

COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS COM ÊNFASE NO RECURSO LUZ

COMPETITION AMONG PLANTS FOR THE LIGHT RECOURSE

Carlos Renato Tavares de Castro¹ Rasmô Garcia²

- REVISÃO BIBLIOGRÁFICA -

RESUMO

A competição entre plantas pelos diferentes fatores da produção vem recebendo, a bastante tempo, a atenção do homem. As diversas espécies vegetais reagem a cada tipo de competição de maneira diferente, mas apesar do seu importante papel na organização dos indivíduos num dado habitat, a competição inter e intra específica é responsável pela redução da produtividade de muitas culturas, restringindo a diversificação dos consorciamentos e exigindo cuidados intensivos no controle da infestação por plantas daninhas. Nos consorciamentos, a modificação da qualidade e intensidade da radiação solar imposta pela cultura de porte mais elevado é um fator de seleção das espécies botânicas capazes de se desenvolverem sob esta condição; a melhor utilização e aproveitamento da energia solar e dos espaços vertical e horizontal aliada ao favorecimento da ciclagem de nutrientes e melhoria da estrutura do solo são vantagens explícitas do consorciamento. Muitos pesquisadores consideram a competição por luz, devido à interferência da parte aérea, mais importante e complexa do que a competição pelo substrato. Algumas espécies reagem à competição por luz ativando mecanismos complexos e se adaptando ao novo "status" de radiação, o que lhes confere uma grande capacidade adaptativa. Atualmente, um dos grandes desafios que se impõem aos pesquisadores é o desenvolvimento de técnicas de consorciamento em que se obtenha aumento da interação positiva entre as culturas, minimizando a competição. Para tal é primordial a compreensão dos processos competitivos envolvidos e este artigo apresenta uma breve revisão sobre eles.

Palavras-chave: *competição, luz, consorciamento, invasora.*

SUMMARY

The intercropping for the various production factors by the plants has been receiving attention for a long time. The different plant species have a diverse way of reacting to each kind of competition. However, besides its important role on the individual organization in an habitat, the inter and intra-specific competition is responsible for the reduction of productivity in many crops. This reduce the diversification of the intercropping and requiring intensive care in the weeds control. The change in the light intensity and quality impose by the higher crop in the intercropping is a selection factor in the species that can develop under this condition. Better use and utilization of the solar radiation, of the vertical and horizontal space, better nutrient cycling, and improvement of the soil structure are great intercropping advantages. Several researchers consider light competition, due to interference of the plant upper part, more important and complex than the substrate competition. Some species react to light competition by activation of complex mechanisms and by adaptation to the new light status. This gives to these species a great capacity of adaptation. Nowadays, one of the biggest challenge to the researchers is the development of intercropping techniques to increase the positive interaction among

¹Engenheiro Agrônomo, MS, Doutorando no Curso de Pós-graduação em Zootecnia, Universidade Federal de Viçosa (UFV), 36570-000 Viçosa, MG. Autor para correspondência.

²Engenheiro Agrônomo, PhD, Professor Titular, Departamento de Zootecnia, UFV.

crops reducing, consequently, the competition. Thus, it is primordial the understanding of the competition processes involved and this article presents a brief review about them.

Key words: *competition, light, intercropping, weed.*

INTRODUÇÃO

A competição é a interação biológica que ocorre entre dois ou mais indivíduos quando os recursos são limitados ou quando a qualidade dos recursos varia e a demanda é dependente da qualidade (McNAUGHTON & WOLF, 1973).

A competição por nutrientes e/ou luz foi verificada por diversos pesquisadores (DONALD, 1958; BOOKMAN & MACK, 1983). Sob competição, os indivíduos que estão mais próximos são os mais vulneráveis e tanto a competição em si como a mortalidade dos indivíduos dela decorrente exercem um papel fundamental no padrão de distribuição espacial das espécies (WRIGHT, 1982).

O lugar que um indivíduo ocupa na hierarquia da população, segundo ROSS & HARPER (1972) e HARPER (1977), parece ser determinado nos estádios iniciais do seu desenvolvimento e se apresenta em função de diversos parâmetros, destacando-se a restrição ao crescimento imposta pela presença, características e arranjo da vizinhança.

Para que ocorra competição é necessário que haja uma suficiente sobreposição dos nichos dos indivíduos envolvidos, de forma que eles utilizem os mesmos recursos. Quando em circunstâncias competitivas, os danos que uma espécie causa nela própria são maiores que os danos que ela causa em outra, elas podem coexistir. Sendo assim, as espécies que são competidoras completas não podem coexistir indefinidamente, de acordo com o "Princípio de Gause" ou "Princípio da Exclusão Competitiva" (McNAUGHTON & WOLF, 1973).

Em geral, considera-se que a competição deve exercer um papel importante na organização das espécies coexistentes, especialmente no que se refere ao número de espécies que podem conviver num dado habitat (McNAUGHTON & WOLF, 1973). Segundo estes autores, numa interação competitiva interespecífica pode ocorrer a extinção de uma ou ambas as formas; ou a coexistência de cada forma. No primeiro caso, o competidor vence após o competidor mais fraco sofrer ajustamentos ecológicos para tentar uma existência continuada. No segundo caso, a coexistência pode ser mantida se os organismos forem suficientemente diferentes para fornecer um refúgio exclusivo

para o competidor mais fraco, ou se a habilidade competitiva mudar suficientemente rápido para nenhum competidor eliminar o outro.

Em populações naturais mistas, perpetuadas sem seleção artificial, os genótipos que sobrevivem são os que possuem grande habilidade competitiva e não os que possuem alta capacidade produtiva e boas características agronômicas (RAJESWARA RAO & PRASSAD, 1984).

Para se testar a agressividade e competitividade de uma espécie em relação a outra, pode-se usar o "Experimento Aditivo" (NAYLOR, 1972; HARPER, 1977) que consiste em duas espécies crescendo juntas, onde a densidade de uma é mantida constante e a da outra é variável. A espécie cuja densidade permanece constante age como um indicador comparativo da agressividade e competitividade da outra espécie. Este tipo de ensaio é de grande importância no contexto agronômico, uma vez que simula a situação de uma cultura sujeita a diversos níveis de infestação por invasoras (HARPER, 1977).

HARPER (1968) reconhece que a superioridade dos "stands" mistos quando comparados com os "stands" puros não implica, necessariamente, em mutualismo balanceado, mas pode ser explicada em termos da reduzida interferência de uma espécie sobre a outra.

FASSBENDER (1984) recomenda que na seleção de espécies a serem associadas em um sistema agrossilvopastoril devem ser evitadas alelopatias e fortes competições entre elas, buscando sempre o mutualismo. As espécies devem ser complementares e estar habilitadas a utilizar, simultaneamente, de forma harmônica os fatores de produção (KING, 1979).

Os ensaios de competição que se iniciam com sementes não produzem, necessariamente, os mesmos resultados daqueles iniciados com mudas transplantadas. De fato, GRACE (1985) verificou que a habilidade competitiva de plântulas e adultos de diversas espécies de *Typha* é dependente do tamanho da planta, sugerindo que o tipo de propágulo inicial utilizado nos experimentos de competição pode afetar os resultados e que, em alguns casos, estes podem ser dependentes da densidade inicial das unidades de propagação, principalmente se estas forem sementes.

Atualmente as instituições de pesquisa e os órgãos financiadores têm estimulado a condução de trabalhos que visem uma melhor compreensão dos processos competitivos entre plantas. Entretanto, no Brasil, ainda são escassas as pesquisas e resultados publicados sobre este tema. A presente revisão visa avaliar e discutir o assunto em questão, bem como despertar o interesse de pesquisadores para que se pos-

sa aprimorar as técnicas de consorciamento e maximizar a interação positiva entre as culturas.

COMPETIÇÃO ENTRE PLANTAS

A competição entre plantas depende de várias características, como a morfologia da planta, sua capacidade de extrair água e nutrientes do solo, a resposta diferencial à temperatura, exigência diferencial por luz, dentre outros. Mais especificamente, BLACK et al. (1969) verificaram que a habilidade competitiva da planta por luz depende da sua capacidade intrínseca de assimilar CO₂ e utilizá-lo na fotossíntese, para aumentar sua área foliar e/ou o seu tamanho. BRADSHAW (1965) afirma que a capacidade de um genótipo em alterar suas características conforme o ambiente em que se encontra pode lhe conferir uma grande vantagem adaptativa, podendo a espécie persistir em um ambiente competitivo se os indivíduos forem fenotipicamente flexíveis (SCHREINER & GOODNIGHT, 1984).

COMPETIÇÃO POR ÁGUA E NUTRIENTES

A competição por água e nutrientes em uma população de plantas pode forçar o maior aprofundamento do sistema radicular de algumas das espécies componentes. Em ensaios a campo, BERENDSE (1982) constatou que a competição de diversas espécies com *Plantago lanceolata* forçou-a a utilizar os nutrientes das camadas mais inferiores do solo por meio de um sistema radicular mais profundo e vigoroso, fato não observado no seu monocultivo.

Um grande percentual de raízes de soja (*Glycine max* (L.) Merrill) foi observado a uma maior profundidade no perfil do solo quando a cultura havia sido infestada por *Xanthium strumarium* L. e, assim, GEDDES et al. (1979) concluíram que algumas espécies reagem à competição aumentando o volume de solo explorado pelo seu sistema radicular.

JONES Jr & WALKER (1993), estudando a competição de duas espécies de plantas daninhas com a cultura da soja, observaram que a altura das plantas de soja não foi afetada, havendo apenas um pequeno e não significativo decréscimo devido à interferência do sistema radicular das invasoras. A soja afetou mais intensamente a altura de *Xanthium strumarium* L. quando comparada com *Cassia obtusifolia* L.; a altura da primeira invasora foi reduzida por influência do sistema radicular e da parte aérea da soja, já a *C. obtusifolia* sofreu pequena redução em altura, exclusivamente pela interferência do sistema radicular da cultura. Como os autores conseguiram isolar as

interferências do sistema radicular e da parte aérea, puderam concluir que a sombra gerada pelo dossel da soja estimulou o alongamento do caule das plantas de *C. obtusifolia*, fato que também foi observado em gramíneas por COOPER & TAITON (1968).

Estudos do interplântio do milho (*Zea mays*) em bosque de *Cassia siamea* demonstraram que o dossel da árvore interceptou cerca de 20% da água da chuva, o que não se refletiu em redução dos rendimentos do milho, sugerindo que a distribuição desigual da chuva tenha sido compensada pelo efeito positivo do "mulch" na manutenção da umidade do solo (ONG et al., 1992). A competição sob o solo não é muito bem compreendida, entretanto estes autores afirmaram que as escavações têm revelado uma extensa e densa rede de raízes que pode resultar em séria competição para as culturas; assim as árvores de *Cassia* spp com cinco anos de idade apresentaram raízes que se estendem a até 14 metros de distância do seu tronco; já a *Leucaena leucocephala* apresentou raízes horizontais com até 5 metros de comprimento. Em ambos os casos, a interferência se caracteriza, principalmente, pela competição por água e nutrientes.

Quando árvores e culturas agrônômicas são associadas é inevitável que ocorra competição, a qual é mais acentuada quando uma porção da parte aérea da espécie arbórea é removida do sistema, ao invés de cair ao solo e se transformar em "mulch". Um dos maiores desafios impostos aos pesquisadores de sistemas agroflorestais é o desenvolvimento de consórcios em que haja aumento da interação positiva entre árvores e culturas, minimizando a competição.

COMPETIÇÃO POR LUZ

Toda a vida na terra é sustentada pela energia radiante oriunda do sol, a qual as espécies convertem em energia química pelo complexo processo da fotossíntese. OKAFOR & DeDATTA (1976), HARPER (1977) e RANSOM & OELKE (1982) consideram a luz como um dos componentes mais importantes para a sobrevivência das plantas e também como o principal fator limitante à produção das culturas.

SCHREIBER (1967), ao estudar o efeito da competição de *Amaranthus retroflexus*, invasora, no estabelecimento da leguminosa *Lotus corniculatus* demonstrou que as sementes mais pesadas da invasora geraram plantas capazes de conferir um sombreamento precoce e mais intenso devido à maior quantidade de reservas para as suas plântulas, concluindo que a competição por luz, devido à interferência da parte aérea, é mais importante que a competição pelo substrato.

PASSOS (1990) obteve maior produtividade do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), variedade "Rico-23", quando cultivado durante o estabelecimento de *Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden do que quando em monocultivo, sugerindo a tolerância desta leguminosa ao sombreamento. A produtividade do eucalipto, plantado no espaçamento 2x3 m, aumentou com o número de fileiras intercalares de feijoeiro, porém o sistema que resultou em maior produtividade da leguminosa foi o seu cultivo em três fileiras. Resultados positivos semelhantes foram obtidos por MONIZ (1987), consorciando *Eucalyptus torelliana* F. Muell com milho, em ensaio também conduzido no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais.

KARIM & SAVILL (1991), em estudos sobre competição intraespecífica, analisaram os efeitos da densidade de plantio sobre a altura de plantas de Griricídia (*Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp), concluindo que nos estádios iniciais do cultivo o sombreamento mútuo pode impedir o crescimento em altura nos espaçamentos mais estreitos; mais tarde, à medida que as plantas vão se tornando maiores, os efeitos da crescente competição, por água e nutrientes, nos espaçamentos mais estreitos, normalmente, resultam em indivíduos com menor altura média quando comparados com aqueles cultivados em espaçamentos maiores.

WALKER et al. (1988) enfatizam que as espécies que se desenvolvem mais rápida e simultaneamente em altura e área foliar competem mais efetivamente pela luz. Em um consórcio formado por 25% de *Brassica napus* L., 25% de *Sinapsis arvensis* L. e 50% de *Chenopodium album*, a espécie *S. arvensis* embora correspondesse a apenas 25% do total de indivíduos da população foi responsável por 40% do índice de área foliar do dossel, enquanto *C. album*, que representou a maioria, correspondeu a apenas 23% deste índice. Considerando que a capacidade fotossintética destas espécies é aproximadamente a mesma, a assimilação e o acúmulo de matéria seca irá refletir a habilidade de cada espécie em competir pela luz.

Muitas vezes o sucesso de uma espécie na natureza depende de sua habilidade em continuar fotossintetizando mesmo em condições de baixa luminosidade. A *Alocasia macrorrhiza* é uma espécie comumente encontrada no sub-bosque de florestas úmidas em Queensland, Austrália. A resposta desta espécie à luz é típica daquelas nativas de habitats sombrios; estas exibem taxas fotossintéticas muito mais baixas, sob luz solar direta, do que as outras espécies que crescem a céu aberto, se saturando de luz sob uma intensidade luminosa muito baixa. Estas espécies, que são comumente conhecidas como

umbrófilas, normalmente apresentam elevada taxa fotossintética mesmo estando sob níveis muito reduzidos de luminosidade, possuindo ponto de compensação luminoso extremamente baixo. Estas características fazem com que essas plantas cresçam lentamente, mas de maneira contínua, em seu habitat natural sombreado, sobrevivendo em um meio onde espécies com elevado ponto de compensação luminoso não conseguiriam fotossintetizar e morreriam (BERRY, 1975).

Em árvores, arbustos e diversas plantas herbáceas, muitas folhas se desenvolvem sob a sombra de outras e durante o seu desenvolvimento adquirem características muito semelhantes àquelas das plantas de sombra. As plantas de sombra apresentam folhas mais largas e com maior área, porém com menor espessura que aquelas das plantas que se desenvolvem a céu aberto. Com base no peso, as folhas de sombra geralmente possuem mais clorofila, especialmente a clorofila b, e seus cloroplastos possuem mais grana, com maior número de tilacóides, superior a 100 por granum (SALISBURY & ROSS, 1985). Desta forma, as plantas sombreadas utilizam mais energia na produção de pigmentos capturadores de luz, que possibilitam a utilização de praticamente toda a limitada quantidade de radiação luminosa que chega até suas folhas. Além disso, os cloroplastos de folhas expostas à sombra intensa se rearranjam, por fototaxia, dentro das células em um novo padrão que maximiza a absorção de luz (BOARDMAN, 1977).

Os pecíolos das folhas de dicotiledôneas respondem à direção e intensidade da luz, dobrando-se e fazendo com que a lâmina foliar se volte para as regiões menos sombreadas. Todos estes fatores parecem permitir a fixação líquida de CO₂ sob baixos níveis de radiação com custo mínimo de energia para produzir e manter o aparelho fotossintético (SALISBURY & ROSS, 1985).

As plantas adultas se adaptam menos às diferentes condições de luminosidade do que aquelas ainda em desenvolvimento. Algumas espécies apresentam considerável adaptação durante o desenvolvimento, especialmente a adaptação à sombra, embora, obviamente, existam limitações genéticas à extensão desta adaptação. Algumas plantas parecem ser umbrófilas estritas, outras são obrigatoriamente plantas de sol, mas muitas são facultativas. As plantas C₃ facultativas e algumas C₄ que se desenvolvem em pleno sol são capazes de se adaptarem ao sombreamento sofrendo modificações em suas características fotossintéticas e morfológicas que as tornam similares às plantas de sombra (SALISBURY & ROSS, 1985). Estas plantas adaptadas passam a respirar mais lentamente, reduzin-

do o seu ponto de compensação luminoso; elas fotossintetizam mais lentamente e se saturam sob baixos níveis de radiação, desenvolvendo gradualmente a habilidade de crescer na sombra, ainda que vagarosamente.

Segundo LUDLOW et al. (1974) o crescente sombreamento, geralmente, provoca um aumento da área foliar e da proporção de folhas às expensas de uma redução no sistema radicular; as folhas tornam-se mais largas e menos espessas, havendo uma elevação da razão parte aérea/sistema radicular.

Nas dicotiledôneas, um fator importante que contribui para a tolerância à sombra é a habilidade que as plantas possuem de formar folhas mais largas e de menor espessura às custas da redução do seu sistema radicular (SALISBURY & ROSS, 1985). As monocotiledôneas também se adaptam à reduzida luminosidade aumentando a área foliar e o comprimento do caule e diminuindo a espessura da folha e o peso da matéria seca da planta; a espessura da folha nas gramíneas é alterada por modificações no tamanho das células e não pela redução do seu número, conforme observação de COOPER & TAITON (1968), posteriormente confirmada por KEPHART & BUXTON (1989), embora haja exceções.

Incrementos na área foliar promovidos pelo sombreamento são, na maioria dos casos, resultantes, principalmente, da expansão celular, o que foi comprovado por diversos estudos em monocotiledôneas, como o milho (ACEVEDO et al., 1971) e o alho (*Allium sativum*) (RALIM & FORDHAM, 1991), embora tenham sido obtidos resultados diferentes com outras espécies; no trigo (*Triticum aestivum*) o aumento da área foliar é afetado tanto pela expansão das células como pela sua divisão (FRIEND & POMEROY, 1970) e no sorgo (*Sorghum bicolor*) apenas a divisão celular está envolvida no processo (McCREE & DAVIS, 1974).

VARGAS (1985), ao estudar a competição interespecífica de duas espécies de *Amaranthus*, observou que *A. Hybridus* competia com maior eficiência por apresentar um crescimento tipicamente vertical, capturando maior quantidade de energia solar, ao passo que *A. deflexus* exibiu um crescimento mais próximo do solo, sendo rapidamente sombreado pela outra espécie.

O impacto da competição interespecífica sobre a morfologia e o rendimento das culturas agrônomicas pode ser claramente demonstrado pela redução em altura sofrida pelo algodoeiro (*Gossypium hirsutum* L.) infestado por *Anoda cristata* (L.) Schlecht, *Abutilon theophrasti* L., *Sida spinosa* L. e *Hibiscus trionum* L., observando-se ainda, uma

grande redução na produtividade quando as invasoras se estabeleceram concomitantemente com a cultura (CHANDLER, 1977).

Cirsium palustre e *Sanicula europaea* quando sombreadas alocaram uma grande proporção de fotoassimilados para o crescimento de seus estómons, os quais poderiam promover o escape da condição adversa de baixa luminosidade. Estas duas espécies e *Galeobdolon luteum* apresentaram entrenós e pecíolos mais longos quando sombreadas (MITCHELL & WOODWARD, 1988), comportamento que foi interpretado por VINCE-PRUE et al. (1976) como um recurso da planta para fazer com que suas folhas se desenvolvessem acima da vegetação que a estava sombreado.

As invasoras *Datura stramonium* e *Abutilon theophrasti* também reagiram ao sombreamento por plantas de soja aumentando o comprimento de seus caules e posicionando suas folhas acima do dossel da cultura, o que foi interpretado por REGNIER & STOLLER (1989) como uma reação de intolerância à redução de luminosidade. HUTCHINGS (1976) afirmou que o sombreamento promovia modificações no balanço hormonal das plantas, as quais se manifestariam, geralmente, como um aumento da dominância apical, aumento do comprimento dos entrenós e inibição da formação de ramos laterais, resultados posteriormente confirmados por DEREGIBUS et al. (1983) e CASAL et al. (1985), explicando as constatações dos últimos autores relativas ao comportamento morfológico das invasoras sombreadas pela soja.

As gramíneas tropicais potencialmente possuem uma taxa de crescimento mais elevada que as leguminosas tropicais devido à sua maior taxa fotossintética (LUDLOW & WILSON, 1970). A capacidade fotossintética das gramíneas se eleva com o aumento de radiação até a luz plena, enquanto as leguminosas se saturam de luz a aproximadamente 50%. Por outro lado, o desempenho fotossintético das gramíneas tropicais é mais sensível à competição por luz do que as leguminosas. LUDLOW et al. (1974) observaram que no sombreamento em condições controladas, com adequado suprimento de nutrientes, as gramíneas e leguminosas tendem a apresentar capacidades de crescimento semelhantes e MOTT & POPENOE (1977) sugerem que em ambientes de baixa luminosidade as gramíneas e leguminosas tropicais devem apresentar a mesma habilidade competitiva. Entretanto, um fator adicional que limita a capacidade de crescimento das leguminosas sob competição por luz em condições de campo é a possibilidade de redução da taxa de fixação de nitrogênio (LIE, 1974).

O sombreamento exerceu um efeito marcante sobre o perfilhamento de *Brachiaria ruziziensis* Griseb; com a crescente restrição de luz houve redução no número de perfilhos formados, com proporcional redução do seu peso seco total, de forma que o peso médio dos perfilhos não foi alterado (LUDLOW et al., 1974).

ISHIMINE et al. (1985) observaram que a altura de *Paspalum urvillei* Steud e a sua área foliar aumentaram com a redução da luminosidade de 100 para 30% da luz solar plena, entretanto o peso da matéria seca da parte aérea e o número de perfilhos sofreram intenso e significativo decréscimo.

KELLEY & THULLEN (1978) constataram que as plantas de *Cyperus esculentus* sofreram redução na produção total de matéria seca e do número de perfilhos em proporção direta ao decréscimo da quantidade de luz incidente sobre elas. OKAFOR & DeDATTA (1976), ao fazerem a adubação nitrogenada na cultura do arroz (*Oryza sativa* L.), tornaram as plantas de *Cyperus rotundus* L. muito mais vigorosas, aumentando o seu perfilhamento, o que resultou em uma queda ainda maior na produção da cultura devido ao sombreamento pela invasora.

OLIVEIRA & HUMPHREYS (1986) observaram que o perfilhamento e posterior crescimento dos perfilhos de *Panicum maximum* cv. Gatton foi pouco afetado pela restrição de luz, contrastando com o comportamento de *P. maximum* cv. Trichoglume, em que o sombreamento reduziu significativamente o crescimento dos perfilhos (LUDLOW et al., 1974; HASHIZUME & NISHIMURA, 1976) ou incrementou-o sob condições de baixa disponibilidade de nitrogênio no solo (WONG & WILSON, 1990). WILSON & WONG (1982) também constataram redução do perfilhamento desta gramínea com o sombreamento, porém os perfilhos formados apresentaram maior altura do que aqueles produzidos a plena luz.

A redução da luminosidade não afetou o perfilhamento das plantas de trigo (*Triticum aestivum*) nos estádios iniciais de desenvolvimento da cultura, porém o sombreamento nos estádios mais avançados aumentou o índice de mortalidade dos perfilhos, reduzindo o número de espigas/planta, com significativo prejuízo da produção final de grãos (THORNE & WOOD, 1987).

A taxa de crescimento de arroz selvagem (*Zizania palustris*) foi reduzida quando as plantas foram submetidas a 47% de sombreamento, em comparação com o seu crescimento a pleno sol. A invasora *Sparganium eurycarpum* ao reduzir a

penetração de luz na base do arroz selvagem promoveu uma diminuição do número de perfilhos formados e/ou aumentou a sua mortalidade. A reduzida penetração de luz na base desta gramínea parece ser o principal mecanismo de interferência da invasora sobre ela (CLAY & OELKE, 1987).

CONCLUSÃO

Os efeitos da competição sobre o desenvolvimento e a produção das plantas é grandemente variável e os resultados são dependentes do estágio de desenvolvimento em que elas se encontram.

Os indivíduos de uma mesma espécie competem entre si e com as plantas invasoras pelos fatores de produção, fenômeno que é responsabilizado pela baixa produção de muitas lavouras. A competição por luz, devido à interferência da parte aérea é mais importante que a competição pelo substrato.

Existem diversos mecanismos complexos que são ativados pelas plantas em condições de reduzida luminosidade, conferindo-lhes uma grande vantagem adaptativa. O maior conhecimento dos processos competitivos relacionados ao consorciamento é o único caminho viável para se incrementar a interação positiva entre as culturas envolvidas.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ACEVEDO, E., HSIAO, T.C., HENDERSON, D.W. Immediate and subsequent growth responses of maize leaves to changes in water status. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 48, n. 5, p. 631-636, 1971.
- BERENDSE, F. Competition between plant populations with different rooting depths. III. Field experiments. *Oecologia*, Berlin, v. 53, n. 1, p. 50-55, 1982.
- BERRY, J.A. Adaptation of photosynthetic processes to stress. *Science*, Washington, v. 188, n. 4188, p. 644-650, 1975.
- BLACK, C.C., CHEN, T.M., BROWN, R.H. Biochemical basis for plant competition. *Weeds*, Ithaca, v. 17, n. 3, p. 338-344, 1969.
- BOARDMAN, N.K. Comparative photosynthesis of sun and shade plants. *Annual Review of Plant Physiology*, Palo Alto, v. 28, p. 355-377, 1977.
- BOOKMAN, P.A., MACK, R.N. Competition between *Bromus tectorum* L. and *Poa pratensis* L.; the role of light. *Oecologia*, Berlin, v. 57, n. 5, p. 406-411, 1983.
- BRADSHAW, A.D. Evolutionary significance of phenotypic plasticity in plants. *Advances in Genetics*, London, v. 13, n. 1, p. 115-155, 1965.

- CASAL, J.J., DEREGIBUS, V.A., SANCHEZ, R.A. Variations in tiller dynamics and morphology in *Lolium multiflorum* Lam. vegetative and reproductive plants as affected by differences in red/far red irradiation. *Annals of Botany*, Cambridge, v. 56, n. 4, p. 553-559, 1985.
- CHANDLER, J.M. Competition of spurred anoda (*Anoda cristata*), velvetleaf (*Abutilon theophrasti*), prickly sida (*Sida spinosa*) and venice mallow (*Hibiscus trionum*) in cotton. *Weed Science*, Champaign, v. 25, n. 2, p. 151-158, 1977.
- CLAY, S.A., OELKE, E.A. Effects of giant burreed (*Sparganium eurycarpum*) and shade on wild rice (*Zizania palustris*) *Weed Science*, Champaign, v. 35, n. 5, p. 640-646, 1987.
- COOPER, J.P., TAITON, N.M. Light and temperature requirements for the growth of tropical and temperate grasses. *Herbage Abstracts*, Hurley, v. 38, n. 3, p. 167-176, 1968.
- DEREGIBUS, V.A., SANCHEZ, R.A., CASAL, J.J. Effect of light quality on tiller production in *Lolium* spp. *Plant Physiology*, Bethesda, v. 72, n. 7, p. 900-902, 1983.
- DONALD, C.M. The interaction of competition for light and for nutrients. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 9, n. 4, p. 421-435, 1958.
- FASSBENDER, H.W. *Bases edafológicas de los sistemas de producción agroforestales*. Turrialba: CATIE, 1984. 191 p.
- FRIEND, D.J.C., POMEROY, M.E. Changes in cell size and number associated with the effects of light intensity and temperature on the leaf morphology of wheat. *Canadian Journal of Botany*, British Columbia, v. 48, n. 1, p. 85-90, 1970.
- GEDDES, R.D., SCOTT, H.D., OLIVER, L.R. Growth and water use by common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and soybeans (*Glycine max*) under field conditions. *Weed Science*, Champaign, v. 27, n. 2, p. 206-212, 1979.
- GRACE, J.B. Juvenile vs. adult competitive abilities in plants: size-dependence in cattails (*Typha*). *Ecology*, Tempe, v. 66, n. 5, p. 1630-1638, 1985.
- HARPER, J.L. The regulation of numbers and mass in plant populations. In: LEWONTIN, R.C. (Ed.) *Population biology and evolution*. Syracuse: Syracuse University Press, 1968. p. 139-158.
- HARPER, J.L. *Population biology of plants*. London: Academic Press, 1977. 892 p.
- HASHIZUME, K., NISHIMURA, S. Continuous forage production by means of rotating cool and warm season grasses. 2. Effect of shading on early growth of three warm season grasses. *Journal of Japanese Society of Grassland Science*, v. 22, n. 1, p. 95-98, 1976.
- HUTCHINGS, M.J. Spectral transmission and the aerial profile in mature stands of *Mercurialis perennis* L. *Annals of Botany*, Cambridge, v. 4, n. 170, p. 1207-1216, 1976.
- ISHIMINE, Y., MIYAZATO, K., MATSUMOTO, S. Physiological and ecological characteristics of weeds of sugar cane fields in the Ryukyus islands. 3. Effect of shading on growth and seed production of *Paspalum urvillei* Steud. *Weed Research*, Woodstock, v. 30, n. 3, p. 148-150, 1985.
- JONES Jr., R.E., WALKER, R.H. Effect of interespecific interference, light intensity and soil moisture on soybean (*Glycine max*), common cocklebur (*Xanthium strumarium*) and sicklepod (*Cassia obtusifolia*) water uptake. *Weed Science*, Champaign, v. 41, n. 4, p. 534-540, 1993.
- KARIM, A.B., SAVILL, P.S. Effect of spacing on growth and biomass production of *Gliricidia sepium* (Jacq.) Walp. in an alley cropping system in Sierra Leone. *Agroforestry Systems*, Netherlands, v. 16, n. 3, p. 209-217, 1991.
- KELLEY, P.E., THULLEN, R.J. Light requirements of yellow nutsedge (*Cyperus esculentus*) on light interception by crops. *Weed Science*, Champaign, v. 26, n. 1, p. 10-16, 1978.
- KEPHART, K.D., BUXTON, D.R. Adaptation and forage quality of grasses grown under shade. In: CONGRESSO INTERNACIONAL DE PASTAGENS, 1989. Nice, 1989. *Anais...* Nice, International Grassland Society, 1989. p. 819-820.
- KING, K.F.S. Concepts of agroforestry. In: CONFERENCE ON INTERNATIONAL COOPERATION IN AGROFORESTRY, 1979, Nairobi. *Anais...* Nairobi, ICRAF, 1979. p. 1-13.
- LIE, T.A. Environmental effects on nodulation and symbiotic nitrogen fixation. In: QUISPÉL, A. (Ed.) *The biology of nitrogen fixation*. Amsterdam, North-Holland, 1974. p. 555-582.
- LUDLOW, M.M., WILSON, G.L. Studies on the productivity of tropical pasture plants. II. Growth analysis, photosynthesis and respiration of 20 species of grass and legumes in a controlled environment. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 21, n. 2, p. 183-194, 1970.
- LUDLOW, M. M., WILSON, G. L., HESLEHURST, M. R. Studies on the productivity of tropical pasture plants. Effect of shading on growth, photosynthesis and respiration in two grasses and two legumes. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 25, n. 3, p. 425-433, 1974.
- McCREE, K.J., DAVIS, K.J. Effects of water stress and temperature on leaf size and on size and number of epidermal cells in grain sorghum. *Crop Science*, Madison, v. 14, n. 5, p. 751-755, 1974.
- McNAUGHTON, S.J., WOLF, L.L. *General Ecology*. New York: Holt, Rinehart and Winston, 1973. 710 p.
- MITCHELL, P.L., WOODWARD, F.I. Responses of three woodland herbs to reduced photosynthetically active radiation and low red to far-red ratio in shade. *Journal of Ecology*, London, v. 76, n. 3, p. 807-825, 1988.
- MONIZ, C.V.D. *Comportamento inicial do eucalipto (Eucalyptus torelliana F. Muell), em plantio consorciado com milho (Zea mays L.), no Vale do Rio Doce, em Minas Gerais*. Viçosa, MG: UFV, 1987. 61 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1987.
- MOTT, G.O., POPENOE, H.L. Grasslands. In: ALVIM, P.T., KOZLOWSKI, T.T. (Eds.) *Ecophysiology of tropical crops*. New York: Academic Press, 1977. p. 157-186.

- NAYLOR, R.E.L. Aspects of the population dynamics of the weed *Aloperucus myosuroides* Huds. in winter cereal crops. *Journal of Applied Ecology*, Oxford, v. 9, n. 1, p. 127-139, 1972.
- OKAFOR, L.I., DeDATTA, S.K. Competition between upland rice and purple nutsedge for nitrogen, moisture and light. *Weed Science*, Champaign, v. 24, n.1, p. 43-40, 1976.
- OLIVEIRA, R.P.R., HUMPHREYS, L.R. Influence of level and timing of shading on seed production in *Panicum maximum* cv. Gatton. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 37, n. 3, p. 417-424, 1986.
- ONG, C.K., RAO, M.R., MATHUVA, M. Trees and crops-competition for resources above and below the ground. *Agroforestry Today*, Nairobi, v. 4, n. 2, p. 4-5, 1992.
- PASSOS, C.A.M. Comportamento inicial do eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maiden) em plantio consorciado com feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. Viçosa, MG. UFV, 1990. 64 p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) - Universidade Federal de Viçosa, 1990.
- RAJESWARA RAO, B.R., PRASSAD, R. Intergenotype competition in mixed stands of spring wheat genotypes. *Euphytica*, Wageningen, v. 33, n. 1, p. 241-247, 1984.
- RALIM, M.A., FORDHAM, R. Effect of shade on leaf and cell size and number of epidermal cells in garlic (*Allium sativum*). *Annals of Botany*, Cambridge, v. 67, n. 2, p. 167-171, 1991.
- RANSON, J.K., OELKE, E.A. Common water plantain (*Alisma triviale*) interference with wild rice (*Zizania palustris*). *Weed Science*, Champaign, v. 30, n. 1, p. 10-14, 1982.
- REGNIER, E.E., STOLLER, E.W. The effects of soybean (*Glycine max*) interference on the canopy architecture of common cocklebur (*Xanthium strumarium*), jimsonweed (*Datura stramonium*) and velvetleaf (*Abutilon theophrasti*). *Weed Science*, Champaign, v. 37, n. 2, p. 187-195, 1989.
- ROSS, M.A., HARPER, J.L. Occupation of biological space during seedling establishment. *Journal of Ecology*, London, v. 60, n. 1, p. 77-88, 1972.
- SALISBURY, F.B., ROSS, C.W. *Plant Physiology*. 3. ed. Belmont: Wadsworth Publishing Company, 1985. 540 p.
- SCHREIBER, M.M. A technique for studying weed competition in forage legume establishment. *Weeds*, Ithaca, v. 15, n. 1, p. 1-4, 1967.
- SCHREINER, S.M., GOODNIGHT, C.J. The comparison of phenotypic plasticity and genetic variation in populations of the grass *Danthonia spicata*. *Evolution*, Lawrence, v. 38, n. 4, p. 845-855, 1984.
- THORNE, G.N., WOOD, D.W. Effects of radiation and temperature on tiller survival, grain number and grain yield in winter wheat. *Annals of Botany*, Cambridge, v. 59, n. 4, p. 413-426, 1987.
- VARGAS, M.F.P. *Ecologia de populações de espécies de Amaranthus L. que ocorrem no Estado de São Paulo, Brasil*. Piracicaba, SP. USP, 1985. 99 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo, 1985.
- VINCE-PRUE, D., GUTTRIDGE, C.G., BUCK, M.W. Photocontrol of petiole elongation in light grown plants. *Planta*, Berlin, v. 128, n. 2, p. 109-114, 1976.
- WALKER, G.K., BLACKSHAW, R.E., DEKKER, J. Leaf area and competition for light between plant species using direct sunlight transmission. *Weed Technology*, Champaign, v. 2, n. 2, p. 159-165, 1988.
- WILSON, J.R., WONG, C.C. Effects of shade on some factors influencing nutritive quality of green panic and siratro pastures. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 33, n. 6, p. 937-949, 1982.
- WRIGHT, S.J. Competition, differential mortality and their effect on the spatial pattern of a desert perennial *Eriogonum inflatum* Torr & Frem (Polygonaceae). *Oecologia*, Berlin, v. 54, n. 2, p. 266-269, 1982.
- WONG, C. C., WILSON, J. R. Effects of shading on the growth and nitrogen content of green panic and Siratro in pure and mixed swards defoliated at two frequencies. *Australian Journal of Agricultural Research*, East Melbourne, v. 31, n. 2, p. 269-285, 1990.