UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

“Alterações anatômicas e fisiológicas em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker, sob diferentes condições luminosas e nutricionais”

Daniele Ribeiro Contin

Dissertação apresentada à
Faculdade de Filosofia, Ciências e
Letras de Ribeirão Preto da USP, como
parte das exigências para a obtenção
do título de Mestre em Ciências, Área:
Biologia Comparada

RIBEIRÃO PRETO - SP

2009

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FFCLRP - DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM BIOLOGIA COMPARADA

“Alterações anatômicas e fisiológicas em plantas de *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker, sob diferentes condições luminosas e nutricionais”

Daniele Ribeiro Contin

Orientador: Carlos Alberto Martinez y Huaman

Dissertação apresentada à
Faculdade de Filosofia, Ciências e
Letras de Ribeirão Preto da USP, como
parte das exigências para a obtenção
do título de Mestre em Ciências, Área:
Biologia Comparada

RIBEIRÃO PRETO - SP

2009

DEDICO

Aos que respeitam e preservam a natureza

“Os poderosos podem matar uma, duas ou três rosas,
mas jamais conseguirão deter a primavera inteira”

Che Guevara

“Logo que comunicamos os nossos conhecimentos,
deixamos de gostar deles suficientemente”

Friedrich Nietzsche

“Se você quer transformar o mundo,
experimente primeiro promover o seu aperfeiçoamento pessoal
e realizar inovações no seu próprio interior”

Dalai Lama

Agradecimentos

A Capes pela bolsa concedida.

Ao Programa de Pós-Graduação em Biologia Comparada e a Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras pela oportunidade.

Ao Prof. Carlos Alberto Martinez y Huaman pela oportunidade e confiança para a realização deste trabalho e pela orientação concedida nestes anos.

Aos meus companheiros e amigos de Laboratório pela grande amizade, apoio, paciência e carinho: À Hilda (mamis), obrigada por toda ajuda, pela paciência com meus telefonemas e dúvidas cruéis, desculpa pela noite “em claro” mas sem você eu não seria qualificada. A Vivi, por toda sua alegria e companheirismo nas madrugadas e noites no laboratório, e por compartilhar do desespero, e por contribuir com os carotenóides. A Andressa, por sua amizade dentro e fora do laboratório, pela ajuda neste trabalho, e claro... esse ano o primeiro lugar é nosso. Ao Eduardo e Zé, pela amizade, pelos 200 vasos enchidos, e principalmente, pelos momentos de alegria e diversão que vocês sempre proporcionaram no laboratório. Aos novatos, Lincoln, e suas soluções “computacionais” e Lili, sempre animadíssima, obrigada pelo apoio e amizade.

À técnica Vani Maria Alves Correia pela ajuda e por disponibilizar o laboratório para as análises anatômicas, mas, principalmente pela amizade, carinho e conselhos.

Ao Professor Rodrigo Augusto Santinelo Pereira pela correção do relatório e aos professores Emerson Ricardo Pansarin e João Atílio Jorge pelas sugestões concedidas ao trabalho.

Ao Professor Milton Groppo Júnior e a técnica Maria Helena, pela ajuda com o material e esclarecimento de dúvidas.

A professora Silvana Giuliatti, pela ajuda com a estatística.

A professora Elenice de Cássia Conforto, que me fez gostar tanto de fisiologia vegetal,
obrigada pela amizade

Ao jardineiro Cleudo pela ajuda e amizade.

Aos amigos conquistados nestes dois anos: Juzinha, Liana, Cris (vamos graduar?), Juliana, Marcelo, Nilton, Liana, Ronai, Michael, Alison, Carlos, Sérgio, Gustavo, Viviane, Cláudia
obrigado pelo apoio e por todos os momentos alegres que passamos juntos.

À todos os amigos e técnicos da Botânica pelo convívio e a amizade.

A Edson, pelo carinho, apoio, companheirismo, e claro por todos os vasos carregados e
obrigada por fazer parte da minha vida.

Aos meus pais Edna e Humberto, pelo seu amor, sua dedicação, e permitir a realização de
mais um etapa.

A minha irmã Michele, obrigada pelas correções e lanchinhos...

A todos meus familiares pelo carinho e amor e por compreenderem minhas ausências.

E a todos os meus eternos amigos, que não foram citados, agradeço por estarem sempre do
meu lado e por compreenderem minha ausência.

Enfim, a todos que de alguma forma contribuíram para que este trabalho fosse realizado!

Meu Muito Obrigada!!!

SUMÁRIO

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

RESUMO GERAL

ABSTRACT

1. INTRODUÇÃO	16
2. HIPÓTESE	19
3. OBJETIVOS.....	19
4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	20
4.1. Fitoterapia.....	20
4.2. Família Asteraceae.....	21
4.3. Gênero <i>Mikania</i>.....	22
4.4. <i>Mikania glomerata</i> Sprengel e <i>Mikania laevigata</i> Schultz Bip. Ex Baker.....	24
4.5. Respostas Fisiológicas.....	26
4.5.1. Radiação Solar.....	27
4.5.2. Nutrição Vegetal.....	29
5. MATERIAL E MÉTODOS.....	31
5.1. Material Vegetal.....	31
5.2. Condições de Cultivo.....	31
5.3. Período do Experimento.....	31
5.4. Tratamentos.....	32
5.5. Solo.....	33
5.6. Avaliações.....	34

5.6.1. <i>Parâmetros de Trocas Gasosas</i>	34
5.6.2. <i>Monitoramento da fluorescência</i>	35
5.6.3. <i>Concentração de pigmentos fotossintéticos</i>	36
5.6.4. <i>Estudos Anatômicos</i>	37
5.6.4.1. <u>Corte Transversal</u>	37
5.6.4.2. <u>Epiderme</u>	38
5.6.5. <i>Estudo foliar</i>	39
5.6.6. <i>Partição de Matéria Seca</i>	39
5.6.7. <i>Teor de nutrientes foliar</i>	40
5.7. Delineamento Experimental	40
5.8. Análise dos dados	40
6. RESULTADOS	41
6.1. Trocas Gasosas	41
6.2. Fluorescência da Clorofila	54
6.3. Concentração de Pigmentos Fotossintéticos	65
6.4. Anatomia Foliar	72
6.4.1. <i>Espessura da Folha</i>	72
6.4.2. <i>Estômatos</i>	76
6.5. Área Foliar Total, Área Foliar Específica, Massa Foliar Específica, e Número de Folhas	81
6.6. Massa seca e Partição de Biomassa	88
6.7. Concentração de Nutrientes nas Folhas	96
7. DISCUSSÃO	98

8. CONCLUSÕES.....	111
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	112
10. ANEXOS.....	123

LISTA DE ABREVIATURAS E SÍMBOLOS

<i>A</i>	Fotossíntese líquida por unidade de área ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
<i>A 480</i>	Absorbância a 480 nm
<i>A 645</i>	Absorbância a 645 nm
<i>A 663</i>	Absorbância a 663 nm
<i>AF</i>	Área foliar total (dm^2)
<i>AFE</i>	Área foliar específica ($\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$)
<i>Car</i>	Carotenóides ($\mu\text{mol g}^{-1}$)
<i>Car/Chl</i>	Razão carotenóides/clorofila total
<i>Chl a</i>	Clorofila a ($\mu\text{mol g}^{-1}$)
<i>Chl a/Chl b</i>	Razão clorofila a/clorofila b
<i>Chl a+b</i>	Clorofila total ($\mu\text{mol g}^{-1}$)
<i>Chl b</i>	Clorofila b ($\mu\text{mol g}^{-1}$)
<i>Ci</i>	Concentração de CO_2 na câmara subestomática (mmol mol^{-1})
<i>CO₂</i>	Gás carbônico
<i>CTC</i>	Capacidade de troca catiônica
<i>DE</i>	Densidade estomática
<i>E</i>	Taxa de transpiração ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
<i>EAb</i>	Epiderme abaxial (μm)
<i>EAd</i>	Epiderme adaxial (μm)
<i>EIT</i>	Eficiência instantânea da transpiração (A/E) ($\mu\text{mol mmol}^{-1}$)
<i>EiUA</i>	Eficiência intrínseca do uso da água (A/g_s) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$)
<i>EL</i>	Espessura do limbo (μm)
<i>FFFA</i>	Fluxo de fótons fotossinteticamente ativos ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)
<i>Fm</i>	Fluorescência máxima
<i>Fv</i>	Fluorescência variável
<i>Fv/Fm</i>	Eficiência quântica máxima do fotossistema II
<i>gs</i>	Condutância estomática ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$)

<i>IE</i>	Índice estomático
<i>IRGA</i>	Analizador de gases no infravermelho
<i>MFE</i>	Massa foliar específica (g dm ⁻²)
<i>MO</i>	Matéria orgânica
<i>MSC</i>	Massa seca de caule (g)
<i>MSF</i>	Massa seca de folhas (g)
<i>MSP</i>	Massa seca de pecíolos (g)
<i>MSR</i>	Massa seca de raízes (g)
<i>MST</i>	Massa seca total (g)
<i>PL</i>	Parênquima lacunoso (μm)
<i>PP</i>	Parênquima paliçádico (μm)
<i>PS I</i>	Fotossistema I
<i>PS II</i>	Fotossistema II
<i>R/PA</i>	Razão raiz/parte aérea
<i>Rubisco</i>	Ribulose-1,5-bifosfato carboxilase/oxigenase
<i>Tfol</i>	Temperatura foliar (°C)
<i>UR</i>	Umidade relativa do ar (%)

RESUMO GERAL

Plantas medicinais (fitoterápicos) têm uma longa história nos tratamentos de várias desordens de saúde. Nos últimos anos, por suas propriedades medicinais, o interesse no uso de *Mikania*, um gênero da família Asteraceae, como alternativa ou terapia complementar tem crescido notavelmente. Especificamente, duas espécies de *Mikania*, *M. glomerata* e *M. laevigata*, amplamente conhecidas como "guaco" são utilizados para tratar febre, asma, bronquite e outras doenças respiratórias, devido ao seu teor de cumarina, o principal componente desta planta. No entanto, devido à excessiva exploração humana, estas espécies de *Mikania* se tornaram espécies ameaçadas. O objetivo do presente estudo foi determinar o melhor ambiente para o crescimento de *M. glomerata* e *M. laevigata*, quantificando os efeitos de quatro tratamentos de radiação, pleno sol e 25, 50 e 75% de interferência da radiação e de duas condições nutricionais do solo, fertilizado e não fertilizado, sobre o teor de clorofila, fluorescência da clorofila, trocas gasosas, anatomia foliar e produção de biomassa vegetal. Os níveis de irradiância e as condições nutricionais do solo afetaram significativamente o crescimento e as respostas fisiológicas das plantas de ambas as espécies *Mikania*. As plantas que cresceram à sombra apresentaram menores taxas fotossintéticas, enquanto as plantas sob maior radiação apresentaram maiores taxas fotossintéticas e condutância estomática. A redução da intensidade luminosa em 75% resultou em irradiação insuficiente para manter a fotossíntese, influenciando o balanço de carbono e, conseqüentemente, causando um declínio no crescimento e produtividade das plantas. A fotoinibição, avaliada como a razão F_v/F_m , ocorreu somente em plantas crescidas sob pleno sol e 25% da radiação interferência durante o pico mais alto de radiação e temperatura. As maiores concentrações de clorofila, independentemente da adubação, ocorreram em plantas sob 75% da radiação interferência. A espessura da lâmina foliar diminuiu com o aumento da interferência da radiação. As folhas de *M. glomerata* que não receberam adubação apresentaram, no final do experimento, maior espessura do limbo do que as plantas adubadas nas condições 0 e 25% de interferência da radiação, enquanto que *M. laevigata* não adubadas apresentaram maior espessura do limbo sob 25 e 50% de interferência da radiação. A densidade estomática aumentou com baixa radiação interferências, e em *M. glomerata* foi maior em plantas sem adubação. A massa seca total foi maior em plantas sob maior intensidade luminosa, e em plantas adubadas. O uso de fertilizantes e pouco sombreamento é a melhor recomendação para uma maior produção de massa seca, especialmente de folhas, que é o material utilizado na fitoterapia. Em virtude da baixa capacidade de aclimação a elevado sombreamento destas espécies de *Mikania*, áreas cultivadas com intensidade luminosa menor do que 50% de luz ambiente irão diminuir a produtividade. Assim, para fins agrícolas, a fim de obter rendimentos elevados, a partir dos resultados desta pesquisa se recomenda o uso de aproximadamente 25% da interferência da radiação para *M. laevigata* e indistintamente, o cultivo em pleno sol ou interferência da radiação de 25% para *M. glomerata*.

Palavras-chave: fotossíntese, adubação, interferência da radiação, fluorescência da clorofila, biomassa, anatomia foliar

ABSTRACT

Medicinal plants (phytotherapies) have a long history as treatments for several health disorders. In recent years, interest in the use of *Mikania*, a genus of the Asteraceae family, as alternative or complementary therapies for its medicinal properties has grown notably. Specifically, two *Mikania* species, *M. glomerata* e *M. laevigata*, widely know as “guaco” are used to treat fever, asthma, bronchitis and other respiratory diseases due to its content in coumarin, the main constituent of this plant. However, due to human overexploitation these *Mikania* species have become endangered species. The objective of the present study was to determine the optimum environment for the growth of *M. glomerata* and *M. laevigata*, by quantifying the effects of four light treatments, full sun and 25, 50 and 75% light interference and two soil nutrient conditions, fertilized and unfertilized, on the chlorophyll content, chlorophyll fluorescence, gas exchange, leaf anatomy and plant biomass production. Light irradiance levels and soil nutrient conditions significantly affected the growth and physiological responses of both *Mikania* species. The plants that grew in the shade presented lower photosynthetic levels, while the plants under higher radiation had larger photosynthetic rates and stomatal conductance. Light intensity reductions greater than that of 75% shade resulted in insufficient irradiation to maintain photosynthesis, influencing carbon balance and consequently leading to a decline in plant growth and productivity. The photoinhibition, evaluated at the rate F_v/F_m , occurred only in plants grown under full sun and 25% of radiation interference during the highest peak of radiation and temperature. The larger concentrations of chlorophyll, regardless fertilizing, occurred in plants under 75% of radiation interference. The thickness of the leaf blade decreased significantly with the increase of radiation interference. However, the *M. glomerata* leaves that were no fertilized presented, at the end of the experiment, bigger leaf blade thickness than the fertilized plants under 0 and 25% interference radiation conditions, while unfertilized *M. laevigata* had bigger leaf blade thickness under 25 and 50% interference radiation. The stomatal density enlarged under lower radiation interference, and in *M. glomerata* it was bigger in unfertilized plants. The total dry mass was bigger in plants under higher light intensity and in fertilized plants. The use of fertilizing and little protection to radiation is the best recommendation to a bigger production of dry mass, especially of leaves, that is the material used in phytotherapie. In view of the low shade acclimation capacity of these *Mikania* species, light intensity of cultivated areas with less than that of 50% ambient light will decrease the productivity. Thus, for agricultural purposes, in order to obtain high yields, the results of this study suggest trying to achieve approximately 25% ambient light interference with a shade net for *M. laevigata* and indistinctively, the cultivation under full sun or 25% ambient light interference for *M. glomerata*.

Keywords: Photosynthesis, fertilization, radiation interference, chlorophyll fluorescence, biomass, leaf anatomy

1. INTRODUÇÃO

A Organização Mundial de Saúde (OMS), baseando-se na evolução histórica do uso de plantas medicinais, reconheceu em 1978, a fitoterapia como terapia alternativa de eficácia comprovada. Assim o aumento do interesse da população por este tipo de terapia, faz com que o mercado de plantas medicinais cresça de maneira expressiva. O mercado mundial de fitoterápicos está avaliado em US\$ 12, 4 bilhões, o que representa 5% do mercado internacional de produtos farmacêuticos, deste montante cerca de US\$ 335 milhões é gerado por medicamentos produzidos a partir de espécies brasileiras (Rocha, 2002).

A família Asteraceae vem atraindo o interesse de pesquisadores de diversas áreas, face à sua elevada capacidade de biossintetizar metabólitos com grande diversidade estrutural, complexidade taxonômica e atividades biológicas, cujos estudos conduziram a mais de 2.000 novos compostos (Saúde et al., 1994). A família Asteraceae é o grupo sistemático mais numeroso dentro das Angiospermas, que compreende cerca de 1535 gêneros, distribuídos em 3 subfamílias, 17 tribos e mais de 23.000 espécies identificadas (Bremer, 1994).

Entre as tribos de Asteraceae destaca-se Eupatorieae, no qual foram descritos aproximadamente 170 gêneros, sendo em sua maioria, ervas ou arbustos. O gênero *Mikania* é o maior desta tribo, com aproximadamente 450 espécies distribuídas em regiões tropicais da América, África e Ásia. No Brasil, o gênero, com 171 espécies, ocorre de norte a sul, tendo sua principal área de dispersão nos estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro, Paraná e São Paulo (Barroso, 1958).

As espécies *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip. ex Baker são de grande interesse medicinal. Para *M. glomerata* são atribuídas atividades analgésica, antiinflamatória, bronco-dilatadora, antifúngica, antibacteriana e anti-espasmódica (Moura et al., 2001; Holetz et al., 2002; Aboy et al., 2002). Enquanto que, *M. laevigata* mostrou atividades antibacteriana, antiinflamatória, antifúngica e anti-ulcerativa (Davino et al., 1989; Bighetti, 2005).

Em muitas espécies de uso medicinal tem sido evidenciada a plasticidade fisiológica e anatômica, em função das condições ambientais de cultivo (Letchand ; Gosselin, 1996). Em geral, altos níveis de luminosidade podem causar uma significativa redução na eficiência fotossintética, através da fotoinibição e fotooxidação (Freitas et al., 2003; Gonçalves et al., 2005). Quando ocorre fotoinibição, há alteração nas atividades do centro de reação do fotossistema II (PSII), modificando a emissão da fluorescência e, conseqüentemente, redução

do rendimento quântico do PS II. A fotooxidação envolve diretamente os pigmentos receptores de luz, que são degradados devido ao estresse oxidativo. Os carotenóides podem prevenir a fotooxidação das clorofilas, portanto, a relação clorofilas/carotenóides pode ser usada como um indicador potencial de fotooxidação (Hendry ; Price, 1993).

A anatomia foliar é consequência da adaptação da planta às condições de luz do ambiente. Em estudos realizados com plantas interagindo com diferentes intensidades ou durações de radiação, é comum observar que plantas sob baixa luminosidade tendem a expandir a lâmina foliar e serem mais delgadas permitindo maior e melhor intercepção da luz. Por outro lado, maiores intensidades de luz levam a formação de folhas com menor área foliar e maior espessura, devido ao aumento de tecido parenquimático, consequência do reforço mecânico para evitar perda de água e proteção para o aparelho fotossintético quanto a possíveis danos fotooxidativos promovidos por radiação excessiva. Além disso, maior proporção de tecido parenquimático pode estar relacionado com uma maior eficiência fotossintética (Evans ; Poorter, 2001; Senevirathna et al., 2003).

A nutrição mineral influencia direta e indiretamente o metabolismo do carbono devido a sua influência no crescimento e na morfogênese. Os efeitos bioquímicos sobre a fotossíntese e a respiração ocorrem porque os elementos minerais são componentes integrantes de enzimas e pigmentos, ou ainda, ativadores diretos do processo fotossintético. Deficiências minerais reduzem a capacidade fotossintética da folha e aumentam a concentração de CO₂, induzindo o fechamento dos estômatos. Em geral, as plantas respondem ao suprimento inadequado de elementos essenciais apresentando sintomas de deficiências características que incluem a redução no crescimento de várias partes da planta, clorose e até necrose dos tecidos (Marengo ; Lopes, 2005; Larcher, 2000). O estresse nutricional pode interferir também, na composição química da planta, pois a deficiência ou o excesso de nutrientes pode interferir na produção de biomassa e na quantidade de princípio ativo (Mapeli et al., 2005).

A adaptação e a aclimação ao estresse ambiental resultam de eventos integrados que ocorrem em todos os níveis de organização, desde o anatômico, celular, bioquímico até molecular. Este fato torna relevante a execução de pesquisas de bio-monitoramento, considerando as alterações anatômicas e fisiológicas em vegetais de interesse, sob diferentes condições de crescimento.

Em vista de que existem escassas informações na literatura sobre os efeitos da combinação de diferentes condições de cultivo no gênero *Mikania*, este estudo propôs a

avaliação das respostas fisiológicas, anatômicas e de crescimento em duas espécies de Mikania, *M. glomerata* e *M. laevigata*, submetidas à combinação de 4 tratamentos luminosos e 2 condições nutricionais.

2. HIPÓTESE

Durante a elaboração do projeto foi estabelecida a hipótese de que diferentes condições nutricionais e luminosas durante o crescimento das espécies de guaco, *M. glomerata* e *M. laevigata*, provocam alterações fisiológicas, anatômicas e de produção de biomassa que podem ser utilizadas como critérios para determinar as melhores condições ambientais para o cultivo destas espécies.

3. OBJETIVOS

Para testar a hipótese proposta, os objetivos do trabalho foram:

3.1. Avaliar as respostas fisiológicas (trocas gasosas, fluorescência da clorofila e concentração de pigmentos fotossintéticos) das espécies *Mikania glomerata* e *Mikania laevigata* submetidas a 4 níveis de radiação (0%, 25%, 50% e 75% de interferência da radiação), em combinação com duas condições nutricionais do solo (adubado e não adubado).

3.2. Determinar os efeitos dos tratamentos aplicados sobre a anatomia foliar das plantas.

3.3. Determinar os efeitos dos tratamentos aplicados sobre o crescimento, produção e partição da biomassa.

4. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

4.1. Fitoterapia

Desde seus primórdios, o ser humano percebeu que algumas plantas possuem efeitos medicinais, notando que quando eram administradas de alguma forma (pó, chá, banho e outros), ocorria a recuperação da saúde do indivíduo (Pereira et al., 2004). As plantas medicinais são conhecidas pelo povo chinês há mais de 5.000 anos e até hoje são utilizadas desde as formas mais simples até as mais sofisticadas e processadas pela indústria. O primeiro texto Chinês sobre plantas medicinais (500 a.C.) relata nomes, doses e indicações de uso de plantas para tratamento de doenças. Algumas dessas plantas ainda são utilizadas, como, Ginseng (*Panax* Esp.), *Ephedra* Esp; *Cassia* Esp. e *Rheum palmatum* L; inclusive como fontes para indústrias farmacêuticas (Abela et al., 2006).

Mais recentemente, no início do século XX, houve redução na utilização das plantas medicinais devido ao desenvolvimento, produção e uso de medicamentos sintéticos. No Brasil, a utilização de plantas no tratamento de doenças apresenta fundamental influência das culturas indígena, africana e européia. A cultura brasileira sofreu sérias influências desta mistura de etnias, tanto no aspecto espiritual, como material, fundindo-se aos conhecimentos existentes no país (Borba; Macedo, 2006).

Atualmente, observa-se o ressurgimento da medicina natural, enfatizando as plantas medicinais para restabelecimento da saúde humana. Segundo estimativa da Organização Mundial de Saúde (OMS), 80% da população mundial usa recursos da medicina popular, sendo os motivos mais freqüentes a falta de recursos para adquirir medicamentos sintéticos e à busca para uma forma de vida mais natural. Outra razão, nada desprezível está vinculada à maior segurança oferecida pelos fitoterápicos, devido aos menores efeitos colaterais apresentados (Matos, 1994).

O uso de plantas como uma fonte de medicamento e solução alternativa para problemas de saúde é predominante em países em desenvolvimento e está bem estabelecido em algumas culturas e tradições, especialmente na Ásia, América Latina e África (Shale et al, 1999). Por causa do aumento no interesse por produtos naturais, o uso de plantas medicinais tornou-se amplo. Um dos fatores que contribui para a larga utilização de plantas para fins medicinais no Brasil é o grande número de espécies vegetais encontradas no país e alto custo

de medicamentos industrializados. Assim, destaca-se a utilização de plantas medicinais como recurso terapêutico alternativo, o qual tem ganhado destaque em nosso país por questões sociais, econômicas, culturais e pela busca de terapias complementares e substitutivas (Cúnico, 1997).

A fitoterapia com finalidade profilática, curativa, paliativa ou com fins de diagnóstico passou a ser oficialmente reconhecido pela Organização Mundial de Saúde (OMS) em 1978, quando recomendou a difusão mundial dos conhecimentos necessários para o seu uso. Ainda segundo a OMS, as práticas da medicina tradicional expandiram-se globalmente na última década do século passado e ganharam popularidade. Essas práticas são incentivadas tanto por profissionais que atuam na rede básica de saúde dos países em desenvolvimento, como por aqueles que trabalham em locais onde a medicina convencional é predominante no sistema de saúde local (Amorim et al., 2003).

A OMS lançou, em 2002, um plano de estratégias para incentivar a utilização da medicina tradicional (ou alternativa) nos Programas de Assistência à Saúde dos países membros. A inclusão brasileira decorre do fato do país possuir ampla tradição do uso das plantas medicinais, vinculada ao conhecimento popular, transmitido oralmente por gerações. O Governo brasileiro regulamentou a prática da fitoterapia nos sistemas públicos pela edição da Resolução CIPLAN nº 8 de 08.03.882, bem como estabeleceu normas para o estudo e o registro de medicamentos fitoterápicos. Vários municípios, há tempos, implantaram programas próprios de fitoterapia, tendo em vista suas características de baixo custo, grande eficácia e toxicidade aceitável (Ogava et al., 2003).

O Brasil tem grande diversidade de plantas com potenciais medicinais, ainda não pesquisados, e que são promissoras fontes de inovações terapêuticas e farmacológicas para as mais diversas áreas da saúde humana. A importância medicinal, econômica e ecológica de espécies nativas, bem como o risco de sua extinção pela ação predatória do homem, tem motivado os estudos destas plantas, viabilizando a produção, em escala comercial, garantindo o fornecimento de mudas além de auxiliar na manutenção das espécies, bem como sua preservação e aproveitamento racional (Souza et al., 2003).

4.2. Família Asteraceae

A família Asteraceae é o grupo sistemático mais numeroso dentro das Angiospermas, representando cerca de 10% de toda a flora mundial. Com 1.535 gêneros e cerca de 23.000 espécies conhecidas, agrupadas em três subfamílias e 17 tribos, segundo Bremer (1994).

Asteraceae apresenta distribuição cosmopolita, ocorrendo em diferentes ambientes desde o nível do mar até os picos das mais altas montanhas. Tendo invadido com sucesso todos os tipos de habitats, são encontradas em regiões tropicais, subtropicais e temperadas montanhosas, sendo mais abundantes nas regiões abertas e áridas do que nas florestas tropicais úmidas (Barroso, 1991; Judd et al., 1999). Devido à grande capacidade adaptativa dos seus representantes, no Brasil são comuns nas formações abertas, predominando no cerrado e campo rupestre, onde há uma grande diversidade de espécies (Matzenbacher, 2003)

A família Asteraceae é facilmente reconhecida pelas flores, reunidas em capítulos e anteras conadas em um tubo através do qual passa o estilete. São plantas de aspecto extremamente variado, incluindo principalmente herbáceas, anuais ou perenes, subarborescentes ou arbustivas e, com menor número de espécies arbóreas ou aquáticas (Souza e Bianchini, 2007). De grande importância econômica, as Asteraceae são cultivadas como ornamentais, medicinais, apícolas, oleaginosas, aromáticas, inseticidas e comestíveis. Além disso, muitas espécies são invasoras de lavouras e tóxicas ou potencialmente tóxicas para animais e para o homem (Baretta et al., 2008).

Plantas dessa família são extensivamente estudadas quanto a sua composição química e atividade biológica, sendo que algumas têm proporcionado o desenvolvimento de novos fármacos, inseticidas, entre outros. Apresenta um grande número de espécies, que são utilizadas como medicinais, e a presença de várias classes de metabólitos secundários faz considerar que a composição química é mais importante do que a morfologia na evolução dessa família (Oliveira et al., 1984; Emerenciano et al., 1986; Cronquist, 1988).

No Brasil, a família Asteraceae está representada por cerca de 180 gêneros e cerca de 3.000 espécies, que em sua grande maioria, são constituídos de plantas herbáceas, anuais ou perenes, subarborescentes ou arbustivas e raramente arbóreas. A tribo Eupatorieae forma a maior parte da família de Asteraceae e compreende cerca de 170 gêneros e aproximadamente 2.400 espécies (Barroso et al., 1991). Dentro desta tribo está o gênero *Mikania*.

4.3. Gênero *Mikania*

As plantas do gênero *Mikania* foram descritas por Willdenow em 1804, recebendo este nome em homenagem ao professor Joseph Gottfried Mikan. Para o gênero são citadas cerca de 450 espécies distribuídas pelas regiões tropicais e subtropicais da África, Ásia e América do Sul (Argentina, Paraguai e Uruguai) com somente nove espécies no Velho Mundo (Cerana, 1997). Para o Brasil são citadas cerca de 171 espécies, em geral habitam a orla de matas, ou às

vezes o seu interior (King ; Robinson, 1987), ocorrendo principalmente nas regiões sul e sudeste, sendo sua principal área de dispersão os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo (Oliveira, 1983; Barroso, 1992).

Há dois grandes centros de diversidade do gênero na América do Sul. O primeiro, com aproximadamente 170 espécies (cerca de 150 endêmicas), localiza-se desde Minas Gerais e Rio de Janeiro até o Paraná e Santa Catarina, com muitas espécies estendendo-se até o Paraguai, Uruguai e Argentina. O segundo, com aproximadamente 150 espécies (cerca de 130 endêmicas), localiza-se nos países andinos, da Colômbia até a Bolívia (Holmes, 1995). Fora destes centros de diversidade, o número de espécies é reduzido. De acordo com Holmes (1995), o hábito trepador foi importante para a grande representatividade do gênero nesta região, ocupando principalmente áreas úmidas de bordas de rios e lagos. As espécies eretas estão adaptadas ao ambiente mais seco de savanas, cerrados e campos. O hábito predominante é o volúvel, mas ocorrem plantas apoiantes, decumbentes e eretas.

As folhas das espécies deste gênero são muito utilizadas pela medicina popular para o tratamento de diversas enfermidades, como antiasmáticas, cicatrizantes, anti-reumáticas e antifídicas devido as suas propriedades antimicrobianas, antiinflamatórias e analgésicas (King; Robinson, 1987; Simões et al., 1989; Kissman ; Groth, 1992; Vilegas et al., 1997).

Os metabólitos secundários mais comuns neste gênero são cumarinas, diterpenos do tipo cauranos, lactonas sesquiterpênicas, triterpenos e flavonóides, dentre outros. Alguns diterpenos do tipo caurano, como o ácido caurenóico, apresentam atividade antimicrobiana, que pode estar relacionada com a indicação popular do “guaco” no tratamento de afecções respiratórias (Vilegas et al., 1997)

4.4. *Mikania Glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip ex Baker

Mikania glomerata e *M.laevigata* são plantas nativas da Mata Atlântica, denominadas popularmente por *guaco*, *guaco-liso*, *guaco-de cheiro*, *erva-de-serpente*, *guape*, *erva-de cobra*, *coração-de-Jesus*, *erva-de-sapo*, *guaco-selvagem*, *guaco-trepador*, *uaco* (Lorenzi; Matos, 2002).

São confundidas por apresentarem semelhança morfológica, composição química e usos medicinais muito parecidos (Oliveira et al., 1994). A principal diferença entre as duas espécies de *Mikania* é a época de floração. No mês de setembro ocorre a floração da *M. laevigata*, diferente da *M. glomerata*, que tem suas flores no mês de janeiro. Como diferenciação morfológica pode-se também visualizar o formato das folhas. Em *M.*

glomerata, as folhas são ovadas a deltóides, pronunciadamente lobadas, com base cordada ou às vezes truncada. Em *M. laevigata*, as folhas são lanceoladas a estreitamente ovadas, às vezes levemente lobadas, base obtusa. (Moraes, 1997).

Suas folhas são usadas na medicina popular como tônico, depurativo, estimulante do apetite, antigripal, antiinflamatório, entre outras indicações. Na forma de xarope ou infusão, o guaco é empregado como broncodilatador, antiasmático, expectorante, antitussígeno e no tratamento de infecções respiratórias, febrífugo, anti-reumático e cicatrizante (Panizza, 1997).

Os metabólitos secundários isolados nos estudos fitoquímicos com essas espécies foram: cumarina, lupeol, ácido 15 α -isobutirilox-caur-16-em-19-óico, ácidos diterpenicos (caurenóico, grandiflórico, cinamoilgrandiflórico), caurenol, β -sitosterol e fridelina (Oliveira et al., 1984; Santos et al., 1998; Veneziani ; Oliveira, 1999). A cumarina está presente em cerca de 0,5% das folhas secas de *Mikania glomerata* e 2,6% de *M. laevigata* (Ferro, 1991).

Mikania glomerata é a única espécie oficializada na 1ª edição da Farmacopéia Brasileira e foi identificada por Sprengel em 1826, tendo como sinonímia *Cacalia trilobata* Vell; *Mikania scansoria* DC; *Mikania hederæfolia* DC.; *Willoughbya glomerata* (Sprengel) Ktze. e *Willoughbya moronoa* Ktze. (Gilbert et al., 2005).

Mikania glomerata, é cultivada em quase todo o território brasileiro (Lorenzi; Matos, 2002). Ocorre desde o sul da Bahia até o Rio Grande do Sul e na Argentina, Uruguai e Paraguai (Corrêa et al., 1994). Tem seu hábitat nas margens dos rios, cresce espontaneamente em matas primárias, capoeiras, capoeirões, orla de matas, terrenos de aluvião, cerrados, várzeas sujeitas inundações e ensolaradas. Na época da floração torna-se uma planta muito procurada pelas abelhas melíferas. Reproduz-se por sementes ou pelo plantio de estacas do caule, de preferência em terrenos arenosos e úmidos, adaptando se bem ao cultivo doméstico (Ritter et al., 1992).

Mikania glomerata é um subarbusto trepador de ramos lenhosos, de folhagem densa e perene. Suas folhas são pecioladas, opostas, membranáceas cordiforme-deltóides, glabras, de margem lisa, e de cor verde, tri ou pentanervadas e agudas no ápice. Suas flores são esbranquiçadas e carnosas, dispostas em inflorescência panícula tirsóide, onde os capítulos se encontram reunidos em glomérulos (Martins et al., 1995; Franco, 1998).

Com relação à anatomia da folha, a epiderme superior, quando vista de face, apresenta células de contorno aproximadamente poligonal de paredes levemente sinuosas e um tanto espessadas. A epiderme inferior exhibe células semelhantes àquelas descritas para a epiderme

superior, só que apresentando paredes mais sinuosas. Os estômatos que somente ocorrem na epiderme inferior são providos de 3 a 5 células paraestomatais (Oliveira et al., 1994; Gilbert et al., 2005).

As epidermes quando vistas em secção transversal apresentam-se formadas por células de contorno, aproximadamente retangulares, alongadas no sentido tangencial. Nas células da epiderme superior observa-se a presença de camada celular não clorofilada de tamanho semelhante ao da epiderme. As epidermes possuem pêlos glandulares unisseriados, pluricelulares, recurvados (Neves; Sá, 1991). O mesófilo é heterogêneo, assimétrico, formado na parte superior por uma ou duas camadas de células paliçádicas e na inferior por parênquima lacunoso, constituído de 8 a 12 fileiras de células arredondadas ou elípticas (Oliveira et al., 1984).

Mikania laevigata, é encontrada em São Paulo e se estende até o Rio Grande do Sul, onde é mais cultivada. São encontradas em altitude de 0 a 800 metros, com o clima subtropical, quente e úmido, habitando as margens das matas litorâneas, borda e interior de mata em condições de sombreamento parcial, nas encostas da Serra do Mar. Pode ser cultivado a pleno sol ou em sombreamento parcial. Ela é pouca exigente no tipo de solo, preferindo aqueles argilo-arenosos ou argilosos, bem drenados e com elevado teor de matéria orgânica, se adaptando a solos ácidos com altos teores de alumínio (Antonacio e Winseniewski, 1998).

Mikania laevigata é um subarbusto trepador, caule lenhoso e cilíndrico, suas folhas são opostas de contorno oval e oblongo-lanceoladas, de base obtusa e ápice acuminado, com três nervuras bem evidentes, pecioladas, carnosas-coriáceas, verde brilhantes na face superior, mas pálida na inferior. As flores são hermafroditas, reunidas em quatro capítulos iguais entre si, agrupadas em glomérulos ou ramos espiciformes congestos, infundibuliformes, com cinco lacínias, com cerca de 5 mm de comprimento e tubo curto com 1 mm (Oliveira et al., 1994).

A epiderme inferior como a epiderme superior vista de face apresentam células providas de paredes sinuosas e espessadas. Os estômatos ocorrem, exclusivamente, na epiderme inferior e são envolvidas por três células paraestomatais. Anatomicamente a epiderme superior é formada por células de tamanho variado, quase sempre de contorno retangular alongado ao sentido periclinal. A cutícula que recobre suas células apresenta-se lisa e mediantemente fina. Nota-se, logo abaixo da epiderme, outra camada celular não clorofilada com células de tamanho maior que as da camada anterior. O mesófilo com estrutura heterogênea e assimétrica. O parênquima paliçádico é constituído, geralmente, de três fileiras de células cujo comprimento não ultrapassa três vezes a largura. O parênquima lacunoso é

constituído de oito a doze camadas celulares. Os tricomas glandulares curvos estão encravados nas epidermes (Oliveira et al., 1994).

As duas espécies são nativas de Mata Atlântica onde o solo é altamente intemperizado e a matéria orgânica tem papel fundamental na sua fertilidade. Porém, estas plantas são encontradas no cerrado, onde o solo apresenta acidez, deficiência de nutriente, principalmente fósforo e altos níveis de alumínio. Entretanto, os dois biomas sofrem ação extrativista descontrolada diminuindo a diversidade vegetal, o que pode acarretar na extinção de espécies.

Estudos de espécies nativas da Mata Atlântica tornam-se imprescindíveis para conservação da biodiversidade, agregando subsídios para o cultivo de espécies de interesses medicinal e econômico. Apesar desta espécie possuir alto valor comercial e fazer parte da lista de plantas de interesse para o Sindicato da Indústria de Produtos Farmacêuticos do Estado de São Paulo, poucos são os dados sobre o seu cultivo (Negrelle ; Doni, 2001).

O guaco é uma das muitas espécies vegetais de interesse medicinal que ainda sofre ações extrativistas. Para evitar a extinção da espécie, estudos vêm sendo realizados visando melhorar as técnicas de domesticação e cultivo desta espécie, garantindo a produção de matéria-prima de qualidade para a produção de fitofármacos (Vidal et al., 2006). Assim, são necessários dados autoecológicos, informações sobre o estoque natural, ciclos naturais de produção ou cultivo em ampla escala e sobre respostas à extração (Lima, 1994).

4.5. Respostas Fisiológicas

Em condições naturais ou sob cultivo, as plantas estão freqüentemente expostas a estresses ambientais que, em geral, exercem uma influência desvantajosa sobre a planta afetando seu crescimento e produtividade. O estresse luminoso, nutricional, hídrico, as temperaturas extremas, a salinidade e os gases poluentes são os principais fatores adversos que restringem o crescimento das plantas (Taiz ; Zeiger, 2004).

A luz, um dos principais fatores do ambiente físico, e junto com a disponibilidade de nutrientes no solo e de outros fatores do meio ambiente, agem de forma isolada ou conjuntamente no controle do desenvolvimento das plantas, interferindo no crescimento por meio do processo fotossintético e na diferenciação durante a morfogênese (Castro et al., 2003).

4.5.1. Radiação Solar

O sucesso na adaptação de uma espécie em diferentes condições de radiação está relacionado com a eficácia e rapidez com que os padrões de alocação de biomassa e comportamento fisiológicos são ajustados. A maior ou menor plasticidade adaptativa das espécies às diferentes condições de radiação solar depende do ajuste de seu aparelho fotossintético, de modo a garantir maior eficiência na conversão da energia radiante em carboidratos e, conseqüentemente, maior crescimento (Dias-Filho, 1997; Campos ; Uchida, 2002).

A luz é absorvida, sobretudo, pelos complexos antena, os quais são compostos por clorofilas, pigmentos acessórios (carotenóides) e proteínas, estando localizados nas membranas dos tilacóides dos cloroplastos. Os pigmentos antena transferem a energia para um complexo clorofila-proteína especializado, conhecido como centro de reação (Horton ; Ruban, 2004). As plantas possuem dois centros de reação localizados, respectivamente, nos fotossistemas I (PSI) e fotossistema II (PSII) (Taiz ; Zeiger, 2004).

A partir das clorofilas, a energia pode ser direcionada para a fotossíntese na dissipação fotoquímica, pode ainda ser dissipada como calor ou ser re-emitida como luz na dissipação não fotoquímica (fluorescência). Estes três processos de dissipação competem entre si, de tal forma que qualquer incremento na eficiência de um resultará na diminuição do rendimento dos outros dois (Maxwell ; Johnson, 2000).

A fotossíntese consiste no processo pelo qual as plantas verdes transformam a energia radiante do sol em energia química (Taiz ; Zeiger, 2004). Plantas de ambientes mais ensolarados tendem a apresentar maiores taxas fotossintéticas e de transpiração, devido às altas taxas de radiação fotossinteticamente ativa e de temperatura a que estão sujeitas (Ashton e Berlyn, 1992). Contudo, sob alta radiação, ocorre o fechamento estomático para prevenir a desidratação, porém, diminui a afluência de CO₂ para o interior da folha (Lawlor ; Uprety, 1993), podendo promover um desequilíbrio entre a atividade fotoquímica do fotossistema II (PSII) e os elétrons requeridos para fotossíntese, levando a uma superexcitação e subsequente dano fotoinibitório do centro de reação do PSII (Long et al., 1994). Deste modo, podem ocorrer danos à maquinaria fotossintética, impondo uma limitação adicional não-estomática ao processo fotossintético (Souza et al., 2004). Com a diminuição do ciclo de Calvin, que é a

rota bioquímica de redução de CO₂, o excesso de energia fotoquímica não é dissipado (Critchley, 1998).

Outras formas de dissipação de energia luminosa ainda não transformada são: através da fluorescência da clorofila, que é a re-emissão de luz (Krause ; Weis, 1991) e através de pigmentos protetores (carotenóides), que dissipam a energia de excitação como calor (Young, 1991). A proporção de energia emitida na forma de fluorescência é baixa sob condições ótimas para a planta (Pereira et al., 2000), no entanto, como resultado da fotoinibição, há um aumento na dissipação de calor e na emissão de fluorescência pelas folhas das plantas. Os parâmetros de fluorescência da clorofila *a* pode, portanto, ser usada para evidenciar a fotoinibição sofrida pelas plantas, sendo um método não destrutivo e muito sensível (Krause ; Weis, 1991). A fluorescência da clorofila permitem estimar como o PSII está utilizando a energia absorvida pelas clorofilas e como ele está sendo danificado pelo excesso de luz (Maxwell ; Johnson, 2000).

A fotoinibição pode ser dinâmica ou crônica. Na primeira, a eficiência quântica decresce, mas a taxa fotossintética máxima permanece inalterada, sendo causada pelo desvio da energia absorvida, em direção à dissipação não fotoquímica. A fotoinibição dinâmica parece ocorrer normalmente em condições de alta radiação, por exemplo, ao meio-dia de um dia ensolarado, quando as folhas estão expostas a quantidades máximas de radiação (Taiz e Zeiger, 2004). Enquanto que na fotoinibição crônica o aparato fotossintético é danificado e tanto a eficiência quântica, como a taxa fotossintética máxima diminuem (Krause et al., 1995).

O parâmetro de fluorescência mais utilizado para medir fotoinibição é a razão entre Fluorescência variável e Fluorescência máxima (*Fv/Fm*), que reflete a eficiência quântica máxima do PSII e é empregado como um indicador sensível da performance fotossintética da planta (Johnson et al., 1993) e assim, de ocorrência de estresse. Valores menores do que 0,7 da razão *Fv/Fm* podem significar fotoinibição ou que a planta sofre redução da eficiência quântica máxima do PSII por algum tipo de estresse (Bolhar- Nordenkampf ; Öquist, 1993).

Declínio em *Fv/Fm* pode ser causado por um aumento na fluorescência inicial (*Fo*) ou por um declínio em *Fm* (Dias ; Marengo, 2006). O aumento de *Fo* tem sido associado com dano rapidamente reversível à proteína D1 do PSII (Franklin et al., 1992). Enquanto que o declínio em *Fm* é sempre observado quando a dissipação da energia de excitação das clorofilas ocorre através de processos não fotoquímicos (Dias ; Marengo, 2006).

A fotooxidação envolve diretamente os pigmentos receptores de luz, que são degradados devido ao estresse oxidativo. A clorofila está sendo constantemente sintetizada e destruída (fotooxidação) em presença de luz, porém sob intensidades luminosas mais elevadas ocorre maior degradação, e o equilíbrio é estabelecido a uma concentração mais baixa (Kramer ; Kozlowski, 1979).

A diferença na intensidade de luz promove mudanças não somente na fisiologia, mas também na morfologia das plantas, características que resultam a partir da interação entre expressão gênica e ambiente (Moraes Neto; Gonçalves, 2001). Folhas que crescem e se desenvolvem em um ambiente mais ensolarado, apresentam, geralmente, algumas características anatômicas que lhes são peculiares como, por exemplo: paredes das células epidérmicas mais retas, maior número de estômatos, mesófilo mais espesso e sistema vascular mais denso (Abrams ; Mostoller, 1995; Castro et al., 1998; Marques et al., 1999; Lee et al., 2000). Frequentemente, as folhas expostas ao sol, são pequenas e estreitas, portanto possuem menor área foliar (Clabby; Osborne, 1997). Pressupõe-se que a maior capacidade do mesófilo das plantas de sol reflete, pelo menos em parte, as maiores concentrações de Rubisco e outras enzimas fotossintéticas (Farquhar; Sharkey, 1982).

Em contrapartida, folhas que se desenvolvem em um ambiente mais sombreado, tendem a apresentar estômatos em menor quantidade por unidade de área (Knecht ; O'leary, 1972; Klich, 2000), menor espessura do mesófilo (Milaneze-Gutierrez et al., 2003) e maiores áreas foliares (Hinsberg; Tienderen, 1997).

4.5.2. Nutrição Vegetal

A assimilação e alocação de nutrientes nas plantas são alteradas por fatores ambientais como luminosidade, água, disponibilidade de nutrientes e concentrações atmosféricas de CO₂. Entre os fatores que regulam a quantidade de nutrientes absorvidos pelas raízes das plantas estão: concentração de nutrientes, profundidade da camada superficial do solo, textura e estrutura do solo, tipo de subsolo, pH e compactação do solo (Bernacchi et al., 2007).

De acordo com a quantidade exigida pelas plantas, os nutrientes são conhecidos como macro: N, P, K, Ca, Mg, S e micronutrientes: B, Cl, Cu, Fe, Mn, Mo, Zn e Ni (Furlani, 2004) sendo os macronutrientes N, P e K, de modo geral, usados em maior proporção na adubação (Malavolta, 1979). Se a planta receber os nutrientes em quantidade adequada, pode sintetizar todos os compostos que necessita para um crescimento normal (Raij, 1996), e assim servir ao homem como fonte de alimento, medicamento, fibras, entre outros.

O nitrogênio exerce importante função nos processos bioquímicos da planta. Ele é constituinte de proteínas, enzimas, coenzimas, ácidos nucleicos, fitocromos e da clorofila (Cantarella, 1993). Além disso, afeta as taxas de iniciação e expansão foliar, o tamanho final e a intensidade de senescência das folhas (Schroder et al., 2000). Sob deficiência de nitrogênio, geralmente desenvolvem-se folhas pequenas, com estômatos com problemas no mecanismo de abertura e fechamento. Em muitas espécies, altas taxas de trocas gasosas estão associadas a altas concentrações de nitrogênio foliar. Entretanto, poucos estudos relacionam a concentração de nitrogênio foliar com trocas gasosas sob diferentes níveis de irradiância (Ellsworth ; Reich, 1992; Almeida, 2001).

O potássio, após a absorção, é acoplado aos processos metabólicos, apresentando elevada mobilidade dentro da planta em todos os níveis: no interior das células, entre as células e tecidos e no transporte de longa distância via xilema e floema. O K não é metabolizado (assimilado em compostos orgânicos), forma ligações fracas, facilmente trocáveis. Ele atua na regulação osmótica, no balanço cátion/ânions, nas relações hídricas na planta, no movimento dos estômatos, no alongamento celular, na estabilização do pH do citoplasma, na ativação enzimática para grande número de enzimas, na síntese de proteínas, na fotossíntese, no transporte de açúcares no floema (Furlani, 2004).

O fósforo é um elemento de dinâmica complexa em solos tropicais, sendo o nutriente que mais limita a produção nessas regiões (Raij, 1996). O fósforo tem função importante como elemento estrutural dos ácidos nucleicos (DNA e RNA), compostos orgânicos e absorção ativa de nutrientes. O fosfato inorgânico (Pi) absorvido pelas raízes é rapidamente incorporado aos açúcares, formando ésteres de açúcar-fosfato. Também atua como elemento transferidor de energia nas ligações energéticas do fosfato e pirofosfato com os açúcares, com o gliceraldeído e com as coenzimas AMP, ADP, ATP, UTP e GTP e como elemento regulador: o Pi iônico armazenado no vacúolo é liberado no citoplasma e atua como regulador das diversas vias sintéticas (Furlani, 2004).

Apesar de todos os esforços, sabe-se que mesmo sob condições normais e mais próximas do natural, o estresse nutricional é quase sempre uma norma. As plantas podem ficar sujeitas as condições de disponibilidade sub ou supra-ótima de nutrientes. Os limites da faixa de concentração considerada adequada variam amplamente com vários fatores, como o elemento mineral, o genótipo, o órgão, entre outros, podendo ser mais estreita ou mais larga. (Cambráia, 2005). O suprimento inadequado de um nutriente essencial, por deficiência ou excesso, além de modificações no metabolismo celular, crescimento, desenvolvimento e

produtividade, pode se manifestar por meio de sintomas visuais (Primavesi, 2002), sendo muitas vezes assim identificado.

5. MATERIAL E MÉTODOS

5.1. Material Vegetal

Para a realização dos experimentos, foram utilizadas plantas das espécies *Mikania glomerata* Sprengel e *Mikania laevigata* Schultz Bip ex Baker, cedidas pelo Prof. Dr. Pedro Melillo de Magalhães do CPQBA - Centro Pluridisciplinar de Pesquisas Químicas, Biológicas e Agrícolas da Unicamp - Universidade Estadual de Campinas, SP. As plantas matrizes foram mantidas em casa de vegetação.

5.2. Condições de Cultivo

O experimento foi realizado em casa de vegetação no setor de Botânica do Departamento de Biologia da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras de Ribeirão Preto, Universidade de São Paulo.

As mudas das duas espécies de *Mikania* foram preparadas a partir de estacas, retiradas da parte mediana dos ramos das plantas matrizes, com aproximadamente 0,7 a 1,0 cm de diâmetro, 12,0 cm de comprimento e um nó na parte superior da estaca, com um par de folhas (Lima, et al., 2003). As estacas foram plantadas em sacos plásticos perfurados, com capacidade de 3 kg utilizando-se como substrato uma mistura de esterco e solo (1:1), e adicionado 3 gramas de adubo NPK (4-14-8).

As mudas foram mantidas em casa de vegetação coberta com sombrite 80%. Após o enraizamento (aproximadamente, 60 dias) as estacas foram retiradas dos sacos plásticos e a terra retida pelas raízes foi removida, para evitar a influência do adubo orgânico, nos tratamentos. Em seguida foram transferidas para vasos de 21 litros utilizando-se solo como substrato (25 kg/vaso). O solo utilizado foi coletado na área do Projeto de Reflorestamento do Campus da USP de Ribeirão Preto.

Em razão do hábito volúvel dessas espécies, as plantas foram tutoradas realizando amarrações periódicas dos ramos no sentido anti-horário, por ser uma planta levógira (Lima, et al., 2003).

5.3. Período do Experimento

O experimento foi realizado de maio a outubro de 2008. Considerando o mês de maio o marco inicial dos tratamentos. Na apresentação dos resultados serão usados os dias após o plantio (DAP) para indicar os dias após início dos tratamentos. Assim, os meses de maio, junho, julho, agosto, setembro e outubro corresponderam a 0, 30, 60 90, 120 e 150 DAP, respectivamente.

5.4. Tratamentos

As duas espécies de “guaco” foram submetidas a uma combinação de duas condições nutricionais e quatro condições luminosas (Figura 1). As quatro condições luminosas de crescimento foram: 0% (I_0), 25% (I_{25}), 50% (I_{50}) e 75% (I_{75}) de interferência da radiação. Para alcançar os níveis de irradiação propostos foram construídas casas de vegetação com *sombrite* com diferentes graus de interferência da radiação de acordo ao fabricante. No entanto, esses valores são somente referenciais dados que logo de realizadas as medições de radiação incidente no interior das casas, os valores registrados nem sempre correspondiam aos indicados pelo fabricante. Assim, em média, para todo o período experimental, as percentagens de interferência de radiação medidas com o sensor quântico do aparelho IRGA LCPro⁺ variavam $\pm 5\%$ para os tratamentos 25% (I_{25}), 50% (I_{50}) e 75% (I_{75}) respectivamente.

As variações da temperatura e umidade relativa registradas em quatro momentos, que correspondiam aos momentos das avaliações fisiológicas, são apresentadas na tabela 2. Em média, para todo o período experimental, a variação dos valores de ambos os parâmetros em todos os tratamentos foi similar (Tabela 1), o que significa que os tratamentos de interferência da radiação afetaram especificamente à radiação, mas não à temperatura nem à umidade relativa dentro das casas de vegetação.

As duas condições nutricionais foram: solo não adubado (NA) e solo adubado (A) com a fórmula 4-14-8 (N-P-K). O solo não adubado não recebeu nenhuma adição de

nutrientes e, no solo adubado foi adicionado 1 g de adubo N-P-K (4-14-8) para cada quilograma de solo.

Figura 1: Esquema dos tratamentos aplicados. Tratamento luminoso: Pleno sol (I_0); 25% (I_{25}), 50% (I_{50}) e 75% (I_{75}) de interferência da radiação. Tratamento nutricional: Solo Adubado (A); Solo Não adubado (NA). Espécies: *Mikania laevigata* (ML) e *Mikania glomerata* (MG), n=10.

Tabela 1: Valores médios da temperatura (T ; °C) e umidade relativa (UR ; %) dentro das casas de vegetação dos tratamentos, pleno sol (I_0); 25% (I_{25}), 50% (I_{50}) e 75% (I_{75}) de interferência da radiação.

Dias Após o plantio	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
	T	UR	T	UR	T	UR	T	UR
60	19,6	58,3	19,6	58,3	19,7	58,7	19,5	59,3
90	27,7	40,5	26,3	39,5	25,2	39,5	24,4	41,0
120	29,8	18,2	29,3	18,8	28,5	18,3	27,7	18,5
150	34,0	31,7	33,0	32,5	31,7	28,2	31,0	28,0
Média	27	36	27	37	25	35	25	36

Foram marcados aleatoriamente 10 vasos de cada tratamento. Cinco destes foram separados para realizar as análises de biomassa aos 90 dias após o plantio. Os outros vasos foram utilizados para as avaliações fisiológicas.

5.5. Solo

As principais características químicas dos solos utilizados, com e sem adição de N P K, são apresentadas na tabela 2.

Tabela 2: Características químicas dos solos não adubado e adubado. **pH:** valor determinado em solução centimolar de CaCl_2 ; **P:** fósforo extraído em resina; **MO:** matéria orgânica total; **H+Al:** acidez potencial; **CTC:** capacidade de troca catiônica (fonte: empresa Ribersolo).

SOLO	pH	MO	P	K	Ca	Mg	H+Al	CTC
		(g dm ⁻³)	(mg dm ⁻³)					
						(mmolc dm ⁻³)		
Adubado	5,1	23	275*	9,5*	62	8	40	120
Não adubado	5,5	18	11	1,7	18	6	24	50

*resultados fora do padrão de normalidade

A análise química comprovou diferenças contrastantes entre o solo adubado e não adubado. Os teores de P, K e Ca no solo adubado foram maiores que no solo não adubado. Com a adição do adubo o fósforo e o potássio apresentaram um valor considerado muito alto.

5.6. Avaliações

Para as avaliações foram selecionadas aleatoriamente 5 plantas por tratamento, totalizando 80 plantas.

5.6.1. Parâmetros de Trocas Gasosas

A taxa fotossintética líquida expressa por área (**A**; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), taxa transpiratória (**E**; $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (**gs**; $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), temperatura foliar (**T_{fol}**; °C) e concentração interna de CO_2 na câmara subestomática (**C_i**; $\mu\text{mol mol}^{-1}$) foram avaliadas, mediante um analisador de gases por infravermelho, modelo LCpro+ (ADC BioScientific, Ltda, UK) (Figura 2).

As medições de trocas gasosas foram realizadas a cada 30 dias, a partir de 60 dias após o plantio, no período das 8:00 as 12:00 horas. Para todas as plantas foram escolhidas uma folha de cada região da planta: superior, mediana e inferior, totalizando em 3 folhas por planta.

Com os dados das trocas gasosas foram estimadas a eficiência intrínseca do uso da água (**E_{iUA}**; $\mu\text{mol mol}^{-1}$) através da razão **A/gs** e a eficiência instantânea da transpiração (**E_{IT}**; $\mu\text{mol mmol}^{-1}$) através da razão **A/E** (Nobel, 2001).

Figura 2: Fotografias do aparelho analisador de gases por infravermelho (IRGA), modelo LCPro+, constituído pela console de controle e processamento de dados (A) e pela câmara foliar (PLC)(B) (Fotos: Daniele R. Contin).

5.6.2. Monitoramento da fluorescência

A avaliação da fluorescência da clorofila *a* (Fluorescência variável, **Fv**, Fluorescência máxima, **Fm** e a razão **Fv/Fm**) foi realizada com um fluorômetro portátil não modulado modelo OS-3P (ADC BioScientific, UK) (Figura 3A), configurado para a medição na opção “*screening*”. Foram realizados cursos diurnos das 6:00 horas às 18:00 horas, com intervalos de duas horas.

A medição de fluorescência foi realizada em todos os tratamentos (80 plantas, 5 por tratamento) em 3 folhas por indivíduo sendo 1 folha da parte superior, uma da mediana e outra da inferior (Figura 4 A). Ao mesmo tempo em que se procedia as medições de fluorescência, foram monitoradas as condições micro-meteorológicas, umidade relativa do ar e temperatura ambiente, com um higrôtermômetro, radiação ambiente (**FFFA** - Fluxo de fótons fotossinteticamente ativos) com um sensor quântico conectado a um medidor de radiação modelo LI- 250A (LI-COR, USA) (Figura 3 B e C).

Antes da determinação dos parâmetros de fluorescência, a área de folha a ser avaliada permaneceu no escuro por 15 minutos a fim de abrir os fotossistemas. Logo se aplicou um pulso saturante de luz ($1100 \mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$).

Figura 3: Fotografia do fluorômetro modelo OS-30P (A), do sensor de radiação modelo LI-190 e o medidor de radiação modelo LI-250A (B), e o higrotermômetro (C).

5.6.3. Concentração de pigmentos fotossintéticos

Nas mesmas folhas usadas para a análise da fluorescência foram determinados os teores dos pigmentos fotossintéticos. Nos meses de Julho e Agosto as plantas que não receberam adubação apresentavam poucas folhas, portanto foi avaliada 1 folha de cada tratamento ($n=5$). Porém nos meses de Setembro e Outubro, as plantas apresentaram maior número de folhas, as análises foram feitas nas mesmas folhas que foram medidas fluorescência e trocas gasosas.

Foi realizada a extração e quantificação de pigmentos fotossintéticos seguindo a metodologia proposta por Hendry e Price (1993), com algumas modificações. Três discos foliares (com área total de 235 mm^2) foram retirados aleatoriamente de cada indivíduo e macerados com acetona 80%. O macerado foi em seguida transferido para provetas de 10 ml completando-se este volume com o mesmo solvente de extração. A solução foi centrifugada em Eppendorfs de 2ml a $3000 \times g$ por 3 minutos, para precipitação das partículas grosseiras. No sobrenadante foi realizada a leitura das absorbâncias a 480, 645 e 663 nm no espectrofotômetro (modelo Spectronic Genesys 5). Com base nos valores de absorbância, as concentrações de clorofila *a*, *b*, total ($\text{chl } a+b$) e carotenóides totais foram calculadas utilizando-se as seguintes equações propostas por Arnon (1949):

$$\text{Clorofila } a \text{ (mg/l): } 12,7 \times A_{663} - 2,69 \times A_{645}$$

$$\text{Clorofila } b \text{ (mg/l): } 22,9 \times A_{645} - 4,68 \times A_{663}$$

$$\text{Clorofila total (mg/l): Clorofila } a + \text{clorofila } b$$

$$\text{Carotenóides totais } (\mu\text{mol g}^{-1}): \frac{(A_{448} + 0,114 \times A_{663} - 0,638 \times A_{645}) \times V \times 10^3}{112,5 \times \text{unidade de área ou massa}}$$

$$112,5 \times \text{unidade de área ou massa}$$

Onde:

A = Absorbância

V = Volume do extrato (L)

As concentrações das clorofilas (*a*, *b* e total), foram convertidas e expressas em ($\mu\text{mol g}^{-1}$).

5.6.4. Estudos Anatômicos

A amostragem para estudo anatômico foi definida da seguinte forma:

Aos 90 DAP, devido ao pouco crescimento das plantas não adubadas foi retirada uma folha por tratamento (n=5). Desta foram retirados três fragmentos correspondente às regiões: apical, mediana e basal do limbo (Figura 4B). De cada fragmento foram feitas 3 medições totalizando em 720 medições.

Aos 150 dias foi retirada uma folha de cada região da planta, superior, mediana e inferior (Figura 4 A). Destas foram retirados três fragmentos correspondente as regiões: apical, mediana e basal do limbo. De cada fragmento foram feitas três medições totalizando em 2160 medições (Figura 4B)

5.6.4.1. Corte Transversal

A preparação dos cortes transversais para análise anatômica foi realizada no Laboratório de Histologia da Faculdade de Medicina (FMRP). Foram retirados da folha segmentos de um cm^2 , sendo logo fixados em FAA (Formol: Álcool: Água) por 24 horas e desidratados em série etílica (Krauss; Arduin, 1997). Posteriormente os segmentos foram incluídos em parafina. Os cortes foram feitos em micrótomo rotativo, com 8 μm de espessura e corados com azul de toluidina.

Para a medição da espessura do limbo, das epidermes superior e inferior, dos parênquimas paliçádico e lacunoso, foram utilizados microscópio monocular digital da QUIMIS (Q720 ED) com objetiva e ocular de 10x. As imagens foram capturas através do

programa Windows Movie Maker, e as medições foram realizadas no programa Anati Quanti versão 2.0 (laboratório de Anatomia vegetal/ UFV).

5.6.4.2. Epiderme

Para obtenção do material, porções de folhas foram colocadas em solução de Jeffrey (ácido crômico 10% e ácido nítrico 10%, na proporção 1:1), até o despregamento da epiderme abaxial, que foi isolada e corada com safranina por 30 segundos e montado em lâmina com glicerina 50% (Kraus; Arduin, 1997). As observações das lâminas foram feitas em microscópio monocular digital da QUIMIS (Q720 ED) com ocular de 10x e objetiva de 40x. As imagens foram digitalizadas em um computador e determinou-se a área do campo de visão através de uma lâmina milimetrada do microscópio.

As imagens foram feitas através do programa Windows Movie Maker. Para obter os dados de índice estomático e densidade estomática foi usado o programa Anati Quanti versão 2.0 (laboratório de Anatomia vegetal/ UFV), realizando a contagem de células epidérmicas e estômatos.

O índice estomático (**IE**) foi expresso em porcentagem e calculado pela fórmula:

$$IE = n^{\circ} \text{ de estômatos} \times 100 / n^{\circ} \text{ de estômatos} + n^{\circ} \text{ de células epidérmicas}$$

Figura 4: Esquemática da repartição da planta em três regiões: superior, mediana e inferior (A). Esquemática das regiões do limbo, dividido em: apical, mediana e basal (B).

5.6.5. Estudo foliar

A contagem das folhas foi realizada em 90 DAP, nas plantas que foram analisadas a biomassa e 150 DAP, com o restante das plantas.

Para a determinação da área foliar foram retiradas folhas de diferentes posições do ramo. O método utilizado foi o de pesagem dos discos foliares, com área conhecida, onde foram destacados discos foliares da porção basal, mediana e apical do limbo foliar. Através da área conhecida dos discos foliares destacado, do peso dos mesmos e do peso da folha, foi estimada a área foliar total (Beadle, 1993).

A área foliar específica (*AFE*) de cada planta utilizada foi calculada através da relação entre a área de 9 discos foliares e sua massa correspondente, sendo a relação inversa a massa foliar específica (*MFE*) (Beadle, 1993).

$$AFE = \text{Área foliar} / \text{Massa seca} (\text{dm}^2 \text{ g}^{-1}).$$

$$MFE = \text{Massa seca} / \text{Área foliar} (\text{g dm}^{-2}).$$

5.6.6. Partição de Matéria Seca

Aos 90 e 150 dias após o plantio, 5 plantas de cada tratamento foram separadas em caule, pecíolo, lâmina foliar e raízes. As partes foram acondicionadas em sacos de papel,

identificadas e colocadas em estufa de ar circulante a 70°C até atingirem peso constante. A pesagem foi realizada em balança analítica digital com precisão de quatro dígitos.

5.6.7. Teor de nutrientes foliar

No início e no final do experimento foram realizadas avaliações dos teores de macronutrientes minerais no tecido foliar das plantas de *Mikania*. Esta análise foi realizada em laboratório específico (Riber-Solo).

5.7. Delineamento Experimental

O desenho experimental foi em blocos casualizados com parcelas subdivididas em esquema fatorial com três níveis de fatores (2x2x4), considerando 2 espécies, 2 tipos de solo e 4 níveis de luz. Foram utilizados 5 repetições por tratamento.

5.8. Análise dos dados

Os parâmetros estudados foram submetidos a análises de variância (ANOVA) e testes de Tukey ($\alpha = 0,05$) utilizando o Programa SigmaStat versão 3.1. (Systat Software Inc;USA).

6. RESULTADOS

6.1. Trocas Gasosas

As medições das trocas gasosas, realizadas aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio (DAP), serão apresentadas separadamente. Posteriormente, será apresentada a média da taxa fotossintética das quatro medições.

60 dias após o plantio

Nesta primeira avaliação das trocas gasosas, plantas de *M. glomerata* cultivadas sob I_0 que não receberam adubação apresentaram uma redução de 40% na taxa fotossintética comparadas as plantas adubadas. Entre as espécies, diferenças significativas na fotossíntese foram observadas somente em plantas adubadas crescidas sob o tratamento I_{50} (Tabela 3).

A condutância estomática em plantas de *M. glomerata* adubada sob I_{75} , apresentou uma redução de 57% comparadas a I_0 e I_{25} e de 62% comparadas a I_{50} . Enquanto, o valor de *gs* em plantas sem adubação sob I_{75} foi metade do valor encontrado em plantas sob I_0 .

Em todos os outros parâmetros das trocas gasosas analisados nesta data não foram observados efeitos significativos dos tratamentos aplicados (Tabela 3).

Em comparação às plantas adubadas, em plantas não adubadas de *M. glomerata* observou-se uma redução significativa de 40% e 32% na eficiência intrínseca da transpiração das plantas sob condição de pleno sol e I_{75} , respectivamente (Tabela 4). Na espécie *M. laevigata*, uma redução significativa de 29% na *EIT* foi observada em plantas não adubadas em comparação às plantas adubadas no tratamento I_{50} . Nesta espécie, comparando os efeitos do tratamento de interferência em plantas adubadas a *EIT* foi observada uma redução significativa de aproximadamente 40% em plantas sob I_{75} em comparação a I_{25} e I_{50} em plantas adubadas (Tabela 4).

Na eficiência intrínseca do uso da água (*EiUA*), ocorreu redução significativa de 34% nas plantas não adubadas de *M. glomerata*, em comparação às plantas adubadas, no tratamento I_{75} (Tabela 4).

Tabela 3: Parâmetros (**Par**) das trocas gasosas em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 60 dias após o plantio. Temperatura foliar (**Tfol**; °C), concentração interna de CO₂ (**Ci**; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração (**E**; $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (**gs**; $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (**A**; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Tfol	MG	25,88 $\pm$ 1,57Aa α	25,43 $\pm$ 1,52 Aa β	26,27 $\pm$ 1,59Aa α	26,44 $\pm$ 1,58 Aa β	27,35 $\pm$ 1,37Aa α	27,06 $\pm$ 1,43 Aa β	28,12 $\pm$ 1,25Aa α	27,88 $\pm$ 1,27 Aa β
	ML	25,40 $\pm$ 1,54 Aa α	25,65 $\pm$ 1,58 Aa β	26,19 $\pm$ 1,57 Aa α	26,78 $\pm$ 1,54 Aa β	27,43 $\pm$ 1,32 Aa α	27,48 $\pm$ 1,34 Aa β	28,16 $\pm$ 1,29 Aa α	27,90 $\pm$ 1,25 Aa β
Ci	MG	246 $\pm$ 20,08 Aa α	292 $\pm$ 21,98 Aa β	254 $\pm$ 16,97 Aa α	271 $\pm$ 18,47 Aa β	258 $\pm$ 17,52 Aa α	262 $\pm$ 12,83 Aa β	224 $\pm$ 21,58 Aa α	273 $\pm$ 20,44 Aa β
	ML	263 $\pm$ 21,89 Aa α	248,21,64 Aa β	248 $\pm$ 20,50 Aa α	248 $\pm$ 21,41 Aa β	237 $\pm$ 18,65 Aa α	262 $\pm$ 24,23 Aa β	271 $\pm$ 18,68 Aa α	264 $\pm$ 13,15 Aa β
E	MG	4,02 $\pm$ 0,77 Aa α	3,65 $\pm$ 0,46 Aa β	4,17 $\pm$ 0,77 Aa α	3,28 $\pm$ 0,48 Aa β	4,45 $\pm$ 0,58 Aa α	4,17 $\pm$ 0,69 Aa β	2,49 $\pm$ 0,43 Aa α	2,82 $\pm$ 0,40 Aa β
	ML	3,86 $\pm$ 0,79 Aa α	3,53 $\pm$ 0,75 Aa β	4,46 $\pm$ 1,09 Aa α	3,08 $\pm$ 0,51 Aa β	4,26 $\pm$ 0,56 Aa α	3,03 $\pm$ 0,19 Aa β	3,40 $\pm$ 0,69 Aa α	3,74 $\pm$ 0,91 Aa β
gs	MG	0,23 $\pm$ 0,03 Aa α	0,26 $\pm$ 0,04 Aa β	0,23 $\pm$ 0,03 Aa α	0,17 $\pm$ 0,02ABa β	0,26 $\pm$ 0,03 Aa α	0,23 $\pm$ 0,04ABa β	0,10 $\pm$ 0,02Ba α	0,13 $\pm$ 0,02Ba β
	ML	0,25 $\pm$ 0,04 Aa α	0,19 $\pm$ 0,03 Aa β	0,27 $\pm$ 0,06 Aa α	0,16 $\pm$ 0,02 Aa β	0,24 $\pm$ 0,03 Aa α	0,18 $\pm$ 0,03 Aa β	0,16 $\pm$ 0,03 Aa α	0,17 $\pm$ 0,04 Aa β
A	MG	15,11 $\pm$ 2,43 Aa α	9,15 $\pm$ 1,38 Ab β	14,16 $\pm$ 2,46 Aa α	9,49 $\pm$ 1,70 Aa β	13,98 $\pm$ 1,80 Aa α	13,14 $\pm$ 2,33 Aa β	8,77 $\pm$ 1,88 Aa α	6,13 $\pm$ 1,05 Aa β
	ML	13,84 $\pm$ 3,09 Aa α	13,14 $\pm$ 2,53 Aa β	14,98 $\pm$ 2,72 Aa α	10,36 $\pm$ 1,73 Aa β	15,44 $\pm$ 1,85 Aa π	7,87 $\pm$ 0,40 Aa β	8,50 $\pm$ 2,34 Aa α	9,07 $\pm$ 2,54 Aa β

Tabela 4: Eficiência instantânea da transpiração (*EIT*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência intrínseca do uso da água (*EiUA*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 60 dias após o plantio. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
<i>EIT</i>	MG	4,17 $\pm$ 0,47 A α	2,52 $\pm$ 0,24Ab β	3,63 $\pm$ 0,31 A α	2,97 $\pm$ 0,25 Aa β	3,32 $\pm$ 0,33 A α	3,37 $\pm$ 0,37 Aa β	3,58 $\pm$ 0,45 A α	2,43 $\pm$ 0,38Ab β
	ML	3,56 $\pm$ 0,33ABa α	3,96 $\pm$ 0,55 Aa σ	3,88 $\pm$ 0,38 A α	3,47 $\pm$ 0,32 Aa β	3,78 $\pm$ 0,25 A α	2,70 $\pm$ 0,25Ab β	2,31 $\pm$ 0,21Ba π	3,00 $\pm$ 0,59 Aa β
<i>EiUA</i>	MG	67,23 $\pm$ 8,97 A α	46,41 $\pm$ 10,21 Aa β	61,15 $\pm$ 6,25 A α	56,28 $\pm$ 8,10 Aa β	58,31 $\pm$ 8,01 A α	57,59 $\pm$ 5,36 Aa β	83,34 $\pm$ 11,99 A α	55,07 $\pm$ 10,12 Ab β
	ML	58,47 $\pm$ 9,23 A α	67,08 $\pm$ 9,26 Aa β	65,31 $\pm$ 10,08 A α	68,29 $\pm$ 9,76 Aa β	69,32 $\pm$ 8,66 A α	62,61 $\pm$ 13,31 Aa β	53,74 $\pm$ 7,68 A α	59,87 $\pm$ 8,21 Aa β

90 dias após o plantio

Noventa dias após o plantio, a exceção da concentração interna de CO_2 (C_i), condutância estomática (g_s) e fotossíntese (A), nos outros parâmetros das trocas gasosas não foram observados efeitos significativos dos tratamentos de interferência da radiação, adubação, nem das espécies (Tabela 5).

Assim como na avaliação anterior, a g_s de *M. glomerata* foi menor nas plantas sob I_{75} , independentemente da adubação. Em plantas adubadas a g_s sob I_{75} foi reduzida entre 55 e 47% em comparação aos tratamentos I_0 e I_{25} , respectivamente. Esta redução da abertura estomática foi associada à menor taxa fotossintética de 49 e 53% nas plantas sob I_{75} , comparada as plantas sob I_0 e I_{25} , respectivamente (Tabela 5).

As plantas de *M. glomerata* que não receberam adubação, quando submetidas ao sombreamento de I_{75} apresentaram uma redução de 53% na g_s comparado as outras interferências de radiação. A redução da g_s nas plantas sob alto grau de interferência (I_{75}) esteve associada à redução proporcional (em torno de 54%) na taxa fotossintética quando comparadas a I_0 e I_{50} (Tabela 5).

Em *M. glomerata* redução significativa de 35% na taxa de fotossíntese por efeito da ausência da adubação foi verificada somente no tratamento I_{25} . Em *M. laevigata*, reduções significativas da fotossíntese, aproximadamente de 30%, por efeitos da ausência de adubação foram observados no tratamentos I_{25} e I_{50} (Tabela 5).

Na eficiência instantânea da transpiração (EIT) de *M. glomerata*, foi observada redução significativa de 24 a 40%, em plantas não adubadas comparadas às plantas adubadas, crescidas sob I_{25} , I_{50} e I_{75} , respectivamente. Em *M. laevigata*, a redução significativa da EIT por efeito da ausência da adubação foi de 32% no tratamento I_{25} (Tabela 6).

Plantas de *M. laevigata* não adubadas e submetidas a I_{75} apresentaram aproximadamente metade dos valores da taxa fotossintética, EIT e $EiUA$ comparadas às plantas sob I_{50} (Tabela 6). Paralelamente observou-se um aumento de C_i , provavelmente porque neste tratamento as plantas fixam menos CO_2 sob baixas intensidades de radiação.

Plantas adubadas de *M. glomerata* mostraram maiores valores de EIT e $EiUA$, sob I_0 e I_{75} do que plantas adubadas de *M. laevigata* (Tabelas 6).

Tabela 5: Parâmetros (**Par**) das trocas gasosas em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio. Temperatura foliar (**Tfol**; °C), concentração interna de CO₂ (**Ci**; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração (**E**; $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (**gs**; $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (**A**; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Tfol	MG	28,67 $\pm$ 1,11Aa α	28,30 $\pm$ 1,15 Aa β	29,24 $\pm$ 1,06 Aa α	29,66 $\pm$ 1,07 Aa β	30,38 $\pm$ 0,94 Aa α	30,26 $\pm$ 0,99 Aa β	30,35 $\pm$ 0,88 Aa α	30,30 $\pm$ 0,89 Aa β
	ML	26,65 $\pm$ 1,28 Aa α	29,59 $\pm$ 0,87 Aa β	29,19 $\pm$ 1,07 Aa α	29,82 $\pm$ 1,03 Aa β	30,42 $\pm$ 0,95 Aa α	30,39 $\pm$ 0,91 Aa β	30,28 $\pm$ 0,89 Aa α	30,38 $\pm$ 0,88 Aa β
Ci	MG	224 $\pm$ 15,67 Aa α	255 $\pm$ 17,61 Aa β	214 $\pm$ 11,59 Aa α	272 $\pm$ 7,06Ab β	215 $\pm$ 14,24 Aa α	254 $\pm$ 9,13 Aa β	219 $\pm$ 21,68 Aa α	277 $\pm$ 13,16Ab β
	ML	298 $\pm$ 13,19 Aa π	268 $\pm$ 13,45ABa β	235 $\pm$ 12,41Ba α	271 $\pm$ 14,66ABa β	234 $\pm$ 11,16Ba α	253 $\pm$ 8,75 Aa β	281 $\pm$ 18,71ABa π	306 $\pm$ 12,33Ba β
E	MG	3,84 $\pm$ 0,49 Aa α	3,61 $\pm$ 0,46 Aa β	3,93 $\pm$ 0,47 Aa α	4,25 $\pm$ 0,58 Aa β	4,35 $\pm$ 0,71 Aa α	4,44 $\pm$ 0,47 Aa β	2,69 $\pm$ 0,49 Aa α	2,77 $\pm$ 0,51 Aa β
	ML	4,00 $\pm$ 0,60 Aa α	4,25 $\pm$ 0,45 Aa β	4,82 $\pm$ 0,55 Aa α	4,83 $\pm$ 0,65 Aa β	5,19 $\pm$ 0,48 Aa α	4,41 $\pm$ 0,61 Aa β	3,23 $\pm$ 0,46 Aa α	3,69 $\pm$ 0,40 Aa β
gs	MG	0,22 $\pm$ 0,03 Aa α	0,19 $\pm$ 0,03 Aa β	0,19 $\pm$ 0,02 Aa α	0,19 $\pm$ 0,02 Aa β	0,18 $\pm$ 0,03 ABa α	0,19 $\pm$ 0,02 Aa β	0,10 $\pm$ 0,02 Ba α	0,09 $\pm$ 0,01 Ba β
	ML	0,26 $\pm$ 0,03 Aa α	0,21 $\pm$ 0,03 Aa β	0,28 $\pm$ 0,04 Aa α	0,25 $\pm$ 0,03 Aa β	0,25 $\pm$ 0,03 Aa α	0,22 $\pm$ 0,04 Aa β	0,12 $\pm$ 0,02 Ba α	0,17 $\pm$ 0,03 Aa β
A	MG	13,24 $\pm$ 1,08 Aa α	10,80 $\pm$ 1,54 Aa β	14,48 $\pm$ 1,37 Aa α	9,39 $\pm$ 0,82ABb β	13,03 $\pm$ 1,73 Aa α	11,24 $\pm$ 0,99 Aa β	6,77 $\pm$ 1,14Ba α	5,01 $\pm$ 0,97Ba β
	ML	10,70 $\pm$ 2,13 Aa α	9,60 $\pm$ 0,88ABa β	15,12 $\pm$ 1,51ABa α	10,54 $\pm$ 1,17Ab β	15,78 $\pm$ 1,58Ba α	11,12 $\pm$ 1,23Ab β	5,54 $\pm$ 1,14Ca α	4,79 $\pm$ 0,82Ba β

Tabela 6: Eficiência instantânea da transpiração (*EIT*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência intrínseca do uso da água (*EiUA*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 90 dias de tratamento. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
<i>EIT</i>	MG	3,73 $\pm$ 0,19 Aa α	2,93 $\pm$ 0,19 Aa β	4,06 $\pm$ 0,37 Aa α	2,51 $\pm$ 0,21 ABb β	3,60 $\pm$ 0,42 Aa α	2,73 $\pm$ 0,19 ABb β	3,05 $\pm$ 0,42 Aa α	1,84 $\pm$ 0,21 Bb β
	ML	2,52 $\pm$ 0,26 ACa π	2,38 $\pm$ 0,21 Aa β	3,63 $\pm$ 0,42 Ba α	2,46 $\pm$ 0,26 Ab β	3,13 $\pm$ 0,21 ABa α	2,67 $\pm$ 0,20 Aa β	1,72 $\pm$ 0,29 Ca π	1,25 $\pm$ 0,14 Ba β
<i>EiUA</i>	MG	75,88 $\pm$ 8,82 Aa α	62,50 $\pm$ 8,94 Aa β	81,80 $\pm$ 7,62 Aa α	51,39 $\pm$ 2,87 Ab β	81,89 $\pm$ 9,50 Aa α	59,73 $\pm$ 4,21 Aa β	83,90 $\pm$ 13,14 Aa α	51,31 $\pm$ 7,71 Ab β
	ML	39,15 $\pm$ 4,73 Aa π	53,78 $\pm$ 7,20 ABa β	68,82 $\pm$ 8,63 Ba α	50,80 $\pm$ 7,60 ABa β	67,48 $\pm$ 5,92 Ba α	60,99 $\pm$ 5,44 Aa β	49,05 $\pm$ 9,93 ABa π	33,50 $\pm$ 5,75 Ba β

120 dias após o plantio

Nesta avaliação, efeitos negativos da ausência de adubação sobre a taxa fotossintética foram observados nos tratamentos I₇₅ de *M. glomerata* e I₂₅ de *M. laevigata*. Nas plantas não adubadas, a redução de *A* foi de 52% em *M. glomerata* e de 20% *M. laevigata* comparadas às plantas adubadas. (Tabela 7).

No entanto, entre as espécies, a taxa transpiratória e condutância estomática em *M. laevigata* adubada foram sempre maiores que em *M. glomerata*, tratamentos I₂₅, I₅₀ e I₇₅ (Tabela 7).

No tratamento de elevado sombreamento (I₇₅), a ausência de adubação provocou uma queda aproximadamente de 40 e 32% da *EIT* e *EiUA* em *M. glomerata* e *M. laevigata*, respectivamente (Tabela 8). Em plantas de *M. glomerata* adubadas e submetidas a I₅₀ e I₇₅, a *EIT* e *EiUA* foram maiores do que em *M. laevigata*. Isso pode ser devido aos maiores valores da transpiração e da condutância estomática observados em *M. laevigata*.

Para *M. laevigata* adubada fica evidente as diferenças entre os tratamentos de I₂₅ e I₇₅. As plantas sob I₂₅ apresentaram maior *gs* (54%), do que plantas sob I₇₅. Esta maior abertura estomática provavelmente foi a causa do aumento de 37% em *E*, 55% em *A* nas plantas crescidas em I₂₅ comparadas às plantas sob I₇₅.

Tabela 7: Parâmetros (**Par**) das trocas gasosas em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 120 dias após o plantio. Temperatura foliar (**Tfol**; °C), concentração interna de CO₂ (**Ci**; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração (**E**; $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (**gs**; $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (**A**; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Tfol	MG	28,63 $\pm$ 0,64Aa α	27,09 $\pm$ 0,78Ab β	29,99 $\pm$ 0,27ABa α	30,39 $\pm$ 0,27Ba β	30,42 $\pm$ 0,33Ba α	29,85 $\pm$ 0,31Ba β	29,42 $\pm$ 0,52ABa α	28,89 $\pm$ 0,49Ba β
	ML	28,36 $\pm$ 0,70Aa α	29,49 $\pm$ 0,86Aa β	30,85 $\pm$ 0,55Ba α	31,87 $\pm$ 0,55Ba σ	31,89 $\pm$ 0,45Ba π	31,27 $\pm$ 0,48ABa σ	30,93 $\pm$ 0,59Ba α	30,19 $\pm$ 0,55ABa β
Ci	MG	210 $\pm$ 11,82Aa α	235 $\pm$ 8,16Aa β	217 $\pm$ 7,78Aa α	183 $\pm$ 14,60Ba β	162 $\pm$ 7,64Ba α	178 $\pm$ 12,09Ba β	161 $\pm$ 13,24Ba α	244 $\pm$ 16,71Ab β
	ML	232 $\pm$ 7,76ABa α	227 $\pm$ 5,16Aa β	218 $\pm$ 7,86Aa α	220 $\pm$ 7,04Aa β	210 $\pm$ 8,24Aa π	206 $\pm$ 10,57Aa β	246 $\pm$ 13,10Ba π	285 $\pm$ 7,52Bb β
E	MG	2,85 $\pm$ 0,40Aa α	3,31 $\pm$ 0,40Aa β	4,49 $\pm$ 0,30Ba α	3,22 $\pm$ 0,31Ab β	3,50 $\pm$ 0,37ABa α	3,31 $\pm$ 0,40Aa β	2,39 $\pm$ 0,20Aa α	1,94 $\pm$ 0,19Ba β
	ML	3,03 $\pm$ 0,27Aa α	4,62 $\pm$ 0,66ABb σ	5,84 $\pm$ 0,35Ba π	5,51 $\pm$ 0,48Ba σ	4,99 $\pm$ 0,37BCa π	4,73 $\pm$ 0,40Ba σ	3,68 $\pm$ 0,36ACa π	3,20 $\pm$ 0,21Aa σ
gs	MG	0,14 $\pm$ 0,02ABa α	0,17 $\pm$ 0,02Aa β	0,19 $\pm$ 0,02Ba α	0,12 $\pm$ 0,02ABb β	0,13 $\pm$ 0,01Aa α	0,13 $\pm$ 0,02Aa β	0,09 $\pm$ 0,01Aa α	0,07 $\pm$ 0,01Ba β
	ML	0,15 $\pm$ 0,02Aa α	0,21 $\pm$ 0,03Ab β	0,28 $\pm$ 0,03Ba π	0,22 $\pm$ 0,02Aa σ	0,19 $\pm$ 0,02Aa π	0,18 $\pm$ 0,02ABa β	0,13 $\pm$ 0,01Aa π	0,12 $\pm$ 0,01Ba β
A	MG	10,21 $\pm$ 1,54Aa α	11,39 $\pm$ 1,29Aa β	14,18 $\pm$ 1,14Aa α	11,40 $\pm$ 1,24Aa β	13,77 $\pm$ 1,35Aa α	12,30 $\pm$ 1,31Aa β	9,75 $\pm$ 0,79Aa α	4,67 $\pm$ 0,87Bb β
	ML	10,00 $\pm$ 1,17ACa α	13,61 $\pm$ 1,46Ab β	18,19 $\pm$ 1,41Ba π	14,60 $\pm$ 1,11Ab β	14,07 $\pm$ 1,19Aa α	13,72 $\pm$ 1,15Aa β	8,18 $\pm$ 1,25Ca α	5,11 $\pm$ 0,85Ba β

Tabela 8: Eficiência instantânea da transpiração (*EIT*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência intrínseca do uso da água (*EiUA*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 120 dias de tratamento. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
<i>EIT</i>	MG	3,74 $\pm$ 0,24ABa α	3,72 $\pm$ 0,36Aa β	3,16 $\pm$ 0,18Ba α	3,57 $\pm$ 0,25Aa β	3,99 $\pm$ 0,12ABa α	3,91 $\pm$ 0,27Aa β	4,24 $\pm$ 0,32Aa α	2,54 $\pm$ 0,35Bb β
	ML	3,34 $\pm$ 0,23Aa α	3,30 $\pm$ 0,23Aa β	3,11 $\pm$ 0,16Aa α	2,72 $\pm$ 0,09Aa σ	2,82 $\pm$ 0,13ABa π	3,04 $\pm$ 0,21Aa σ	2,25 $\pm$ 0,27Ba π	1,54 $\pm$ 0,18Bb σ
<i>EiUA</i>	MG	83,62 $\pm$ 7,62ABa α	68,81 $\pm$ 4,80Aa β	75,03 $\pm$ 4,35Aa α	97,74 $\pm$ 8,23Bb β	108,71 $\pm$ 4,26BCa α	102,37 $\pm$ 7,64Ba β	117,49 $\pm$ 8,74Ca α	69,81 $\pm$ 9,62Ab β
	ML	70,96 $\pm$ 4,18Aa α	68,42 $\pm$ 3,25Aa β	68,87 $\pm$ 4,23Aa α	70,29 $\pm$ 4,54Aa σ	77,81 $\pm$ 5,32Aa π	80,11 $\pm$ 6,13Aa σ	61,21 $\pm$ 7,40Aa π	40,53 $\pm$ 3,89Bb σ

150 dias após o plantio

Na avaliação das trocas gasosas realizada aos 150 dias após o plantio ficou evidente o efeito negativo do tratamento de elevado sombreamento (I_{75}), principalmente sobre a condutância estomática, transpiração e taxa fotossintética em ambas as espécies estudadas (Tabela 9). Em *M. glomerata*, a redução de E , gs e A no tratamento I_{75} em comparação ao tratamento I_0 foi aproximadamente de 90%. Em plantas não adubadas sob I_{25} de ambas as espécies, como ocorreu na medição anterior, apresentaram melhor desempenho fotossintético do que plantas dos outros tratamentos de radiação (Tabela 9).

Na eficiência instantânea da transpiração (EIT) e na eficiência intrínseca do uso da água ($EiUA$) foram observadas diferenças significativas entre as espécies somente em plantas adubadas do tratamento I_{25} e I_{75} , mostrando a *M. glomerata* maior EIT e $EiUA$ que *M. laevigata* (Tabela 10).

Em *M. glomerata*, no tratamento I_{75} , os valores de EIT e $EiUA$ foram maiores nas plantas adubadas em comparação às plantas não adubadas (Tabela 10), de fato devido à maior taxa fotossintética e aos menores valores da E e gs , observados nesta espécie, neste tratamento (Tabela 9).

Taxa fotossintética média

Em média, a taxa fotossintética das plantas de *M. glomerata* adubadas sob alto sombreamento (I_{75}), foi 46, 47 e 48% menor do que as plantas sob I_0 , I_{25} e I_{50} , respectivamente. Enquanto que nas plantas não adubadas desta mesma espécie, as reduções da taxa fotossintética sob I_{75} em comparação aos tratamentos I_0 , I_{25} e I_{50} foram de 61, 65 e 62%, respectivamente. Em plantas adubadas de *M. laevigata*, as plantas crescidas sob I_0 mostraram uma taxa fotossintética 30% menor que em I_{25} . Entretanto, o efeito do tratamento de elevado sombreamento (I_{75}), causou reduções de 40, 58 e 53% na taxa fotossintética dos tratamentos I_0 , I_{25} e I_{50} , respectivamente. Nas plantas não adubadas desta espécie, a taxa fotossintética do tratamento I_{75} , em comparação aos tratamentos I_0 , I_{25} e I_{50} , foi reduzida em 57, 62 e 53%, respectivamente (Figura 5).

Tabela 9: Parâmetros (**Par**) das trocas gasosas em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio. Temperatura foliar (**Tfol**; °C), concentração interna de CO₂ (**Ci**; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), taxa de transpiração (**E**; $\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), condutância estomática (**gs**; $\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), fotossíntese líquida (**A**; $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Tfol	MG	35,85 $\pm$ 0,38Aa α	33,83 $\pm$ 0,80Ab β	36,21 $\pm$ 0,54 Aa α	35,44 $\pm$ 0,42 Aa β	35,12 $\pm$ 0,32 Aa α	30,13 $\pm$ 1,04Bb β	34,05 $\pm$ 0,48 Aa α	33,35 $\pm$ 0,63 Aa β
	ML	33,44 $\pm$ 1,19ABa α	32,95 $\pm$ 1,27 Aa β	35,42 $\pm$ 0,44Ba α	35,97 $\pm$ 0,43Ba β	33,85 $\pm$ 0,60 Ba α	31,01 $\pm$ 0,74Ab β	32,28 $\pm$ 0,56 Aa α	33,69 $\pm$ 0,53ABa β
Ci	MG	229 $\pm$ 23,79 ABa α	233 $\pm$ 16,26 Aa β	184 $\pm$ 22,05 Ba α	229 $\pm$ 3,77 Ab β	205 $\pm$ 7,69 ABa α	278 $\pm$ 13,78ABb β	250 $\pm$ 16,81 Aa α	309 $\pm$ 8,99Bb β
	ML	266 $\pm$ 13,07 Aa α	263 $\pm$ 16,82 Aa β	209 $\pm$ 10,56Ba α	211 $\pm$ 11,32Ba β	186 $\pm$ 12,88Ba α	292 $\pm$ 13,27ACb β	319 $\pm$ 11,47Ca α	317 $\pm$ 7,06Ca β
E	MG	4,74 $\pm$ 0,67 Aa α	3,80 $\pm$ 0,72 Aa β	2,65 $\pm$ 0,37Ba α	6,55 $\pm$ 0,56Bb β	3,37 $\pm$ 0,44ABa α	2,65 $\pm$ 0,62ACa β	0,52 $\pm$ 0,09Ca α	1,33 $\pm$ 0,19Ca β
	ML	3,48 $\pm$ 0,66ABa α	3,23 $\pm$ 0,59 Aa β	4,47 $\pm$ 0,52 Aa π	5,09 $\pm$ 0,38Aa σ	2,82 $\pm$ 0,30ABa α	3,07 $\pm$ 0,59Bb β	2,58 $\pm$ 0,25Ba π	1,85 $\pm$ 0,17 Aa β
gs	MG	0,18 $\pm$ 0,04 Aa α	0,16 $\pm$ 0,03ACa β	0,07 $\pm$ 0,01BCa α	0,23 $\pm$ 0,02Ab β	0,11 $\pm$ 0,02ACa α	0,11 $\pm$ 0,02BCa β	0,02 $\pm$ 0,00Ba α	0,04 $\pm$ 0,00Ba β
	ML	0,14 $\pm$ 0,02 Aa α	0,14 $\pm$ 0,02 Aa β	0,15 $\pm$ 0,02 Aa π	0,17 $\pm$ 0,02Aa σ	0,10 $\pm$ 0,01 Aa α	0,13 $\pm$ 0,02Ab β	0,10 $\pm$ 0,02 Aa π	0,05 $\pm$ 0,00Ba β
A	MG	10,24 $\pm$ 1,52 Aa α	9,88 $\pm$ 1,82 Aa β	7,63 $\pm$ 0,84 Aa α	15,57 $\pm$ 1,07Bb β	8,54 $\pm$ 1,17 Aa α	6,22 $\pm$ 1,68 Aa β	1,19 $\pm$ 0,11Ba α	0,92 $\pm$ 0,05Ca β
	ML	7,73 $\pm$ 1,20ABa α	7,74 $\pm$ 1,48 Aa β	11,20 $\pm$ 1,17Ba π	12,37 $\pm$ 1,25Ba σ	9,11 $\pm$ 0,88 Ba α	6,06 $\pm$ 1,64Bb β	3,32 $\pm$ 1,44 Aa α	1,05 $\pm$ 0,10Ca β

Tabela 10: Eficiência instantânea da transpiração (*EIT*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$) e eficiência intrínseca do uso da água (*EiUA*; $\mu\text{mol mol}^{-1}$), em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 150 dias de tratamento. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
<i>EIT</i>	MG	2,35 $\pm$ 0,23 Aa α	2,71 $\pm$ 0,14 Aa β	3,28 $\pm$ 0,33Ba α	2,45 $\pm$ 0,10Ab β	2,60 $\pm$ 0,13ABa α	2,11 $\pm$ 0,20Aa β	3,31 $\pm$ 0,49 Ba α	0,91 $\pm$ 0,12Bb β
	ML	2,51 $\pm$ 0,25 Aa α	2,44 $\pm$ 0,23 Aa β	2,67 $\pm$ 0,15 Aa π	2,49 $\pm$ 0,18 Aa β	3,29 $\pm$ 0,15Aa π	1,58 $\pm$ 0,21Bb σ	1,10 $\pm$ 0,40 Ba π	0,69 $\pm$ 0,13Ca β
<i>EiUA</i>	MG	83,04 $\pm$ 15,68 Aa α	76,72 $\pm$ 9,11 Aa β	120,94 $\pm$ 15,20 Aa α	70,66 $\pm$ 2,98ABb β	92,72 $\pm$ 7,36 Aa α	49,65 $\pm$ 6,52ABb β	102,50 $\pm$ 14,55 Aa α	31,82 $\pm$ 3,98Bb β
	ML	60,25 $\pm$ 6,62 Aa α	59,56 $\pm$ 7,82 Aa β	88,78 $\pm$ 7,51Ba π	83,68 $\pm$ 7,16 Ba σ	98,76 $\pm$ 8,19Ba α	38,37 $\pm$ 6,05ABb β	22,45 $\pm$ 6,31Ca π	24,13 $\pm$ 4,50Ca β

Figura 5: Taxa fotossintética média (A ; $\mu\text{mol m}^{-2}\text{s}^{-1}$), em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN) e *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de interferência da radiação: 0%; (I₀), 25% (I₂₅), 50% (I₅₀), 75% (I₇₅). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de radiação e minúscula entre os tratamentos de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

6.2. Fluorescência da Clorofila

60 dias após o plantio

Os cursos diurnos do **FFFA** (Fluxo de Fótons Fotossinteticamente Ativos), temperatura ambiente e umidade relativa, registrados nos diferentes tratamentos de interferência da radiação, durante a medição do curso diurno da fluorescência aos 60 dias após o plantio são apresentados na figura 6.

Em todos os tratamentos de interferência da radiação, os maiores valores do **FFFA** foram observados entre as 12:00 e 14:00 horas. Enquanto, os maiores valores da temperatura ambiente e menores valores da umidade relativa foram observados entre as 14:00 e 16:00 horas (Figura 6). Neste dia em particular, a máxima temperatura chegou a 35°C e a mínima umidade relativa a 20%.

No entanto, na temperatura ambiente e umidade relativa, ao longo do curso diurno, não foram observadas diferenças por efeito dos tratamentos de interferência. Isso mostra que os tratamentos de sombra aplicados tiveram efeitos somente sobre a incidência da radiação, mas não influenciaram na temperatura, nem na umidade relativa dentro das casas de vegetação.

Em ambas as espécies e nas duas condições de adubação, ao longo do curso diurno, foram observados os menores valores da razão fluorescência variável/ fluorescência máxima (**Fv/Fm**) no tratamento de pleno sol e os maiores valores de este parâmetro da fluorescência no tratamento I₇₅, com diferenças significativas entre ambos, principalmente nas plantas não adubadas (Figura 7 e anexo: tabela 1).

Em *M. glomerata* adubada, as diferenças significativas entre as interferências de radiação iniciaram a partir das 12:00 até as 18:00 horas. Os valores de **Fv/Fm** em I₅₀ e I₇₅ foram maiores quando comparadas às plantas sob I₀. A fotoinibição, só ocorreu em plantas sob alta radiação (I₀) às 16:00 horas, quando o valor de **Fv/Fm** chegou a 0,680. Plantas que não receberam adubação, apresentaram diferenças entre I₀ e os outros tratamentos desde a primeira medição (às 6:00 horas), exceto às 14:00, onde o tratamento de I₂₅, não diferiu dos outros. A fotoinibição em plantas sob I₀ ocorreu entre 12:00 e 16:00 horas quando o valor de **Fv/Fm** foi menor do que 0,700. As plantas adubadas sob I₀ tiveram maiores valores de

Fv/Fm do que plantas não adubadas às 6:00, 8:00 e 10:00 horas (Figura 7). Nesta espécie ao final do dia, a recuperação das plantas atingiram valores próximos aos encontrados nas medições das 8:00 horas.

As plantas adubadas de *M. laevigata*, apresentaram diferença significativa de **Fv/Fm** entre os tratamentos de I₀ e I₇₅, somente às 12:00 horas (Figura 7). Nas plantas não adubadas desta espécie, os menores valores de **Fv/Fm** foram observados no tratamento I₀ entre as 12:00 e 16:00 horas, período na qual a razão **Fv/Fm** foi menor que 0,700 indicando a ocorrência de fotoinibição dinâmica. Em todos os tratamentos, o valor de **Fv/Fm** já mostrava início de recuperação em torno das 18:00 horas (Figura 7).

90 dias após o plantio

Nesta medição, os máximos valores do **FFFA**, foram observados entre as 12:00 e 14:00 horas. Os máximos valores da temperatura entre as 14:00 e 16:00 horas, e os mínimos valores da umidade relativa por volta das 14:00 horas (Figura 8).

Em ambas as espécies, ao longo do dia, menores valores da razão **Fv/Fm** foram observadas nas plantas não adubadas em comparação às plantas adubadas (Figura 9). Entre tratamentos de interferência da radiação, como na medição anterior, os menores valores de **Fv/Fm** foram observados no tratamento em pleno sol, em ambas as espécies quando adubadas comparando a I₇₅. Coincidindo com as horas de maior intensidade da radiação, os menores valores da razão **Fv/Fm** foram observados entre 14:00 e 16:00 horas, no tratamento de pleno sol (I₀) com valores de **Fv/Fm** menores que 0,700, nas plantas não adubadas (Figura 9 e anexo: figura 2).

120 dias após o plantio

Na avaliação realizada aos 120 dias após o plantio, o valor máximo de **FFFA** (1100 $\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) foi observado em torno do meio-dia, horário no qual também foi verificada a máxima temperatura e a mínima umidade relativa (Figura 10). Independentemente da adubação, sob elevado sombreamento (I₇₅) o valor da razão **Fv/Fm** foi maior em comparação a I₀.

Para *M. glomerata* adubada a queda da razão **Fv/Fm** abaixo de 0,700 foi observada a partir das 10:00 até as 18:00 horas, e nas não adubadas das 10:00 até as 16:00 horas, em

plantas expostas a pleno sol de ambas as espécies, sugere a ocorrência da fotoinibição nestes horários (Figura 11 e anexo: tabela 3), que coincidem com os horários de alta incidência da radiação (Figura 10). Em plantas de *M. laevigata* sob I_0 a fotoinibição ocorreu em plantas não adubadas entre as 12:00 e 16:00 horas.

150 dias após o plantio

Da mesma forma como foi observado nas avaliações anteriores, nesta avaliação, o máximo valor do **FFFA**, a máxima temperatura e a mínima umidade relativa foi registrado próximo do meio-dia (Figura 12).

Em ambas as espécies estudadas, houve uma tendência em aumentar a razão **F_v/F_m** de acordo com o aumento da interferência da radiação, ficando evidente essa diferença entre os tratamentos I_0 e I_{75} em todos horários de medição (Figura 13 e anexo: tabela 4). Valores de **F_v/F_m** abaixo de 0,700 foram observados somente nas plantas adubadas. Em *M. glomerata* sob I_0 e I_{25} e *M. laevigata* sob I_0 , esta redução foi encontrada a partir das 10:00 até as 16:00 horas.

Figura 6: Curso diurno do fluxo fótons fotossinteticamente ativos, *FFFA* (A), temperatura ambiental (B) e umidade relativa do ar (C) durante a medição da fluorescência aos 60 dias após o plantio.

MGA

MGN

MLA

MLN

Figura 7: Variação diurna da eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) nos cursos diurnos em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN) e *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 60 dias após o plantio. As barras representam a média $\pm$ erro padrão (n=5).

Figura 8: Curso diurno do fluxo fótons fotossinteticamente ativos, *FFFA* (A), temperatura ambiental (B) e umidade relativa do ar (C) durante a medição da fluorescência aos 90 dias após o plantio.

Figura 9: Variação diurna da eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) nos cursos diurnos em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN) e *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio. As barras representam a média $\pm$ erro padrão (n=5).

Figura 10: Curso diurno do fluxo fótons fotossinteticamente ativos, *FFFA* (A), temperatura ambiental (B) e umidade relativa do ar (C) durante a medição da fluorescência aos 120 dias após o plantio.

Figura 11: Variação diurna da eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) nos cursos diurnos em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN) e *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 60 dias após o plantio. As barras representam a média $\pm$ erro padrão (n=5).

Figura 12: Curso diurno do fluxo fótons fotossinteticamente ativos, *FFFA* (A), temperatura ambiental (B) e umidade relativa do ar (C) durante a medição da fluorescência aos 150 dias após o plantio.

Figura 13: Variação diurna da eficiência quântica máxima do fotossistema II (F_v/F_m) nos cursos diurnos em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN) e *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 60 dias após o plantio. As barras representam a média $\pm$ erro padrão (n=5).

6.3. Concentração de Pigmentos Fotossintéticos

Os pigmentos fotossintéticos, independentemente da idade das plantas ou do tratamento de adubação, apresentaram tendência a aumentar com o aumento da interferência da radiação. As diferenças apresentadas entre I_0 e I_{75} de clorofila a (*Chla*), clorofila b (*Chlb*) e clorofila total, (*Chl total* = *Chl a+b*), tiveram uma porcentagem muito próxima em todas as medições, portanto, os resultados descritos a seguir se referem principalmente às porcentagens da clorofila total.

60 dias após o plantio

Aos 60 DAP, foram observadas diferenças significativas na concentração total de clorofila por efeito da adubação e por efeito dos tratamentos de interferência da radiação (Tabela 11). Nas plantas não adubadas, a concentração de clorofila total representava entre 33-43% da concentração de clorofila total determinada nas plantas adubadas.

Em ambas as espécies, nas plantas adubadas, na medida em que aumentou o sombreamento, também incrementou a concentração de clorofila total. Assim, em plantas de *M. glomerata* e *M. laevigata*, que cresceram sob elevado sombreamento (I_{75}) foi determinada uma concentração de clorofila total de 33% e 53% maior que em plantas crescidas sob pleno sol (I_0), respectivamente. Entre espécies, as em plantas adubadas sob I_0 e I_{50} , a concentração da clorofila total nas folhas de *M. glomerata* foi maior que a concentração deste pigmento nas folhas de *M. laevigata* (Tabela 11).

Na concentração de carotenóides totais, também foi observado uma redução significativa por efeito da deficiência nutricional. Em plantas de *M. glomerata* sob todas as interferências e em *M. laevigata* sob I_{50} e I_{75} . Porém, efeitos significativos das diferentes interferências da radiação sobre este pigmento foram verificados somente em *M. laevigata*. Quando analisadas as relações carotenóides/clorofila total, foram determinados efeitos significativos dos tratamentos de interferência da radiação, com altos valores desta relação nas plantas crescidas em pleno sol (I_0) e menores valores nas plantas sob elevado sombreamento (Tabela 11). Estas variações se devem principalmente às variações significativas observadas na concentração de clorofilas, mas não a variações na concentração de carotenóides.

Tabela 11: Pigmentos fotossintéticos (**PF**) em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 60 dias após o plantio. Clorofila *a* (**Chl a**), clorofila *b* (**Chl b**), carotenóides (**Car**), clorofila total (**Chl a+b**), expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$, razão clorofila *a*/ clorofila *b* (**Chl a/ Chl b**), razão carotenóides por clorofila total (**Car/Chla+b**). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

PF	Esp.	I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Chl a	MG	9,57 $\pm$ 0,68Aa α	5,36 $\pm$ 0,78Ab β	10,09 $\pm$ 1,07ABa α	6,27 $\pm$ 0,62 Ab β	12,94 $\pm$ 1,02BCa α	7,90 $\pm$ 0,80 Ab β	14,01 $\pm$ 1,13Ca α	8,17 $\pm$ 1,60 Ab β
	ML	6,46 $\pm$ 0,56Aa π	6,59 $\pm$ 1,67Aa β	8,35 $\pm$ 1,32Aa α	5,45 $\pm$ 0,70 Ab β	9,30 $\pm$ 1,30Aa π	5,29 $\pm$ 0,20 Ab β	13,61 $\pm$ 0,59Ba α	9,02 $\pm$ 0,54 Ab β
Chl b	MG	3,92 $\pm$ 0,27Aa α	2,31 $\pm$ 0,36Ab β	4,13 $\pm$ 0,42ABa α	2,75 $\pm$ 0,25 Ab β	5,51 $\pm$ 0,48BCa α	3,55 $\pm$ 0,35 Ab β	6,02 $\pm$ 0,46Ca α	3,55 $\pm$ 0,64 Ab β
	ML	2,52 $\pm$ 0,21Aa π	2,78 $\pm$ 0,71Aa β	3,50 $\pm$ 0,57Aa α	2,27 $\pm$ 0,32 Ab β	3,79 $\pm$ 0,53Aa π	2,34 $\pm$ 0,08 Ab σ	5,64 $\pm$ 0,25Ba α	3,83 $\pm$ 0,24 Ab β
Chla+b	MG	13,49 $\pm$ 0,95 Aa α	7,67 $\pm$ 1,14 Ab β	14,22 $\pm$ 1,49 ABa α	9,02 $\pm$ 0,86 Ab β	18,45 $\pm$ 1,50BCa α	11,46 $\pm$ 1,15 Ab β	20,03 $\pm$ 1,58Ca α	11,73 $\pm$ 2,24 Ab β
	ML	8,98 $\pm$ 0,76 Aa π	9,37 $\pm$ 2,37 Aa β	11,84 $\pm$ 1,88Aa α	7,72 $\pm$ 1,01 Ab β	13,09 $\pm$ 1,84Aa π	7,63 $\pm$ 0,28 Ab β	19,25 $\pm$ 0,84Ba α	12,85 $\pm$ 0,77 Ab β
Car	MG	3,56 $\pm$ 0,17Aa α	2,26 $\pm$ 0,25 Ab β	3,55 $\pm$ 0,36Aa α	2,67 $\pm$ 0,14 Ab β	4,04 $\pm$ 0,35Aa α	2,85 $\pm$ 0,22 Ab β	4,42 $\pm$ 0,27Aa α	2,93 $\pm$ 0,43 Ab β
	ML	2,25 $\pm$ 0,15Aa π	2,68 $\pm$ 0,65Aa β	2,99 $\pm$ 0,39ABa α	2,16 $\pm$ 0,32Aa β	2,99 $\pm$ 0,40ABa π	2,01 $\pm$ 0,06 Ab β	4,26 $\pm$ 0,20Ba α	3,08 $\pm$ 0,15 Ab β
Chla/	MG	2,44 $\pm$ 0,02Aa α	2,33 $\pm$ 0,04Aa β	2,44 $\pm$ 0,03Aa α	2,28 $\pm$ 0,05 Ab β	2,36 $\pm$ 0,04Aa α	2,22 $\pm$ 0,03 Ab β	2,33 $\pm$ 0,05Aa α	2,27 $\pm$ 0,08Aa β
Chlb	ML	2,55 $\pm$ 0,04Aa α	2,37 $\pm$ 0,06ABb β	2,39 $\pm$ 0,03Ba α	2,42 $\pm$ 0,06Aa σ	2,45 $\pm$ 0,03ABa α	2,26 $\pm$ 0,04Bb β	2,42 $\pm$ 0,02ABa α	2,36 $\pm$ 0,02ABa β
Car/Chla+b	MG	0,27 $\pm$ 0,01Aa α	0,30 $\pm$ 0,02Ab β	0,25 $\pm$ 0,01ACa α	0,30 $\pm$ 0,01Ab β	0,22 $\pm$ 0,003Ba α	0,25 $\pm$ 0,01Bb β	0,22 $\pm$ 0,001BCa α	0,26 $\pm$ 0,01Bb β
	ML	0,25 $\pm$ 0,01Aa α	0,30 $\pm$ 0,02 Ab β	0,26 $\pm$ 0,01Aa α	0,28 $\pm$ 0,01Aa β	0,23 $\pm$ 0,005ABa α	0,26 $\pm$ 0,009ABb β	0,22 $\pm$ 0,003Ba α	0,24 $\pm$ 0,004Ba β

90 dias após o plantio

Da mesma forma como observado na avaliação anterior, aos 90 dias após o plantio, a concentração de clorofila total das folhas foi afetada significativamente pela adubação e pela interferência da radiação. Em ambas as espécies, a concentração de clorofila total das folhas das plantas não adubadas representava aproximadamente a metade da encontrada nas folhas das plantas adubadas, exceto para *M. glomerata* sob I_0 (Tabela 12).

Na medida em que incrementava a interferência da radiação também foi observado um incremento na concentração de clorofila. Assim, por exemplo, nas plantas adubadas de *M. glomerata*, a concentração de clorofila total, que no tratamento de pleno sol (I_0) foi de 8,35 $\mu\text{mol g}^{-1}$, passou para um valor de 22,42 $\mu\text{mol g}^{-1}$ no tratamento de máxima interferência da radiação (I_{75}), representando um incremento aproximado de 63%. Em *M. laevigata* adubada, o incremento percentual da clorofila total entre esses dois tratamentos extremos alcançou 53% (Tabela 12).

A concentração de carotenóides totais também foi observada redução significativa (entre 32 a 64%) nas plantas não adubadas em comparação às plantas adubadas, em ambas as espécies. Efeitos significativos da interferência da radiação, em plantas adubadas, sobre a concentração de carotenóides foram verificados entre os tratamentos de sol pleno (I_0) versus máximo sombreamento (I_{75}) com incrementos de 44 e 53 % para *M. laevigata* e *M. glomerata*, respectivamente. Quando analisadas as relações carotenóides/clorofila total, como na avaliação anterior, foram determinados efeitos significativos dos tratamentos de interferência da radiação, com altos valores desta relação nas plantas crescidas em pleno sol (I_0) e menores valores nas plantas sob elevado sombreamento (Tabela 12).

Independentemente do tratamento de interferência, não foram observadas diferenças significativas na concentração de pigmentos fotossintéticos entre as duas espécies quando adubadas. Porém, entre as plantas não adubadas, as concentrações de clorofila *a*, clorofila total e carotenóides foram maiores em *M. glomerata* em comparação a *M. laevigata* sob I_{75} (Tabela 12).

Tabela 12: Pigmentos fotossintéticos (**PF**) em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio. Clorofila *a* (**Chl a**), clorofila *b* (**Chl b**), carotenóides (**Car**), clorofila total (**Chl a+b**), expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$, razão clorofila *a*/ clorofila *b* (**Chl a/ Chl b**), razão carotenóides por clorofila total (**Car/Chla+b**). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

PF	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Chl a	MG	5,89 $\pm$ 0,88A $\alpha\alpha$	3,51 $\pm$ 0,51AB $\alpha\beta$	8,26 $\pm$ 1,08AB $\alpha\alpha$	3,27 $\pm$ 0,72Bb β	9,74 $\pm$ 1,42B $\alpha\alpha$	3,70 $\pm$ 0,21ABb β	15,70 $\pm$ 0,98C $\alpha\alpha$	6,76 $\pm$ 0,64Ab β
	ML	6,71 $\pm$ 0,46A $\alpha\alpha$	3,43 $\pm$ 0,52Ab β	7,38 $\pm$ 0,72A $\alpha\alpha$	4,21 $\pm$ 0,68Ab β	8,97 $\pm$ 1,00A $\alpha\alpha$	4,47 $\pm$ 0,42Ab β	14,12 $\pm$ 1,02B $\alpha\alpha$	3,82 $\pm$ 0,63Ab σ
Chl b	MG	2,46 $\pm$ 0,35A $\alpha\alpha$	1,50 $\pm$ 0,23AB $\alpha\beta$	3,52 $\pm$ 0,43AB $\alpha\alpha$	1,38 $\pm$ 0,33Bb β	4,17 $\pm$ 0,59B $\alpha\alpha$	1,59 $\pm$ 0,10ABb β	6,72 $\pm$ 0,51C $\alpha\alpha$	2,94 $\pm$ 0,30Ab β
	ML	2,74 $\pm$ 0,23A $\alpha\alpha$	1,36 $\pm$ 0,22Ab β	3,04 $\pm$ 0,30A $\alpha\alpha$	1,65 $\pm$ 0,29Ab β	3,86 $\pm$ 0,43A $\alpha\alpha$	1,96 $\pm$ 0,19Ab β	6,10 $\pm$ 0,52B $\alpha\alpha$	1,97 $\pm$ 0,25Ab β
Chla+b	MG	8,35 $\pm$ 1,23 A $\alpha\alpha$	5,01 $\pm$ 0,74 AB $\alpha\beta$	11,78 $\pm$ 1,50AB $\alpha\alpha$	4,65 $\pm$ 1,05Bb β	13,91 $\pm$ 2,01B $\alpha\alpha$	5,30 $\pm$ 0,32ABb β	22,42 $\pm$ 1,49C $\alpha\alpha$	9,70 $\pm$ 0,95Ab β
	ML	9,45 $\pm$ 0,69 A $\alpha\alpha$	4,79 $\pm$ 0,73 Ab β	10,42 $\pm$ 1,02A $\alpha\alpha$	5,87 $\pm$ 0,97Ab β	12,83 $\pm$ 1,43A $\alpha\alpha$	6,43 $\pm$ 0,62Ab β	20,21 $\pm$ 1,53B $\alpha\alpha$	5,79 $\pm$ 0,88Ab σ
Car	MG	2,43 $\pm$ 0,27A $\alpha\alpha$	1,58 $\pm$ 0,24ABb β	3,14 $\pm$ 0,29A $\alpha\alpha$	1,47 $\pm$ 0,25Bb β	3,46 $\pm$ 0,44A $\alpha\alpha$	1,68 $\pm$ 0,05ABb β	5,22 $\pm$ 0,31B $\alpha\alpha$	2,62 $\pm$ 0,24Ab β
	ML	2,65 $\pm$ 0,17A $\alpha\alpha$	1,58 $\pm$ 0,16Ab β	2,52 $\pm$ 0,21A $\alpha\alpha$	1,71 $\pm$ 0,20Ab β	3,10 $\pm$ 0,30A $\alpha\alpha$	1,83 $\pm$ 0,16Ab β	4,69 $\pm$ 0,31B $\alpha\alpha$	1,70 $\pm$ 0,22Ab σ
Chla/	MG	2,39 $\pm$ 0,06A $\alpha\alpha$	2,34 $\pm$ 0,06A $\alpha\beta$	2,34 $\pm$ 0,05A $\alpha\alpha$	2,46 $\pm$ 0,12A $\alpha\beta$	2,33 $\pm$ 0,02A $\alpha\alpha$	2,33 $\pm$ 0,03A $\alpha\beta$	2,35 $\pm$ 0,04A $\alpha\alpha$	2,31 $\pm$ 0,04A $\alpha\beta$
Chlb	ML	2,46 $\pm$ 0,06A $\alpha\alpha$	2,54 $\pm$ 0,05A $\alpha\sigma$	2,43 $\pm$ 0,03A $\alpha\alpha$	2,57 $\pm$ 0,08A $\alpha\beta$	2,32 $\pm$ 0,02A $\alpha\alpha$	2,28 $\pm$ 0,04B $\alpha\beta$	2,33 $\pm$ 0,04A $\alpha\alpha$	1,90 $\pm$ 0,10Cb σ
Car/Chla+b	MG	0,30 $\pm$ 0,01A $\alpha\alpha$	0,31 $\pm$ 0,01A $\alpha\beta$	0,27 $\pm$ 0,01AC $\alpha\alpha$	0,33 $\pm$ 0,02Ab β	0,25 $\pm$ 0,006BC $\alpha\alpha$	0,32 $\pm$ 0,01Ab β	0,26 $\pm$ 0,004B $\alpha\alpha$	0,27 $\pm$ 0,004Bb β
	ML	0,28 $\pm$ 0,001A $\alpha\alpha$	0,34 $\pm$ 0,02Ab β	0,24 $\pm$ 0,01B $\alpha\alpha$	0,30 $\pm$ 0,01ABb β	0,24 $\pm$ 0,08B $\alpha\alpha$	0,29 $\pm$ 0,07Bb σ	0,23 $\pm$ 0,01B $\alpha\alpha$	0,30 $\pm$ 0,01ABb σ

120 e 150 dias após o plantio

Nas avaliações realizadas aos 120 (Tabela 13) e 150 dias (Tabela 14), os efeitos dos tratamentos de interferência da radiação e adubação sobre os pigmentos fotossintéticos foram muito semelhantes em ambas as espécies estudadas. Da mesma forma que nas avaliações anteriores, o incremento do nível de sombreamento provocou aumento na concentração de pigmentos, especialmente na concentração de clorofilas. No entanto, nestas avaliações, foram determinadas menores concentrações de clorofila **a**, **b** e **total** nas plantas expostas a pleno sol em ambas as espécies, em comparação às concentrações destes pigmentos determinadas nas avaliações realizadas aos 60 (Tabela 11) e 90 dias (Tabela 12).

Da mesma forma que nas avaliações anteriores (Tabelas 11 e 12), nestas avaliações foram determinadas menores concentrações de pigmentos fotossintéticos nas folhas das plantas não adubadas em comparação às plantas adubadas (exceto sob I_0), e maiores relações carotenóides/clorofila total nas plantas crescidas em pleno sol, comparadas com as plantas crescidas sob elevado nível de sombreamento, em ambas as espécies (Tabelas 13 e 14).

Tabela 13: Pigmentos fotossintéticos (**PF**) em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 120 dias após o plantio. Clorofila *a* (**Chl a**), clorofila *b* (**Chl b**), carotenóides (**Car**), clorofila total (**Chl a+b**), expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$, razão clorofila *a*/ clorofila *b* (**Chl a/ Chl b**), razão carotenóides por clorofila total (**Car/Chla+b**). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

PF	Esp.	I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Chl a	MG	2,97 $\pm$ 0,21Aa α	2,71 $\pm$ 0,19 Aa β	7,10 $\pm$ 0,73Ba α	3,16 $\pm$ 0,22ACb β	8,01 $\pm$ 0,47 Ba α	4,69 $\pm$ 0,41Cb β	13,52 $\pm$ 0,94Ca α	7,15 $\pm$ 0,59Bb β
	ML	3,23 $\pm$ 0,20 Aa α	2,49 $\pm$ 0,18 Aa β	6,50 $\pm$ 0,91 Ba α	2,68 $\pm$ 0,17Ab β	6,00 $\pm$ 0,56 Ba π	4,08 $\pm$ 0,43ABb β	11,63 $\pm$ 0,62 Ca α	5,82 $\pm$ 0,42Bb β
Chl b	MG	1,52 $\pm$ 0,11 Aa α	1,24 $\pm$ 0,08 Aa β	3,40 $\pm$ 0,31 Ba α	1,53 $\pm$ 0,11ACb β	3,77 $\pm$ 0,23 Ba α	2,21 $\pm$ 0,19BCb β	5,72 $\pm$ 0,38 Ca α	2,99 $\pm$ 0,26Bb β
	ML	1,41 $\pm$ 0,09 Aa α	1,11 $\pm$ 0,09 Aa β	2,97 $\pm$ 0,42 Ba α	1,46 $\pm$ 0,10Ab β	2,64 $\pm$ 0,24 Ba π	1,91 $\pm$ 0,22ABb β	4,86 $\pm$ 0,25 Ca π	2,37 $\pm$ 0,19Bb β
Chla+b	MG	4,49 $\pm$ 0,32 Aa α	3,95 $\pm$ 0,27 Aa β	10,49 $\pm$ 1,03 Ba α	4,70 $\pm$ 0,33ACb β	11,77 $\pm$ 0,68 Ba α	4,70 $\pm$ 0,33ACb β	19,24 $\pm$ 1,32 Ca α	10,14 $\pm$ 0,85Bb β
	ML	4,64 $\pm$ 0,29 Aa α	3,60 $\pm$ 0,27 Aa β	9,48 $\pm$ 1,33 Ba α	4,14 $\pm$ 0,24Ab β	8,64 $\pm$ 0,80 Ba π	5,98 $\pm$ 0,65ABb β	16,49 $\pm$ 0,88Ca π	8,20 $\pm$ 0,61Bb β
Car	MG	1,61 $\pm$ 0,08 Aa α	1,35 $\pm$ 0,07 Aa β	2,75 $\pm$ 0,22 Ba α	1,44 $\pm$ 0,09Ab β	3,16 $\pm$ 0,15 Ba α	2,02 $\pm$ 0,16Ab β	4,57 $\pm$ 0,28 Ca α	2,91 $\pm$ 0,37Bb β
	ML	1,51 $\pm$ 0,08 Aa α	1,24 $\pm$ 0,08 Aa β	2,42 $\pm$ 0,30 Ba α	1,34 $\pm$ 0,10Ab β	2,31 $\pm$ 0,18 Ba π	1,63 $\pm$ 0,15ABb β	3,95 $\pm$ 0,18 Ca α	2,05 $\pm$ 0,14Bb σ
Chla/	MG	1,95 $\pm$ 0,04 Aa α	2,18 $\pm$ 0,05Ab β	2,06 $\pm$ 0,04ABa α	2,07 $\pm$ 0,04Aa β	2,14 $\pm$ 0,05 Ba α	2,13 $\pm$ 0,04Aa β	2,36 $\pm$ 0,02 Ca α	2,41 $\pm$ 0,02Ba β
Chlb	ML	2,30 $\pm$ 0,02 ABa π	2,27 $\pm$ 0,06 Aa β	2,19 $\pm$ 0,04 Ba α	1,90 $\pm$ 0,10Bb β	2,27 $\pm$ 0,02 ABa α	2,18 $\pm$ 0,06Aa β	2,39 $\pm$ 0,01 Aa α	2,48 $\pm$ 0,03Ca β
Car/Chla+b	MG	0,37 $\pm$ 0,01 Aa α	0,35 $\pm$ 0,01 Aa β	0,27 $\pm$ 0,08 Ba α	0,31 $\pm$ 0,005Ba β	0,27 $\pm$ 0,003 Ba α	0,30 $\pm$ 0,005Ba β	0,24 $\pm$ 0,003 Ca α	0,29 $\pm$ 0,09Ca β
	ML	0,33 $\pm$ 0,01 Aa π	0,35 $\pm$ 0,01 Aa β	0,26 $\pm$ 0,01 Ba α	0,33 $\pm$ 0,02Bb β	0,27 $\pm$ 0,004 Ba α	0,28 $\pm$ 0,005Ca σ	0,24 $\pm$ 0,003 Ca α	0,25 $\pm$ 0,002Da β

Tabela 14: Pigmentos fotossintéticos (PF) em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio. Clorofila *a* (**Chl a**), clorofila *b* (**Chl b**), carotenóides (**Car**), clorofila total (**Chl a+b**), expressos em $\mu\text{mol g}^{-1}$, razão clorofila *a*/ clorofila *b* (**Chl a/ Chl b**), razão carotenóides por clorofila total (**Car/Chla+b**). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

PF	Esp.	I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
Chl a	MG	2,26 $\pm$ 0,17Aa α	2,61 $\pm$ 0,19Aa β	6,73 $\pm$ 0,59Ba α	4,85 $\pm$ 0,36Bb β	6,96 $\pm$ 0,51Ba α	3,20 $\pm$ 0,30ABb β	14,01 $\pm$ 0,94Ca α	7,95 $\pm$ 0,61Cb β
	ML	2,20 $\pm$ 0,11Aa α	2,38 $\pm$ 0,23Aa β	5,42 $\pm$ 0,29Ba π	4,93 $\pm$ 0,33Ba β	4,61 $\pm$ 0,41Ba π	3,71 $\pm$ 0,27ABa β	11,56 $\pm$ 0,92Ca π	7,09 $\pm$ 0,29Cb β
Chl b	MG	1,27 $\pm$ 0,10Aa α	1,17 $\pm$ 0,07Aa β	5,28 $\pm$ 0,60Ba α	4,64 $\pm$ 0,56Ba β	3,54 $\pm$ 0,37Ca α	2,67 $\pm$ 0,27Ca β	5,97 $\pm$ 0,38Ba α	4,02 $\pm$ 0,15BCb β
	ML	1,16 $\pm$ 0,08Aa α	1,10 $\pm$ 0,09Aa β	4,37 $\pm$ 0,32Ba α	4,50 $\pm$ 0,40Ba β	2,03 $\pm$ 0,20Aa π	1,63 $\pm$ 0,12Aa σ	4,91 $\pm$ 0,40Ba π	2,98 $\pm$ 0,13Cb σ
Chla+b	MG	3,53 $\pm$ 0,25 Aa α	3,77 $\pm$ 0,26 Aa β	12,01 $\pm$ 1,11Ba α	9,49 $\pm$ 0,88Bb β	10,50 $\pm$ 0,85Ba α	5,87 $\pm$ 0,55Ab β	19,98 $\pm$ 1,33Ca α	11,97 $\pm$ 0,64Bb β
	ML	3,35 $\pm$ 0,17 Aa α	3,48 $\pm$ 0,31 Aa β	9,79 $\pm$ 0,56 Ba α	9,43 $\pm$ 0,70Ba β	6,64 $\pm$ 0,61Ca π	5,34 $\pm$ 0,38Aa β	16,48 $\pm$ 1,31Da π	10,08 $\pm$ 0,43Bb β
Car	MG	1,23 $\pm$ 0,08Aa α	1,21 $\pm$ 0,07Aa β	3,41 $\pm$ 0,29Ba α	2,58 $\pm$ 0,19Bb β	2,95 $\pm$ 0,20Ba α	2,40 $\pm$ 0,19Ba β	4,87 $\pm$ 0,31Ca α	3,65 $\pm$ 0,18Cb β
	ML	1,10 $\pm$ 0,05Aa α	1,18 $\pm$ 0,10Aa β	2,77 $\pm$ 0,13Aa π	2,62 $\pm$ 0,15Ba β	1,84 $\pm$ 0,17Aa π	1,50 $\pm$ 0,09Aa β	3,92 $\pm$ 0,31Aa π	2,46 $\pm$ 0,09Bb σ
Chla/	MG	1,82 $\pm$ 0,09Aa α	2,21 $\pm$ 0,05Ab β	1,40 $\pm$ 0,12Ba α	1,16 $\pm$ 0,10Ba β	2,05 $\pm$ 0,09ACa α	1,23 $\pm$ 0,07Bb β	2,34 $\pm$ 0,02Ca α	2,00 $\pm$ 0,15Ab β
Chlb	ML	1,98 $\pm$ 0,10Aa α	2,20 $\pm$ 0,11Ab β	1,31 $\pm$ 0,09Ba α	1,14 $\pm$ 0,06Ba β	2,29 $\pm$ 0,03Ca π	2,27 $\pm$ 0,03Aa σ	2,36 $\pm$ 0,01Ca α	2,38 $\pm$ 0,02Aa σ
Car/Chla+b	MG	0,35 $\pm$ 0,01Aa α	0,33 $\pm$ 0,01Aa β	0,29 $\pm$ 0,01Ba α	0,28 $\pm$ 0,01Ba β	0,29 $\pm$ 0,01Ba α	0,42 $\pm$ 0,01Cb β	0,24 $\pm$ 0,002Ca α	0,32 $\pm$ 0,03ABb β
	ML	0,33 $\pm$ 0,01Aa α	0,34 $\pm$ 0,01Aa β	0,29 $\pm$ 0,01Ba α	0,29 $\pm$ 0,01Ba β	0,28 $\pm$ 0,005Ba α	0,28 $\pm$ 0,005Ba σ	0,24 $\pm$ 0,002Ca α	0,24 $\pm$ 0,002Ca σ

6.4. Anatomia Foliar

6.4.1. Espessura da Folha

90 dias após o plantio

Nas plantas adubadas de ambas as espécies, a espessura da epiderme adaxial (**EAd**) e a espessura do limbo (**EL**), foi diminuindo gradualmente com aumento da interferência de radiação, com diferenças significativas entre I_0 e I_{75} (Tabela 15). Assim, em *M. glomerata* adubada, a espessura da **EAd**, sob I_0 foi de 23,2 μm , enquanto para I_{75} foi de 19,3 μm . Em *M. laevigata* adubada, a espessura da **EAd** passou de 33,7 para 23,1 μm nos tratamentos I_0 e I_{75} respectivamente (Tabela 15).

Na espessura total do limbo (**EL**), entre os tratamentos de pleno sol (I_0) e de máximo sombreamento (I_{75}) a redução percentual foi de aproximadamente 9% e 22% em plantas adubadas de *M. glomerata* e *M. laevigata*, respectivamente.

Em *M. glomerata* as plantas adubadas sob I_{25} , I_{50} e I_{75} apresentaram maior **EL**, quando comparadas as plantas não adubadas. Contudo, para *M. laevigata* adubada os valores de **EL** foram maiores apenas sob I_0 e I_{25} . (Tabela 15).

Na espessura da epiderme abaxial (**EAb**) não foram observados efeitos significativos do tratamento de interferência da radiação em ambas as espécies. Entre as espécies, *M. laevigata* adubada mostrou maior espessura da **EAd** (em todas as interferências de radiação), **PP**, **PL** (sob I_0) comparadas a *M. glomerata* (Tabela 15).

Tabela 15: Espessura foliar em *Mikania glomerata* (**MG**) e *Mikania laevigata* (**ML**), adubadas (**A**) e não adubadas (**NA**) sob quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 90 dias de tratamento. Epiderme adaxial (**EAd**; μm), epiderme abaxial (**EAb**; μm), parênquima paliçádico (**PP**; μm), parênquima lacunoso (**PL**; μm) e espessura do limbo (**EL**; μm). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I_0		I_{25}		I_{50}		I_{75}	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
EAd	MG	23,27 $\pm$ 1,28Aa α	21,52 $\pm$ 0,92Aa β	21,11 $\pm$ 1,04ABa α	17,91 $\pm$ 0,67Bb β	20,57 $\pm$ 1,17ABa α	18,82 $\pm$ 0,93ABa β	19,30 $\pm$ 0,91Ba α	16,50 $\pm$ 0,77Bb β
	ML	33,75 $\pm$ 1,80Aa π	23,32 $\pm$ 1,58Ab β	31,04 $\pm$ 1,43Aa π	26,23 $\pm$ 1,56Ab σ	28,80 $\pm$ 1,45Aa π	25,99 $\pm$ 1,44Aa σ	23,11 $\pm$ 1,27Ba π	25,63 $\pm$ 1,60Aa σ
EAb	MG	21,27 $\pm$ 0,63 Aa α	20,83 $\pm$ 0,57 Aa β	21,40 $\pm$ 0,85 Aa α	19,46 $\pm$ 0,68Ab β	19,99 $\pm$ 0,67 Aa α	18,55 $\pm$ 0,68 Aa β	20,41 $\pm$ 0,78 Aa α	18,51 $\pm$ 0,69 Aa β
	ML	19,83 $\pm$ 0,82 Aa α	18,56 $\pm$ 0,74 Aa σ	20,30 $\pm$ 0,69 Aa α	20,03 $\pm$ 0,79 Aa β	20,08 $\pm$ 0,64 Aa α	18,10 $\pm$ 0,57 Aa β	19,09 $\pm$ 0,61 Aa α	20,68 $\pm$ 0,85 Aa σ
PP	MG	91,66 $\pm$ 2,62 Aa α	100,98 $\pm$ 2,79Aa β	90,42 $\pm$ 3,58 Aa α	85,05 $\pm$ 2,99Bb β	94,82 $\pm$ 3,02 Aa α	80,09 $\pm$ 2,18ABa β	87,41 $\pm$ 3,91 Aa α	68,92 $\pm$ 2,86Bb β
	ML	111,66 $\pm$ 2,87 Aa π	77,59 $\pm$ 4,30Ab σ	87,56 $\pm$ 3,23Ba α	87,48 $\pm$ 3,26 Aa β	90,02 $\pm$ 2,44Ba α	81,94 $\pm$ 2,95 Aa β	82,98 $\pm$ 2,46Ba α	86,13 $\pm$ 2,88 Aa σ
PL	MG	176,35 $\pm$ 4,65 Aa α	172,52 $\pm$ 3,11 Aa β	171,21 $\pm$ 5,27 Aa α	159,13 $\pm$ 4,12ACa β	161,67 $\pm$ 5,19 Aa α	141,98 $\pm$ 3,71BCb β	159,70 $\pm$ 7,44 Aa α	138,58 $\pm$ 5,09Bb β
	ML	192,25 $\pm$ 3,61 Aa π	138,95 $\pm$ 9,18Ab σ	172,37 $\pm$ 3,99ABa α	154,70 $\pm$ 7,24Ab β	160,68 $\pm$ 4,26Ba α	152,96 $\pm$ 5,93 Aa β	153,73 $\pm$ 4,29Ba α	148,84 $\pm$ 4,87 Aa β
EL	MG	312,54 $\pm$ 6,08 Aa α	315,84 $\pm$ 4,80 Aa β	304,14 $\pm$ 8,19ABa α	281,55 $\pm$ 5,22Bb β	297,06 $\pm$ 7,30ABa α	253,80 $\pm$ 7,17BCb β	286,82 $\pm$ 10,86Ba α	242,51 $\pm$ 7,25Cb β
	ML	357,48 $\pm$ 4,55 Aa α	258,43 $\pm$ 13,46Ab β	311,27 $\pm$ 3,98Ba α	288,44 $\pm$ 10,11Bb β	299,58 $\pm$ 5,33BCa α	278,99 $\pm$ 7,96ABa σ	278,90 $\pm$ 5,37Ca α	281,27 $\pm$ 6,93ABa σ

150 dias após o plantio

Na avaliação realizada aos 150 DAP, as folhas de *M. laevigata* mostraram-se mais espessas que as folhas de *M. glomerata* (exceto sob I₇₅), principalmente por causa de uma maior espessura da **EAd**, **PP**, **PL** (Tabela 16). Em alguns casos, a espessura da **EAd** de *M. laevigata* chegou a ser o dobro da espessura da **EAd** de *M. glomerata*.

Como na avaliação anterior (Tabela 15), foi observada redução da espessura foliar nas plantas que cresceram sob condições de sombreamento em comparação às plantas cultivadas em condições de pleno sol. As espessuras do **PL** e **PP** do tratamento I₇₅ foram significativamente menores comparados as espessuras destes componentes nos tratamentos I₀ e I₂₅. (Tabela 16).

As plantas não adubadas apresentaram respostas variáveis entre as condições luminosas intermediárias. Em *M. glomerata*, as plantas adubadas apresentaram menor **EL** sob I₀ e I₂₅, quando comparadas as plantas não adubadas. Em *M. laevigata*, as espessura do **PP**, **PL** e **EL** foram maiores em plantas sob I₀ adubadas do que em plantas não adubadas. Entretanto, as não adubadas tiveram maiores **EAb**, **PP**, **PL** e **EL** comparadas às plantas adubadas, sob I₅₀.

Tabela 16: Espessura foliar em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 150 dias de tratamento. Epiderme adaxial (**EAd**; µm), epiderme abaxial (**EAb**; µm), parênquima paliçádico (**PP**; µm), parênquima lacunoso (**PL**; µm) e espessura do limbo (**EL**; µm). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Par	Esp.	I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
EAd	MG	19,83±0,64Aaα	18,93±0,60Aaβ	17,66±0,52Baα	18,77±0,63Aaβ	17,23±0,44Baα	16,69±0,44Baβ	15,74±0,52Baα	15,60±0,41Baβ
	ML	31,89±0,99Aaπ	32,51±1,17Aaβ	30,62±0,81Aaπ	36,37±0,85Bbσ	29,98±0,63Aaπ	29,96±1,15Aaσ	22,52±0,82Baπ	26,01±0,97Cbσ
EAb	MG	16,47±0,34ABaα	14,91±0,28Abβ	15,43±0,31ACaα	14,73±0,31Aaβ	17,65±0,37Baα	15,76±0,35Abβ	14,42±0,33Caα	15,02±0,31Aaβ
	ML	16,66±0,33Aaα	17,22±0,37Aaβ	16,89±0,38Aaπ	18,82±0,40Bbσ	13,83±0,25Baπ	15,78±0,42Cbβ	14,46±0,31Baα	14,20±0,33Daβ
PP	MG	72,12±1,38ABaα	74,98±1,57ABaβ	67,30±1,31ACaα	79,30±1,70Bbβ	74,61±1,73Baα	72,72±1,69ACaβ	64,47±1,22Caα	69,00±1,30Cbβ
	ML	79,31±1,43Aaπ	73,00±1,39ABbβ	74,83±1,39Aaπ	76,23±1,57Aaβ	55,77±1,03Baπ	69,42±1,53Bbβ	66,51±1,59Caα	59,13±1,10Cbσ
PL	MG	145,07±2,75Aaα	160,62±3,52Abβ	137,93±2,66Aaα	149,07±3,05Bbβ	137,28±2,81Aaα	134,08±2,91Caβ	143,13±2,90Aaα	137,27±2,38Caβ
	ML	176,39±2,73Aaπ	168,50±3,51Abβ	144,55±2,55Baα	152,35±2,56Bbβ	129,72±2,34Caα	148,11±3,23BCbσ	139,91±2,54Baα	140,82±2,41Caβ
EL	MG	246,20±5,26Aaα	261,69±5,91Abβ	231,46±4,84Baα	254,34±5,66Abβ	239,67±5,46ABaα	232,36±5,56Baβ	230,91±4,89Baα	230,07±4,63Baβ
	ML	295,49±5,52Aaπ	282,85±6,31Abσ	259,21±5,02Baπ	275,60±5,29Abσ	222,70±4,26Caπ	255,57±5,99Bbσ	236,40±4,95Daα	233,25±4,39Caβ

6.4.2. Estômatos

90 dias após o plantio

Em plantas adubadas de *M. glomerata*, o índice estomático (**IE**) e a densidade estomática (**DE**) foram decrescendo de acordo com o aumento da interferência de radiação (Figura 14 e anexo: tabela 5). Comparadas com o tratamento de pleno sol (I_0), a redução do **IE** em I_{50} e I_{75} foi de 20 e 29%, respectivamente. Comparando com o tratamento I_0 , a redução na **DE** em I_{50} e I_{75} foi de 23 e 37%, respectivamente.

Provavelmente porque as plantas não adubadas apresentam uma menor expansão foliar do que plantas adubadas, nas plantas que não receberam adubo de *M. glomerata*, tanto o **IE** como a **DE** foram maiores do que em adubadas, principalmente nas plantas sombreadas. Entre os tratamentos de interferência das plantas não adubadas, diferenças significativas somente foram observadas entre os tratamentos I_{25} e I_{75} (Figura 14).

Em contraste ao observado em *M. glomerata*, nas plantas de *M. laevigata* adubada, mesmo com tendência a redução de **IE** por efeito do aumento no nível de sombreamento, não foram observadas diferenças significativas entre os tratamentos (Figura 14). Entre tratamentos de adubação, apesar de maiores valores de **DE** nas plantas não adubadas, as diferenças com as plantas adubadas foi significativas apenas em I_0 e I_{50} (Figura 14).

Figura 14: Índice estomático (IE; %) e densidade estomática (DE; mm²) em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN); *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio. Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

150 dias após o plantio

Na avaliação realizada aos 150 DAP, em ambas as espécies foram observados decréscimos do **IE** e **DE**, concomitantes com aumento do nível de sombreamento, com diferenças significativas entre os tratamentos de pleno sol (I_0) em contraste com o tratamento I_{75} (Figura 15 e anexo: tabela 6). Em *M. glomerata*, foi observado maior **DE** sob I_{50} e I_{75} e menor **DE** sob I_0 e I_{25} nas plantas não adubadas em comparação às plantas adubadas (Figura 15).

Independentemente da adubação e da condição de interferência da radiação, **IE** e **DE** foram maiores para *M. glomerata* quando comparada com *M. laevigata* (Figura 15).

As imagens dos cortes paradêrmico e transversal das folhas de ambas as espécies estudadas são apresentadas na figura 16.

Figura 15: Índice estomático (IE; %) e densidade estomática (DE; mm²) em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN); *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 150 dias de tratamento (DAP). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Figura 16: Corte paradérmico e transversal de *M. glomerata* (A, C) e *M. laevigata* (B, D). Estômatos (ES), célula da epiderme (CE), Epiderme adaxial (EAd), epiderme abaxial (EAb), parênquima paliçádico (PP), parênquima lacunoso (PL).

6.5. Área Foliar Total, Área Foliar Específica, Massa Foliar Específica e Número de Folhas

90 dias após o plantio

Na avaliação realizada aos 90 DAP, entre plantas adubadas e não adubadas de ambas as espécies foram detectadas diferenças significativas na área foliar total (**AF**), observando-se uma menor área foliar nas plantas não adubadas. Em média, em ambas as espécies, a área foliar das plantas não adubadas representava aproximadamente 20% da área foliar das plantas adubadas (Figura 17 e anexo: tabela 7).

Nas plantas adubadas de *M. glomerata* houve a tendência a aumento da área com o incremento do nível de interferência até o tratamento I₅₀, com diferença significativa somente entre I₅₀ e I₇₅, devido ao maior número de folhas em plantas sob I₅₀. No entanto essa tendência não foi observada nas plantas adubadas de *M. laevigata* (Figura 17).

Em ambas as espécies verificou-se incremento na área foliar específica (**AFE**) e conseqüentemente redução da massa foliar específica (**MFE**), paralela ao incremento no nível de sombreamento (Figura 18 e anexo: tabela 7). Esta resposta foi observada em plantas adubadas e não adubadas. Em *M. glomerata*, exceto sob I₂₅, as plantas adubadas apresentaram maior **AFE** que as não adubadas. Esta última resposta não foi observada em *M. laevigata*.

No número de folhas, independente do tratamento de interferência e da espécie, houve uma redução significativa nas plantas não adubadas, em comparação às plantas adubadas (Tabela 17). No entanto, redução significativa do número de folhas por efeito do incremento no sombreamento somente foi verificada nas plantas adubadas de *M. glomerata* e *M. laevigata* entre I₀ e I₇₅ (Tabela 17).

150 dias após o plantio

Aos 150 DAP, a área foliar e número de folhas, não diferiu entre as interferências de radiação para nenhuma das duas espécies, independentemente da adubação (Tabela 17 e Figura 19). Porém, a **AFE** foi maior e **MFE** foi menor em plantas sob I₇₅. Assim, fica claro que as folhas sob este maior sombreamento tiveram uma maior expansão do limbo com menor espessura (Figuras 19, 20 e anexo: tabela 8).

Entre as adubações para as duas espécies, independentemente a interferências da radiação, as plantas adubadas apresentaram maior número de folhas e conseqüentemente

maior área foliar. Em plantas de *M. glomerata* a **AFE** foi maior em plantas adubadas exceto sob I₀, enquanto a **MFE** foi maior em plantas não adubadas, exceto sob I₇₅.

Entre as duas espécies com adubação, a área foliar (exceto sob I₇₅) e a **AFE** foram maiores em plantas de *M. glomerata*, enquanto a **MFE** foi maior para *M. laevigata*, indicando que folhas desta espécie são mais estreitas e mais grossas.

Figura 17: Área foliar (dm²) em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN); *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio. Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Figura 18: Área foliar específica (AFE; $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) e massa foliar específica (MFE; g dm^{-2}) em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN); *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Figura 19: Área foliar (dm²) em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN); *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio. Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Figura 20: Área foliar específica (*AFE*; $\text{dm}^2 \text{g}^{-1}$) e massa foliar específica (*MFE*; g dm^{-2}) em *Mikania glomerata* adubada (*MGA*) e não adubada (*MGN*); *Mikania laevigata* adubada (*MLA*) e não adubada (*MLN*) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Tabela 17: Número de folhas em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 e 150 dias após o plantio (DAP). Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
DAP		A	N	A	N	A	N	A	N
90	MG	205±25,1 Aαα	61±8,60 Abβ	113±8,3 BCαα	47±2,8 Abβ	129±16,8 Baα	44±5,6 Abβ	76±7,0 Caα	49±8,2 Aαβ
	ML	150±21,4 Aαπ	45±5,49 Abβ	112±19,0 ABαα	45±3,2 Abβ	89±9,1 Baπ	37±3,2 Abβ	84±10,7 Baα	46±6,4 Abβ
150	MG	180±16,1 Aαα	63±6,11 Abβ	175±21,5 Aαα	50±5,9 Abβ	180±13,5 Aαα	69±12,6 Abβ	150±16,8 Aαα	51±7,8 Abβ
	ML	176±31,5 Aαα	50±4,13 Abβ	186±19,4 Aαα	61±8,1 Abβ	175±21,3 Aαα	36±1,5 Abβ	152±9,9 Aαα	74±9,4 Abβ

6.6. Massa Seca e Partição de Biomassa

90 dias após o plantio

Na primeira avaliação da massa seca realizada aos 90 DAP, somente as plantas adubadas sofreram efeito da interferência da radiação (Tabela 18).

Em *M. glomerata* adubada, a massa seca das folhas (**MSF**) e massa seca dos pecíolos (**MSP**) em I₇₅ foram 59 e 50%, respectivamente, menores do que em I₅₀, uma vez que estas plantas apresentaram maior número de folhas. A massa seca do caule (**MSC**) e massa seca total (**MST**) foram menores em I₇₅, comparado aos outros tratamentos de interferência da radiação. A massa seca da raiz (**MSR**) foi aumentando gradativamente com a diminuição das interferências de radiação, sendo que plantas sob I₇₅ tiveram uma diferença de 90 e 85% comparado as plantas sob I₀ e I₂₅, respectivamente.

Outro parâmetro analisado foi a razão entre a raiz e a parte aérea (**R/PA**) que decresceu concomitantemente com o aumento das interferências de radiação, sendo estatisticamente maior *M. glomerata* adubada sob I₀ (78%) do que em I₇₅. Entre as adubações de *M. glomerata*, a **MSF**, **MSC**, **MSP**, e **MST** foram maiores para plantas adubadas, exceto sob I₇₅ que não apresentou diferença significativa. A **MSR** foi maior em plantas não adubadas sob I₀ e I₂₅, porém a **R/PA**, foi maior em plantas adubadas, independentemente da interferência de radiação (Tabela 18).

Em *M. laevigata* adubada, a **MSF**, **MSC**, decresceu simultaneamente com o aumento da interferência da radiação, sendo significativas as diferenças entre I₀ e I₇₅. A **MSR** foi 86, 78 e 79% menor para I₇₅, comparada com I₀, I₂₅ e I₅₀, respectivamente. A interferência da radiação provocou um menor acúmulo de massa seca. Assim, a massa seca do tratamento I₀ foi 33, 38 e 64% maior do que em I₂₅, I₅₀ e I₇₅. Na comparação das adubações, as plantas com adição de nutrientes tiveram um melhor desempenho nos parâmetros de **MSF**, **MSC**, **MSP** do que as plantas não adubadas.

Entre as espécies, observou-se que a **MSC** e **MST** foram maiores para *M. glomerata* adubada, exceto sob I₇₅ que não apresentou diferenças. A **MSF** foi maior em plantas de *M. glomerata* sob I₂₅ e I₅₀ comparadas a *M. laevigata*.

Na partição de matéria seca (Figura 21 e anexo: tabela 9), as plantas sob menor sombreamento tenderam a acumular mais massa seca na raiz, enquanto que as plantas sombreadas apresentaram maior distribuição da biomassa para a parte aérea.

150 dias após o plantio

A maior interferência de radiação proporcionou menores **MSF**, **MSC** e **MST** em *M. glomerata* adubada. Contudo, a **MSP** e **MSR** sob I₇₅ foram significativamente menores do que em I₀ e I₅₀. Em plantas sem adubação ocorreu diferença significativa na relação **R/PA**, onde plantas sob I₅₀ e I₇₅ apresentaram valores 42 e 54% menores que em I₀. Independentemente do tratamento de radiação, as plantas adubadas acumularam maior quantidade de massa seca que as plantas não adubadas. (Tabela 19 e anexo: tabela 10). Contudo a relação **R/PA** foi maior em plantas não adubadas sob I₀ e I₂₅.

Em plantas de *M. laevigata* com adubação, a **MSF** foi 38% menor em I₇₅ em relação ao tratamento I₂₅ (Figura 22). A **MSR** foi 54e 69% e **MST** foi 30 e 52% menores em I₅₀ e I₇₅ em relação a I₀ (Figura 23). A **MSC** no tratamento I₇₅ foi 42% e 49% menor em relação aos tratamentos I₀ e I₂₅, respectivamente. Enquanto Em decorrência da adubação, a **MSF**, **MSC**, **MSP**, **MSR** (exceto sob I₇₅) e **MST**, foram maiores em plantas adubadas do que em não adubadas (Tabela 19).

Entre as duas espécies pode-se observar que plantas de *M. glomerata* sob I₂₅ e I₇₅ tiveram maiores **MSF**, **MSC**, **MSP**, **MST**, do que em *M. laevigata*.

A partição de biomassa das plantas avaliadas aos 150 DAP esta apresentada na figura 24. Assim como aos 90 DAP, as plantas sob menor sombreamento tenderam a acumular mais massa seca na raiz, enquanto que as plantas sombreadas apresentaram maior distribuição da biomassa para a parte aérea. Observa-se ainda que em *M. glomerata* as plantas não adubadas, apresentaram maiores porcentagens de partição para raiz do que as plantas adubadas.

Tabela 18: Componentes da massa seca (CMS) em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio. Massa seca das folhas (MSF; g), massa seca do caule (MSC; g), massa seca do pecíolo (MSP; g), massa seca da raiz (MSR; g), massa seca total (MST; g) e razão da raiz por parte aérea (R/PA). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

CMS	Esp.	I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
MSF	MG	20,88 $\pm$ 1,51ABa α	5,48 $\pm$ 2,28Ab β	21,22 $\pm$ 6,27ABa α	3,62 $\pm$ 0,43Ab β	26,92 $\pm$ 6,86Aa α	3,14 $\pm$ 0,25Ab β	11,01 $\pm$ 2,74Ba α	4,43 $\pm$ 0,66Aa β
	ML	15,47 $\pm$ 3,01Aa α	2,75 $\pm$ 0,37Ab β	10,66 $\pm$ 1,31ABa π	3,07 $\pm$ 0,26Ab β	10,10 $\pm$ 0,94Ba π	2,63 $\pm$ 0,15Ab β	7,07 $\pm$ 1,80Ba α	2,77 $\pm$ 0,30Ab β
MSC	MG	18,13 $\pm$ 2,59Aa α	2,99 $\pm$ 0,29Ab β	17,03 $\pm$ 4,46Aa α	3,57 $\pm$ 0,31Ab β	16,33 $\pm$ 2,70Aa α	3,59 $\pm$ 0,28Ab β	6,68 $\pm$ 1,36Ba α	3,46 $\pm$ 0,57Aa β
	ML	11,37 $\pm$ 1,88Aa π	1,84 $\pm$ 0,22Ab β	7,78 $\pm$ 1,05ABa π	1,97 $\pm$ 0,31Ab β	6,22 $\pm$ 1,15Ba π	2,16 $\pm$ 0,15Ab β	4,74 $\pm$ 1,38Ba α	1,72 $\pm$ 0,33Ab β
MSP	MG	2,03 $\pm$ 0,25ABa α	0,28 $\pm$ 0,03Ab β	1,67 $\pm$ 0,51ABa α	0,37 $\pm$ 0,04Ab β	2,12 $\pm$ 0,33Aa α	0,33 $\pm$ 0,02Ab β	1,06 $\pm$ 0,23Ba α	0,76 $\pm$ 0,30Aa β
	ML	1,34 $\pm$ 0,14Aa π	0,27 $\pm$ 0,05Ab β	1,11 $\pm$ 0,17ABa α	0,34 $\pm$ 0,06Ab β	0,96 $\pm$ 0,14ABa π	0,40 $\pm$ 0,11Ab β	0,79 $\pm$ 0,15Ba α	0,30 $\pm$ 0,02Ab β
MSR	MG	14,81 $\pm$ 3,59Aa α	4,40 $\pm$ 0,63Ab β	9,60 $\pm$ 3,07ACa α	3,71 $\pm$ 0,62Ab β	4,92 $\pm$ 1,40BCa α	2,29 $\pm$ 0,35Aa β	1,43 $\pm$ 0,38Ba α	2,72 $\pm$ 0,38Aa β
	ML	10,26 $\pm$ 1,17Aa α	2,63 $\pm$ 0,38Ab β	6,38 $\pm$ 1,36Aa α	2,98 $\pm$ 0,72Ab β	6,70 $\pm$ 1,96Aa α	1,95 $\pm$ 0,63Ab β	1,40 $\pm$ 0,33Ba α	1,42 $\pm$ 0,35Aa β
MST	MG	55,84 $\pm$ 6,45Aa α	13,15 $\pm$ 2,60Ab β	49,53 $\pm$ 13,91Aa α	11,28 $\pm$ 0,78Ab β	50,29 $\pm$ 10,17Aa α	9,36 $\pm$ 0,34Ab β	20,18 $\pm$ 4,20Ba α	11,38 $\pm$ 1,46Aa β
	ML	38,45 $\pm$ 5,37Aa π	7,49 $\pm$ 0,78Ab β	25,93 $\pm$ 2,73Ba π	8,36 $\pm$ 1,09Ab β	23,99 $\pm$ 3,75BCa π	7,14 $\pm$ 0,67Ab β	14,00 $\pm$ 3,63Ca α	6,21 $\pm$ 0,90Aa β
R/PA	MG	0,36 $\pm$ 0,08Aa α	0,60 $\pm$ 0,12Ab β	0,23 $\pm$ 0,03ABa α	0,52 $\pm$ 0,12Ab β	0,11 $\pm$ 0,02ABa α	0,34 $\pm$ 0,07Ab β	0,08 $\pm$ 0,01Ba α	0,33 $\pm$ 0,04Ab β
	ML	0,39 $\pm$ 0,06Aa α	0,56 $\pm$ 0,09Aa β	0,36 $\pm$ 0,11Aa α	0,56 $\pm$ 0,13Aa β	0,38 $\pm$ 0,08Aa α	0,38 $\pm$ 0,12Aa β	0,12 $\pm$ 0,01Aa α	0,29 $\pm$ 0,05Aa β

Figura 21: Partição de matéria seca (%), de *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), em plantas adubadas (A) e não adubadas (N), sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio.

Tabela 19: Componentes da massa seca (CMS) em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio. Massa seca das folhas (MSF; g), massa seca do caule (MSC; g), massa seca do pecíolo (MSP; g), massa seca da raiz (MSR; g), massa seca total (MST; g) e razão da raiz por parte aérea (R/PA). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

CMS	Esp.	I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
MSF	MG	33,55 $\pm$ 1,45Aa α	4,42 $\pm$ 0,58 Ab β	34,01 $\pm$ 4,30 Aa α	4,10 $\pm$ 0,47 Ab β	31,41 $\pm$ 4,50 Aa α	6,14 $\pm$ 0,22 Ab β	19,61 $\pm$ 2,69Ba α	4,35 $\pm$ 1,55 Ab β
	ML	24,53 $\pm$ 4,93ABa π	4,17 $\pm$ 0,28 Ab β	29,46 $\pm$ 3,03 Aa α	6,20 $\pm$ 1,58 Ab β	23,26 $\pm$ 2,12ABa π	3,09 $\pm$ 0,33 Ab β	18,18 $\pm$ 3,18Ba α	5,29 $\pm$ 0,65 Ab β
MSC	MG	57,02 $\pm$ 3,56 Aa α	7,00 $\pm$ 0,67 Ab β	54,79 $\pm$ 5,52 Aa α	6,20 $\pm$ 0,47 Ab β	54,57 $\pm$ 7,57 Aa α	9,74 $\pm$ 0,53 Ab β	29,20 $\pm$ 4,64Ba α	5,39 $\pm$ 2,63 Ab β
	ML	33,57 $\pm$ 6,79 Aa π	4,62 $\pm$ 0,61 Ab β	37,94 $\pm$ 3,82 Aa π	7,02 $\pm$ 2,22 Ab β	31,01 $\pm$ 4,29ABa π	3,03 $\pm$ 0,43 Ab β	19,43 $\pm$ 2,85Ba π	4,25 $\pm$ 0,74 Ab β
MSP	MG	4,75 $\pm$ 0,21 Aa α	0,42 $\pm$ 0,07 Ab β	4,14 $\pm$ 0,52ABa α	0,36 $\pm$ 0,06 Ab β	4,73 $\pm$ 1,08 Aa α	0,66 $\pm$ 0,03 Ab β	2,44 $\pm$ 0,33Ba α	0,38 $\pm$ 0,20 Ab β
	ML	3,18 $\pm$ 0,63 Aa π	0,37 $\pm$ 0,03 Ab β	3,19 $\pm$ 0,37 Aa α	0,54 $\pm$ 0,19 Ab β	2,74 $\pm$ 0,37 Aa π	0,30 $\pm$ 0,07 Ab β	2,61 $\pm$ 0,52 Aa α	0,51 $\pm$ 0,08 Ab β
MSR	MG	53,07 $\pm$ 1,46 Aa α	10,82 $\pm$ 0,50 Ab β	23,32 $\pm$ 5,86BCa α	7,90 $\pm$ 2,39 Ab β	31,70 $\pm$ 6,89Ba α	8,48 $\pm$ 2,22 Ab β	15,70 $\pm$ 4,41Ca α	4,05 $\pm$ 2,08 Ab β
	ML	58,55 $\pm$ 7,76 Aa α	9,65 $\pm$ 1,48 Ab β	59,10 $\pm$ 7,96 Aa π	9,81 $\pm$ 3,27 Ab β	26,87 $\pm$ 3,38Ba α	4,58 $\pm$ 1,36 Ab β	17,91 $\pm$ 5,77Ba α	6,26 $\pm$ 1,01 Aa β
MST	MG	148,40 $\pm$ 5,75 Aa α	22,66 $\pm$ 3,08Ab β	116,26 $\pm$ 12,46 Aa α	18,56 $\pm$ 2,85 Ab β	122,41 $\pm$ 19,12 Aa α	25,02 $\pm$ 6,42 Ab β	66,96 $\pm$ 11,40Ba α	14,17 $\pm$ 1,57 Ab β
	ML	119,82 $\pm$ 6,50 Aa π	18,81 $\pm$ 2,00 Ab β	129,68 $\pm$ 10,17 Aa α	23,58 $\pm$ 6,88 Ab β	83,88 $\pm$ 8,71Ba π	11,01 $\pm$ 1,83 Ab β	58,14 $\pm$ 10,40Ba α	16,30 $\pm$ 2,25 Ab β
R/PA	MG	0,56 $\pm$ 0,03 Aa α	0,90 $\pm$ 0,15Ab β	0,26 $\pm$ 0,07 Aa α	0,71 $\pm$ 0,15ABb β	0,33 $\pm$ 0,06 Aa α	0,52 $\pm$ 0,04Ba β	0,29 $\pm$ 0,06 Aa α	0,41 $\pm$ 0,06Ba β
	ML	1,43 $\pm$ 0,64 Aa α	1,07 $\pm$ 0,15 Aa β	0,88 $\pm$ 0,16 Aa π	0,81 $\pm$ 0,20 Aa β	0,48 $\pm$ 0,05 Aa α	0,70 $\pm$ 0,19 Aa β	0,44 $\pm$ 0,14 Aa α	0,62 $\pm$ 0,08 Aa β

Figura 22: Massa seca das folhas (g), em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN); *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Figura 23: Massa seca total (g), em *Mikania glomerata* adubada (MGA) e não adubada (MGN); *Mikania laevigata* adubada (MLA) e não adubada (MLN) sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio. Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

Figura 24: Partição de matéria seca (%), de *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), em plantas adubadas (A) e não adubadas (N), sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio.

6.7. Concentração de nutrientes nas folhas

Os dados da análise de nutrientes nas folhas são apresentados na tabela 20. As análises dos nutrientes foliares foram realizadas em únicas amostras individuais, portanto, como não foi realizada análise estatística destes resultados, não se pode confirmar sobre diferenças as respostas, mas pode-se falar em tendências, comparando os valores. A concentração do N (nitrogênio), P (fósforo) e K (potássio) nas folhas de plantas adubadas apresentaram uma tendência a aumentar, com o aumento da interferência da radiação (Tabela 20). A alta e media correlação entre o conteúdo do nitrogênio foliar e o conteúdo de clorofila total determinadas nas plantas de *M. glomerata* e *M. laevigata*, representadas nas figuras 25A e 25B, respectivamente, confirma a importância deste elemento essencial para a síntese da clorofila.

Tabela 20: Análise de nutrientes nas folhas em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), aos 0 DAP (0), em plantas adubadas (A) e não adubadas (NA), sob quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 150 dias após o plantio. Nitrogênio (N), Fósforo (P), Potássio (K), expressos em g Kg⁻¹.

		0	I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
			A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
N	MG	27,16	12,71	13,72	14,42	14,00	14,70	14,63	19,46	16,80
	ML	24,36	10,50	12,81	11,48	12,29	11,41	13,44	16,94	14,70
P	MG	6,27	1,23	2,03	1,50	2,03	1,50	1,89	2,03	2,23
	ML	4,61	0,97	1,50	0,97	1,23	0,97	1,76	1,36	1,76
K	MG	35,25	23,00	26,50	25,00	29,50	28,00	24,50	30,50	25,25
	ML	35,50	24,25	25,00	24,50	16,50	26,00	25,50	32,50	29,00

Figura 25: Relações entre concentração de nitrogênio foliar e concentração de clorofila total em plantas de *Mikania glomerata* (A) e *Mikania laevigata* (B) crescidas em quatro níveis de interferência da radiação.

7. DISCUSSÃO

Quando plântulas experimentam mudanças nas condições de luz durante o crescimento, a maioria delas é capaz, em maior ou menor grau, de aclimatar-se à mudança ocorrida (Kitajima, 1996). A aclimação de plantas à quantidade de luz incidente ocorre no sentido de maximizar o ganho total de carbono que pode ocorrer através de dois caminhos: a) mudanças nas propriedades de assimilação de carbono pelas folhas, envolvendo ajustes fisiológicos e morfológicos e/ou; b) mudanças nos padrões de partição de biomassa em favor da parte vegetativa mais severamente afetada (Osunkoya et al., 1994).

Segundo Larcher (2000), as adaptações modificativas (fenotípicas) às condições de alta de radiação do ambiente ocorrem principalmente durante o crescimento e diferenciação do órgão assimilador. Dessa forma, resultam características morfológicas, histológicas e bioquímicas, as quais condicionam o comportamento das trocas de CO₂ sob forte e fraca radiação.

Neste estudo ficou evidente que plantas crescidas em pleno sol ou em condições de interferência da radiação até 50%, apresentaram maiores taxas fotossintéticas do que plantas que cresceram sob 75% de interferência da radiação (I₇₅). Vale ressaltar, que houve uma tendência das plantas sob I₂₅ apresentarem maiores médias do que plantas sob I₀, porém, estatisticamente, esta diferença ocorreu somente em *M. laevigata* adubada aos 120 dias e em *M. glomerata* não adubada aos 150 dias. Isto sugere que sob I₀, para as plantas de ambas as espécies, a radiação neste tratamento, estava próxima à irradiância de saturação.

Plantas de ambientes mais ensolarados tendem a apresentar maiores taxas fotossintéticas e de transpiração, devido às altas taxas de radiação fotossinteticamente ativa e de temperatura a que estão sujeitas (Ashton; Berlyn, 1992). Com o aumento progressivo do fluxo de fótons, ocorre um incremento proporcional da taxa fotossintética até o ponto de estabilização, ou seja, a saturação da fotossíntese. A saturação da fotossíntese em plantas C₃ depende fortemente do conteúdo de nitrogênio da folha e de componentes fotossintéticos como a Rubisco, H⁺-ATPase e centros de reação. Em plantas da condição de sol, a quantidade de Rubisco, enzima que catalisa a oxigenação da ribulose-1,5-bifosfato (RuBP), é maior. O custo-benefício de manter altas concentrações de Rubisco é relativamente alto nas plantas de sol, porém as altas taxas fotossintéticas compensam as perdas de carbono, que por outro lado, nas plantas de sombra seria um investimento dispendioso (Terashima et al., 2006).

Os valores de fotossíntese revelam não só o potencial de assimilação líquida de carbono, mas também fornece informações que podem ser relacionadas com a eficiência do

uso de recursos disponíveis no ambiente, como a eficiência no uso dos nutrientes ou da água (Reich et al., 1991; Larcher, 2000). Segundo Taiz e Zeiger (2004), o balanço nutricional adequado da planta pode manter sua capacidade fotossintética. Na fotossíntese, o nitrogênio está diretamente relacionado à quantidade de irradiância interceptada e como ela é usada de forma eficiente, devido a sua presença na clorofila, proteínas e outros metabolitos importantes. Assim, muitas espécies apresentam altas taxas fotossintéticas quando fertilizadas. Nos tratamentos I_{25} e I_{50} de *M. laevigata* e no tratamento I_{75} de *M. glomerata*, foram observados efeitos significativos positivos da adubação sobre a taxa fotossintética das plantas, mas esse padrão de resposta não foi observado nos outros tratamentos.

As faixas de temperatura foliar entre 25-28 °C, 26-30°C, 28-32°C e 30-35°C foram observadas nas medições realizadas aos 60, 90, 120 e 150 dias após o plantio, respectivamente. A manutenção da temperatura ambiental quase semelhante dentro dos tratamentos de interferência poderia explicar a falta de efeitos significativos na temperatura foliar entre tratamentos de interferência em ambas as espécies estudadas, como observado nas quatro datas analisadas.

O aumento da temperatura foliar é resultado da queda na condutância estomática (**gs**), que não permite que a planta transpire o suficiente para se resfriar. A temperatura foliar é determinada pela quantidade de energia que chega à folha, e os mecanismos fisiológicos ou morfológicos que a folha dispõe para dissipar o calor. Quando a temperatura foliar fica mais elevada, a capacidade de dissipação de energia da folha pode significar a diferença entre manutenção ou paralisação de processos (Gates, 1964 apud Tribuzy, 2005).

Em condições de alta radiação, a condutância estomática sempre foi maior comparada às condições de baixa radiação, porém aos 60 e 90 dias após o plantio, não houve diferença na taxa de transpiração, provavelmente devido às menores temperaturas. Nas medições seguintes, o aumento da temperatura, provavelmente, causou maior taxa de transpiração em plantas que apresentavam maior abertura estomática (plantas sob I_0 , I_{25} e I_{75}). A regulação da abertura estomática determina o equilíbrio entre o aumento da fixação do CO_2 e a redução da transpiração para prevenir desidratação (Caemmerer; Baker, 2007). O fechamento estomático, nesta situação de alta radiação combinada com alta temperatura e baixa umidade do ar, apesar de prevenir maior perda de água pelas plantas (por transpiração), diminui a afluência de CO_2 para o interior da folha (Lawlor ; Upreti, 1993).

Variações em **gs**, também afetam em maior intensidade a saída de água, alterando a eficiência instantânea da transpiração (**EIT**). A grande razão de efluxo de água para influxo de

CO₂ resulta da baixa concentração de CO₂ no ar e da concentração relativamente alta de vapor de água dentro da folha, e também da difusão mais lenta do CO₂ (menor coeficiente de difusão) (Taiz; Zeiger, 2004). Sob condições de alta radiação em campo, o aumento da razão *A/E* em virtude da diminuição da taxa transpiratória devido à diminuição de *gs*, é o mais eficiente mecanismo de aclimação para que a planta continue crescendo e evite perder mais água, mais do que aumente somente o ganho de carbono (Hanba et al., 2002).

Neste estudo, a *EIT* foi menor em plantas sob I₇₅, devido a menores taxas fotossintéticas encontradas nesta condição. A *EiUA* apresentou uma tendência a ser menor nestas condições, devido às baixas *gs* e fotossíntese. Porém sob I₀, *M. laevigata* adubada e não adubada (aos 90 DAP) e *M. glomerata* adubada (aos 120DAP), apresentaram menores valores de *EiUA*, decorrente de maiores valores da *gs*.

Em *M. glomerata*, a *EIT* e *EiUA* foram menores em plantas não adubadas em comparação às plantas adubadas sob alto grau de interferência da radiação (I₇₅), em todas as avaliações. Isso indica que sob baixa radiação há um efeito da adubação sobre a quantidade de água perdida e a quantidade de carbono fixado.

O aparato fotossintético da planta é capaz de chegar a uma ótima eficiência em relação à absorção e à utilização da luz visível. Entretanto, a forte radiação introduz uma quantidade de energia fotoquímica na folha maior que a capacidade de utilização dessa energia na fotossíntese, sobrecarregando os processos fotossintéticos, finalmente resultando não só em uma baixa utilização quântica, mas, também, em um baixo rendimento assimilatório, denominado fotoinibição (Larcher, 2000).

A fotoinibição pode ser resultado da combinação de diferentes tipos de estresses, como por exemplo, a combinação de estresse luminoso (alto *FFFA*) com estresse térmico (altas temperaturas). Portanto, a inativação do PSII é uma estratégia eficiente, pois o fluxo de elétrons se interrompe em um momento em que as condições ambientais não são favoráveis para a assimilação do carbono (Critchley, 1998). A razão *Fv/Fm* é utilizada para avaliar a integridade do PSII.

Em todas as datas avaliadas, a eficiência quântica do PSII, verificada através do curso diurno da razão *Fv/Fm* sofreu uma menor variação nas maiores interferências de radiação. As medições realizadas em 60 e 90 DAP apresentaram um decréscimo na *Fv/Fm*, entre as 12:00 e 16:00 horas. Contudo, aos 120 e 150 dias, a redução significativa da razão *Fv/Fm* se iniciou mais cedo (por volta das 10:00 horas). Isto teria ocorrido devido à mudança de estação, com temperaturas mais altas e dias mais longos. Os baixos valores da razão *Fv/Fm* por exposição à alta radiação, como ocorreu no tratamento sob a condição de pleno sol, pode ser uma

evidência de fotoinibição dinâmica reversível, onde há recuperação total da eficiência fotoquímica máxima do PSII durante a noite (Krause et al., 1995).

O baixo *FFFA* registrado por volta das 18:00 horas, permitiu que as plantas se recuperassem, confirmando que a fotoinibição sofrida era dinâmica e não crônica. Geralmente, com o aumento do sombreamento ou redução da intensidade da radiação, a razão *Fv/Fm*, também aumenta, devido a melhores condições para recuperação da máxima eficiência fotossintética do fotossistema II (Critchley, 1998).

A fotoinibição dinâmica, por inativação do PSII, funciona como um mecanismo de defesa, pois o aumento da dissipação não fotoquímica da energia em um momento em que a afluência de CO₂ é diminuída (devido ao fechamento estomático, nas horas de maior radiação e temperatura), pode evitar a formação de espécies reativas de oxigênio (ROS) e dano fotooxidativos (Choudhury; Behera, 2001).

Assim, a fluorescência da clorofila informa como o PSII está utilizando a energia absorvida pelas clorofilas e como ele está sendo danificado pelo excesso de luz (Maxwell; Johnson, 2000).

Os teores de clorofila e carotenóides nas folhas são utilizados para estimar o potencial fotossintético das plantas, pela sua ligação direta com a absorção e transferência de energia luminosa e ao crescimento e à adaptação a diversos ambientes. Os níveis relativos de Clorofila *a* e Clorofila *b*, assim como as razões de Clorofila *a*/Clorofila *b* e Clorofila Total/Carotenóide, têm diferenças essenciais entre folhas adaptadas à sombra e ao sol (Lichtenthaler et al., 2007).

As menores concentrações de clorofilas determinadas nas plantas em pleno sol, nas avaliações realizadas aos 120 e 150 DAP, comparadas com as concentrações destes pigmentos observadas nas duas primeiras avaliações (60 e 90 DAP) podem ser devidas ao maior período de exposição das plantas à radiação solar e maiores temperaturas. Outro fator pode estar relacionado com a amostragem, sendo que nas primeiras medições, pelo escasso número de folhas, foi retirada somente uma folha representativa da região mediana da planta, que poderia estar sombreada por outras folhas, enquanto nas últimas avaliações as amostras foram coletadas de três regiões da planta (superior, mediana e inferior), permitindo um melhor perfil de concentração de pigmentos da planta toda, avaliando folhas mais e menos expostas ao sol.

Em todas as avaliações, observou-se, que independentemente da espécie e da adubação, as maiores concentrações de clorofila foram em plantas sob a maior interferência de radiação. Nas plantas medicinais *Vitex megapotamica* (Alves, 2006) e alfazema (Pinto et

al., 1993) maiores concentrações de clorofila total também foram encontradas nas plantas cultivadas sob maior sombreamento. Esta resposta é comumente encontrada na literatura (Alvarenga et al., 2003, Atroch et al., 2001, Lima Junior et al., 2005). Geralmente há maior acúmulo de clorofila nos níveis de maior sombreamento, o que é devido ao mecanismo de compensação da planta à menor quantidade de radiação disponível (Almeida et al., 2005). Segundo Kramer e Kozlowski (1979), a clorofila é constantemente sintetizada e degradada (fotooxidação) em presença de luz, mas sob intensidades luminosas muito altas as moléculas de clorofilas são mais passíveis de processos fotooxidativos, sendo o equilíbrio estabelecido sob níveis de radiação mais baixos. Além disso, a maior quantidade de clorofila presente nas plantas sob sombreamento é considerada um ajuste fisiológico que aumenta a eficiência da captura de luz (Gonçalves et al., 2001).

Em *Mikania glomerata* e *M. laevigata*, apesar dos valores de clorofila **b** ser maior sob a maior interferência de radiação, a razão Clorofila **a/b** foi variável, entre os tratamentos e as idades das plantas. Aos 120 e 150 DAP, esta razão foi maior, principalmente, sob I₇₅. Maior razão **Chla/ Chlb** foi observada por Alves (2006) na planta medicinal *Maytenus ilicifolia* e por Kappel e Flore (1983), Lee et al. (2000) e Almeida, (2004). Pearcy e Yang (1998) afirmam que a aclimação a sombra resulta em decréscimo da relação clorofila **a/b** por haver maior investimento na produção de complexo antena (LHCII) do PSII (alta concentração de clorofila **b**), em detrimento de produção do centro de reação do mesmo (onde predomina clorofila **a**). A proporção entre clorofilas **a** e **b**, de uma maneira geral tende a diminuir com a redução da intensidade luminosa (Boardman, 1977), devido a uma maior proporção relativa de clorofila **b** em ambiente sombreado. Devido a menor proteção dos mecanismos fotossintéticos os valores de **a/b** podem decrescer em folhas expostas ao sol, devido a tendência da clorofila **a** degradar mais rapidamente em condições de alta irradiância do que clorofila **b** (Engel e Poggiani, 1991).

As diferenças apresentadas entre os tratamentos de adubação, com maior concentração e pigmentos fotossintéticos no tratamento adubado, ocorreram porque para a síntese de clorofila, requer principalmente dos macronutrientes N e Mg. Sob I₀, a clorofila total e os carotenóides apresentaram uma tendência a reduzir com o aumento da idade da planta. Independentemente da espécie, as plantas adubadas sob I₀ apresentaram maiores reduções na concentração de clorofila de uma medição para outra, assim aos 120 e 150 dias, as plantas adubadas, desta condição luminosa, não apresentaram diferença estatística das plantas não adubadas.

Segundo Gonçalves et al. (2001), o aumento nos níveis de carotenóides é um mecanismo essencial para aclimação, em ambiente ensolarado, que previne injúria fotooxidativa dos pigmentos dos cloroplastos. Apesar disso, as plantas em estudo apresentaram maiores concentrações de carotenóides sob maior sombreamento, ou seja, I₇₅. No entanto, é importante salientar que para a fotoproteção, além da concentração de carotenóides é também importante considerar a relação entre carotenóides/clorofila total. Os carotenóides servem para duas funções principais no processo de fotossíntese, fotoproteção ou coleta de luz. Estas duas possíveis funções envolvem uma interação com clorofilas, mas em diferentes direções. Fotoproteção envolve canalização e dissipação do excesso de energia na forma calor através dos carotenóides, enquanto que a coleta de luz para fotossíntese requer a transferência de energia para as clorofilas.

A relação entre as clorofilas e carotenóides pode ser usada como um indicador potencial de perdas fotooxidativas causadas por fortes irradiações (Hendry; Price, 1993). O número total de moléculas de clorofila por moléculas de carotenóides é tipicamente menor em folhas que crescem em ambientes de alta radiação, comparados com folhas de sombra. A mudança relativa mais pronunciada na composição de pigmentos fotossintéticos nas folhas de sol é o forte aumento na fração dos carotenóides representados principalmente pelas xantofilas. Neste experimento, nas duas espécies, a relação carotenóides/clorofila foi maior em ambiente ensolarado, em comparação aos ambientes sombreados, mostrando que os carotenóides no ambiente de alta radiação estariam atuando como fotoprotetores, enquanto que nos ambientes mais sombreados estariam ajudando as clorofilas na transferência de energia.

A adaptação da estrutura interna das folhas, no período de crescimento, sob diferentes níveis de luz do ambiente é considerada uma plasticidade adaptativa comum a espécies que apresentam amplo potencial de aclimação (Whatley; Whatley, 1982). Essa plasticidade estrutural está associada a uma função compensatória de folhas adaptadas à sombra, à diminuição proporcional da fotossíntese e à diminuição da intensidade luminosa, visto que tais folhas aproveitam melhor a luminosidade, em comparação com aquelas não adaptadas a esse fator (Larcher, 2000). Alterações na estrutura interna foliar constituem aspectos decisivos na capacidade de aclimação das espécies expostas a diferentes condições de ambiente (Hanba et al., 2002; Schluter et al., 2003).

No presente estudo, aos 90 DAP, as plantas de *M. glomerata* com e sem adubação, e *M. laevigata* adubadas apresentaram maiores espessuras da epiderme adaxial sob maiores

intensidade de radiação. Contudo, aos 150 dias o mesmo ocorreu inclusive em plantas de *M. laevigata* não adubadas. Nestas espécies de *Mikania* é encontrada uma camada subepidérmica aclorofilada que ocorre internamente à epiderme, e que está ausente nas proximidades da nervura central e da borda foliar. De acordo com Oliveira et al. (1994) esta camada não ocorre em varias espécies de *Mikania*, mas está presente em *M. hatschbachii*, *M. laevigata*, e *M. confertifissima*, além de *M. glomerata*. Camadas subepidérmicas relacionadas ao acúmulo de água são mencionadas por Metcalfe e Chalk (1965) para Asteraceae. Podem atuar também como barreira para prevenir a transpiração excessiva ou a fotoinibição (Feller, 1996). Porém esta camada não está presente em todas as regiões da folha e dependendo da condição de crescimento e idade, pode estar ausente. Por isso, nestas medições a referida camada subepidérmica foi incluída na espessura da epiderme adaxial. Além disso, as plantas adubadas de *M. laevigata*, apresentaram espessura da epiderme adaxial menor sob I₂₅ e I₇₅ comparadas às plantas não adubadas, caracterizando uma maior proteção dos tecidos parenquimáticos. Entre as espécies observa-se que a espessura da epiderme adaxial foi maior em *M. laevigata* do que em *Mikania glomerata*, possivelmente devido à presença de maior camada subepidérmica na primeira espécie.

De acordo com Lee et al. (2000), plantas mantidas sob alta irradiância apresentam a epiderme adaxial e/ou abaxial mais espessas. Esse incremento pode fazer parte da característica adaptativa da planta, refletindo a irradiância excessiva e evitando a perda de água e volatilizações (Whatley; Whatley, 1982; Letchano; Gosselin, 1996). A formação de uma epiderme adaxial mais espessa, ou multisseriada, parece estar relacionada à proteção do parênquima paliçádico contra o excesso de radiação UV-B (Chazdon e Kaufmann, 1993) e à prevenção contra o murchamento das folhas quando expostas a altas intensidades luminosas (Strauss-Debenedetti e Berlyn, 1994).

Os parênquimas aos 90 DAP apresentaram diferenças significativas em *M. glomerata* não adubada e *M. laevigata* adubada, com uma menor espessura em plantas sob I₇₅ aos 150 dias após o plantio. As maiores espessuras do parênquima paliçádico em condição de sol parecem estar fortemente relacionadas com a organização deste tecido. O formato colunar típico das células do parênquima paliçádico facilita a penetração da luz canalizada para o interior do mesófilo. O ajuste da espessura, geometria e disposição das células do parênquima paliçádico (Smith et al., 1998) conferem uma estrutura foliar que proporciona eficiência na distribuição da luz no interior da folha e máxima absorção e fixação de carbono de acordo com as condições de luz no ambiente (Vogelmann et al., 1996).

A espessura total do limbo independentemente da espécie e adubação foi maior em plantas sob I_0 comparadas a I_{75} . As folhas sob sombreamento geralmente são mais finas, proporcionando maior e melhor interceptação da energia disponível no sistema. As folhas de sol menores e mais densas são conseqüências do reforço mecânico para evitar perda de água e proteção para o aparelho fotossintético quanto a possíveis danos fotooxidativos promovidos por radiação excessiva (Lima Junior et al., 2005). Em estudos realizados com *M. glomerata* por Espindula Junior (2006) e Castro et al. (2007) a espessura total do limbo, como neste estudo, foi maior em plantas sob alta radiação. Alguns estudos mostram um incremento na espessura do limbo com o aumento da irradiância (Atroch et al., 2001, Hanba et al., 2002; Morais et al., 2004; Alves, 2006; Pinto et al., 2007).

As alterações encontradas nas folhas com exposições a diferentes luminosidades podem ser atribuídas aos níveis diferentes de reguladores de crescimento. As auxinas têm o papel de fazer possíveis distensões celulares, e como uma característica molecular, podem migrar para regiões ou faces menos iluminadas. Quando elas se concentram em regiões protegidas, são capazes de distender mais facilmente as células. Em conseqüência, as folhas mais iluminadas concentram fortemente suas auxinas dentro do mesófilo, diferente do que ocorre em uma folha protegida, cujas auxinas são diluídas através de toda a folha, inclusive no mesófilo e na epiderme. Esta distribuição diferente das auxinas é em grande parte responsável pelas diferenças estruturais, permitindo a distensão de células epidérmicas nas folhas sob sombreamento (Medri e Perez, 1980 apud Morais et al., 2004).

A espessura das lâminas foliares e a densidade estomática podem variar de acordo com a localização da folha na planta e com o grau de exposição ao sol. As análises da densidade e do índice estomático são de interesse especial, por influenciar na condutância estomática e na eficiência do uso da água pelas plantas (Luomala et al., 2005). As plantas possuem diferentes níveis de controle de seus estômatos sendo um deles a distribuição e o número total na folha. Há evidências de que durante o desenvolvimento, a folha executa um programa de divisões celulares assimétricas que ao fim do processo de formação da folha determina o padrão de distribuição e o número total de estômatos em cada folha. Sabe-se também que este programa apresenta, até certo ponto, uma dependência das condições ambientais em que a planta se encontra. Alguns dos efeitos da aclimação, como o mesófilo mais espesso e a maior densidade estomática em plantas de sol (Lee et al., 2000), geram juntamente com fatores intrínsecos, maior capacidade fotossintética (Voltan et al. 1992, Woodward et al. 2002).

Segundo Silva (2005), a incidência de menor intensidade de luz (50 a 30% da radiação total), pode acarretar em uma redução em média de 20 a 40% do número de estômatos por mm^2 . Esta tendência foi descrita para diferentes espécies (Atroch et al., 2001; Hanba et al., 2002). O aumento na densidade estomática pode permitir que a planta eleve a condutância de gases, aumentando a absorção de CO_2 , evitando que a fotossíntese seja limitada sob diferentes condições de ambiente. Pode também diminuir a taxa de transpiração, devido a sobreposição da área de difusão do vapor d'água em virtude de maior proximidade dos estômatos (Larcher, 2000).

Aos 90 DAP, as plantas sob I_{75} apresentaram menores índices estomáticos (exceto *M. laevigata* adubada) e densidades estomáticas. A mesma resposta ocorreu em 150 dias para todos os tratamentos. Estudos realizados por Espíndola Junior (2006) e Castro et al., (2007) mostraram maiores densidades estomáticas em plantas de *M. glomerata* sob condições de alta radiação. Em outras plantas medicinais, como *Maytenus ilicifolia*, *Vitex megapotamica* (Alves, 2006) e *Bauhinia fortificata* (Espíndola Junior, 2006), foi encontrada a mesma resposta.

No sol as folhas estão sujeitas a maiores temperaturas e menor umidade relativa do ar e a maior densidade de estômatos por unidade de área pode ser entendida como uma das estratégias para diminuir o tempo de abertura dos estômatos, captar CO_2 mais rapidamente e minimizar as chances de perda de água por transpiração. Este mecanismo contribui para o aumento na eficiência da fotossíntese e evita a transpiração foliar excessiva (Ashton, 1992; Marques et al., 1999). A proximidade dos estômatos permite que através da transpiração forme-se uma camada contínua de vapor de água sobre a lâmina foliar, impedindo o contato direto com o ar seco, permitindo que o estômato permaneça por mais tempo aberto, logo, melhorando a eficiência fotossintética da folha de sol (Larcher, 2000)

Em contrapartida, as menores densidades estomáticas ocorreram no tratamento sombra. Nos ambientes menos ensolarados é economicamente vantajosa a construção de uma folha com maior área para maximizar a captura de maior quantidade possível de luz e o investimento nos estômatos para capturar CO_2 mais eficientemente. A máxima eficiência fotossintética neste local pode ser obtida através da formação de um menor número de estômatos por unidade de área foliar que podem permanecer por mais tempo com seus ostíolos abertos (Marques et al., 1999), sem o risco de perderem água pela transpiração.

O crescimento da planta permite um desenvolvimento elevado da área foliar, provendo uma retroalimentação positiva (feedback) para a taxa fotossintética da planta. Aumento do número de folhas é um dos responsáveis pelo aumento da área foliar, tão importante na

captação de energia luminosa. Contudo entre as adubações, uma forma de contornar a deficiência mineral foi a redução da emergência de novas folhas, o que refletiu na menor área foliar total.

Apesar de não mostrar diferença entre as áreas foliares, a *AFE* foi maior em plantas mais sombreadas. Isso ocorre por que em folhas de sombra há maior expansão foliar (Dias-Filho, 2000; Mendes et al., 2001; Gonçalves et al., 2005), para maximizar a captura de luz em ambientes em que esta se encontra difusa. Além disso, sob alta radiação, as espécies tendem a restringir a transpiração e aumentar a capacidade fotossintética, apresentando folhas mais grossas, o que resulta no aumento da *MFE*, como visto nas espécies estudadas (Lee et al., 1996). Como neste estudo em *Vitex megapotamica* e *Maytenus ilicifolia* (Alves, 2006) a área foliar não apresentou diferença, porém, a *AFE* foi maior na sombra. Entretanto, Espíndola Junior estudando *M. glomerata* e *Bauhinia forficata*, observou maior *AF* e *AFE* em plantas sombreadas.

Em ambas as espécies estudadas, apesar do número de folhas terem sido maiores nas plantas adubadas e crescidas em pleno sol (I_0), a área foliar não diferiu de nenhum outro tratamento de interferência da radiação, o que indica que estas folhas eram menores em área individual do que as folhas que receberam sombreamento. Porém a *AFE* foi maior e a *MFE* menor em plantas sob I_{50} e I_{75} , o que significa que as plantas crescidas nestas condições de elevado sombreamento tiveram maior expansão foliar e menor espessura do limbo.

A biomassa vegetal é resultado da incorporação de carbono através da fotossíntese que é o único processo de importância biológica que pode armazenar energia. Dessa forma, grande parte dos recursos energéticos do planeta resulta da atividade fotossintética (Taiz; Zeiger 2004). A partição da biomassa para os diferentes órgãos da planta depende da espécie, da ontogenia e do ambiente no qual a planta vive (Poorter; Nargel, 2000). Sob condições de menor luminosidade, as plantas das duas espécies apresentaram menor massa total do que em plantas que receberam maior quantidade de luz durante o desenvolvimento.

Resultados encontrados em vários trabalhos, como neste estudo, mostram maior produção de massa seca sob condições de pleno sol, como em elixir-paregórico (*Ocimum selloi*) (Gonçalves, 2001), *Psidium cattleianum* (Ortega et al., 2006) e em feijão (Lopes et al., 1986). Por outro lado, são encontradas espécies em que sob sombreamento parcial, a produção de biomassa foi melhor, como em pata-de-vaca (*Bauhinia forficata* Link) (Atroch, 2001) e calaboura (*Muntingia calabura* L.) (Castro et al., 1996). O aumento da biomassa seca ocorre em função das divisões celulares e do padrão de expansão celular. O aumento da

radiação luminosa incrementa a taxa fotossintética, aumentando a produção de carboidrato e o teor de massa seca, enquanto a deficiência de radiação induz alongamento celular e estiolamento, sem alterar a massa seca (Pinto et al. 2007).

Lopes et al. (1986) afirmam que a redução da intensidade luminosa pode, muitas vezes, ficar aquém do ponto de saturação luminosa, reduzindo o processo fotossintético e, com isso, a produção de biomassa seca. Segundo Wardlaw (1990), plantas cultivadas sob condições de baixa disponibilidade de luz investiriam em maior quantidade de fotoassimilados na parte aérea, priorizando os órgãos aéreos sob condições de sombreamento permitindo maior captação de luz pelas plântulas, otimizando o processo fotossintético em um ambiente onde a luz limita a fotossíntese. Esta menor distribuição de matéria seca para raízes sob baixas condições de luminosidade também foi encontrada neste estudo, o que provavelmente reflete uma resposta a atributos que melhoram o ganho de carbono sobre irradiância reduzida, como aumento na área foliar, ou que reflita uma estratégia fotomorfogenética buscando luminosidade aumentando a altura das plantas (Thompson et al., 1992; Walters et al., 1993).

Com o incremento na radiação, a fração de biomassa alocada para as folhas diminui, enquanto ocorre um aumento na alocação para as raízes (Poorter; Nagel, 2000). Tal mudança pode suprir a maior demanda por nutrientes requeridos por um maior crescimento em alta luminosidade (Evans; Poorter, 2001). A *MSF* nas duas espécies estudadas foi maior em plantas sob condições de alta radiação, ao contrario dos resultados encontrados por Espindola Junior (2006) em *M. glomerata*, onde o maior sombreamento proporcionou maior *MSF*. Porém, na espécie medicinal *Aloysia gratissima*, alfazema, a massa seca das folhas foi reduzida no tratamento de maior sombreamento comparado ao tratamento pleno sol (Pinto et al., 2007).

A razão *R/PA*, apresentou uma tendência a diminuir com o aumento da interferência da radiação. Segundo Claussen (1996), a razão raiz/parte aérea mais elevada em plantas de ambientes mais iluminados indica que a biomassa distribui-se mais para as raízes do que para os órgãos fotossintetizantes. Essa resposta permite maior absorção de água e nutrientes, estratégia que garantiria à planta maior capacidade de suportar as maiores taxas de fotossíntese e transpiração em ambientes mais iluminados.

Outros fatores que afetam o sistema radicular são os níveis de nutrientes no solo, preparo do solo, tipo do solo, umidade do solo e infestação por doenças e pragas. O sistema radicular extensivo explora maior volume do solo e absorve mais nutriente e água e, conseqüentemente, aumenta a eficiência nutricional. Lambers et al. (1998) constataram de que

a razão Raiz/parte aérea é maior sob deficiência nutricional. Neste trabalho, apesar da diferença estatística ter ocorrido somente para *M. glomerata*, percebe-se uma tendência das plantas não adubadas apresentarem maior *R/PA*. Em condições de baixa quantidade de nutrientes e disponibilidade de água, as raízes retêm maior quantidade de carbono para se desenvolver mais em busca destes recursos, deixando menos nutrientes para as folhas (Brouwer, 1962). Conseqüentemente, o crescimento é limitado pela disponibilidade de nutrientes e água como também, a baixa luminosidade é um fator limitante para o desenvolvimento das raízes.

Para as duas espécies de *Mikania*, fica claro que as maiores diferenças nos parâmetros analisados foram devidas aos efeitos dos tratamentos da interferência da radiação. Os dados de trocas gasosas mostram que plantas sob baixa intensidade luminosa apresentam alta concentração de clorofila, porém, menores taxas fotossintéticas, causando menor acúmulo de matéria seca nestas plantas. As plantas sob menores sombreamentos apresentaram melhor desempenho. A tendência de plantas sob I_{25} apresentarem valores de fotossíntese maiores do que plantas sob I_0 poderia estar relacionada com a maior quantidade de clorofila observada nas plantas sob I_{25} . Além disso, as plantas que receberam maiores intensidades de radiação solar apresentaram folhas mais espessas e com maior densidade estomática, o que contribuiu para taxas fotossintéticas altas causando o aumento da massa seca das folhas.

Entre os tratamentos de adubação, apesar das plantas adubadas apresentarem maiores quantidades de clorofila, as taxas fotossintéticas foram variáveis. Contudo, a área foliar destas plantas foi menor causando menor acúmulo de massa seca das folhas. Além disso, a porcentagem de biomassa alocada para a raiz foi maior nas plantas não adubadas, permitindo que estas conseguissem o máximo de nutrientes que estava disponível no solo.

Entre as duas espécies os parâmetros de trocas gasosas, clorofila e fluorescência, não demonstram diferenças permanentes em todas as medições. O que fica evidente na comparação entre as duas espécies é que plantas de *M. laevigata*, quando adubadas apresentam menor área foliar e maior espessura do que as plantas de *M. glomerata* adubadas. Contudo, no fim do experimento considerando as duas adubações, as plantas de *M. glomerata* apresentaram sob maiores intensidades de luz, menor espessura foliar e maior densidade estomática. Em relação à produção de massa seca, foi observado que sob I_0 e I_{50} as plantas de *M. laevigata* tiveram menor produção de massa seca foliar e total e por tanto, para esta espécie em particular, a melhor condição para a produção e massa seca de folhas para fins fitoterápicos seria um ambiente com 25% de interferência da radiação. Entretanto, para *M.*

glomerata o crescimento sob condições de pleno sol ou com sombreamento até 50% de interferência não afeta significativamente a sua produção de biomassa de folhas.

Também podemos perceber que, apesar do melhor desempenho das plantas adubadas em relação às não adubadas, estas últimas conseguiram sobreviver em solo pobre. Esta capacidade de aclimação destas espécies de *Mikania* é confirmada pelo fato destas serem nativas de Mata Atlântica, e ocorrer no cerrado, onde as características de solo e ambientais são bem diferentes.

8. CONCLUSÕES

Os resultados apresentados corroboram a hipótese, sendo que as duas espécies apresentaram diferenças nas respostas fisiológicas, anatômicas e na produção de biomassa em decorrência dos tratamentos de interferência da radiação e adubação aplicados.

Os resultados desta pesquisa sugerem que o uso de fertilizantes e pouco sombreamento seria a melhor condição para uma maior produção de massa seca, especialmente de folhas, que é o material utilizado na fitoterapia. Em virtude da baixa capacidade de aclimação a elevado sombreamento destas espécies de *Mikania*, áreas cultivadas com intensidade luminosa menor do que 50% de luz ambiente irão diminuir a produtividade. Assim, para fins agrícolas, a fim de obter rendimentos elevados, se recomendaria o uso de aproximadamente 25% da interferência da radiação para *M. laevigata* e indistintamente, o cultivo em pleno sol ou interferência da radiação de 25% para *M. glomerata*.

Entretanto, necessita-se de maiores estudos para avaliar a quantidade e qualidade dos princípios ativos das plantas produzidos nestas condições experimentais, para assim confirmar qual seria o melhor tratamento que apresenta não somente maior produção, mas também, maior eficiência terapêutica.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABELA, D.T.O.; SCHLICKMANN, L.; KORMANN, T.C.; TEIXEIRA, D.L.; SANTOS, I. 2006. Produção de xarope de “cinco ervas” no setor de plantas medicinais do colégio agrícola de Camboriú/UFSC . *Mostra de Iniciação Científica e Tecnológica Interdisciplinar* Camboriú, Colégio Agrícola de Camboriú – UFSC
- ABOY, A. L.; ORTEGA, G. G.; PETROVICK, P. R.; LANGELOH, A.; BASSANI, V. L. 2002. Atividade antiespasmódica de soluções extrativas de folhas de *Mikania glomerata* Sprengel “guaco”. *Acta Farmaceutica Bonaerense*, 21: 185-191.
- ABRAMS, M.D.; MOSTOLLER, S.A. 1995. Gas exchange, leaf structure and nitrogen in contrasting sucessional tree species growing in open and understory sites during a drought. *Tree Physiology*, 15: 361-70.
- ALMEIDA, L.P. 2001. *Germinação, crescimento inicial e anatomia foliar de plantas jovens de Cryptocarya aschersoniana Mez. sob diferentes níveis de radiação*. 96f. Dissertação Mestrado em Fisiologia Vegetal) – Curso de Agronomia/Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Lavras.
- ALMEIDA, L.P.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; ZANELA, S.M.; VIEIRA C.V. 2004. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocarya aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural*, 34:83-88.
- ALMEIDA, S.M.Z.; SOARES, A .M.; CASTRO, E.M.; VIEIRA, C.V.; GAJEGO, E.B. 2005. Alterações morfológicas e alocação de biomassa em plantas jovens de espécies florestais 30 sob diferentes condições de sombreamento. *Ciência Rural*, 35: 62- 68.

- ALVARENGA, A.A.; CASTRO, E.M.; LIMA JUNIOR, E.C.; MAGALHÃES, M.M. 2003. Effects of different light levels on the initial growth and photosynthesis of *Croton urucurana* Baill. in southeastern Brazil. *Revista Árvore*, 27: 53-57.
- ALVES, A.C.A. 2006. *Efeito das diferentes intensidades luminosas na morfoanatomia foliar de duas espécies de plantas medicinais em consórcio com Ilex paraguariensis a. st.-hil. (aquifoliacea)*. 61f. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Curso de Pós-Graduação em Botânica, Setor de Ciências Biológicas, Universidade Federal do Paraná.
- AMORIM, E.L.C.; LIMA, C.S.A.; HIGINO, J.S.; SILVA, L.R.S.; ALBUQUERQUE U.P. 2003. Fitoterapia: instrumento para uma melhor qualidade de vida. *Infarma* 15(1/3). In: *Pharm Bras*, 3(36): 66-8.
- ANTONACIO, C.C.; WINSNIEWSKI, C. 1998. Caracterização ecológica e fitoquímica de *Mikania laevigata* Schultz ex Baker no primeiro planalto paranaense. In: *Simpósio de plantas medicinais do Brasil*, 15, 1998, Águas de Lindóia. *Resumos...* Águas de Lindóia, p. 105.
- ASHTON, P.M.S.; BERLYN, G.P. 1992. Leaf adaptations of some *Shorea* species to sun and shade. *New Phytologist*, 121: 587-596.
- ATROCH, E.M.A.C.; SOARES A.M.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO, A.M. 2001. Crescimento, teor de clorofilas, distribuição de biomassa e características anatômicas de plantas jovens de *Bauhinia forficata* Link submetidas a diferentes condições de sombreamento. *Ciência e Agrotecnologia*, 25: 853-862.
- BARETTA, M.E.; FERNANDES, A.C.; SCHNEIDER, A.A.; RITTER, M.R. 2008. A família Asteraceae no Parque Estadual de Itapuã, Viamão, Rio Grande do Sul, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 6: 189-216.

- BARROSO, G. M. 1958. *Mikaniae do Brasil*. Rio de Janeiro, Arquivos do Jardim Botânico do Rio de Janeiro.
- BARROSO, G.M. 1991. *Sistemática de Angiospermas do Brasil*. v. 3. Viçosa: UFV, Impr. Univ., 326 p.
- BEADLE, C.L. 1993. Growth analysis. In: HALL, D.O.; SCURLOCK, J.M.O.; OLHÀRNORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C.; LONG, S.P. (eds.). *Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual*. London: Chapman ; Hall. p.36-46.
- BERNACCHI, C. J.; THOMPSON, J. N.; COLEMAN, J.S. & MCCNNAUGHAY, D.M. (2007). Allometric analysis reveals relatively little variation in nitrogen versus biomass accrual in four plant species exposed to varying light, nutrients, water and CO₂. *Plant, Cell and Environment*, 30:1216–1222.
- BIGHETTI, A.E.; REHDER, V.L.G.; FOGLIO, M.A.; ANTÔNIO, M.A.; KOHN, L.K.; MELO, L.V.; POSSENTI, A.; CARVALHO, J.E. 2005. Antiulcerogenic activity of hydroalcoholic crude extract and coumarine of *Mikania laevigata* Schultz Bip. *Phytomedicine*, 12: 72-77.
- BOARDMANN, N. K. 1977. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, 28: 355-377.
- BOLHÀR-NORDENKAMPF, H.R.; ÖQUIST, G. 1993. Chlorophyll fluorescence as a tool in photosynthesis research. In: HALL, D.O.; SCURLOCK, J.M.O.; BOLHÀRNORDENKAMPF, H.R.; LEEGOOD, R.C. ; LONG, S.P. (Eds.). *Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual*. London: Chapman ; Hall. p.193-206.

- BORBA, A.M.; MACEDO, M. 2006. Plantas medicinais usadas para a saúde bucal pela comunidade do bairro Santa Cruz, Chapada dos Guimarães, MT, Brasil. *Acta botânica Brasilica*, 20: 771-782.
- BREMER, K. 1994. *Asteraceae: Cladistics and Classification*. Portland, Timber Press, Inc; .
- BROUWER, R. 1962. Nutritive influences on the distribution of dry matter in the plant. *Journal of Agricultural Sciences*, 10: 31-39.
- CAMBRAIA, J. 2005. *Estresses ambientais danos e benefícios em plantas*, 1. ed. Recife: UFRPE Imprensa Universitária, 500p.
- CAMPOS, M.A.A.; UCHIDA, T. 2002. Influência do sombreamento no crescimento de mudas de três espécies amazônicas. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 37: 281-288.
- CANTARELLA, H. 1993. Calagem e adubação do milho. In: BÜL, L.T.; CANTARELLA, H. (Eds). *Cultura do milho: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba : POTAFOS, p.147-198.
- CASTRO, E.M.; ALVARENGA, A.A.; GOMIDE, M.B. 1996. Crescimento e distribuição de matéria seca de mudas calaboura (*Muntingia calabura* L.) submetida a três níveis de irradiância. *Ciência e agrotecnologia*; 20: 357-365.
- CASTRO, E.M.; GAVILANES, M.L.; ALVARENGA, A.A.; CASTRO D.M.; GAVILANES, T.O.T. 1998. Aspectos da anatomia foliar de mudas de *Guarea guidonea* (L.) Sleumer, sob diferentes níveis de sombreamento. *Daphne*, 8:31-35.
- CASTRO, E.M.; PINTO, J.E.B.P.; ALVARENGA, A.A.; LIMA JÚNIOR, E.C.; BERTOLUCCI, S.K.V.; SILVA FILHO, J.L.; VIEIRA, C.V. 2003. Crescimento e

anatomia foliar de plantas jovens De *mikania glomerata* sprengel (guaco) submetidas a diferentes fotoperíodos. *Ciências e Agrotecnologia* 27: 1293-1300.

CERANA, M.M. 1997. *Mikania*. In: A.L. Cabrera ; S. Freire (org.). *Asteraceae, tribo Eupatorieae. Flora Fanerogâmica Argentina* 47, pp 54-76.

CHAZDON, R.L.; KAUFMANN, S. 1993. Plasticity of leaf anatomy of two rain forest shrubs in relation to photosynthetic light acclimation. *Functional Ecology* 7: 385-394.

CHOUDHURY, N.K.; BEHERA, R.K. 2001. Photoinhibition of photosynthesis: role of carotenoids in photoprotection of chloroplast constituents. *Photosynthetica* 39: 481-488.

CLABBY, G; OSBORNE, B. A. 1997. Irradiance and nitrate-dependent variation in growth and biomass allocation of *Mycelis muralis*. An analysis of its significance for a functional categorization of sun and shade plants. *New phytologist* 135: 539-547.

CLAUSSEN, J.W. 1996. Acclimation abilities of three tropical rainforest seedlings to an increase in light intensity. *Forest Ecology and Management* 80: 245-255.

CORRÊA, MING, L.C; SCHEFFER, M.C. 1994. *Cultivo de plantas aromáticas e medicinais*. Jaboticabal, São Paulo: Fundação de Estudos e Pesquisas em Agronomia Medicina Veterinária e Zootecnia (FUNEP), 151 p.

CRITCHLEY, C. 1998. Photoinhibition. In: RAGHAVENDRA, A.S. (Eds) *Photosynthesis: a comprehensive treatise*. Australia: Cambridge University Press. 375p,

- CRONQUIST, A. 1988. *The evolution and classification of flowering plants*. 2.ed. New York: New York Botanical Garden
- CUNICO, M.M. 1997. *Estudos preliminares de toxicologia pre-clinica de Pfaffia sp.* Monografia de especialização, Universidade Federal do Parana, Curitiba.
- DAVINO, S. C; GIESBRECHT, A. M; ROQUE, N. F. 1989. Antimicrobial activity of kaurenoic acid derivatives substituted on carbon-15. *Brazilian Journal of Medical and Biological Research* 22: 1127-1129.
- DIAS FILHO, M.B. 1997. Physiological response of *Solanum crinitum* Lam. to contrasting forest light intensity. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 32: 789-796.
- DIAS, D.P.; MARENCO, R.A. 2006. Photoinhibition of photosynthesis in *Minuartia guianensis* and *Swietenia macrophylla* inferred by monitoring the initial fluorescence. *Photosynthetica* 44: 235-240.
- DIAS-FILHO, M.B. 2000. Growth and biomass allocation of the C₄ grasses *Brachiaria brizantha* and *B. humidicola* under shade. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 2335-234.
- ELLSWORTH, D.S.; REICH, P.B. 1992. Leaf mass per area, nitrogen content and photosynthetic carbon gain in *Acer saccharum* seedlings in contrasting forest light environments. *Functional Ecology* 6: 423-435.
- ENGEL, V.L; POGGIANI, F. 1991. Estudo da concentração de clorofila nas folhas e seu espectro de absorção de luz em função do sombreamento em mudas de quatro espécies florestais nativas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal* 3: 39-45.

- ESPÍNDOLA JUNIOR, A. 2006. *Morfologia e anatomia foliar de duas espécies medicinais (Mikania glomerata Spreng. – Asteraceae e Bauhinia forficata Link. - Leguminosae) associadas à erva mate, sob diferentes condições de luminosidade*. 82f. Dissertação (Mestrado em Botânica)- Curso de Pós-graduação em Botânica, Universidade Federal do Paraná (UFPR), Paraná.
- EVANS, J.R; POORTER, H. 2001. Photosynthetic acclimation of plants to growth irradiance: the relative importance of specific leaf area and nitrogen partitioning in maximizing carbon gain. *Plant Cell Environment* 24: 755–767.
- FARQUHAR, G.D.; SHARKEY, T.D. 1982. Stomatal conductance and photosynthesis. *Annual Review of Plant Physiology* 33: 317-345.
- FELLER, I.C. 1996. Effects of nutrient enrichment on leaf anatomy of dwarf *Rhizophora mangle* L. (Red Mangrove). *Biotropica* 28: 13-22.
- FERRO, V.O. 1991. Aspectos Farmacognósticos de *Mikania smilacina* DC. Curso de Pós-Graduação em Ciências Farmacêuticas da Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado.
- FRANCO, L.L. 1998. As sensacionais 50 plantas medicinais, campeãs de poder curativo. 3ª ed. Curitiba: *O Naturalista*, 235 p.
- FRANKLIN, L.A; LEVAVASSEUR, G; OSMOND, C.B; HENLEY, W.J; RAMUS, J. 1992. Two components of onset and recovery during photoinhibition of *Ulva rotundata*. *Planta*, 186: 399-408.

- FREITAS, R.B; OIVEIRA, L.E.M; DELÚ FILHO, N; SOARES, A.M. 2003. Influência de diferentes níveis de sombreamento no comportamento fisiológico de cultivares de café (*Coffea arabica* L.). *Ciência e Agrotecnologia*, 27: 804-810.
- FURLANI, A.M.G. 2004. Nutrição Mineral. In: KERBAUY, G.B. *Fisiologia Vegetal*, Rio de Janeiro: Guanabara Kooga S.A; p.40-75.
- GILBERT, B; FERREIRA, J.L; ALVES, L.F. 2005. *Monografia de plantas medicinais brasileiras climatizadas*. Curitiba: ABIFITO, 250p.
- GONÇALVES, J.F.C; BARRETO, D.C.S; SANTOS JUNIOR, U.M; FERNANDES, A.V; SAMPAIO, P.T.B; BUCKERIDGE, M.S. 2005. Growth, photosynthesis and stress indicators in young rosewood plant (*Aniba rosaeodora* Ducke) under different light intensities. *Brazilian Journal Plant Physiology*, 17: 325-334.
- GONÇALVES, L.A. 2001. *Ontogenia dos tricomas glandulares e influência da radiação solar no desenvolvimento e no teor de óleo essencial de Ocimum selloi Benth (Lamiaceae)*. Lavras: UFLA. 95p (Tese mestrado).
- HANBA, Y.T; KOGAMI, H; TERASHIMA, L. 2002. The effects of growth irradiance on leaf anatomy and photosynthesis in *Acer* species differing in light demand. *Plant Cell and Environment*, 25: 1021-1030.
- HENDRY, G. A. F.; PRICE, A.H. 1993. Stress indicators: chlorophylls and carotenoids. In: HENDRY, G.A.F; GRIME, J.P. (Eds.) *Methods in comparative plant ecology*. London: Chapman ; Hall. 485p,

- HINSBERG, A. van; TIENDEREN, P. van. 1997. Variation in growth form in relation to spectral light quality (red/far-red ratio) in *Plantago lanceolata* L. in sun and shade populations. *Oecologia*, 111: 452-459.
- HOLETZ, B.F; PESSINI, L.G; SANCHES, R.N; CORTEZ, G.A.D; NAKAMURA,V.C; FILHO, D.P.B. 2002. Screening of some plants used in the brazilian folk medicine for the treatment of infectious diseases. *Memórias do Instituto Oswaldo Cruz* 97: 1027-1031.
- HOLMES, W.C. 1995. A review preparatory to an infrageneric classification of *Mikania* (tribe: Eupatorieae). Pp. 239-254. In: D.J.N. Hind; C. Jeffrey ; G.V. Pope (eds.). *Advances in Compositae Systematics*, Royal Botanical Gardens, Kew.
- HORTON, P.; RUBAN, A. 2004. Molecular design of the photosystem II light harvesting antenna: photosynthesis and photoprotection. *Journal of Experimental Botany*, 56: 365-373.
- JOHNSON, G.N; YOUNG, A.J; SCHOLLES, J.D; HORTON, P. 1993. The dissipation of excess excitation energy in British plant species. *Plant, Cell and Environment*, 16: 673-679.
- JUDD, W.S; CAMPBELL, C.S; KELLOGG, E.A; STEVENS, P.F. 1999. *Plant Systematics: A phylogenetic approach*. Massachusetts: Sinauer Associates Inc. Publishers.
- KAPPEL, F; FLORE, J.A. 1983. Effect of shade on photosynthesis, specific leaf weight chlorophyll content of leaves and morphology of young peach trees. *Journal of the American Society for Horticultural Science*, 108: 541-544.

- KING, R. M. ; ROBINSON, H. 1987. *The Genera of the Eupatorieae Asteraceae*. Lawrence, Allen Press, Inc; v.22,
- KISSMAN, R.G.; GROTH, D. 1992. *Plantas Infestantes e Nocivas*. São Paulo, BASF Brasileira S.A.
- KITAJIMA, K. 1996. *Ecophysiology of tropical tree seedlings*. In: S.S. Mulkey, R.L. Chazdon ; A.P. Smith (eds.). Chapman and Hall: New York, pp. 559-595.
- KLICH, M.G. 2000. Leaf variations in *Elaeagnus angustifolia* related to environmental heterogeneity. *Environmental and Experimental Botany*, 44: 171-183.
- KNECHT, G.N; O'LEARY, J. W. 1972. The effect of light intensity on stomate number and density of *Phaseolus vulgaris* L. leaves. *Botanical Gazette*, 133, 132-134.
- KRAMER, T.; KOSLOWSKI, T. 1979. *Physiology of woody plants*. New York, Academic, 811p.
- KRAUS, J.E. ; ARDUIN, M. 1997. *Manual básico de métodos em morfologia vegetal*. Rio de Janeiro:Seropédica, EDUR, 198p.
- KRAUSE, G.H. ; WEIS, E. 1991. Chlorophyll fluorescence and photosynthesis: The basics. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 42: 313-349.
- KRAUSE, G.H; VIRGO, A; WINTER, K. 1995. High susceptibility to photoinhibition of young leaves of tropical forest trees. *Planta*, 197: 583-591.

LAMBERS, J; CHAPIN, F.S; PONS, T.L. 1998. *Plant physiological ecology*. New York: Springer-Verlag, 540p.

LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia Vegetal*. Trad. Carlos Henrique B.A. Prado. São Carlos: Rima. 531p.

LAWLOR, D.W.; UPRETY, D.C. 1993. Effects of water stress on photosynthesis of crops and the biochemical mechanism. In: ABROL, Y.P.; MOHANTY, P. ;GOVINDJEE, R. (Eds.). *Photosynthesis-Photoreactions to the Plant Productivity*. NewDelhi: Oxford and IBH Publishing Ltd. p.419-449.

LEE, D.W; BASKARAN, K; MANSOR, M; MOHAMAD, H; YAP, S.K. 1996. Irradiance and spectral quality affect Asian tropical rain forest tree seedling development. *Ecology*, 77: 568-580.

LEE, D.W; OBERBAUER, S.F; JOHNSON, P; KRISHNAPILAY, B; MANSOR, M; MOHAMAD, H; YAP, S.K. 2000. Effects of irradiance and spectral quality on leaf structure and function in seedlings of two Southeast Asian *Hopea* (Dipterocarpaceae) species. *American Journal of Botany*, 87: 447-455.

LETCHAND, W.; GOSSELIN, A. 1996. Transpiration essential oil gland, epicuticular wax and morphology of *Thymus vulgaris* are influenced by light intensity and water supply. *Journal Horticultural Science*, 71: 123-134.

LICHTENHALER, H.K; AC, A; MAREK, M; KALINA, J; URBAN, O. 2007. Differences in pigment composition, photosynthetic rates and chlorophyll fluorescence images of sun and shade leaves of four tree species. *Plant Physiology and Biochemistry*, 45, 577-588.

- LIMA JUNIOR, E.C; ALVARENGA, A.A; CASTRO, E.M; VIEIRA, C.V; OLIVEIRA, H.M. 2005. Trocas gasosas, características das folhas e crescimento de plantas jovens de *Cupania vernalis* Camb. submetidas a diferentes níveis de sombreamento. *Ciência Rural*, 35: 1092-1097.
- LIMA, N. P; BIASI, L. A; ZANETTE, F; NAKASHIMA, T. 2003. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. *Horticultura Brasileira*, 21: 106-109.
- LIMA, R.X. 1994. *Estudos etnobotânicos em comunidades continentais da área de proteção ambiental de Guaraqueçaba- Paraná - Brasil*. 123f. Dissertação (Mestrado)- Universidade Federal do Paraná, Curitiba.
- LONG, S.P; HUMPHRIES, S; FALKOWSKI, P.G. 1994. Photoinhibition of photosynthesis in nature. *Annual Review of Plant Physiology and Plant Molecular Biology*, 45: 633-662.
- LOPES, N.F; OLIVIA, M.O; CARDOSO, M.I; GOMES, M.M.S; SOUZA, V.F. 1986. Crescimento e conversão de energia solar em *Phaseolus vulgaris* submetido a três densidades de fluxo radiante e dois regimes hídricos. *Revista Ceres*, 33: 142-114.
- LORENZI, H.; MATOS, F. J. A. 2002. *Plantas medicinais no Brasil: nativas e exóticas*. 1. ed. Nova Odessa: Instituto Plantarum de Estudos da Flora.
- LUOMALA, E.M; LAITINEN, K; SUTINEN, S; KELLOMÄKI, S; VAPAAVUORI, E. 2005. Stomatal density, anatomy and nutrient concentrations of Scots pine needles are affected by elevated CO₂ and temperature. *Plant, Cell and Environment*, 28: 733-749.
- MALAVOLTA, G. 1979. *ABC da adubação*. 4. ed. São Paulo: Agronômica Ceres, 255 p.

- MAPELI, N.C; VIEIRA, M.C; HEREDIA Z.N.A; SIQUEIRA, J.M. 2005. Produção de biomassa e de óleo essencial dos capítulos florais da camomila em função de nitrogênio e fósforo. *Horticultura Brasileira*, 23: 32-37.
- MARENCO, R.A.; LOPES, N.L. 2005. *Fisiologia vegetal., fotossíntese, respiração, relações hídricas e nutrição mineral*. Viçosa : UFV, 451 p.
- MARQUES, A. R; GARCIA, Q. S; FERNANDES, G. W. 1999. Effects of sun and shade on leaf structure and sclerophylly of *Sebastiania myrtilloides* (Euphorbiaceae) from Serra do Cipó, Minas Gerais, Brazil. *Boletim Botânico da Universidade de São Paulo*, 18: 21-27.
- MARTINS, E.R; CASTRO, D.M; CASTELLANI, D.C; DIAS, J.E. 1995. *Plantas medicinais*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa/Imprensa Universitária, 220 p.
- MATOS, F.J.A. 1994. *Farmácias Vivas*. 2ºed; Fortaleza: EUFC, 179p.
- MATZENBACHER, N.I. 2003. Diversidade Florística dos campos Sul-Brasileiros: Asteraceae. *Anais 54 Congr. Soc. Bot. Brasil*: 124-127.
- MAXWELL, K.; JOHNSON, G.N. 2000. Chlorophyll fluorescence – a practical guide. *Journal of Experimental Botany*, 51: 659-668.
- MENDES, M.M; GAZARINI, L.C; RODRIGUES, M.L. 2001. Acclimation of *Myrtus communis* to contrasting Mediterranean light environments – effects on structure and chemical composition of foliage and plant water relations. *Environmental and Experimental Botany*, 45: 165-178.

- METCALFE, C.R.; CHALK, L. 1965. Anatomy of Dicotyledones: Leaves, stem and wood in relation to taxonomy with notes on economic uses. *London*, 2: 782-804.
- MILANEZE-GUTIERRE, M.A; MELLO, J.C.P; DELAPORTE, R.H. 2003. Efeitos da intensidade luminosa sobre a morfo-anatomia foliar de *Bouchea fluminensis* (Vell.) Mold. (Verbenaceae) e sua importância no controle de qualidade da droga vegetal. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 13: 23-33.
- MORAES NETO, S.P.; GONÇALVES, J.L.M. 2001. Efeitos da luminosidade sobre o estado nutricional de mudas de seis espécies arbóreas que ocorrem na mata Atlântica. *Revista Árvore*, 25: 29-38.
- MORAES, M.D. 1997. *A família Asteraceae na planície litorânea de Picinguaba município de Ubatuba – São Paulo*. Campinas, 154 f. Tese (Mestre em Ciências Biológicas) – Instituto de Biologia, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- MORAIS, H.; MEDRI, M.E.; MARUR, C.J.; CARAMORI, P.H.; RIBEIRO, A . M. A.; GOMES, J.C. 2004. Modifications on leaf anatomy of *Coffea arabica* caused by shade of pigeonpea (*Cajanus cajan*) *Brazilian Archives of Biology and Technology*, Paraná, 47 (6) : 863-871.
- MOURA,S.R; COSTA, J.M.J; SILVA, A.C; LOPES, S.C; BERNARDO-FILHO, M; SILVA DA NASCIMENTO, V; PORTELA, N.B; RUBENICH, S. M. L; CARVALHO, M.R.C. L. 2001. Bronchodilatador activity of *Mikania glomerata* Sprengel on human bronchi and guinea-pig trachea. *Journal of Pharmacy and Pharmacology*, 54: 249-256.
- NEGRELLE, R.R.B. ; DONI, M.E. 2001. Efeito da maturidade dos ramos na formação de mudas de guaco por meio de estaquia. *Horticultura Brasileira*, 19: 219-222.

- NEVES, L.J; SÁ, M.F.A. 1991. Contribuição ao estudo das plantas medicinais *Mikania glomerata* Sprengel. *Revista Brasileira de Farmácia*, 72: 42-47.
- NOBEL, P.S. 2001. *Physicochemical & Environmental Plant Physiology*, Academic Press, San Diego, 477 p.
- OGAVA, S.E.N; PINTO, M.T.C; KIKUCHI, T; MENEGUETI, V.A.F; MARTINS, D.B.C; COELHO, S.A.D; MARQUES, M.J.N.J; VIRMOND, J.C.S; MONTESCHIO, P; D'AQUINO, M; MARQUES, L.C. 2003. Implantação do programa de fitoterapia "Verde Vida" na secretaria de saúde de Maringá. *Revista Brasileira Farmacognosia*, 13: 62-63.
- OLIVEIRA, F. 1983. *Biofarmacognosia das espécies brasileiras da secção Globosae Robinson do gênero Mikania Willdenow*. 249p. Tese (Livre docência)- Faculdade de Ciências Farmacêuticas, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- OLIVEIRA, F; ALVARENGA, M.A; AKISUE,G; AKISUE, M.K. 1984. Isolamento e identificação de componentes químicos de *Mikania glomerata* Sprengel e de *Mikania laevigata* Schutz Bip. ex Baker. *Rev. Farm. Bioquim. Univ. São Paulo*, 20 (2):169-183.
- OLIVEIRA, F. de; SAITO, M. L; GARCIA, L. de O. 1994. Morfologia externa das partes aéreas e anatomia foliar das espécies brasileiras de *Mikania* secção *Globosae* Robinson – visão farmacognóstica. *LECTA – USF*, 1(12): 23-65.
- OSUNKOYA, O.O; ASH, J.E; HOPKINS, M.S; GRAHAN, A. 1994. Influence of seed size and seedling ecological attributes on shade-tolerance of rain-forest tree species in northern Queensland. *Journal of Ecology*, 82: 149-163.

- ORTEGA, A.R.; ALMEIDA, L.S.; MAIA, N.; ANGELO, A.C. 2006. Avaliação do crescimento de mudas de *Psidium cattleianum* Sabine a diferentes níveis de sombramento em viveiro. *Cerne*, 12 (3):300-308.
- PANIZZA, S. 1997. *Plantas que curam: cheiro de mato*. São Paulo: IBRASA, p.117-118.
- PEARCY, R.W; YANG, W. 1998. The functional morphology of light capture and carbon gain in Redwood forest understorey plant *Adenocaulon bicolor* (Hook.). *Functional Ecology*, 12: 543-552.
- PEREIRA, R.C; OLIVEIRA, M.T.R; LEMOS, G.C.S. 2004. Plantas utilizadas como medicinais no município de Campos de Goytacazes - RJ. *Revista Brasileira de Farmacognosia*, 14: 40-44.
- PEREIRA, W.E; SIQUEIRA, D.L; MARTINEZ, C.A; PUIATTI, M. 2000. Gas exchange and chlorophyll fluorescence in four citrus rootstocks under aluminium stress. *Journal of Plant Physiology*, 157: 513-520.
- PINTO JEBP; CARDOSO JCW; CASTRO EM; BERTOLUCCI SK; MELO LA; DOUSSEAU S. 2007. Aspectos morfofisiológicos e conteúdo de óleo essencial de plantas de alfazema-do-Brasil em função de níveis de sombreamento. *Horticultura Brasileira* 25: 210-214.
- POORTER, H. & NAGEL, O. 2000. The role of biomass allocation in the growth response of plants to different levels of light, CO₂, nutrients and water: a quantitative review. *Australian Journal of Plant Physiology*, 27: 595-607.
- PRIMAVESI, A. 1997. *Agroecologia, Ecosfera, Tecnosfera e Agricultura*, São Paulo: Nobel, 197 p.

- RAIJ, B. van; CANTARELLA, H; QUAGGIO, J.A; FURLANI, A.M.C. (eds.) 1996. *Recomendações de adubação e Calagem para o Estado de São Paulo*. Campinas : oletim Técnico 100, 285 p.
- REICH, P.B; UHL, C; WALTERS, M.B; ELLSWORTH, D.S. 1991. Leaf lifespan as a determinant of leaf structure and function among 23 Amazonian tree species. *Oecologia*, 86: 16-24.
- RITTER MR, BAPTISTA LRM, MATZENBACHER NI. 1992. *Boletim do Instituto de Ciências*. 50, p.11.
- ROCHA, R.P. 2002. *Avaliação do processo de secagem e produção essencial de óleo de guaco*. Relatório final 57p. Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.
- SANTOS, T.C; TOMASSINI, T.C.B; CABRAL, L.M. 1998. Estudos Preliminares Sobre a Constituição Química e Atividade Antimicrobiana de *Mikania glomerata* Sprengel. *Revista Brasileira de Farmácia* 79: 54-55.
- SAÚDE, D.A; RASLAN, D.S; OLIVEIRA, A.B. 1994. Teste de atividade antitumoral e anti-HIV de lactonas sesquiterpênicas de *Lychnophora trichocarpto* Spreng (Asteraceae). In: XIII Simpósio de plantas medicinais do Brasil, 13, Fortaleza *Resumos...* Resumo129.
- SCHLUTER, U. 2003. Photosynthetic performance of an *Arabidopsis* mutant with elevated stomatal density (sdd1-1) under different light regimes. *Journal of Experimental Botany*, 54: 867-874.

- SCHRÖDER, J.J. 2000. Does the crop or the soil indicate how to save nitrogen in maize production? Reviewing the state of art. *Field Crops Research*, 66: 151-164.
- SENEVIRATHNA, A.M.W.K; STIRLING, C.X.M.; RODRIGO, V.H.L. 2003. Growth, photosynthetic performance and shade adaptation of rubber (*Hevea brasiliensis*) grown in natural shade. *Tree Physiology*, 23:705–712.
- SHALE, T.L; STIRK, W.A; VAN STADEN J. 1999. Screening of medicinal plants used in Lesotho for anti-bacterial and anti-inflammatory activity, *J. of Ethnopharmacol*, 67:347-354.
- SILVA, L.M; ALQUINI, Y; CAVALLET, V.J. 2005. Inter-relações entre anatomia vegetal e a produção vegetal. *Acta Botânica Brasiliense*, 19: 183-194.
- SIMÕES, C.M; MENTZ, L.A; SCHEKNEL, E.P; IRGANG, B.E; STHMANN, J.R. 1989. *Plantas da medicina popular no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre: Editora da Universidade/UFRGS.
- SMITH, W. K; BELL, D. T; SHEPHERD, K. A. 1998. Associations between leaf structure, orientation, and sunlight exposure in five Western Australian communities. *American Journal of Botany*, 85: 56-63.
- SOUSA, M.P; MATOS, F.J.A; MATOS, M.E.O. 2004. *Constituintes químicos ativos e propriedades biológicas de plantas medicinais brasileiras*. 2. ed. Fortaleza: UFC.
- SOUZA, F.O.; BIANCHINI, R.S. 2007. *Mikania* Willd. (Asteraceae) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. *Revista Brasileira de Biociências*, 5: 237-239.

- SOUZA, R.P; MACHADO, E.C; SILVA, J.A.B; LAGÔA, A.M.M.A; SILVEIRA, J.A.G. 2004. Photosynthetic gas exchange, chlorophyll fluorescence and some associated metabolic changes in cowpea (*Vigna unguiculata*) during water stress and recovery. *Environmental and Experimental Botany*, 51: 45-56.
- SOUZA, L.A; MOURÃO, K.S.M; MOSCHETA, I.S; ROSA, S.M. 2003. Morfologia e anatomia da flor de *Pilocarpus pennatifolius* Lem. (Rutaceae). *Revista Brasileira de Botânica*, 26: 175-184.
- STRAUSS-DEBENEDETTI, S.; BERLYN, G. P. 1994. Leaf anatomical responses to light in five tropical Moraceae of different successional status. *American Journal of Botany*, 81: 1582-1591.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. 2004. *Fisiologia Vegetal*. 3.ed; Porto Alegre: Artmed, 719p.
- TERASHIMA, I; HANBA, Y.T; TAZOE, Y; VYAS, P; YANO, S. 2006. Irradiance and phenotype: comparative eco-development of sun and shade leaves in relation to photosynthetic CO₂ diffusion. *Journal of Experimental Botany*, 57: 343-354.
- THOMPSON, W.A; HUANG, L.K; KRIEDEMANN, P.E. 1992. Photosynthetic response to light and nutrients in sun-tolerant and shade-tolerant rainforest trees. II. Leaf gas exchange and component processes of photosynthesis. *Australian Journal of Plant Physiology*, 19: 19- 42.
- TRIBUZY, E.S. 2005. *Variações da temperatura foliar do dossel e o seu efeito na taxa assimilatória de CO₂ na Amazônia Central*. 102 f. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

- VAN CAEMMERER, S.; BAKER, N. 2007. The Biology of Transpiration. From Guard Cells to Globe. *Plant Physiology*, 143: 3.
- VENEZIANI, R.C.S.; OLIVEIRA D.C.R.O. 1999. Constituents of *Mikania glomerata* Sprengel. *Biochemical Systematics and Ecology*, 27: 99- 102.
- VIDAL, L.H.I; SOUZA, J.R.P; FONSECA, E.P; BORDIN, I. 2006. Qualidade de mudas de guaco produzidas por estaquia em casca de arroz carbonizada com vermicomposto. *Horticultura Brasileira*, 24: 26-30.
- VILEGAS, J.H.Y; DE MARCHI, E; LANÇAS, F.M. 1997. Determination of Coumarin and Kaurenoic Acid in *Mikania glomerata* ('Guaco') Leaves by Capillary Gas Chromatography. *Phytochemical Analysis*, 8: 74.
- VOGELMANN, T.C; NISHIO, J.N; SMITH, W.K. 1996. Leaves and light capture: light propagation and gradients of carbon fixation within leaves. *Trends in plant Science*, 1: 65-70.
- VOLTAN, R.B.Q; FAHL, J.I; CARELLI, M.L.C. 1992. Variações na anatomia foliar de cafeeiros submetidos a diferentes intensidades luminosas. *Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal*, 4: 99-105.
- WALTERS, M.B; KRUGER, E.L; REICH, P.B. 1993. Growth, biomass distribution and CO₂ exchange of northern hardwood seedlings in high and low light: relationships with successional status and shade tolerance. *Oecologia*, 94: 7-16.
- WARDLAW, I. F. 1990. The control of carbon partitioning in plantas. *New Phytologist*, 116: 341-381.

- WHATLEY, F.H; ; WHATLEY, F.R. 1982. *A luz e a vida das plantas*. São Paulo: EPU-Edusp, 101p.
- WOODWARD, F.I; LAKE, J.A; QUICK, W.P. 2002. Stomatal development and CO₂: ecological consequences. *New Phytologist*, 153: 477-484.
- YOUNG, A.J. 1991. The photoprotective role of carotenoids in higher plants. *Physiologia Plantarum*, 83: 702-708.

10. ANEXOS

Tabela 1: Razão Fv/Fm em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 60 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

	6H Fv/Fm	8H Fv/Fm	10H Fv/Fm	12H Fv/Fm	14H Fv/Fm	16H Fv/Fm	18H Fv/Fm
MGA	I_0 0,811 $\pm$ 0,009 Aa α	0,773 $\pm$ 0,011 Aa α	0,808 $\pm$ 0,010 Aa α	0,726 $\pm$ 0,018 Aa α	0,703 $\pm$ 0,019 Aa α	0,680 $\pm$ 0,024 Aa α	0,752 $\pm$ 0,016 Aa α
	I_{25} 0,826 $\pm$ 0,005 Aa α	0,798 $\pm$ 0,004 Aa α	0,825 $\pm$ 0,006 Aa α	0,742 $\pm$ 0,021 ABa α	0,749 $\pm$ 0,011 ABa α	0,775 $\pm$ 0,009 Ba α	0,783 $\pm$ 0,012 Ba α
	I_{50} 0,827 $\pm$ 0,004 Aa α	0,809 $\pm$ 0,003 Aa α	0,827 $\pm$ 0,004 Aa α	0,783 $\pm$ 0,006 Ba α	0,779 $\pm$ 0,012 Ba α	0,797 $\pm$ 0,008 Ba α	0,806 $\pm$ 0,004 Ba α
	I_{75} 0,830 $\pm$ 0,003 Aa α	0,809 $\pm$ 0,002 Aa α	0,832 $\pm$ 0,005 Aa α	0,787 $\pm$ 0,004 Ba α	0,793 $\pm$ 0,003 Ba α	0,799 $\pm$ 0,005 Ba α	0,809 $\pm$ 0,003 Ba α
	I_0 0,778 $\pm$ 0,017 Ab β	0,734 $\pm$ 0,027 Ab β	0,755 $\pm$ 0,032 Ab β	0,696 $\pm$ 0,027 Aa β	0,674 $\pm$ 0,042 Aa β	0,683 $\pm$ 0,028 Aa β	0,734 $\pm$ 0,029 Aa β
MGN	I_{25} 0,815 $\pm$ 0,009 Ba β	0,789 $\pm$ 0,006 Ba β	0,814 $\pm$ 0,005 Ba β	0,756 $\pm$ 0,008 Ba β	0,733 $\pm$ 0,012 ABa β	0,770 $\pm$ 0,006 Ba β	0,784 $\pm$ 0,006 Ba β
	I_{50} 0,823 $\pm$ 0,003 Ba β	0,795 $\pm$ 0,003 Ba β	0,821 $\pm$ 0,003 Ba β	0,770 $\pm$ 0,005 Ba β	0,771 $\pm$ 0,007 Ba β	0,794 $\pm$ 0,006 Ba β	0,805 $\pm$ 0,004 Ba β
	I_{75} 0,834 $\pm$ 0,004 Ba β	0,805 $\pm$ 0,004 Ba β	0,821 $\pm$ 0,007 Ba β	0,780 $\pm$ 0,006 Ba β	0,777 $\pm$ 0,007 Ba β	0,787 $\pm$ 0,006 Ba β	0,806 $\pm$ 0,005 Ba β
	I_0 0,813 $\pm$ 0,006 Aa α	0,810 $\pm$ 0,004 Aa α	0,836 $\pm$ 0,005 Aa α	0,708 $\pm$ 0,027 Aa α	0,749 $\pm$ 0,013 Aa α	0,744 $\pm$ 0,018 Aa α	0,800 $\pm$ 0,011 Aa α
	I_{25} 0,790 $\pm$ 0,011 Aa π	0,794 $\pm$ 0,005 Aa α	0,820 $\pm$ 0,006 Aa α	0,755 $\pm$ 0,015 ABa α	0,757 $\pm$ 0,009 Aa α	0,789 $\pm$ 0,009 Aa α	0,803 $\pm$ 0,006 Aa α
MLA	I_{50} 0,797 $\pm$ 0,011 Aa π	0,802 $\pm$ 0,004 Aa α	0,806 $\pm$ 0,016 Aa α	0,768 $\pm$ 0,004 ABa α	0,766 $\pm$ 0,008 Aa α	0,790 $\pm$ 0,007 Aa α	0,806 $\pm$ 0,004 Aa α
	I_{75} 0,819 $\pm$ 0,003 Aa α	0,810 $\pm$ 0,003 Aa α	0,829 $\pm$ 0,004 Aa α	0,776 $\pm$ 0,005 Ba α	0,786 $\pm$ 0,006 Aa α	0,802 $\pm$ 0,005 Aa α	0,815 $\pm$ 0,004 Aa α
	I_0 0,766 $\pm$ 0,021 Ab β	0,736 $\pm$ 0,026 Ab β	0,768 $\pm$ 0,027 Ab β	0,683 $\pm$ 0,037 Aa β	0,678 $\pm$ 0,035 Ab β	0,681 $\pm$ 0,041 Ab β	0,723 $\pm$ 0,042 Ab β
	I_{25} 0,806 $\pm$ 0,008 Ba β	0,784 $\pm$ 0,006 Ba β	0,809 $\pm$ 0,007 ABa β	0,753 $\pm$ 0,009 Ba β	0,753 $\pm$ 0,014 Ba β	0,781 $\pm$ 0,006 Ba β	0,794 $\pm$ 0,006 Aa β
	I_{50} 0,798 $\pm$ 0,004 ABa σ	0,790 $\pm$ 0,004 Ba β	0,813 $\pm$ 0,006 Ba β	0,754 $\pm$ 0,006 Ba β	0,758 $\pm$ 0,006 Ba β	0,778 $\pm$ 0,006 Ba β	0,790 $\pm$ 0,007 Aa β
MLN	I_{75} 0,811 $\pm$ 0,008 Ba σ	0,799 $\pm$ 0,003 Ba β	0,816 $\pm$ 0,005 Ba β	0,778 $\pm$ 0,005 Ba β	0,781 $\pm$ 0,004 Ba β	0,797 $\pm$ 0,006 Ba β	0,775 $\pm$ 0,037 Aa β

Tabela 2: Razão Fv/Fm em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I_0 , I_{25} , I_{50} , I_{75} (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		6H Fv/Fm	8H Fv/Fm	10H Fv/Fm	12H Fv/Fm	14H Fv/Fm	16H Fv/Fm	18H Fv/Fm
MGA	I_0	0,843 $\pm$ 0,012 Aa α	0,802 $\pm$ 0,005 Aa α	0,773 $\pm$ 0,010 Aa α	0,748 $\pm$ 0,014 Aa α	0,732 $\pm$ 0,012 Aa α	0,737 $\pm$ 0,014 Aa α	0,785 $\pm$ 0,010 Aa α
	I_{25}	0,846 $\pm$ 0,007 Aa α	0,817 $\pm$ 0,006 ABa α	0,803 $\pm$ 0,009 Ba α	0,795 $\pm$ 0,008 Ba α	0,764 $\pm$ 0,010 ABa α	0,795 $\pm$ 0,007 Ba α	0,822 $\pm$ 0,005 Ba α
	I_{50}	0,848 $\pm$ 0,004 Aa α	0,829 $\pm$ 0,002 Ba α	0,808 $\pm$ 0,005 Ba α	0,808 $\pm$ 0,005 Ba α	0,771 $\pm$ 0,009 Ba α	0,809 $\pm$ 0,005 Ba α	0,829 $\pm$ 0,003 Ba α
	I_{75}	0,856 $\pm$ 0,004 Aa α	0,834 $\pm$ 0,003 Ba α	0,827 $\pm$ 0,003 Ba α	0,809 $\pm$ 0,006 Ba α	0,788 $\pm$ 0,004 Ba α	0,814 $\pm$ 0,005 Ba α	0,828 $\pm$ 0,004 Ba α
	I_0	0,857 $\pm$ 0,060 Aa β	0,783 $\pm$ 0,010 Ab β	0,769 $\pm$ 0,009 ACa β	0,730 $\pm$ 0,013 Aa β	0,684 $\pm$ 0,013 Ab β	0,667 $\pm$ 0,032 Ab β	0,765 $\pm$ 0,011 Ab β
	I_{25}	0,812 $\pm$ 0,015 Aa β	0,786 $\pm$ 0,010 Ab β	0,752 $\pm$ 0,010 Ab β	0,670 $\pm$ 0,021 Bb β	0,688 $\pm$ 0,014 Ab β	0,740 $\pm$ 0,015 Bb β	0,779 $\pm$ 0,009 Ab β
MGN	I_{50}	0,845 $\pm$ 0,004 Aa β	0,816 $\pm$ 0,003 Ba β	0,785 $\pm$ 0,008 BCb β	0,761 $\pm$ 0,008 ACb β	0,736 $\pm$ 0,010 Bb β	0,783 $\pm$ 0,007 Ba β	0,811 $\pm$ 0,004 Ba β
	I_{75}	0,851 $\pm$ 0,003 Aa β	0,822 $\pm$ 0,003 Ba β	0,812 $\pm$ 0,003 Ba β	0,789 $\pm$ 0,005 Ca β	0,766 $\pm$ 0,005 Ba β	0,792 $\pm$ 0,004 Ba β	0,817 $\pm$ 0,003 Ba β
	I_0	0,804 $\pm$ 0,011 Aa α	0,802 $\pm$ 0,012 Aa α	0,790 $\pm$ 0,010 Aa α	0,768 $\pm$ 0,012 Aa α	0,760 $\pm$ 0,020 Aa α	0,735 $\pm$ 0,020 Aa α	0,810 $\pm$ 0,012 Aa α
	I_{25}	0,812 $\pm$ 0,011 Aa α	0,817 $\pm$ 0,002 Aa α	0,795 $\pm$ 0,004 Aa α	0,780 $\pm$ 0,006 Aa α	0,793 $\pm$ 0,008 Aa α	0,788 $\pm$ 0,005 Aa α	0,827 $\pm$ 0,002 Aa α
	I_{50}	0,817 $\pm$ 0,011 Aa π	0,822 $\pm$ 0,002 Aa α	0,798 $\pm$ 0,004 Aa α	0,788 $\pm$ 0,004 Aa α	0,795 $\pm$ 0,005 Aa π	0,789 $\pm$ 0,004 Aa π	0,832 $\pm$ 0,002 Aa α
	I_{75}	0,837 $\pm$ 0,005 Aa π	0,827 $\pm$ 0,002 Aa α	0,819 $\pm$ 0,002 Aa α	0,799 $\pm$ 0,002 Aa α	0,806 $\pm$ 0,003 Aa π	0,796 $\pm$ 0,002 Aa π	0,833 $\pm$ 0,001 Aa α
MLA	I_0	0,820 $\pm$ 0,040 Aa β	0,772 $\pm$ 0,014 Ab β	0,740 $\pm$ 0,019 Ab β	0,720 $\pm$ 0,012 Ab β	0,673 $\pm$ 0,025 Ab β	0,638 $\pm$ 0,041 Ab β	0,754 $\pm$ 0,025 Ab β
	I_{25}	0,818 $\pm$ 0,007 Aa β	0,796 $\pm$ 0,004 ABb β	0,759 $\pm$ 0,007 ABb β	0,730 $\pm$ 0,012 Ab σ	0,757 $\pm$ 0,009 Bb σ	0,747 $\pm$ 0,009 Ba β	0,803 $\pm$ 0,005 Ba σ
	I_{50}	0,809 $\pm$ 0,007 Aa σ	0,800 $\pm$ 0,004 Bb σ	0,759 $\pm$ 0,010 ABb σ	0,747 $\pm$ 0,012 ABb β	0,763 $\pm$ 0,005 Ba σ	0,749 $\pm$ 0,006 Ba σ	0,801 $\pm$ 0,006 Bb β
	I_{75}	0,821 $\pm$ 0,010 Aa σ	0,809 $\pm$ 0,00 Ba σ	0,790 $\pm$ 0,006 Bb σ	0,768 $\pm$ 0,007 Bb σ	0,769 $\pm$ 0,006 Bb β	0,775 $\pm$ 0,005 Ba σ	0,813 $\pm$ 0,003 Ba β

Tabela 3: Razão *Fv/Fm* em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 120 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

	6H <i>Fv/Fm</i>	8H <i>Fv/Fm</i>	10H <i>Fv/Fm</i>	12H <i>Fv/Fm</i>	14H <i>Fv/Fm</i>	16H <i>Fv/Fm</i>	18H <i>Fv/Fm</i>
MGA	I ₀ 0,749±0,016 Aaα	0,729±0,013 Aaα	0,668±0,016 Aaα	0,623±0,024 Aaα	0,639±0,016 Aaα	0,543±0,048 Aaα	0,635±0,034 Aaα
	I ₂₅ 0,783±0,009 ACaα	0,764±0,008 Baα	0,736±0,012 Baα	0,708±0,013 Baα	0,714±0,010 Baα	0,717±0,009 Baα	0,753±0,010 Baα
	I ₅₀ 0,790±0,008 BCaα	0,776±0,008 Baα	0,755±0,009 Baα	0,720±0,011 Baα	0,725±0,011 Baα	0,736±0,010 Baα	0,764±0,008 Baα
	I ₇₅ 0,823±0,004 Baα	0,810±0,005 Caα	0,802±0,004 Caα	0,772±0,005 Caα	0,787±0,006 Caα	0,786±0,005 Baα	0,802±0,004 Baα
	I ₀ 0,773±0,017 Aaβ	0,741±0,013 Aaβ	0,699±0,016 Aaβ	0,684±0,012 Abβ	0,683±0,020 Abβ	0,661±0,020 Abβ	0,737±0,012 Abβ
MGN	I ₂₅ 0,799±0,007 ABaβ	0,766±0,008 ACaβ	0,720±0,012 Aaβ	0,699±0,012 Aaβ	0,711±0,014 Aaβ	0,719±0,012 ABaβ	0,764±0,009 ABaβ
	I ₅₀ 0,793±0,007 ABaβ	0,778±0,005 BCaβ	0,737±0,011 Aaβ	0,709±0,009 Aaβ	0,728±0,008 Aaβ	0,728±0,013 ABaβ	0,763±0,008 ABaβ
	I ₇₅ 0,814±0,005 Baβ	0,805±0,003 Baβ	0,799±0,004 Baβ	0,758±0,006 Baβ	0,774±0,005 Baβ	0,780±0,006 Baβ	0,796±0,007 Baβ
	I ₀ 0,770±0,007 Aaα	0,764±0,006 Aaα	0,732±0,006 Aaπ	0,730±0,008 Aaπ	0,715±0,012 Aaπ	0,684±0,021 Aaπ	0,761±0,010 Aaπ
	I ₂₅ 0,793±0,004 Baα	0,786±0,005 ABaπ	0,759±0,006 ABaα	0,755±0,006 ABaπ	0,743±0,011 Aaα	0,740±0,009 Baα	0,782±0,006 ABaπ
MLA	I ₅₀ 0,793±0,004 Baα	0,788±0,007 Baα	0,752±0,008 Baα	0,747±0,008 Aaπ	0,747±0,007 Aaα	0,732±0,014 ABaα	0,777±0,008 ABaα
	I ₇₅ 0,806±0,003 Baπ	0,814±0,003 Caα	0,791±0,003 Caπ	0,778±0,005 Baα	0,746±0,026 Aaπ	0,770±0,005 Baα	0,797±0,004 Baα
	I ₀ 0,756±0,011 Aaβ	0,748±0,009 Aaβ	0,707±0,012 Abβ	0,700±0,012 Abβ	0,693±0,013 Aaβ	0,654±0,022 Aaβ	0,747±0,009 Aaβ
	I ₂₅ 0,784±0,006 BCaβ	0,775±0,006 Baβ	0,723±0,006 ABbβ	0,716±0,010 ABbβ	0,724±0,009 ABaβ	0,732±0,006 Baβ	0,772±0,004 BCaβ
	I ₅₀ 0,778±0,004 Caβ	0,778±0,005 Baβ	0,737±0,008 Baβ	0,734±0,005 Baσ	0,736±0,005 ABaβ	0,727±0,007 Baβ	0,771±0,006 ACaβ
MLN	I ₇₅ 0,802±0,002 Baσ	0,809±0,003 Caβ	0,781±0,003 Caσ	0,764±0,005 Caβ	0,757±0,005 Baβ	0,758±0,008 Baσ	0,796±0,004 Baβ

Tabela 4: Razão *Fv/Fm* em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

	6H <i>Fv/Fm</i>	8H <i>Fv/Fm</i>	10H <i>Fv/Fm</i>	12H <i>Fv/Fm</i>	14H <i>Fv/Fm</i>	16H <i>Fv/Fm</i>	18H <i>Fv/Fm</i>
MGA	I ₀ 0,744±0,016 Aaα	0,746±0,011 Aaα	0,696±0,016 Aaα	0,648±0,019 Aaα	0,663±0,026 Aaα	0,683±0,015 Aaα	0,691±0,014 Aaα
	I ₂₅ 0,756±0,024 Aaα	0,739±0,026 Aaα	0,692±0,026 Aaα	0,679±0,019 ABaα	0,683±0,021 Aaα	0,689±0,028 Baα	0,700±0,017 Aaα
	I ₅₀ 0,785±0,011 ABaα	0,772±0,014 Aaα	0,738±0,017 Aaα	0,710±0,017 Baα	0,712±0,018 ABaα	0,706±0,013 Baα	0,748±0,008 Baα
	I ₇₅ 0,825±0,006 Baα	0,819±0,005 Baα	0,811±0,006 Baα	0,786±0,006 Caα	0,789±0,005 Baα	0,785±0,008 Baα	0,790±0,004 Caα
MGN	I ₀ 0,814±0,008 Abβ	0,798±0,006 Abβ	0,757±0,008 Abβ	0,727±0,008 Abβ	0,730±0,006 ABbβ	0,754±0,006 Abβ	0,756±0,004 Abβ
	I ₂₅ 0,832±0,005 Abβ	0,809±0,006 Abβ	0,767±0,012 Abβ	0,740±0,010 Abβ	0,757±0,003 ABbβ	0,765±0,008 Abβ	0,776±0,003 ABbβ
	I ₅₀ 0,826±0,005 Abβ	0,816±0,005 Abβ	0,787±0,006 ABCbβ	0,752±0,006 ABbβ	0,707±0,051 Aaβ	0,756±0,016 Abβ	0,777±0,003 ABbβ
	I ₇₅ 0,837±0,003 Aaβ	0,827±0,004 Aaβ	0,824±0,002 Baβ	0,788±0,003 Baβ	0,796±0,003 Baβ	0,795±0,002 Aaβ	0,802±0,002 Baβ
MLA	I ₀ 0,768±0,008 Aaα	0,819±0,009 Aaπ	0,677±0,022 Aaα	0,689±0,007 Aaπ	0,624±0,016 Aaα	0,659±0,014 Aaα	0,705±0,014 Aaα
	I ₂₅ 0,798±0,008 Baπ	0,854±0,005 Baπ	0,732±0,008 Baα	0,715±0,012 ABaα	0,682±0,010 Baα	0,722±0,011 Baα	0,774±0,007 Baπ
	I ₅₀ 0,809±0,005 Baπ	0,858±0,006 Baπ	0,754±0,006 Baα	0,741±0,008 Baπ	0,741±0,010 Caα	0,735±0,013 Baα	0,770±0,010 Baπ
	I ₇₅ 0,835±0,002 Caα	0,885±0,003 Caπ	0,807±0,002 Caα	0,776±0,012 Caα	0,783±0,007 Daα	0,787±0,003 Caα	0,817±0,002 Caπ
MLN	I ₀ 0,811±0,004 Abβ	0,832±0,024 Aaβ	0,730±0,012 Abβ	0,727±0,007 Abβ	0,703±0,011 Abβ	0,724±0,011 Abβ	0,753±0,024 Abβ
	I ₂₅ 0,825±0,006 Bbβ	0,859±0,010 ABaσ	0,757±0,007 ABaβ	0,747±0,010 ABbβ	0,710±0,009 Abσ	0,743±0,014 Aaβ	0,792±0,007 ABaβ
	I ₅₀ 0,835±0,003 ABbβ	0,875±0,005 Baσ	0,783±0,003 BCbβ	0,761±0,007 Baβ	0,766±0,004 Baβ	0,768±0,004 BCbβ	0,811±0,004 Bbσ
	I ₇₅ 0,84±0,002 Baβ	0,880±0,005 Baσ	0,805±0,004 Caσ	0,780±0,010 Baβ	0,782±0,003 Baσ	0,776±0,005 Baσ	0,816±0,005 Baσ

Tabela 5: Índice estomático (IE, %) e Densidade estomática (estômatos/ mm²) em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 90 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
SPP		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
IE	MG	17,55±0,54Aαα	17,26±0,78ABaβ	16,75±0,64Aαα	18,66±0,72Abβ	13,92±0,62Baα	17,12±0,68ABbβ	12,43±0,47Baα	15,52±0,71Bbβ
	ML	12,51±0,38Aαπ	14,19±0,71Abσ	12,62±0,45Aαπ	13,60±0,64ABa	12,14±0,50Aαπ	13,34±0,51ABaσ	11,16±0,36Aαα	11,98±0,71Baσ
DE	MG	249±10,79Aαα	286±18,40ACbβ	248±14,19Aαα	313±15,42Abβ	192±8,17Baα	244±12,64BCbβ	157±6,99Baα	208±12,06Bbβ
	ML	165±5,95ABaπ	190±10,33Abσ	179±8,08Aαπ	183±9,46Aασ	154±5,70ABaπ	181±8,56Abσ	137±5,22Baα	151±10,27Baσ

Tabela 6: Índice estomático (IE, %) e Densidade estomática (estômatos/ mm²) em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
SPP		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
IE	MG	18,05±0,32Aaα	16,86±0,34ACbβ	17,57±0,30 Aaα	17,64±0,28 Aaβ	16,94±0,31 Aaα	15,78±0,29BCbβ	14,90±0,28Baα	15,41±0,31Baβ
	ML	14,41±0,29 Aaπ	13,36±0,28Abσ	14,75±0,32 Aaπ	14,66±0,27Baσ	12,69±0,28Baπ	13,21±0,26 Aaσ	12,29±0,24Baπ	12,00±0,27Caσ
DE	MG	256±6,48 Aaα	224±6,66Abβ	242±6,88 Aaα	220±5,43Abβ	209±5,40Baα	228±6,35Abβ	154±3,74Caα	174±4,53Bbβ
	ML	176±4,84 Aaπ	142±3,77Abσ	166±4,98 Aaπ	177±4,89Baσ	141±3,70Baπ	146±3,43 Aaσ	123±2,94Caπ	123±3,16Caσ

Tabela 7: Área foliar total (AF, dm²), Área foliar específica (AFE, dm²g⁻¹), Massa foliar específica (MFE, g dm⁻²), em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), 90 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
SPP		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
AF	MG	25,87±1,41ABaα	5,35±2,22Abβ	27,90±9,23ABaα	4,30±0,53Abβ	43,78±11,59Aaα	3,89±0,42Abβ	19,05±4,53Baα	6,45±1,31Aaβ
	ML	15,13±3,15Aaπ	2,90±0,39Abβ	11,19±2,00Aaπ	3,47±0,35Abβ	11,87±1,28Aaπ	3,08±0,19Abβ	9,48±2,35Aaπ	3,72±0,60Abβ
AFE	MG	1,25±0,07Aaα	0,98±0,03Abβ	1,29±0,07Aaα	1,18±0,01ABaβ	1,59±0,06Baα	1,23±0,06Bbβ	1,75±0,09Baα	1,42±0,07Abβ
	ML	0,97±0,04Aaπ	1,05±0,05Aaβ	1,03±0,06Aaπ	1,12±0,03ABaβ	1,18±0,09ABaπ	1,17±0,03ABaβ	1,35±0,07Baπ	1,32±0,13Baβ
MFE	MG	0,81±0,04Aaα	1,02±0,03Abβ	0,78±0,05Aaα	0,84±0,01Baβ	0,63±0,03Baα	0,82±0,04Bbβ	0,58±0,03Baα	0,71±0,03Bbβ
	ML	1,03±0,04Aaπ	0,96±0,05Aaβ	0,99±0,05Aaπ	0,89±0,03Aaβ	0,87±0,07ABaπ	0,86±0,02Aaβ	0,75±0,05Baπ	0,79±0,08Aaβ

Tabela 8: Área foliar total (AF, dm²), Área foliar específica (AFE, dm²g⁻¹), Massa foliar específica (MFE, g dm⁻²), em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), aos 150 dias após o plantio (DAP). Os valores indicam a média ± erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
SPP		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
AF	MG	60,91±4,22Aαα	7,20±1,58Abβ	72,13±9,11 Aαα	7,61±0,70Abβ	67,98±10,50 Aαα	10,96±0,89Abβ	54,70±10,13 Aαα	10,34±1,30Abβ
	ML	33,74±6,25 Aαπ	6,30±0,60 Abβ	42,75±4,37 Aαπ	8,96±1,95 Abβ	41,22±4,70 Aαπ	5,60±0,60 Abβ	40,48±8,15 Aαα	11,31±1,76 Abβ
AFE	MG	1,81±0,06 Aαα	1,64±0,26Aαβ	2,12±0,07 Aαα	1,85±0,09 Abβ	2,15±0,06 Aαα	1,84±0,24 Abβ	2,71±0,15Baα	2,39±0,12Bbβ
	ML	1,43±0,11 Aαπ	1,51±0,07 Aαβ	1,45±0,05 Aαπ	1,50±0,06 Aασ	1,76±0,06 Aαπ	1,82±0,06ABαβ	2,24±0,19Baπ	2,11±0,12Baβ
MFE	MG	0,56±0,02 Aαα	0,61±0,03Abβ	0,47±0,02Baα	0,55±0,02ACbβ	0,47±0,01Baα	0,55±0,22ACbβ	0,37±0,02Caα	0,42±0,02Baβ
	ML	0,71±0,05 Aαπ	0,67±0,03 Aαβ	0,69±0,02 Aαπ	0,67±0,03 Aασ	0,57±0,02Baπ	0,55±0,02Baβ	0,46±0,04Baπ	0,48±0,03Baβ

Tabela 9: Partição de matéria seca, em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 90 dias de tratamento (DT). Massa seca das folhas (MSF, %), Massa seca do caule (MSC, %), Massa seca do pecíolo (MSP, %), Massa seca da raiz (MSR, %). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
	Esp.	A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
% MSF	MG	38,45 $\pm$ 2,67	37,16 $\pm$ 6,98	43,10 $\pm$ 2,40	31,84 $\pm$ 2,15	51,62 $\pm$ 4,03	33,57 $\pm$ 2,30	53,55 $\pm$ 3,85	39,08 $\pm$ 2,28
	ML	39,52 $\pm$ 2,70	36,79 $\pm$ 2,76	41,11 $\pm$ 2,59	37,90 $\pm$ 2,88	43,80 $\pm$ 3,51	37,50 $\pm$ 2,28	50,87 $\pm$ 1,21	45,93 $\pm$ 2,46
%MSC	MG	32,31 $\pm$ 2,14	24,48 $\pm$ 2,20	34,97 $\pm$ 1,35	32,12 $\pm$ 3,32	34,07 $\pm$ 2,91	38,32 $\pm$ 2,36	34,21 $\pm$ 3,04	29,80 $\pm$ 1,89
	ML	29,23 $\pm$ 0,98	24,50 $\pm$ 0,63	29,95 $\pm$ 2,30	23,70 $\pm$ 2,23	25,71 $\pm$ 1,47	31,39 $\pm$ 3,95	32,81 $\pm$ 1,20	27,24 $\pm$ 2,31
%MSP	MG	3,63 $\pm$ 0,19	2,29 $\pm$ 0,27	3,46 $\pm$ 0,51	3,32 $\pm$ 0,30	4,49 $\pm$ 0,34	3,55 $\pm$ 0,20	5,28 $\pm$ 0,28	6,44 $\pm$ 2,14
	ML	3,63 $\pm$ 0,36	3,55 $\pm$ 0,39	4,23 $\pm$ 0,33	4,29 $\pm$ 0,99	4,08 $\pm$ 0,34	5,95 $\pm$ 1,93	5,96 $\pm$ 0,35	5,10 $\pm$ 0,48
%MSR	MG	25,61 $\pm$ 3,94	36,07 $\pm$ 5,22	18,48 $\pm$ 2,18	32,72 $\pm$ 4,76	9,82 $\pm$ 1,86	24,55 $\pm$ 3,84	6,96 $\pm$ 1,11	24,68 $\pm$ 2,70
	ML	27,61 $\pm$ 3,04	35,17 $\pm$ 3,56	24,70 $\pm$ 5,05	34,11 $\pm$ 4,79	26,41 $\pm$ 4,55	25,16 $\pm$ 6,12	10,37 $\pm$ 1,21	21,73 $\pm$ 3,17

Tabela 10: Partição de matéria seca, em *Mikania glomerata* (MG) e *Mikania laevigata* (ML), adubadas (A) e não adubadas (NA) e quatro tratamentos de luminosidade: I₀, I₂₅, I₅₀, I₇₅ (0%; 25%; 50% e 75% de interferência da radiação, respectivamente), após 150 dias de tratamento (DT). Massa seca das folhas (MSF, %), Massa seca do caule (MSC, %), Massa seca do pecíolo (MSP, %), Massa seca da raiz (MSR; %). Os valores indicam a média $\pm$ erro padrão. Os valores médios seguidos das mesmas letras maiúsculas entre os tratamentos de luminosidades, minúscula entre o tratamento de adubação, e símbolo entre as espécies, não apresentam diferença significativa (Teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade).

		I ₀		I ₂₅		I ₅₀		I ₇₅	
		A	NA	A	NA	A	NA	A	NA
% MSF	MG	22,61 $\pm$ 0,44	20,00 $\pm$ 1,90	29,13 $\pm$ 1,82	23,28 $\pm$ 2,12	26,20 $\pm$ 1,45	24,68 $\pm$ 0,30	30,15 $\pm$ 1,88	30,86 $\pm$ 2,26
	ML	19,98 $\pm$ 3,49	22,66 $\pm$ 1,48	22,79 $\pm$ 1,69	26,87 $\pm$ 2,77	28,23 $\pm$ 2,31	30,24 $\pm$ 3,79	32,30 $\pm$ 2,79	32,80 $\pm$ 0,71
%MSC	MG	38,29 $\pm$ 1,11	32,06 $\pm$ 2,62	47,54 $\pm$ 2,47	34,87 $\pm$ 3,16	45,82 $\pm$ 2,70	38,78 $\pm$ 1,26	44,14 $\pm$ 1,79	37,76 $\pm$ 0,85
	ML	27,26 $\pm$ 4,77	24,63 $\pm$ 2,38	29,44 $\pm$ 2,37	28,95 $\pm$ 3,65	36,38 $\pm$ 2,18	28,44 $\pm$ 2,13	34,63 $\pm$ 3,38	26,20 $\pm$ 2,46
%MSP	MG	3,21 $\pm$ 0,12	1,85 $\pm$ 0,17	3,53 $\pm$ 0,19	2,07 $\pm$ 0,22	3,80 $\pm$ 0,42	2,54 $\pm$ 0,09	3,78 $\pm$ 0,31	2,64 $\pm$ 0,29
	ML	2,59 $\pm$ 0,44	2,02 $\pm$ 0,22	2,48 $\pm$ 0,26	2,15 $\pm$ 0,25	3,30 $\pm$ 0,37	2,69 $\pm$ 0,26	4,62 $\pm$ 0,51	3,10 $\pm$ 0,07
%MSR	MG	35,90 $\pm$ 1,16	46,09 $\pm$ 4,10	19,80 $\pm$ 4,23	39,79 $\pm$ 4,81	24,18 $\pm$ 3,57	34,00 $\pm$ 1,52	21,93 $\pm$ 3,70	28,74 $\pm$ 2,79
	ML	50,16 $\pm$ 8,61	50,69 $\pm$ 3,57	45,29 $\pm$ 4,24	42,02 $\pm$ 6,44	32,09 $\pm$ 2,24	38,63 $\pm$ 5,45	28,45 $\pm$ 5,85	37,91 $\pm$ 2,81