
Poaceae	<i>Urochloa decumbens</i>	Braquiariinha
Poaceae	<i>Imperata brasiliensis</i>	Sapé
Poaceae	<i>Dactyloctenium aegyptium</i>	Capim-mão-de-sapo
Convolvulaceae	<i>Ipomoea</i> spp.	Corda-de-viola
Pteridaceae	<i>Pteridium aquilinum</i>	Samambaia-comum
Compositae	<i>Bidens pilosa</i>	Picão-preto
Comelinaceae	<i>Commelina benghalensis</i>	Trapoeiraba
Comelinaceae	<i>Commelina diffusa</i>	Trapoeiraba
Malvaceae	<i>Sida</i> ssp.	Guanxuma
Rubiaceae	<i>Borreria alata</i>	Poaia-do-campo
Rubiaceae	<i>Spermacoce latifolia</i>	Erva-quente
Asteraceae	<i>Galinsoga parviflora</i>	Botão-de-ouro
Asteraceae	<i>Vernonia polyanthes</i>	Assa-peixe
Bignoniaceae	<i>Arrabidaea florida</i>	Cipó-neve
Bignoniaceae	<i>Pyrostegia venusta</i>	Cipó-de-São-João
Fabaceae	<i>Chamaecrista nictitans</i>	Mata-pasto

Fonte: Adaptado de Tuffi Santos *et al.* (2012).

#### 4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi desenvolvido entre 28 de março e 10 de julho de 2023, no município de Montes Claros – MG, localizado na longitude 43°50'30" W e na latitude 16°40'57" S, com altitude de 650 m. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen-Geiger, é Aw, caracterizado como tropical de savana com estação seca no inverno (Martins *et al.*, 2018), apresentando temperatura média de 21°C e precipitação média anual de 969 mm. Durante os 105 dias de convivência, a temperatura média do município foi 23,2°C e a precipitação média foi 13,72 mm

(Figura 1).

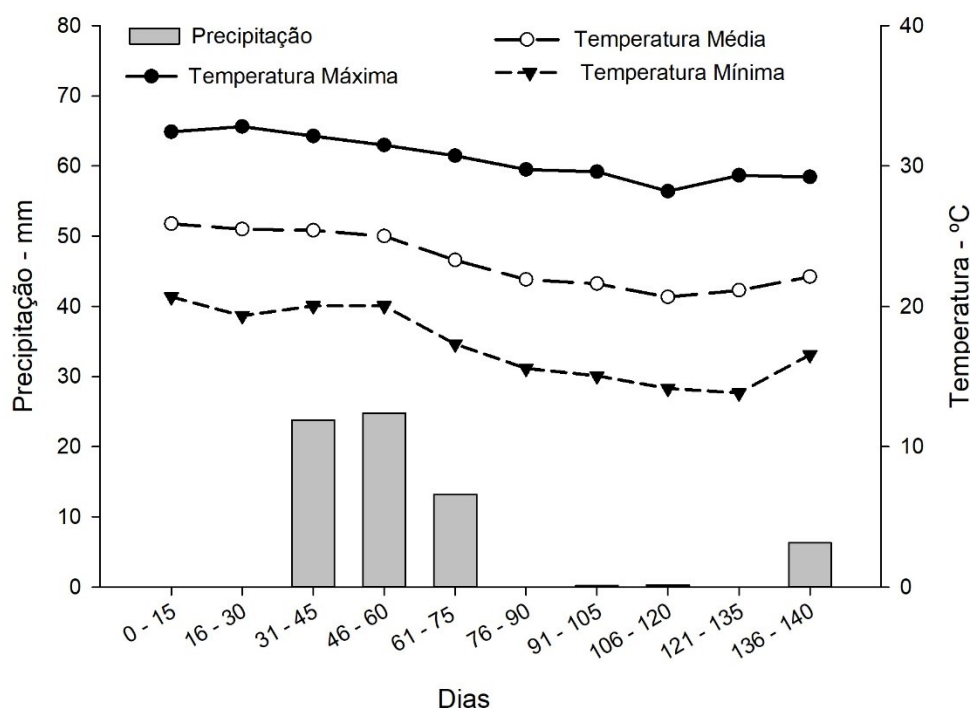


Figura 1. Dados climáticos quinzenais durante os 105 dias de convivência. Dados obtidos no INMET e se referem a estação meteorológica localizada a cerca de 670 m da área experimental.

As mudas de *Khaya ivorensis* A. Chev., de origem semínifera, foram produzidas em sacos plásticos preenchidos com solo, no Viveiro de Plantas Ornamentais do Instituto de Ciências Agrárias da UFMG (ICA-UFMG), localizado no município de Montes Claros – MG. Sua semeadura foi realizada no dia 21 de dezembro de 2022. Aos três meses de idade e com altura média de 15,7 cm e diâmetro do coleto de 4 mm, as mudas foram transplantadas para vasos com capacidade para 12 litros, preenchidos com substrato na proporção 3:1:1, composto por solo coletado na camada arável (0-20 cm), areia e esterco bovino, respectivamente.

O solo utilizado apresentou as seguintes características: pH (água) = 6,1; matéria orgânica = 2,26 dag kg<sup>-1</sup>; areia = 63,2 dag kg<sup>-1</sup>; silte = 12,8 dag kg<sup>-1</sup>; argila = 24,0 dag Kg<sup>-1</sup>; P Mehlich = 8,1 mg dm<sup>-3</sup>; P remanescente = 21,6 mg L<sup>-1</sup>; K = 214,5 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 10,45 cmolc dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,87 cmolc dm<sup>-3</sup>; Al = 0,0 cmolc dm<sup>-3</sup>; H + Al = 1,27 cmolc dm<sup>-3</sup>; SB = 11,87 cmolc dm<sup>-3</sup>; t = 11,87 cmolc dm<sup>-3</sup>; m = 0,0 %; T = 13,14 cmolc dm<sup>-3</sup>; V = 90,31 %. O substrato foi adubado com superfosfato simples (18% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 16% de Cálcio e 14% de enxofre), conforme recomendação de adubação para cultivo

em vasos (Novais, 1991). Aos 45 e 60 dias foram realizadas adubações em cobertura com mistura contendo 3 g de uréia (45% de N) + 3 g de cloreto de potássio (60% de K<sub>2</sub>O) por planta.

Os tratamentos foram compostos por uma planta de *K. ivorensis* no centro do vaso e um indivíduo de gramínea, além do tratamento testemunha contendo apenas uma muda de *K. ivorensis*. As gramíneas selecionadas para a realização deste trabalho foram *Urochloa decumbens* (capim-braquiariinha), *Megathyrsus maximus* (capim-colonião), *Sorghum arundinaceum* (falso-massambará), *Digitaria insularis* (capim-amargoso) e *Cynodon dactylon* (grama-seda). As gramíneas foram identificadas por um especialista e as sementes foram coletadas em campo no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG.

A semeadura das gramíneas foi realizada juntamente com o transplântio das mudas de *K. ivorensis*, já para *C. dactylon* foi realizado o plantio de fragmentos do colmo coletadas em plantas em campo, no Instituto de Ciências Agrárias da UFMG. Após o transplântio das mudas e a semeadura das gramíneas, os seguintes tratamentos foram definidos: tratamento testemunha, composto apenas por *K. ivorensis* (Ki); *K. ivorensis* + *U. decumbens* (KUd); *K. ivorensis* + *M. maximus* (KMm); *K. ivorensis* + *S. arundinaceum* (KSa); *K. ivorensis* + *D. insularis* (KDi) e *K. ivorensis* + *C. dactylon* (KCd).

Os vasos foram acondicionados em bancadas, irrigados duas vezes ao dia e mantidos em área aberta. A remoção manual de outras plantas que emergiram nos vasos foi realizada a cada 7 dias, mantendo-se apenas as plantas de interesse. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados, composto por 6 tratamentos e 8 repetições, totalizando 48 parcelas experimentais.

As medições de altura, em centímetros, das plantas de *K. ivorensis* foram realizadas com auxílio de uma trena, da superfície do substrato até a última inserção de folha, na data do transplântio e aos 105 dias após o transplântio (DAT). O diâmetro do caule, em milímetros, das plantas também foi medido, nas mesmas datas das medições de altura, utilizando um paquímetro, na altura de um centímetro acima do substrato. O incremento em altura e diâmetro foi determinado pela diferença entre as medições na data do transplântio e aos 105 DAT.

Aos 90 DAT foram realizadas avaliações com Analisador de Gases no Infravermelho - IRGA (modelo LCpro-SD, Analytical Development Co. Ltda., Hoddeston, Reino Unido) para determinação da taxa fotossintética (P<sub>n</sub>, μmol CO<sub>2</sub> mol



<sup>1</sup> H<sub>2</sub>O), condutância estomática (gs, mol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>) e transpiração (E, μmol H<sub>2</sub>O m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>), além do cálculo da eficiência do uso da água. As avaliações com IRGA foram realizadas no terço médio da primeira folha completamente expandida das mudas de *K. ivorensis*. A eficiência do uso da água (EUA, μmol CO<sub>2</sub> mol<sup>-1</sup> H<sub>2</sub>O) foi calculada através da seguinte expressão:

$$EUA = P/E$$

Em que  $P$  = taxa fotossintética e  $E$  = transpiração.

Aos 90 DAT, foi realizada a avaliação do índice de clorofila a e clorofila b nas folhas de *K. ivorensis* em crescimento inicial. A obtenção desses índices foi realizada com auxílio de aparelho digital de teor de clorofila - ClorofiLOG (modelo CFL1030, FALKER, Porto Alegre, Brasil).

Aos 105 DAT, as plantas de mogno-africano foram coletadas. A parte aérea das plantas de *K. ivorensis* e das gramíneas foi separada da parte radicular com corte rente ao substrato. A fim de determinar a área foliar específica (AF, cm<sup>2</sup>), foram retirados 20 discos, de área conhecida, das folhas de *K. ivorensis*, por tratamento. A área foliar específica de cada planta de *K. ivorensis* foi determinada através da seguinte equação:

$$AF = A \times M / Me$$

Em que  $A$  = área do disco (cm<sup>2</sup>),  $M$  = massa das folhas de cada planta (g) e  $Me$  = massa dos 20 discos do tratamento (g).

Após a coleta, as raízes das mudas de *K. ivorensis* e das gramíneas foram lavadas em água corrente. Posteriormente, o material coletado foi acondicionado em sacos de papel e levado à estufa de secagem com circulação de ar forçada (SSDC 780L 220v, Solidsteel, Piracicaba, Brasil) a 65°C, por 72 horas. As amostras de parte aérea e raízes foram pesadas em balança de precisão (UX4200H, Marte, São Paulo, Brasil) para determinação da massa da matéria seca da parte aérea (BPA, g) e raízes (BPR, g).

Amostras de matéria seca da parte aérea e radicular foram retiradas para a determinação dos teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. As amostras foram moídas em moinho de facas (CE-340, CIENLAB, São Paulo, Brasil), com peneira de malha de 2 mm e, posteriormente, homogeneizadas. O teor de nitrogênio foi determinado pelo método de Kjeldahl (Bremner, 1965). Os teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio foram determinados por digestão com ácido

nítrico-perclórico (Tedesco *et al.*, 1995), segundo Alcarde (2009). Após a determinação dos teores dos nutrientes supracitados, foram calculados seus conteúdos na parte aérea e raízes a partir da seguinte expressão:

$$\text{Conteúdo (mg)} = Tn \times B$$

Em que:  $Tn$  = teor do nutriente no compartimento ( $\text{mg g}^{-1}$ ) e  $B$  = matéria seca no compartimento (g).

Também foram determinados os conteúdos relativos de N, P, K, Ca e Mg na parte aérea e raiz de *K. ivorensis*, através da seguinte equação:

$$CR = \frac{Cn \times 100}{C1}$$

Em que:  $Cn$  = conteúdo do nutriente no compartimento de *K. ivorensis* em convivência com gramínea e  $C1$  = conteúdo do nutriente no compartimento de *K. ivorensis* testemunha.

Após a determinação dos conteúdos de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio foi calculado o coeficiente de utilização biológica para cada nutriente (Siddiqi; Glass, 1981) a partir da seguinte expressão:

$$CUB = \frac{(Bt)^2}{\text{Conteúdo total do nutriente na planta}}$$

Em que:  $CUB$  = coeficiente de utilização biológica ( $\text{g}^2 \text{mg}^{-1}$ ) e  $Bt$  = matéria seca total (g).

Também foram determinadas a eficiência de utilização do nutriente pelas raízes, eficiência de utilização do nutriente pela parte aérea e eficiência de absorção (Swiader *et al.*, 1994) a partir das seguintes expressões:

$$EUN = \frac{(B)^2}{\text{Conteúdo total do nutriente na planta}}$$

Em que:  $EUN$  = eficiência de utilização do nutriente ( $\text{g}^2 \text{mg}^{-1}$ ) e  $B$  = matéria seca no compartimento (g).

$$EA = \frac{\text{Conteúdo total do nutriente na planta}}{Br}$$

Em que:  $EA$  = eficiência de absorção ( $\text{mg/g}$ ) e  $Br$  = matéria seca de raízes (g).

Os dados de conteúdo relativo foram apresentados de forma descritiva, em porcentagem. Os demais dados obtidos foram testados quanto à normalidade e homogeneidade e, posteriormente, submetidos à análise de variância (ANOVA) pelo teste F. As médias, quando significativas, foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância, a fim de verificar quais tratamentos diferiram entre si. As análises

foram realizadas utilizando o pacote ExpDes.pt (Ferreira; Cavalcanti; Nogueira, 2014), através do software R, v. 4.2.3 (R Core Team, 2023).

## 5 RESULTADOS

As mudas de *Khaya ivorensis* em convivência com *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum* apresentaram menores incrementos em altura e diâmetro, em comparação ao cultivo solteiro da espécie arbórea (Tabela 2). A presença de *M. maximus* e *S. arundinaceum* em convivência com *K. ivorensis* ocasionou menor área foliar em mudas da espécie arbórea, em comparação com a testemunha (Tabela 2). *Sorghum arundinaceum* ocasionou drástica redução na matéria seca da parte aérea de *K. ivorensis*, enquanto a *D. insularis* levou a menor matéria seca da raiz da espécie arbórea quando em convivência com a gramínea (Tabela 2). A convivência de *C. dactylon* com *K. ivorensis* não afetou a matéria seca da parte aérea e matéria seca da raiz da espécie arbórea (Tabela 2).

Tabela 2. Incremento em altura (IA), incremento em diâmetro (ID), área foliar específica (AF), matéria seca da parte aérea (BPA) e matéria seca da raiz (BR) de *Khaya ivorensis* em convivência com plantas daninhas, aos 105 dias após o transplântio.

Tratamentos	IA (cm)	ID (mm)	AF (cm <sup>2</sup> )	BPA (g)	BR (g)
Ki	9,58 a	4,46 a	79,82 a	7,56 ab	3,07 a
KUd	4,59 c	2,47 bc	62,34 ab	7,80 ab	2,17 ab
KMm	4,47 c	2,35 bc	44,83 b	7,04 ab	2,22 ab
KSa	4,85 bc	1,63 c	46,90 b	4,99 b	2,16 ab
KDi	8,81 ab	2,49 bc	67,82 ab	7,07 ab	1,55 b
KCd	7,41 abc	3,62 ab	63,58 ab	8,06 a	3,01 a
<b>CV (%)</b>	41,7	30,7	26,9	27,3	40,3

Ki = *Khaya ivorensis*; KUd = *Khaya ivorensis* + *Urochloa decumbens*; KMm = *Khaya ivorensis* + *Meghatyrsus maximus*. KSa = *Khaya ivorensis* + *Sorghum arundinaceum*. KDi = *Khaya ivorensis* + *Digitaria insularis*. KCd = *Khaya ivorensis* + *Cynodon dactylon*. CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

*Urochloa decumbens* e *M. maximus* obtiveram os maiores valores de matéria seca da parte aérea, seguidos por *S. arundinaceum*, aos 105 dias após o transplântio (Tabela 3) quando em convivência com mudas de *K. ivorensis*. *Urochloa decumbens* também apresentou maior valor de matéria seca da raiz, seguida de *M. maximus*, aos

105 DAT (Tabela 3).

Tabela 3. Matéria seca da parte aérea (BPA) e matéria seca da raiz (BR) das plantas daninhas em convivência com *Khaya ivorensis*, aos 105 dias após o transplântio.

Planta daninha	BPA (g)	BR (g)
<i>Urochloa decumbens</i>	137,34 a	55,62 a
<i>Megathyrus maximus</i>	130,29 a	44,23 b
<i>Sorghum arundinaceum</i>	105,07 b	10,81 c
<i>Digitaria insularis</i>	30,53 c	3,09 c
<i>Cynodon dactylon</i>	63,78 c	9,58 c
<b>CV (%)</b>	14,6	26,74

CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância.

Mudas de *K. ivorensis* em convivência com *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum* apresentaram menores valores de clorofila a e b, em comparação às plantas da espécie arbórea mantida solteira (Tabela 4). A presença das plantas daninhas diminuiu a taxa fotossintética e a eficiência do uso da água das mudas de *K. ivorensis* aos 90 dias de convivência após o plantio (Tabela 4).

Tabela 4. Clorofila a (CLA), clorofila b (CLB), taxa fotossintética ( $P_n$ ,  $\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ), eficiência do uso da água (EUA,  $\mu\text{mol CO}_2 \text{ mol}^{-1} \text{ H}_2\text{O}$ ), evapotranspiração (E,  $\mu\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) e condutância estomática (gs,  $\text{mol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1}$ ) de *Khaya ivorensis* em convivência com plantas daninhas durante 90 dias após o transplântio.

Tratamentos	CLA	CLB	$P_n$	EUA	$E^{ns}$	$gs^{ns}$
Ki	38,60 a	13,91 a	4,15 a	2,38 a	1,80	0,13
KUd	32,88 bc	8,79 bc	2,38 b	2,23 ab	1,21	0,07
KMm	31,51 c	7,84 c	2,05 b	1,46 bc	1,50	0,11
KSa	31,97 bc	9,31 bc	1,71 b	1,17 c	1,47	0,08
KDi	37,13 ab	12,23 ab	2,42 b	1,51 bc	1,63	0,09
KCd	35,48 abc	10,45 abc	1,68 b	1,19 c	1,43	0,09
<b>CV (%)</b>	10,4	24,8	28,7	32,7	30,6	42,6

Ki = *Khaya ivorensis*; KUd = *Khaya ivorensis* + *Urochloa decumbens*; KMm = *Khaya ivorensis* + *Megathyrus maximus*. KSa = *Khaya ivorensis* + *Sorghum arundinaceum*. KDi = *Khaya ivorensis* + *Digitaria insularis*. KCd = *Khaya ivorensis* + *Cynodon dactylon*. CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. ns: não significativo pelo

teste F a 5% de significância.

O conteúdo relativo (CR) de macronutrientes da parte aérea das mudas de *K. ivorensis* variou com as diferentes espécies de plantas daninhas (Tabela 5). *Khaya ivorensis* submetido a convivência com *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum* apresentaram reduções no CR para todos os macronutrientes avaliados (Tabela 5). Na presença de *S. arundinaceum*, as mudas de *K. ivorensis* apresentaram redução drástica no conteúdo relativo para N e Mg, com 40% para ambos. Os valores percentuais do CR da *K. ivorensis* em convivência com *D. insularis* e *C. dactylon* apresentaram redução para todos os nutrientes avaliados, exceto para fósforo, com 107 e 108%, respectivamente (Tabela 5).

O conteúdo relativo de macronutrientes na raiz das mudas de *K. ivorensis* sofreu redução em convivência com todas as espécies de plantas daninhas avaliadas (Tabela 5), exceto para fósforo e magnésio quando as mudas das árvores foram cultivadas junto com *C. dactylon*. *Khaya ivorensis* na presença do competidor *S. arundinaceum* apresentou os menores valores de CR, com destaque para reduções drásticas nos conteúdos de nitrogênio e potássio, com 35 e 45%, respectivamente (Tabela 5). A convivência de *K. ivorensis* com *U. decumbens* e *M. maximus* gerou reduções no conteúdo relativo de nitrogênio de 41 e 34%, respectivamente. *Khaya ivorensis*, em convivência com *C. dactylon*, sofreu redução no CR para N, K e Ca, com 54, 80 e 96%, respectivamente (Tabela 5).

Mudas de *K. ivorensis* apresentaram reduções nos teores de nitrogênio e magnésio da parte aérea quando mantidas em convivência com todas as gramíneas testadas (Tabela 6). A presença de *U. decumbens* causou a maior redução do teor de potássio na parte aérea de *K. ivorensis* em crescimento inicial (Tabela 6). *Khaya ivorensis* em convivência com *M. maximus* apresentou o menor teor de nitrogênio na raiz. A presença das gramíneas estudadas causou redução nos teores de potássio na raiz das mudas de *K. ivorensis* aos 105 dias após o transplântio (Tabela 6).

Tabela 5. Conteúdo relativo (%) de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) da parte aérea e raiz de *Khaya ivorensis* em convivência com gramíneas, aos 105 dias após o transplântio.

Tratamento	Parte aérea				
	N	P	K	Ca	Mg
Ki	100	100	100	100	100
KUd	53	99	96	96	48
KMm	45	98	76	76	45
KSa	40	67	69	69	40
KDi	58	107	89	89	51
KCd	47	108	79	79	77
Raiz					
	N	P	K	Ca	Mg
Ki	100	100	100	100	100
KUd	41	97	53	66	85
KMm	34	89	49	66	79
KSa	35	71	45	53	56
KDi	50	84	56	52	70
KCd	54	112	80	96	114

Ki = *Khaya ivorensis*; KUd = *Khaya ivorensis* + *Urochloa decumbens*; KMm = *Khaya ivorensis* + *Meghatyrsus maximus*. KSa = *Khaya ivorensis* + *Sorghum arundinaceum*. KDi = *Khaya ivorensis* + *Digitaria insularis*. KCd = *Khaya ivorensis* + *Cynodon dactylon*.

As gramíneas, mantidas em convívio com as mudas de *K. ivorensis*, causaram redução no conteúdo de nitrogênio da parte aérea das mudas das árvores. Mudas de *K. ivorensis* em convivência com *S. arundinaceum* apresentaram menor teor de magnésio na parte aérea (Tabela 6). *Khaya ivorensis*, em crescimento inicial, apresentou menor conteúdo de nitrogênio na raiz quando da presença dos competidores *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum*. *Khaya ivorensis* em convivência com *S. arundinaceum* apresentou o menor conteúdo de potássio na raiz (Tabela 6). O teor e o conteúdo de fósforo na parte aérea e raiz e o conteúdo de potássio na parte aérea de *K. ivorensis* não foram influenciados pela presença das gramíneas durante 105 dias de convivência (Tabela 6).

Tabela 6. Teor e conteúdo de Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), Cálcio (Ca) e Magnésio (Mg) da parte aérea (PA) e raiz (R) de *Khaya ivorensis* após 105 dias de convivência com gramíneas.

Tratamento	Teor (mg g <sup>-1</sup> )		Conteúdo (mg)	
	N		N	
	PA	R	PA	R
Ki	2,63 a	1,02 a	19,01 a	2,85 a
KUd	1,36 b	0,61 ab	9,99 b	1,16 b
KMm	1,29 b	0,45 b	8,58 b	0,96 b
KSa	1,54 b	0,61 ab	7,67 b	1,01 b
KDi	1,60 b	0,78 ab	11,10 b	1,43 ab
KCd	1,20 b	0,61 ab	8,99 b	1,55 ab
<b>CV (%)</b>	31,98	34,38	36,76	57,56
<b>P</b>				
Ki	0,72*	0,57	5,21	1,49
KUd	0,75	0,80	5,19	1,44
KMm	0,78	0,70	5,13	1,33
KSa	0,70	0,67	3,49	1,06
KDi	0,80	0,65	5,57	1,25
KCd	0,83	0,65	5,64	1,67
<b>CV (%)</b>	36,18	43,17	32,1	42,21
<b>K</b>				
Ki	12,60 a	12,86 a	98,35	35,79 a
KUd	9,41 b	9,52 b	73,26	19,10 ab
KMm	10,61 ab	8,60 b	72,52	17,39 ab
KSa	11,45 ab	9,86 b	56,23	15,97 b
KDi	12,49 a	10,33 b	87,34	19,91ab
KCd	10,17 ab	10,53 b	76,49	28,68 ab
<b>CV (%)</b>	14,27	12,08	34,87	46,55
<b>Ca</b>				
Ki	5,37	2,52 a	41,03	6,91
KUd	5,22	2,31 ab	39,31	4,55
KMm	4,63	2,22 ab	31,11	4,53
KSa	5,60	2,38 ab	28,32	3,66
KDi	5,25	1,88 b	36,35	3,57
KCd	4,39	2,38 ab	32,33	6,61
<b>CV (%)</b>	15,36	13,29	31,65	43,41
<b>Mg</b>				
Ki	4,60 a	1,85	37,75 a	4,99
KUd	2,53 b	1,90	18,09 ab	4,25
KMm	2,44 b	2,08	16,88 ab	3,94
KSa	2,97 b	1,79	14,93 b	2,80
KDi	2,67 b	1,91	19,42 ab	3,52
KCd	3,83 ab	2,07	28,98 ab	5,67
<b>CV (%)</b>	28,14	26,97	52,53	39,05

Ki = *Khaya ivorensis*; KUd = *Khaya ivorensis* + *Urochloa decumbens*; KMm = *Khaya ivorensis* + *Meghatyrsus maximus*; KSa = *Khaya ivorensis* + *Sorghum arundinaceum*; KDi = *Khaya ivorensis* + *Digitaria insularis*; KCd = *Khaya ivorensis* + *Cynodon dactylon*. CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. \*Ausência de letras à frente

das médias indica não significância na análise de variância a 5%.

Mudas de *K. ivorensis* mantidas sem o convívio com gramíneas apresentaram menor coeficiente de utilização biológica (CUB) para nitrogênio (Tabela 7). Por outro lado, quando cultivadas na presença de *M. maximus* apresentaram maior CUB para nitrogênio e fósforo. *Khaya ivorensis* em convivência com *U. decumbens* apresentou o menor CUB para potássio. A convivência com as gramíneas não afetou o CUB de mudas de *K. ivorensis* para cálcio e magnésio (Tabela 7).

*Khaya ivorensis* em cultivo solteiro apresentou os menores valores de eficiência de utilização dos nutrientes pela parte aérea (EUNPA) para nitrogênio, ao passo que, na presença do competidor *M. maximus*, apresentou os maiores valores de EUNPA para nitrogênio e magnésio (Tabela 7). A convivência com as gramíneas não afetou o EUNPA para cálcio e potássio (Tabela 7). *Khaya ivorensis* mantida sem a presença do competidor e em convivência com *S. arundinaceum* e *D. insularis* apresentaram os menores valores de eficiência de utilização dos nutrientes pela raiz (EUNR) para nitrogênio. Mudas de *K. ivorensis* em convivência com *S. arundinaceum* apresentaram os menores valores de EUNR para fósforo, potássio, cálcio e magnésio (Tabela 7).

*Khaya ivorensis* em cultivo solteiro e *K. ivorensis* em convívio com *U. decumbens* apresentaram os maiores valores de eficiência de absorção (EA) para nitrogênio. Para magnésio, *K. ivorensis* em cultivo solteiro apresentou maior EA. Porém na presença de *M. maximus* apresentou os menores valores de EA para nitrogênio e magnésio. A convivência com as gramíneas não afetou a EA de *K. ivorensis* para fósforo, potássio e cálcio (Tabela 7).



Tabela 7. Coeficiente de utilização biológica (CUB), eficiência de utilização de nutrientes (EUN) na parte aérea (PA) e raiz (R) e Eficiência de absorção (EA) de *Khaya ivorensis* após 105 dias de convivência com gramíneas.

Tratamento	CUB (g <sup>2</sup> mg <sup>-1</sup> )	EUN (g <sup>2</sup> mg <sup>-1</sup> )		EA (mgg <sup>-1</sup> )
		PA	R	
<b>N</b>				
Ki	4,48 c	2,35 b	0,31 c	7,52 a
KUd	7,49 b	4,39 ab	0,68 bc	6,97 a
KMm	11,71 a	5,26 a	0,89 b	3,96 b
KSa	6,30 bc	3,56 ab	0,26 c	6,05 ab
KDi	6,59 bc	4,04 ab	0,31 c	6,73 ab
KCd	8,08 b	5,44 a	1,51 a	4,58 ab
<b>CV (%)</b>	21,51	27,62	36,51	27,81
<b>P</b>				
Ki	13,20 ab	7,52 ab	0,87 abc	3,06*
KUd	12,49 ab	7,50 ab	1,32 a	2,78
KMm	16,94 a	8,72 ab	1,34 a	3,96
KSa	10,67 b	6,10 b	0,48 c	2,89
KDi	12,01 ab	7,39 ab	0,56 bc	3,60
KCd	16,96 a	9,06 a	1,08 ab	4,30
<b>CV (%)</b>	20,33	20,31	32,56	25,79
<b>K</b>				
Ki	0,83 ab	0,45	0,04 ab	51,69
KUd	1,10 a	0,62	0,06 ab	50,28
KMm	0,98 ab	0,53	0,07 a	49,14
KSa	0,60 b	0,37	0,03 b	44,94
KDi	0,75 ab	0,46	0,03 b	53,04
KCd	1,11 a	0,54	0,06 ab	50,55
<b>CV (%)</b>	27,05	27,68	31,93	26,71
<b>Ca</b>				
Ki	2,33	1,26	0,11 ab	18,88
KUd	2,14	1,32	0,14 ab	22,57
KMm	2,34	1,47	0,13 ab	20,27
KSa	1,37	0,77	0,07 b	20,02
KDi	2,08	1,39	0,09 ab	21,13
KCd	2,77	1,46	0,16 a	17,18
<b>CV (%)</b>	35,66	33,54	34,06	24,68
<b>Mg</b>				
Ki	2,89	1,49 ab	0,19 bc	16,64 a
KUd	3,79	2,41 ab	0,31 abc	12,62 b
KMm	3,75	2,67 a	0,36 ab	13,55 ab
KSa	2,44	1,40 b	0,14 c	10,88 b
KDi	3,62	2,24 ab	0,16 c	11,68 b
KCd	3,10	1,62 ab	0,38 a	11,47 b
<b>CV (%)</b>	28,37	35,59	37,32	17,11

Ki = *Khaya ivorensis*; KUd = *Khaya ivorensis* + *Urochloa decumbens*; KMm = *Khaya ivorensis* + *Meghatyrsus maximus*. KSa = *Khaya ivorensis* + *Sorghum arundinaceum*. KDi = *Khaya ivorensis* + *Digitaria insularis*. KCd = *Khaya ivorensis* + *Cynodon dactylon*. CV (%): coeficiente de variação. Médias seguidas pelas mesmas letras na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. \*Ausência de letras à frente

das médias indica não significância na análise de variância a 5%.

## 6 DISCUSSÃO

A convivência com plantas daninhas durante os 105 dias iniciais do transplântio afeta negativamente o crescimento, as variáveis fisiológicas e nutricionais de *K. ivorensis*, indicando a presença de competição. Os efeitos da competição sobre espécies arbóreas, causados por plantas daninhas, são mais intensos nos dois primeiros anos após o plantio das mudas (Garau *et al.*, 2009). O crescimento de espécies arbóreas em fase inicial de desenvolvimento pode ser consideravelmente prejudicado pela competição com plantas daninhas (Maciel *et al.*, 2022). Reduções na alocação de matéria seca, no teor de nutrientes na parte aérea e na eficiência nutricional são efeitos decorrentes da competição com espécies daninhas (Bacha *et al.*, 2016).

Os menores incrementos em altura e diâmetro das mudas de *K. ivorensis* em convivência com *U. decumbens*, *M. maximus* e *S. arundinaceum*, podem ser explicados pela maior eficiência na extração de recursos de crescimento, como água e nutrientes, por essas gramíneas (Baptistella *et al.*, 2020; Colmanetti *et al.*, 2018; Gomide *et al.*, 2019). A maior eficiência na absorção e utilização destes recursos por plantas como *U. decumbens* e *M. maximus* se deve ao maior volume e profundidade de suas raízes, aumentando a superfície de contato do seu sistema radicular (Baptistella *et al.*, 2020; Gomide *et al.*, 2019). Esta limitação na utilização de recursos por *K. ivorensis* pode causar subdesenvolvimento das raízes, acarretando menor crescimento da parte aérea. Essas reduções corroboram com os resultados obtidos por Colmanetti *et al.* (2018), Bacha *et al.* (2016), Maciel *et al.* (2022) e Medeiros *et al.* (2016) para *Eucalyptus* spp.

A menor área foliar específica (AF) das mudas de *K. ivorensis* mantidas na presença dos competidores *M. maximus* e *S. arundianaceum* pode ser explicada pelo baixo conteúdo e baixa eficiência de absorção de N verificados no presente estudo. Diminuição da ramificação da parte aérea, atrofia do crescimento e inibição da expansão foliar são respostas fisiológicas intimamente ligadas à deficiência de nitrogênio (Rahayu *et al.*, 2005). Assim, a deficiência de N pode reduzir a área foliar da planta (Hermans *et al.*, 2006). A área foliar específica de mudas do híbrido *Eucalyptus urograndis* também foi reduzida em competição com *M. maximus* (Medeiros *et al.*, 2016) e em competição com gramínea do gênero *Urochloa*

(Colmanetti *et al.*, 2018).

A competição imposta por *S. arundinaceum* afeta acentuadamente a matéria seca da parte aérea (BPA) e o acúmulo de nitrogênio das mudas de *K. ivorensis*. A expansão foliar, ramificação e crescimento da parte aérea são dependentes do fornecimento de nitrogênio (Poitout *et al.*, 2018). Portanto, a redução nos valores de BPA pode ser atribuída à diminuição no crescimento da parte aérea, decorrente da redução no conteúdo de nitrogênio em *K. ivorensis* em competição com *S. arundinaceum*.

*Urochloa decumbens* e *M. maximus* apresentam maior alocação de matéria seca na parte aérea que as demais plantas daninhas testadas. *Urochloa decumbens* também apresenta maior alocação de matéria seca na raiz. O rápido crescimento e a maior agressividade na exploração dos recursos de crescimento conferem alta capacidade competitiva às gramíneas (Bacha *et al.*, 2016). Essa alta capacidade competitiva afeta negativamente as variáveis de crescimento de *K. ivorensis* sob competição com as gramíneas estudadas.

*Digitaria insularis* e *C. dactylon* apresentaram baixo acúmulo de matéria seca na parte aérea e raiz. Este fato pode explicar a baixa capacidade competitiva dessas gramíneas neste estudo, uma vez que o maior volume e profundidade das raízes de algumas gramíneas confere maior eficiência na extração de recursos (Baptistella *et al.*, 2020; Gomide *et al.*, 2019). O menor acúmulo de matéria seca na raiz e parte aérea de *D. insularis* pode ser devido ao seu crescimento inicial lento até 45 dias após a germinação (Machado *et al.*, 2006). De acordo com Bacha *et al.* (2016), Medeiros *et al.* (2016), Colmanetti *et al.* (2018) e Maciel *et al.* (2022), a competição com plantas daninhas afeta o crescimento de *Eucalyptus* sp. em crescimento inicial, corroborando os resultados obtidos neste estudo.

Os menores teores e conteúdo de nutrientes como nitrogênio e magnésio na parte aérea de *K. ivorensis* em convivência com as gramíneas testadas também podem explicar a redução na taxa fotossintética da espécie arbórea. Reduções nos teores de magnésio afetam negativamente a fotossíntese, pois este nutriente constitui o elemento central da clorofila e participa da captura e transferência de fótons para o núcleo de reação do fotossistema II (De Bang *et al.*, 2021). Já o nitrogênio está presente nos cloroplastos e nas moléculas de clorofila, sendo um elemento essencial para a fotossíntese (De Bang *et al.*, 2021).

A redução nos teores e conteúdo de N e Mg em *K. ivorensis*, em convívio com

*M. maximus*, pode ser devido a menor eficiência de absorção desses nutrientes em convivência com esta gramínea. Estes elementos são dois dos principais constituintes das moléculas de clorofila (De Bang *et al.*, 2021) e sua deficiência pode explicar os menores teores de clorofila a e b de *K. ivorensis* mantidas sob crescimento com *M. maximus*. Alencar *et al.* (2021) também verificaram redução nos teores de clorofila a e b em mudas de *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* em competição com plantas daninhas. A diminuição na absorção de N também foi relacionada à redução do teor de clorofila por Coelho *et al.* (2019).

As reduções no conteúdo relativo dos macronutrientes e a menor eficiência de absorção de N e Mg por *K. ivorensis* podem ser explicadas pela maior agressividade na exploração e maior eficiência de exploração de recursos como nutrientes por parte das gramíneas (Bacha *et al.*, 2016; Baptistella *et al.*, 2020; Colmanetti *et al.*, 2018; Gomide *et al.*, 2019). Além disso, *U. decumbens* e *M. maximus* consomem recursos além do limite necessário para seu crescimento (Sartor *et al.*, 2014; Riley *et al.*, 2019), diminuindo a disponibilidade de nutrientes para *K. ivorensis*. Reduções no conteúdo relativo de macronutrientes em espécies arbóreas em crescimento inicial também foram relatados por Lafetá *et al.* (2018) e Maciel *et al.* (2022).

O coeficiente de utilização biológica (CUB) representa a produção de matéria seca acumulada por unidade de um determinado nutriente. Portanto, é uma medida da eficiência da conversão do nutriente absorvido em biomassa (Barros *et al.*, 1995; Rosim *et al.*, 2016). O CUB é influenciado por fatores biológicos, de manejo e edafoclimáticos. Plantas com maiores valores de CUB, considerando a mesma produtividade, são mais eficientes na conversão de nutrientes em biomassa do que plantas com menores valores de CUB (Santos *et al.*, 2008). Neste estudo, os valores de CUB para P e K são maiores em *K. ivorensis* mantida sem a presença do competidor e em convivência com *M. maximus* e *U. decumbens*. Estes tratamentos também apresentam maiores valores de matéria seca da raiz de *K. ivorensis*. Fatores como morfologia das raízes, eficiência radicular e extensão do sistema radicular interferem nos processos do CUB (Novais *et al.*, 2007). Portanto, a maior alocação de matéria seca na raiz de *K. ivorensis* nessas situações pode explicar os maiores valores de CUB.

A menor eficiência de absorção de nitrogênio por mudas de *K. ivorensis* mantidas em convivência com *M. maximus* e de magnésio com *U. decumbens* e *S. arundinaceum* pode ser explicada pelo maior desenvolvimento do sistema radicular

dessas gramíneas. Neste estudo, *U. decumbens* e *M. maximus* apresentaram os maiores acúmulos de matéria seca nas raízes durante os 105 dias de convivência com *K. ivorensis*. Essas gramíneas são mais eficientes na absorção de nutrientes em razão do maior volume e profundidade de suas raízes, grande volume de raízes finas e desenvolvimento radicular em grandes ângulos, aumentando a superfície de contato do sistema radicular (Baptistella *et al.*, 2020; Colmanetti *et al.*, 2018; Gomide *et al.*, 2019; Huot *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2020).

## 7 CONCLUSÕES

A convivência com plantas daninhas afeta negativamente variáveis fisiológicas e nutricionais de *K. ivorensis* em fase inicial de desenvolvimento, confirmando a competição por nutrientes.

A presença de *M. maximus*, *U. decumbens*, *S. arundinaceum* e *D. insularis* afeta as variáveis de crescimento das mudas de *K. ivorensis*. Entretanto, *C. dactylon* não afeta o crescimento da espécie arbórea.

A convivência com *M. maximus* é mais prejudicial ao desenvolvimento das mudas de *K. ivorensis* em comparação as demais gramíneas estudadas.

## 8 REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C. Manual de análise de fertilizantes. Piracicaba: Fealq, 1:259, 2009.

ALENCAR, B. T. B., FERREIRA, E. A., DUQUE, T. S., MACIEL, J. C., SILVA, M. S. C. da, SOUZA, J. B. de, MENDES, D. S., CUSTÓDIO, D. K., CABRAL, C. M., SAMPAIO, R. A. Efeito da umidade do solo na fisiologia do eucalipto em competição com plantas daninhas. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, p. e36010817256–e36010817256, 14 jul. 2021. DOI: <http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v10i8.17256>

BACHA, A. L., PEREIRA, F. C. M., PIRES, R. N., NEPOMUCENO, M. P., ALVES, P. L. da C. A. A. Interference of seeding and regrowth of signalgrass weed (*Urochloa decumbens*) during the initial development of *Eucalyptus urograndis* (*E. grandis* × *E. urophylla*). **Australian Journal of Crop Science**, v. 10, n. 3, p. 322–330, 20 mar. 2016. DOI: <http://dx.doi.org/10.21475/ajcs.2016.10.03.p6995>

BAPTISTELLA, J. L. C., ANDRADE, S. A. L. de, FAVARIN, J. L., MAZZAFERA, P. *Urochloa* in Tropical Agroecosystems. **Frontiers in Sustainable Food Systems**, v. 4, p. 119, 5 ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.3389/fsufs.2020.00119>

BARROS, N.F.; NOVAIS, R.F.; TEIXEIRA, J.L. & FERNANDES FILHO, E.I. NUTRICALC 2.0 - Sistema para cálculo del balance nutricional y recomendación de fertilizantes para el cultivo de eucalipto. **Bosque**, 16:129-131, 1995. DOI:

10.4206/bosque.1995.v16n1-16

BREMNER, J. M. Total nitrogen. In: Black, C. A. (ed). Method of soil analysis. 1149-1178. Madison: American Society of Agronomy, 1965.

BRESCIANO, D.; GLISON, N.; LEZAMA, F. Efectos alelopáticos de plantas de *Cynodon dactylon* L. en praderas naturales invadidas. **Ecología Austral**, v. 32, n. 2, p. 444–452, jun. 2022. DOI: <https://doi.org/10.25260/EA.22.32.2.0.1783>

CAPORAL, F. J. M.; BOLDRINI, I. I. Florística e fitossociologia de um campo manejado na Serra do Sudeste, Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Biociências**, v. 5, n. 2-3, p. 37-44, 2007.

CASAROLI, D., ROSA, F. de O., JÚNIOR, J. A., EVANGELISTA, A. W. P., BRITO, B. V., PENA, D. S. Aptidão edafoclimática para o mogno-africano no Brasil. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 1, p. 357–368, 2 abr. 2018. <https://doi.org/10.5902/1980509831606>

COELHO, C. G., DALVI, L. P., OLIVEIRA, L. S. G., OLIVEIRA, F. L. Production and nutrient accumulation of common bean cultivars under competition with weed. **Planta Daninha**, v. 37, p. e019214474, 2019. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582019370100151>

COLMANETTI, M. A. A.; BACHA, A.L.; ALVES, P.L da C e PAULA, C. Effect of increasing densities of *Urochloa brizantha* cv. Marandu on *Eucalyptus urograndis* initial development in silvopastoral system. **Journal of Forestry Research**, v. 30, n. 2, p. 537–543, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11676-018-0635-4>

COSTA, A. G. F. BACHA, A. L., PIRES, R. N., PAVANI, M. C. M. D., ALVES, P. L. C. A. Interferência de *Commelina benghalensis* no crescimento inicial de *Eucalyptus grandis* no inverno e no verão. **Ciência Florestal**, v. 31, n. 2, p. 590–606, 1 jun. 2021. <https://doi.org/10.5902/1980509825556>

COSTA, L.; FAUSTINO, L. I.; GRACIANO, C. The spatial distribution of phosphate in the root system modulates N metabolism and growth in *Eucalyptus grandis* young plants. **Trees**, v. 31, n. 1, p. 247–257, fev. 2017. DOI: [10.1007/s00468-016-1480-8](https://doi.org/10.1007/s00468-016-1480-8)

CUNHA, T. Q. G. D., SANTOS, A. C., NOVAES, E., HANSTED, A. L. S. *Eucalyptus* expansion in Brazil: Energy yield in new forest frontiers. **Biomass and Bioenergy**, v. 144, p. 105900, jan. 2021. DOI: [10.1016/j.biombioe.2020.105900](https://doi.org/10.1016/j.biombioe.2020.105900)

DE BANG, T. C., HUSTED, S., LAURSEN, H. K., PERSSON, D. P., SCHJOERRING, J. K. The molecular–physiological functions of mineral macronutrients and their consequences for deficiency symptoms in plants. **New Phytologist**, v. 229, n. 5, p. 2446–2469, mar. 2021. DOI: <https://doi.org/10.1111/nph.17074>

DO NASCIMENTO MAÊDA, S. M., COSTA, I. P. de A., GOMES, C. F. S., SANTOS, M. dos, MOTA, I. S. da, TEIXEIRA, L. F. H. de S. de B. Economic and edaphoclimatic evaluation of Brazilian regions for African mahogany planting - an approach using the SAPEVO-M-NC ordinal method. **Procedia Computer Science**, v. 199, p. 323–330, 2022. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.procs.2022.01.196>

EVANGELISTA, A. W. P., MORAES-RANGEL, A. C. da, LUNZ, A. M., SANTOS, A. M., AGUIAR, A. V., RIBEIRO, A., FILHO, A. C. F., FILHO, A. N. K., BRITO, B. V. de, BORGES, C. T., REIS, C. A. F. R., ESCAQUETE, D., CASAROLI, D. PENA, D. S., OLIVEIRA, E. B., FURTADO, E. L., CIRIELLO, E., ROSA, F. O. de, VIDAURRE, G. B., SILVA, J. A. da, SILVA, J. G. M. da, JÚNIOR, J. A., BENSO, L. A., MESQUITA, M., BATTISTI, R., BARREIRA, S. Mogno-africano (*Khaya* spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no Brasil, 1.ed. Brasília, DF: Embrapa, 2019. Disponível em: <https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1112698/mogno-africano-khaya-spp-atualidades-e-perspectivas-do-cultivo-no-brasil> . Acesso em 04 de maio de 2023.

FERREIRA, E. B.; CAVALCANTI, P. P.; NOGUEIRA, D. A. ExpDes: An R Package for ANOVA and Experimental Designs. **Applied Mathematics**, v. 05, n. 19, p. 2952–2958, 2014. DOI: <http://dx.doi.org/10.4236/am.2014.519280>

FERREIRA, G. L., SOUZA, M. F. de, QUEIROZ, G. P. de, FERREIRA, L. R. Physiological characteristics of *eucalyptus* in association with signal grass. **Australian Forestry**, v. 79, n. 3, p. 203–207, 2 jul. 2016. DOI: [10.1080/00049158.2016.1177697](https://doi.org/10.1080/00049158.2016.1177697)

GARAU, A. M.; GHERSA, C.M.; LEMCOFF, J.H; BARAÑAO, J.J. Weeds in *Eucalyptus globulus* subsp. maidenii (F. Muell) establishment: effects of competition on sapling growth and survivorship. **New Forests**, v. 37, n. 3, p. 251–264, maio 2009. DOI: [10.1007/s11056-008-9121-8](https://doi.org/10.1007/s11056-008-9121-8)

GARCÍA, S., GUIDO, A., PEZZANI, F., LATTANZI, F. A. Invasion strategies of *Cynodon dactylon*: Competitive ability under low-nutrient conditions. **Austral Ecology**, v. 48, n. 6, p. 1107–1120, set. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1111/aec.13341>

GOMIDE, C. A. M., PACIULLO, D., MORENZ, M. J. F., COSTA, I. A. Productive and morphophysiological responses of *Panicum maximum* Jacq. cv. BRS Zuri to timing and doses of nitrogen application and defoliation intensity. **Grassland Science**, v. 65, n. 2, p. 93–100, abr. 2019. DOI: [10.1111/grs.12226](https://doi.org/10.1111/grs.12226)

HAGEMANN, T. R., BENIN, G., LEMES, C., MARCHESE, J. A., MARTIN, T. N., PAGLIOSA, E. S., BECHE, E. Potencial alelopático de extratos aquosos foliares de aveia sobre azevém e amendoim-bravo. **Bragantia**, v. 69, n 3, p. 509-518, 2010. <https://doi.org/10.1590/S0006-87052010000300001>

HERMANS, C., HAMMOND, J. P., WHITE, P. J., VERBRUGGEN, N. How do plants respond to nutrient shortage by biomass allocation? **Trends in Plant Science**, v. 11, n. 12, p. 610–617, dez. 2006. <https://doi.org/10.1016/j.tplants.2006.10.007>

HIJANO, N., ORZARI, I., COLOMBO, W. L., NEPOMUCENO, M. P., ALVES, P. L. da C. A. Interferência: conhecer para usá-la a nosso favor. In: BARROSO, A. A. M.; MURATA, A. T. Matologia: estudos sobre plantas daninhas. Jaboticabal: Editora fábrica da Palavra, 2021. P. 106-144.

HOROWITZ, M. Competitive Effects of Three Perennial Weeds, *Cynodon Dactylon* (L.) Pers., *Cyperus Rotundus* L. and *Sorghum Halepense* (L.) Pers., on Young Citrus.

**Journal of Horticultural Science**, v. 48, n. 2, p. 135–147, jan. 1973.

HUOT, C., ZHOU, Y., PHILP, J. N. M., DENTON, M. D. Root depth development in tropical perennial forage grasses is related to root angle, root diameter and leaf area. **Plant and Soil**, v. 456, n. 1–2, p. 145–158, nov. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1007/s11104-020-04701-2>

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES. **IBA**: Indústria Brasileira de Árvores. São Paulo, SP, 2021. 176p. Relatório Ibá 2021. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorioiba2021-compactado.pdf>. Acesso em: setembro de 2022.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES. **IBA**: Indústria Brasileira de Árvores. São Paulo, SP, 2022. 96p. Relatório Ibá 2022. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2022-compactado.pdf>. Acesso em: setembro de 2023.

INSTITUTO BRASILEIRO DE ÁRVORES. **IBA**: Indústria Brasileira de Árvores. São Paulo, SP, 2023. 91p. Relatório Ibá 2023. Disponível em: <https://iba.org/datafiles/publicacoes/relatorios/relatorio-anual-iba2023-r.pdf> Acesso em: janeiro de 2024.

IUCN. International Union for Conservation of Nature and Natural Resources. IUCN Red List. Cambridge, [2018]. Disponível em: <https://www.iucnredlist.org/species/32234/9689954#assessment-information>. Acesso em: 12 ago. 2023.

LAFETÁ, B. O., SANTANA, R. C., NOGUEIRA, G. S., NEVES, J. C. L., PENIDO, T. M. A. Eficiência de utilização de macronutrientes em eucalipto por método não destrutivo estimados por redes neurais artificiais. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 613–623, 29 jun. 2018. <https://doi.org/10.5902/1980509832049>

LEMMENS, R. H. M. J. *Khaya ivorensis*. In: LOUPPE, D.; OTENG AMOAKO, A. A.; BRINK, M. (Ed.). **Plant resources of tropical Africa**. Wageningen: PROTA Foundation, 2008. Disponível em: [https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya\\_ivorensis\\_\(PROTA\)](https://uses.plantnet-project.org/en/Khaya_ivorensis_(PROTA)) . Acesso em: 21 mai. 2023.

LINDER, H. P., LEHMANN, C. E. R., ARCHIBALD, S., OSBORNE, C. P., RICHARDSON, D. M. Global grass (Poaceae) success underpinned by traits facilitating colonization, persistence and habitat transformation. **Biological Reviews**, v. 93, n. 2, p. 1125–1144, maio 2018. DOI: [10.1111/brv.12388](https://doi.org/10.1111/brv.12388)

LORENZI, H. Plantas daninhas do Brasil: terrestres, aquáticas, parasitas e tóxicas. 4. ed. Nova Odessa: Plantarum, 2008. 640p.

MACHADO, A. F. L., FERREIRA, I. R., FERREIRA, F. A., FIALHO, C. M. T., TUFFI SANTOS, L. D., MACHADO, M. S. Análise de crescimento de *Digitaria insularis*. **Planta Daninha**, v. 24, n. 4, p. 641–647, dez. 2006. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582006000400004>



MACIEL, J.C.; DUQUE, T. S; FERREIRA, E. A; ZANUNCIO, J. C; PLATA, R., A; SILVA, V. P; SILVA, D. V; FERNANDES, B. C. C; BARROS, J. A. P; DOS SANTOS, J.B. Growth, Nutrient Accumulation, and Nutritional Efficiency of a Clonal Eucalyptus Hybrid in Competition with Grasses. **Forests**, v. 13, n. 8, p. 1157, 22 jul. 2022. <https://doi.org/10.3390/f13081157>

MARTINS, F. B., GONZAGA, G., SANTOS, D. F. dos, REBOITA, M. S. Classificação climática de köppen e de thornthwaite para minas gerais: cenário atual e projeções futuras. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 1, 8 nov. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5380/abclima.v1i0.60896>

MAPA (Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento). 2018. Portaria N° 112, de 8 de Outubro de 2018. Diário Oficial da União 198: 4. Disponível em: <https://www.gov.br/mme/pt-br/arquivos/do-15-10-2018-s1.pdf>

MEDEIROS, W. N.; MELO, C. A. D.; TIBURCIO, R. A. S.; Silva, G. S.; MACHADO, A. F. L.; Santos, L. D. T.; Ferreira, F. A. Initial growth and nutrient concentration in *Eucalyptus urophylla* x *Eucalyptus grandis* clones under weed interference. **Ciência Florestal**, v. 26, n. 1, p. 147–157, 31 mar. 2016. <http://dx.doi.org/10.5902/1980509821099>

MENDES, K. F.; DA SILVA, A. A. Plantas daninhas: biologia e manejo. Oficina de Textos, 2022.

NOVAIS, R. F., ALVAREZ, V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B., & NEVES, J. C. L. (2007). Fertilidade do solo (1. ed.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo.

NOVAIS, R. F.; NEVES, J. C. L.; BARROS, N. F. Ensaio em ambiente controlado. In: OLIVEIRA, A. J.; GARRIDO, W. E.; ARAÚJO, J. D.; LOURENÇO, S., eds. Métodos de pesquisa em fertilidade do solo. Brasília, EMBRAPA-SEA, 1991. p.189-254.

OLIVEIRA, A. R.; FREITAS, S. P. Levantamento fitossociológico de plantas daninhas em áreas de produção de cana-de-açúcar. **Planta Daninha**, v. 26, n. 1, p. 33–46, mar. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582008000100004>

PELLENS, G. C., LESSA, P. R., SCHORN, L. A., FENILLI, T. A. B. Influência da matocompetição em povoamentos jovens de *Pinus taeda* L. **Ciência Florestal**, v. 28, n. 2, p. 495–504, 29 jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.5902/1980509832030>

PINHEIRO, A.L., COUTO, L., PINHEIRO, D.T., BRUNETTA, J. M. F. C. Ecologia, silvicultura e tecnologia de utilizações dos mognos-africanos (*Khaya* ssp.). Viçosa: Sociedade Brasileira de Agrossilvicultura; 2011.

PITELLI, R. A. Competição entre plantas daninhas e plantas cultivadas. In: MONQUEIRO, P.A. Aspectos da biologia e manejo de plantas daninhas. São Carlos, SP: RiMa, 2014. p. 61-81.

POITOUT, A., CRABOS, A., PETRIK, I., NOVAK, O., KROUK, G., LACOMBE, B., RUFFEL, S. Responses to Systemic Nitrogen Signaling in Arabidopsis Roots Involve

*trans*-Zeatin in Shoots. **The Plant Cell**, v. 30, n. 6, p. 1243–1257, jun. 2018. DOI: <https://doi.org/10.1105/tpc.18.00011>

PONTES, L. da S., BALDISSERA, T. C., GIOSTRI, A. F., STAFIN, G., dos SANTOS, B. R. C., CARVALHO, P. C. de F. Effects of nitrogen fertilization and cutting intensity on the agronomic performance of warm-season grasses. **Grass and Forage Science**, v. 72, n. 4, p. 663–675, dez. 2017. DOI: [10.1111/gfs.12267](https://doi.org/10.1111/gfs.12267)

PRACIAK, A.; PASIECZNIK, N.; SHEIL, D.; VAN HEIST, M.; SASSEN, M.; CORREIA, C. S.; DIXON, C.; FYSON, G.; RUSHFORD, K.; TEELING, C. (Ed.). *The CABI encyclopedia of forest trees*. Oxfordshire: CABI, 2013. 523 p.

RAHAYU, Y. S., WALCH-LIU, P., NEUMANN, G., ROMHELD, V., WIRÉN, N. von, BANGERTH, F. Root-derived cytokinins as long-distance signals for NO<sub>3</sub>--induced stimulation of leaf growth. **Journal of Experimental Botany**, v. 56, n. 414, p. 1143–1152, 21 fev. 2005. DOI: <https://doi.org/10.1093/jxb/eri107>

ROSIM, C. C.; HISING, T. Y.; PAULA, R. C. Nutrient Use Efficiency in Interspecific Hybrids of Eucalypt. **Revista Ciência Agronômica**, vol. 47, nº 3, 2016, p. 540–47. DOI: <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20160065>

R CORE TEAM, 2023. *A language and Environment for Statistical Computing*.

REIS, C. A. F.; KALIL FILHO, N.A.; AGUIAR, A.V.; MORAES-RANGEL, A.C. 2019. Caracterização das espécies pertencentes ao gênero *Khaya* de interesse no Brasil. In: *Mogno-africano (Khaya spp.): atualidades e perspectivas do cultivo no brasil*. Brasília, DF. Embrapa, p. 12-49.

RIBEIRO, A.; FERRAZ FILHO, A. C.; SCOLFORO, J. R. S. O Cultivo do Mogno Africano (*Khaya* spp.) e o Crescimento da Atividade no Brasil. **Floresta e Ambiente**, v. 24, n. 0, 2017. DOI: <http://dx.doi.org/10.1590/2179-8087.076814>

RICE, E. L. *Allelopathy*. 2. Ed. Orlando: Academic Press, 1984. 422p.

RILEY, R. C., CAVAGNARO, T. R., BRIEN, C., SMITH, F. A., SMITH, S. E., BERGER, B., GARNETT, T., STONOR, R., SCHILLING, R. K., CHEN, Z., POWELL, J. R. Resource allocation to growth or luxury consumption drives mycorrhizal responses. **Ecology Letters**, v. 22, n. 11, p. 1757–1766, nov. 2019. DOI: [10.32942/osf.io/s34bn](https://doi.org/10.32942/osf.io/s34bn)

SANTOS, F. C. D., NEVES, J. C. L., NOVAIS, R. F., ALVAREZ, V. H., SEDIYAMA, C. S. Modelagem da recomendação de corretivos e fertilizantes para a cultura da soja. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 4, p. 1661–1674, ago. 2008. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-06832008000400031>

SARTOR, L. R., ASSMANN, T. S., SOARES, A. B., ADAMI, P. F., ASSMAN, A. L.; ORTIZ, S. Avaliação do estado nutricional da pastagem: Índice nutricional de nitrogênio. **Semina Ciências Agrárias**, 2014, 35, 449-456. DOI: <https://doi.org/10.5433/1679-0359.2014v35n1p449>

SIDDIQI, M. Y.; GLASS, A. D. M. Utilization index: A modified approach to the

estimation and comparison of nutrient utilization efficiency in plants. **Journal of Plant Nutrition**, v. 4, n. 3, p. 289–302, jan. 1981. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904168109362919>.

SILVA, T. F., FERREIRA, B. G., ISAIAS, R. M. dos S., ALEXANDRE, S. S., FRANÇA, M. G. C. Immunocytochemistry and Density Functional Theory evidence the competition of aluminum and calcium for pectin binding in *Urochloa decumbens* roots. **Plant Physiology and Biochemistry**, v. 153, p. 64–71, ago. 2020. DOI: <https://doi.org/10.1016/j.plaphy.2020.05.015>

SILVA, A. A., FERREIRA, F. A., FERREIRA, L. R., SANTOS, J. B. dos. Biologia de Plantas Daninhas. In: SILVA, A. A.; SILVA, J. F. Tópicos em manejo de plantas daninhas. Viçosa - MG, Ed. UFV, 2007.

SOARES, P. R.; GALHANO, C.; GABRIEL, R. Alternative methods to synthetic chemical control of *Cynodon dactylon* (L.) Pers. A systematic review. *Agronomy for Sustainable Development*, v. 43, n. 4, p. 51, ago. 2023. DOI: <https://doi.org/10.1007/s13593-023-00904-w>

SWIADER, J. M.; CHYAN, Y.; FREIJI, F. G. Genotypic differences in nitrate uptake and utilization efficiency in pumpkin hybrids 1. **Journal of Plant Nutrition**, v. 17, n. 10, p. 1687–1699, set. 1994. DOI: <https://doi.org/10.1080/01904169409364840>

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEM, H.; VOLKWEISS, S. J. Análises de solo, plantas e outros materiais. Porto Alegre: UFRGS, 1995.

TUFFI SANTOS, L. D.; MENDES, L. R.; DUARTE, E. R.; GLORIA, J. R.; ANDRADE, J. M.; CARVALHO, L. R.; PEREIRA SALES, N. L. Manejo de plantas daninhas em áreas florestais. In: Montes Claros: Institutos de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

TUFFI SANTOS, L. D., CARDOSO FILHO, O., SANTOS JÚNIOR, A., SANT'ANNA-SANTOS, B. F., FELIX, R. C., LEITE, F. P. Floristic and structural variation of weeds in eucalyptus plantations as influenced by relief and time of year. **Planta Daninha**, v. 31, n. 3, p. 491–499, set. 2013. DOI: <https://doi.org/10.1590/S0100-83582013000300001>