

AGRÁRIA

Revista Brasileira de Ciências Agrárias

v.5, n.1, p.18-24, jan.-mar., 2010

Recife, PE, UFRPE. www.agraria.ufrpe.br

Protocolo 485 - 17/12/2008 • Aprovado em 29/10/2009

Claudivan F. Lacerda¹

Clayton M. de Carvalho^{1,2}

Mauro R. Vieira^{1,3}

Jefferson G. A. Nobre^{1,3}

Antônia L. R. Neves¹

Clécio F. Rodrigues¹

Análise de crescimento de milho e feijão sob diferentes condições de sombreamento

RESUMO

Os efeitos ambientais constituem fatores predominantes no desenvolvimento das plantas, visto que determinam as condições para manutenção da vida. Dentro deste contexto, foi objetivo deste trabalho avaliar as características de crescimento na fase inicial das culturas do milho e do feijão em diferentes ambientes de cultivo: ambiente protegido (com telado de transparência de 50%) e ambiente externo. O experimento foi realizado nos meses de setembro a novembro de 2008 com duração de sessenta dias sendo conduzido em uma área da estação meteorológica da Universidade Federal do Ceará, utilizando delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 2x2 (duas culturas e dois tratamentos) com quatro repetições. O plantio das sementes foi realizado em vasos com capacidade de 10 kg contendo solo peneirado, com a aplicação adubo orgânico. As variáveis avaliadas em ambos os ambientes de cultivo (ambiente protegido e ambiente externo) foram: área foliar, massa seca do limbo, massa seca da haste, massa seca da raiz, massa seca total, razão de área foliar, razão de peso foliar e área foliar específica. Os resultados foram submetidos a análise de variância e a comparação de médias feita pelo teste Tukey em ambos os experimentos. Concluiu-se que os valores obtidos nas culturas de feijão e milho para produção de matéria seca foram mais elevados nas plantas cultivadas no ambiente externo em relação ao ambiente protegido. Foram observadas mudanças morfológicas nas culturas estudadas com objetivo de tornar a planta mais adaptada às condições adversas. O milho, por se tratar de uma planta C₄, teve resultados melhores em termos de crescimento, em comparação com o feijão que é uma espécie C₃, tanto no ambiente protegido, como a pleno sol.

Palavras-chave: *Vigna unguiculata* (L) Walp., *Zea mays* L., ambiente protegido

Growth analysis of corn and beans under different shade conditions

ABSTRACT

The environmental effects are based on prevalent factors in plant development, since it determines the conditions for maintenance of the life. Therefore, the aim of this study was to evaluate the growth characteristics at the initial stage of corn and beans in different environments of cultivation: protected environment (with screen shades transparency of 50%) and the external environment. The experiment was carried out during September to November, 2008, with a duration of sixty days, in an area of the meteorological station of the Federal University of Ceará, using a randomized design in a factorial 2x2 (two cultures and two treatments) with four replications. Planting of seeds were carried out in pots with a capacity of 10 kg containing sieved soil and applied fertilizer. The variables evaluated in both treatments (protected environment and external environment) were: leaf area, leaf dry weight, dry stem, root dry mass, total dry matter, leaf area ratio, leaf weight ratio and specific leaf area. The results were submitted to variance analysis and the means were compared by the Tukey test in both experiments. It was concluded that the values obtained in beans and corn crops, for the production of dry matter, were higher in plants grown in the external environment in relation to the protected environment. Morphologic changes in plants were observed in order to adapt the plants to adverse conditions. The growth of maize, a C₄ plant, had better results than growth of beans, a C₃ plant, in both protected environment and external environments.

Key words: *Vigna unguiculata* (L) Walp., *Zea mays* L., protected environment

¹ Universidade Federal do Ceará (UFC). Campus do Pici, Bloco 804, Caixa Postal: 12.168, Fortaleza – CE. CEP 60450-760. Fone: (85) 3366-9754. E-mail: claudivan@ufc.br; carvalho_cmc@yahoo.com.br; maurocmid@hotmail.com; jeffersonnobre@hotmail.com; leilaneves7@hotmail.com; cleciofrola@gmail.com

² Bolsista da FUNCAP

³ Bolsista da CAPES

INTRODUÇÃO

Alguns fatores ambientais afetam significativamente o crescimento e a produção das culturas, dentre eles a radiação solar, temperatura do ar, umidade relativa do ar e velocidade dos ventos. Os ambientes protegidos afetam os elementos meteorológicos diminuindo a radiação solar global e fotossinteticamente ativa (Guiselini et al., 2004).

Quando se compara o cultivo em ambiente protegido com o cultivo a céu aberto, verifica-se que a evapotranspiração é geralmente menor no interior do ambiente protegido do que externamente, atribuindo-se, basicamente, à parcial opacidade da cobertura plástica e à redução da ação dos ventos, que são os principais fatores da demanda evaporativa da atmosfera (Farias et al., 1993 apud Vásquez et al., 2005).

A transmitância das coberturas em ambientes protegidos é variável em função do ângulo de incidência dos raios solares, do tipo de cobertura, da idade do material, da cor do material e da sua espessura (Guiselini et al., 2004).

Para Braun et al. (2007) a adaptação das plantas ao ambiente de luz depende do ajuste de seu aparelho fotossintético, utilizando eficientemente a luminosidade ambiental, ocorrendo uma adaptação da mesma que pode ser observada através do seu crescimento global.

Carvalho et al. (2006) afirmaram que a redução de irradiância causou um aumento na altura média das plantas de artemísia cultivadas em sombreamento, onde estas médias foram superiores as médias obtidas em plantas cultivadas a pleno sol, sendo esse estímulo ao crescimento uma resposta rápida ao sombreamento. Respostas semelhantes foram encontradas por (Almeida et al., 2004).

Para Barrela (2003), as plantas, de uma forma geral, apresentam um aumento de arquitetura em termos de área do dossel e altura da planta com um aumento do nível de sombra, sendo esta uma resposta típica de espécies sob condições de limitações de luminosidade que compensam a limitação de luz com um aumento da área de captação.

Segundo Castro et al. (1999), a distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos das plantas é um processo influenciado, não só pelas condições ambientais, mas também pelas diferenças genéticas entre as espécies.

Em relação à partição de matéria seca nos diferentes órgãos da planta, Almeida et al. (2004), observaram que as plantas cultivadas nos níveis de 30 e 50% de sombreamento apresentaram maiores valores de matéria seca nas folhas, em relação as plantas em pleno sol.

Resultados semelhantes foram observados por Carvalho et al., (2006), onde plantas de Lucuri, uma espécie nativa do semi-árido, obtiveram maiores valores de massa seca total submetidas a 30% de luz em relação às mudas cultivadas a 100% de luz.

Segundo Melo et al. (2008) para as variáveis, matéria seca da parte aérea, matéria seca da raiz e matéria seca total, foram encontrados maiores valores, analisando o crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. cultivadas a pleno sol, ou seja, sem nenhum tipo de sombreamento, os menores valores foram obtidos com 80% de sombreamento. De forma semelhante, Martinazzo et al.

(2007) estudando o efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga), verificaram que a maior produção de matéria seca, tanto para a parte aérea quanto para a raiz, foram obtidas para as mudas que se encontravam sob sol pleno, concordando com Almeida et al. (2004), que afirmam que a matéria seca da raiz apresenta maiores valores nas plantas sombreadas.

Gondim et al. (2007) observaram mudanças na morfologia das plantas ao longo do ciclo, com aumento da área foliar e alongamento do pecíolo pra culturas cultivadas na sombra com maior intensidade. Sendo maiores valores de área foliar foram obtidos nas intensidades de sombra de 50%, seguidos de 30% durante o ciclo todo. A expansão da folha sob baixa luminosidade é uma resposta frequentemente relatada e indica uma maneira da planta compensar ou imprimir melhor aproveitamento à baixa luminosidade (Lima et al., 2008).

Segundo Scalon et al.(2003) dada à importância dos órgãos fotossintetizantes na produção biológica da planta, a área foliar pode ser considerada como um índice de produtividade.

Os melhores valores de razão de área foliar para a cultura do feijão comum foram obtidos entre os 34 e 35 dias após a semeadura, esses dados nos permitem verificar que a radiação fotossinteticamente ativa declina à medida que a planta cresce, sendo esse comportamento explicado pelo seu crescimento, aumentando a interferência das folhas superiores sobre as inferiores (Nóbrega et al., 2001).

A razão de massa foliar em mudas de *Caesalpinia ferrea* cultivadas a pleno sol apresentou-se inferior àquelas cultivadas sob condições de sombreamento, demonstrando maior intensidade de exportação de fotoassimilados da folha sob alta luminosidade. Os valores da razão de área foliar tendem a aumentar com a redução da luminosidade, não havendo diferenças na razão de área foliar entre mudas sob sombreamento de 50 e 70% (Lima et al., 2008).

O valor da área foliar específica se relaciona a superfície com o peso da matéria seca da própria folha, ou seja, está relacionada à espessura foliar sendo um componente morfológico e anatômico. Se o peso for considerado como diretamente relacionado ao volume, o inverso de área foliar específica indica a espessura da folha (Fontes et al., 2005).

A área foliar específica apresentou aumento com a redução da luminosidade. Observou-se ainda que, em condições de baixa disponibilidade de luz, o aumento da área foliar específica não foi tão elevado para impedir a redução da área foliar total (Carvalho et al., 2006). Lopes et al. (2007) observaram que plantas submetidas a tratamentos com sombra teve uma maior área foliar específica.

A fração visível da energia solar contém a irradiância fotossinteticamente ativa, sendo um dos mais importantes fatores determinantes da produtividade das plantas (Taiz & Zieger, 2004). Características de crescimento são utilizadas para inferir o grau de tolerância das espécies à baixa disponibilidade de luz, uma vez que o crescimento pode refletir a habilidade de adaptação da espécie às condições de radiação do ambiente. Porém, o efeito do sombreamento sobre o crescimento e produtividade de determinada espécie depende da

intensidade e da duração, somados ao estágio de desenvolvimento das plantas (Barrella, 2003).

Assim, a eficiência de uso da radiação interceptada, as condições de temperatura e o status fisiológico da cultura nesse período determinarão as taxas de crescimento da cultura, o número potencial de grãos, e, conseqüentemente, o potencial produtivo da planta. (Otegui & Bonhomme, 1998 apud Didonet et al., 2002).

Considerando a importância da influência de diferentes efeitos ambientais sobre as plantas, o presente trabalho buscou através da pesquisa de campo, estudar o comportamento morfológico da fase inicial da cultura do milho e do feijão-de-corda em diferentes ambientes de cultivo: ambiente protegido (telado com sombrite) e ambiente externo (a pleno sol).

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado em uma área da Estação Meteorológica da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, Ceará, Brasil (3° 45'S; 38° 33' W e altitude de 19 metros em relação ao nível do mar). Segundo a classificação de Köppen, a área do experimento está localizada numa região de clima do tipo Aw', por possuir um clima tropical chuvoso, com precipitações de outono a verão e temperatura média maior de 18°C durante o ano inteiro. O experimento teve duração total de sessenta dias, de setembro a novembro de 2008.

As duas espécies, feijão-de-corda corda [*Vigna unguiculata* (L) Walp.] e milho (*Zea mays* L.), foram avaliadas durante sessenta dias, em ambiente protegido com telado de 50% de sombreamento e em ambiente externo a céu aberto, em modelo de parcela subdividida no tempo, em que as plantas foram colhidas aos 14, 21, 28 e 35 dias após a germinação, configurando um ensaio de análise de crescimento. Por ocasião do desbaste aos 14 DAG, foram coletadas oito plantas de feijão-de-corda e seis plantas de milho, se constituindo na primeira coleta. Na segunda, terceira e quarta coletas foram extraídas duas plantas de feijão-de-corda e duas plantas de milho aos 21, 28 e 35 dias após a germinação.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado tipo fatorial, com três repetições.

O cultivo foi em vasos de 12 litros. O telado se caracterizou pela transparência de 50%, tanto na cobertura como na lateral do ambiente protegido. As sementes utilizadas foram: feijão-de-corda cultivar Setentão e milho (*Zea mays* L.) híbrido AG 1051. Os vasos foram cheios com solo peneirado proveniente da estação meteorológica e aplicado composto orgânico. Na adubação das plantas, foram utilizados 1,1 g de uréia, 8 g de superfosfato simples e 1,5 g de cloreto de potássio por vaso, valores determinados através de análise de solo.

O plantio foi feito, colocando-se seis sementes por vaso, intercalando através de sorteio um vaso com seis sementes de feijão-de-corda e um vaso com seis sementes de milho, e 14 dias após a germinação (DAG) foi feito o desbaste, deixando-se duas plantas por vaso. As plantas foram cultivadas em espaçamento de 0,8 m entre linhas e 0,3 m entre plantas.

As irrigações foram realizadas diariamente, através de regadores até se observar a drenagem da água no vaso, atingindo assim a capacidade de campo, em todos os vasos.

O controle fitossanitário foi realizado com pulverizações através de uma bomba costal de 20 L com bico tipo cone cheio, utilizando o inseticida Vertimec (1 mL L⁻¹), para o controle do pulgão e da larva minadora e o acaricida/fungicida Kumulus S (3 g L⁻¹) para o controle do ácaro. Durante o ciclo da cultura foram realizadas duas capinas manuais.

As avaliações constaram de amostras destrutivas para determinação do acúmulo de matéria seca das culturas estudadas e para determinação da área foliar. Esse material foi separado em folhas (limbos foliares), hastes (ramos e pecíolos) e raízes. Após a obtenção da massa fresca, esse material foi acondicionado em sacos de papel e, após seco em estufa a 60°C, foi pesado para obtenção do teor de matéria seca.

As variáveis avaliadas foram: massa seca do limbo (MSL), massa seca da haste (MSH), massa seca da raiz (MSR), massa seca total (MST), área foliar (AF), razão de área foliar (RAF), razão de peso foliar (RPF) e área foliar específica (AFE).

As variáveis independentes foram a velocidade do vento (U), radiação global e fotossinteticamente ativa (PAR), medidos através de sensores da estação meteorológica digital instalados dentro e fora do ambiente protegido.

Os valores médios da velocidade do vento, da radiação global e fotossinteticamente ativa medida no interior e exterior do ambiente protegido, ao longo do ciclo inicial da cultura do feijão e do milho, são apresentados na Figura 1A e Figura 1B, respectivamente. A velocidade do vento no interior do ambiente protegido, durante todo o dia, é sempre menor que os valores observados no ambiente externo. Os valores de radiação fotossinteticamente ativa, tanto no ambiente externo quanto no protegido seguiram o mesmo comportamento da radiação global, e que os valores obtidos no ambiente protegido foram sempre menores que os valores obtidos no ambiente externo.

Os resultados foram submetidos à análise de variância e análise de regressão, através do programa SAEG/UFV, em modelo de parcela subdividida no tempo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Produção da matéria seca

Os valores do quadrado médio para o crescimento vegetativo, que estão expressos na Tabela 1, indicam que, para as culturas e épocas de coleta, analisadas separadamente, a massa seca do limbo, massa seca da haste e massa seca total foram significativas ($p > 0,01$). Porém, a massa seca da raiz não foi influenciada significativamente.

Em relação ao ambiente, houve diferença de comportamento apenas para massa seca da raiz, havendo interação significativa ($p > 0,01$) para todas as variáveis estudadas.

Ambas as cultivares nos dois ambientes de cultivo obtiveram comportamento crescente ao longo do período estudado de acordo com as análises de regressão. Em ambas as culturas, foram observados valores mais elevados de massa

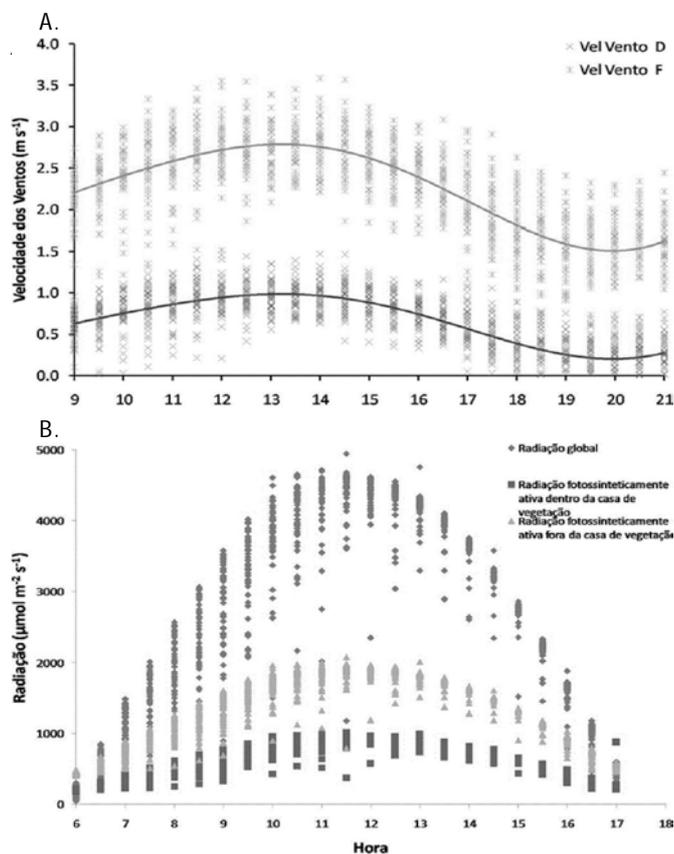


Figura 1. A. valores da velocidade do vento dentro e fora do ambiente protegido (U); B. valores da radiação global e fotossinteticamente ativa dentro e fora do ambiente protegido (PAR)

Figure 1. A. values of wind speed inside and outside the protected environment (U); B. values of global and photosynthetic active radiation inside and outside the protected environment (PAR)

seca do limbo e da haste (Figuras 2A e 2B) nas plantas cultivadas no ambiente externo, em relação ao ambiente protegido, sendo baixo o acúmulo de matéria seca quando a planta é pequena, aumentando o ganho de biomassa por dia à medida que se desenvolvem.

A pequena taxa de crescimento inicial é atribuída ao menor número de células, menor área foliar disponível para in-

Tabela 1. Valores dos quadrados médios e da significância estatística para as variáveis relacionadas com a produção de massa seca das culturas estudadas

Table 1. Average square values and statistical significance for the variables related to dry matter production of the studied crops

Fonte de Variação	Quadrado médio			
	Massa seca do limbo	Massa seca da haste	Massa seca da raiz	Massa seca total
Ambiente	0,44 ^{ns}	0,17E-01 ^{ns}	29,80 ^{**}	59,50 ^{ns}
Cultura	0,24 ^{**}	1696,10 ^{**}	5148,06 ^{ns}	1,60 ^{**}
Coleta (Col)	0,345 ^{**}	3028126 ^{**}	1196292 ^{ns}	4136781 ^{**}
Coleta x cultura	0,35 ^{**}	140,16 ^{**}	14582,02 ^{**}	12,05 ^{**}
Resíduo	0,17E-01	13,38	1392,66	0,14
CV(%)	29,90	14,47	19,01	6,98

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo

tercepção da radiação solar e fotossíntese e, talvez, a maior porcentagem de fotoassimilados (produtos fotossintéticos) destinado às raízes (Bernadete, 2002). Resultados semelhantes foram encontrados por Martinazzo et al. (2007) estudando o efeito do sombreamento sobre o crescimento inicial e o teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga). Estes autores verificaram que a maior produção de matéria seca, tanto para a parte aérea quanto para a raiz, foram obtidas para as mudas que se encontravam fora do ambiente protegido, ou seja, sob sol pleno.

O milho, como esperado, mostrou-se mais eficiente em termos de crescimento inicial do que a planta do feijão, devido à maior eficiência no uso da radiação, mesmo com pouca luminosidade no interior do ambiente protegido, apresentando comportamento semelhante ao milho no ambiente externo. Essa semelhança de comportamento pode ser uma melhor adaptação do milho à baixa luminosidade. Fancelli (2000) *apud* por Almeida et al. (2003) afirmaram que genótipos de milho que direcionam maior quantidade de fotoassimilados para a produção de folhas, durante a fase inicial do crescimento, apresentam um maior crescimento inicial. Esse fator pode ser refletido no potencial produtivo do milho, já que para essa cultura esse pequeno acúmulo de matéria seca se dá no momento da emergência, até o estágio de seis folhas.

Na Figura 2C, observa-se que na cultura do feijão, houve uma grande diferença na massa seca da raiz entre as plantas cultivadas em ambiente protegido e no ambiente externo, resultado semelhante ao foi observado por Rego & Possamai (2006) que estudando o efeito do sombreamento na clorofila e crescimento inicial do jequitiba-rosa (*Cariniana legalis* (Mart.) Kuntze), verificaram que houve maior alocação da matéria seca no sistema radicular quando as mudas foram cultivadas sob condições de 100% de radiação fotossinteticamente ativa. Melges et al. (1989) estudando a cultura da soja (*Glycine max*, L.) com diferentes níveis de radiação solar, observaram uma melhor resposta da cultura cultivada fora do ambiente protegido. Afirmaram ainda que, a taxa de acúmulo de fitomassa em cada órgão é tanto mais elevada quanto maior a densidade de fluxo da radiação solar até a saturação luminosa e que a taxa de acúmulo de fitomassa seca, devido ao sombreamento, foi menor nas raízes que nos outros órgãos.

Nas culturas submetidas às condições de sombreamento, foram observados menores valores de matéria seca total (Figura 2D), devido aos menores valores das massas secas do limbo, haste e raiz dessas culturas em baixa luminosidade. Pereira (2002) estudando o crescimento e desenvolvimento da cultura da soja (*Glycine max*, L.), planta do tipo C₃, sob diferentes condições ambientais, afirma que a cultura, quando submetida a baixas intensidades luminosas, apresenta menores taxas de fitomassa, de crescimento, de assimilação líquida e um elevado estiolamento que condiciona o acamamento em condições de campo.

Área foliar (AF), Razão de área foliar (RAF), Razão do peso foliar (RPF) e área foliar específica (AFE)

Na Tabela 2 são apresentados os valores dos quadrados médios da área foliar, razão de área foliar, razão do peso foliar

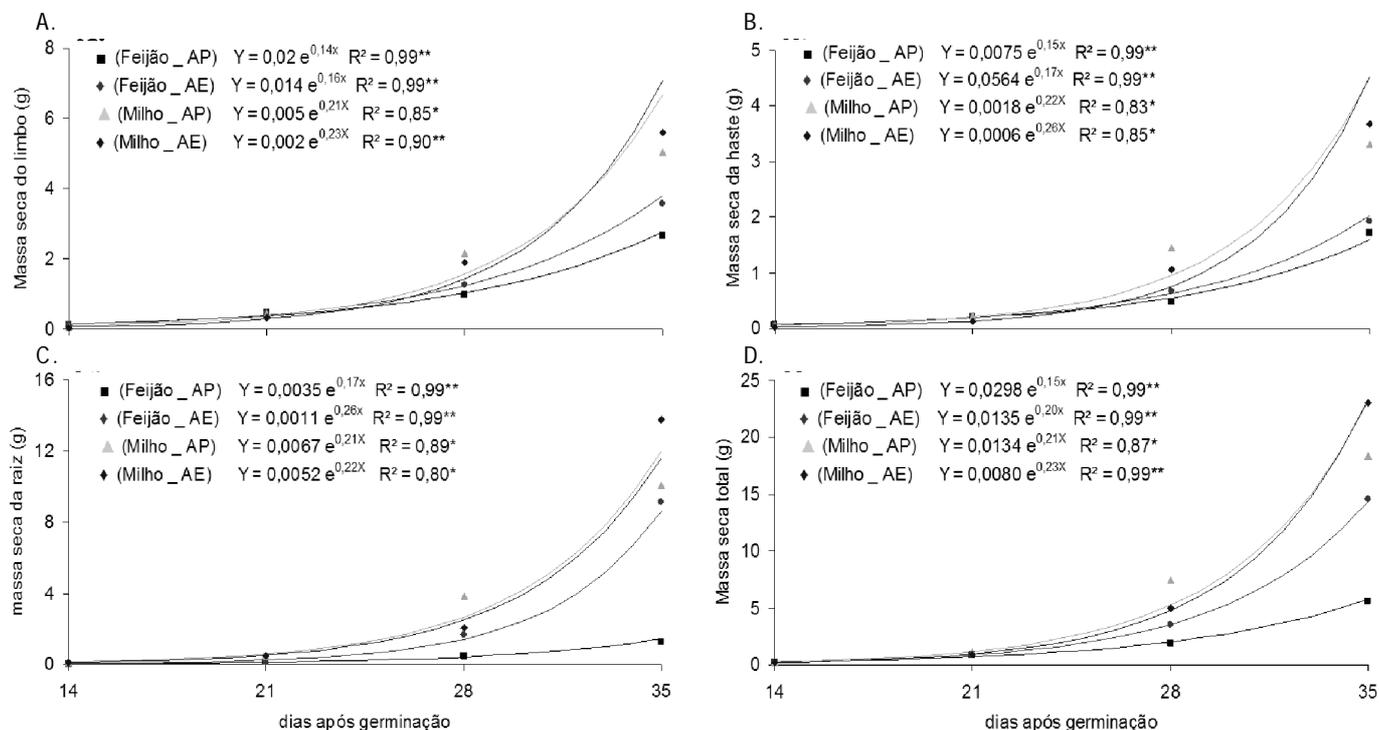


Figura 2. A. Acúmulo de massa seca do limbo da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo; B. Acúmulo de massa seca da haste da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo; C. Acúmulo de massa seca da raiz da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo; D. Acúmulo da massa total da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo

Figure 2. A. Accumulation of leaf dry matter of bean and corn in protected environment and external environment; B. Accumulation of stem dry matter of bean and corn in protected environment and external environment; C. Accumulation of root dry matter of bean and corn in protected environment and external environment; D. Accumulation of the total mass of bean and corn in protected environment and external environment

e área foliar específica. Verifica-se que para a variável ambiente, analisada separadamente, todas as variáveis foram significativas ($p > 0,01$). As culturas, quando analisadas separadamente foram significativas para os parâmetros analisados. Já para a interação entre as variáveis coleta e cultura houve efeito não significativo para a razão da área foliar, sendo os demais parâmetros significativos ($p > 0,01$).

A área foliar, na cultura do feijão e do milho em ambos os ambientes de cultivo obtiveram comportamento crescente exponencial ao longo do período estudado, de acordo com as análises de regressão. A razão de área foliar, razão do peso

Tabela 2. Valores dos quadrados médios e da significância estatística para as variáveis área foliar, razão de área foliar, razão do peso foliar e área foliar específica

Table 2. Average square values and statistical significance for the variables leaf area, leaf area ratio, leaf weight ratio and specific leaf area

Fonte de Variação	Quadrado médio			
	Área foliar	Razão de área foliar	Razão do peso foliar	Área foliar específica
Ambiente	178075,2 ^{**}	39641,86 ^{**}	0,41E-01 ^{**}	113518,5 ^{**}
Cultura	0,24 ^{**}	1696,10 ^{**}	5148,06 ^{ns}	1,60 ^{**}
Coleta (Col)	0,3458458 ^{**}	3028126 ^{**}	1196292 ^{ns}	4136781 ^{**}
Coleta x cultura	0,35 ^{**}	140,16 ^{**}	14582,02 ^{**}	12,05 ^{**}
Resíduo	0,17E-01	13,38	1392,66	0,14
CV(%)	29,90	14,47	19,01	6,98

*Significativo pelo teste F a 5%; ** Significativo pelo teste F a 1%; ns = não significativo

foliar e área foliar específica, apresentaram comportamento decrescente linear ao longo do período do experimento.

Os maiores valores estimados de área foliar (Figura 3A) foram obtidos nas plantas cultivadas em ambiente protegido. Trata-se de uma resposta típica à baixa luminosidade, constituindo uma adaptação morfológica da planta na tentativa de aumentar a área de captação dos raios solares, quando sob restrição de luz. Resultados semelhantes, em área foliar, foram obtidos por Oliveira (2004) em plantas de taro 'Japonês' (*Colocasia esculenta*) submetidas à restrição de luz em intensidade de até 75% e Gondim et al. (2007) com plantas de taro com intensidades de sombreamento de 18%, 30% e 50%.

Observa-se também que a razão de área foliar (Figura 3B) foi maior em ambas as culturas no ambiente protegido. Esse comportamento pode ser atribuído ao declínio da radiação à medida que a planta cresce, com um aumento de interferência das folhas superiores sobre as inferiores. Resultados semelhantes foram encontrados por Lima et al. (2008) que afirmaram que a área foliar aumenta com a redução da luminosidade.

A maior razão do peso foliar (Figura 3C) foi obtida para as culturas protegidas por telado, devido à distribuição de foto-assimilados para as culturas sombreadas, sendo uma resposta à baixa intensidade de luz. Esses resultados concordam com Lima et al. (2008), que estudaram mudas de *Caesalpinia férrea*, e observaram que mudas a pleno sol apresentaram razão de peso foliar menor do que sob condições de sombreamen-

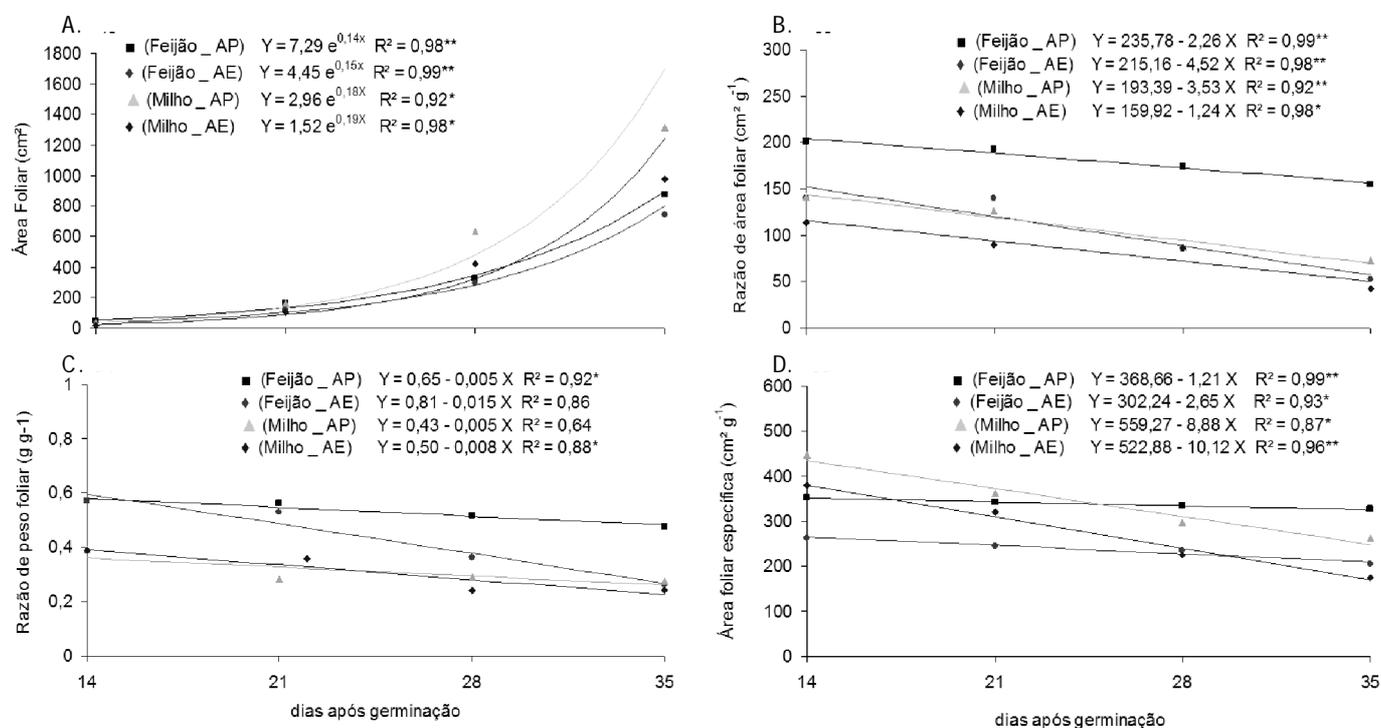


Figura 3. A. valores da área foliar (AF) da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo; B. valores da razão da área foliar (RAF) da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo; C. valores da razão do peso foliar (RPF) da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo; D. valores da área foliar específica (AFE) da cultura do feijão e do milho no ambiente protegido e no ambiente externo

Figure 3. A. Leaf area values (LA) of the beans and maize crops in protected environment and in external environment; B. values of the leaf area ratio (LAR) of the beans and maize crops in protected environment and in external environment; C. values of the leaf weight ratio of the (LWR) beans and maize crops in protected environment and in external environment; D. values of the specific leaf area (SLA) of the beans and maize crops in protected environment and in external environment

to, demonstrando maior intensidade de exportação de foto-assimilados da folha na sombra.

Área foliar específica (Figura 3D) foi maior nas culturas sombreadas, havendo uma relação inversa de área foliar específica com a radiação solar. Lopes et al. (2007) verificaram que plantas submetidas a tratamentos com sombra apresentaram uma maior área foliar. A área foliar específica apresentou aumento com a redução da luminosidade, entretanto, em condições de baixa disponibilidade de luz o aumento da área foliar específica não foi tão elevado a ponto de impedir a redução da área foliar total (Carvalho et al., 2006).

CONCLUSÕES

O uso de telados que permitiram a passagem de 50% de radiação global provocou diferentes reações nas culturas estudadas.

Os valores obtidos nas culturas, de feijão e milho, para produção de matéria seca, foram mais elevados nas plantas cultivadas no ambiente externo em relação ao ambiente protegido.

Ocorreram mudanças morfológicas nas culturas estudadas com objetivo de tornar a planta mais adaptada às condições adversas.

O milho, por se tratar de uma planta C₄, teve resultados melhores em termos de crescimento, em comparação com o

feijão que é uma espécie C₃, tanto no ambiente protegido, como a pleno sol.

LITERATURA CITADA

- Almeida, L. P. de.; Alvarenga, A. A. De.; Castro, E. M. De.; Zanela, S. M.; Vieira, C. V. Crescimento inicial de plantas de *Cryptocaria aschersoniana* Mez. submetidas a níveis de radiação solar. *Ciência Rural*, v.34, n.1, p. 83-88, 2004.
- Almeida, M. L. De.; Samgoi, L.; Nava, I. C.; Galio, J.; Trentin, P. S.; Rampazzo, C. Crescimento inicial do milho e sua relação com o rendimento de grãos. *Ciência Rural*, v. 33, n. 2, p. 189-194, 2003.
- Barrella, T. P. Crescimento e produção de mandiocinha-salsa (*Arracacia xanthorrhiza* Bancroft) sob níveis e períodos de sombreamento artificial. Viçosa: UFV, 2003. 46p. Dissertação Mestrado.
- Bernadete, R.; Eficiência do uso da radiação fotossinteticamente ativa pelo tomateiro cultivado em diferentes ambientes. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2002. 127p. Tese Doutorado.
- Braun, H.; Zonta, J. H.; Souza Lima, J. S. de.; Reis, E. F. de. Produção de mudas de café 'conilon' propagadas vegetativamente em diferentes níveis de sombreamento. *Idesia*, v. 25, n. 3, p.85-91, 2007.

- Carvalho, N. O. S.; Pelacani, C. R.; Rodrigues, M. O. de S.; Crepaldi, I. C. crescimento inicial de plantas de Lucuri (*Syagrus coronata* (Mart. Becc.) em diferentes níveis de luminosidade. *Revista Árvore*, v.30, n.3, p.351-357, 2006.
- Castro, C. R. T. de.; Garcia, R.; Carvalho, M. M.; Couto, L. Produção Forrageira de Gramíneas Cultivadas sob Luminosidade Reduzida. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.28, n.5, p.919-927, 1999.
- Didonet, A. D.; Rodrigues, O.; Mario, J. L.; Ide, F. Efeito da radiação solar e da temperatura na definição do número de grãos em milho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.37, n.7, p.933-938, 2002.
- Fontes, P. C. R.; Dias, E. N.; Silva, D. J. H. da. Dinâmica do crescimento, distribuição de matéria seca na planta e produção de pimentão em ambiente protegido. *Horticultura Brasileira*, v.23, n.1, p.94-99, 2005.
- Gondim, A. R. de O.; Puiatti, M.; Cecon, P. R.; Finger, F. L. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas de taro cultivado sob sombreamento artificial. *Horticultura Brasileira*, v.25, n.3, p.418-428, 2007.
- Guiselini, C.; Sentelhas, P. C.; Oliveira, R. C. de. Uso de malhas de sombreamento em ambiente protegido II: efeito sobre a radiação solar global e a fotossinteticamente ativa. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, v. 12, n. 1, p. 19-26, 2004.
- Lima, J. D.; Silva, B. M. da S. e.; Moraes, W. da S. Dantas, V. A. V.; Almeida, C. C. Efeitos da luminosidade no crescimento de mudas de *Caesalpinia ferrea* Mart. ex Tul. (Leguminosae, Caesalpinoideae). *Acta Amazônica*, v. 38 n. 1, p.5-10, 2008.
- Lopes, C.M.; Gallão, M. I.; Araújo, F. S. Crescimento inicial de *Licania rigida* Benth. (Chrysobalanaceae) sob diferentes níveis de irradiância, em viveiros. In: Congresso de Ecologia do Brasil, 8, Caxambu – MG, 2007. Anais... Caxambú: SBE, 2007. CD Rom.
- Martinazzo, E. G.; Anese, S.; Wandscheer, A. C. D.; Pastorini, L. H. Efeito do Sombreamento sobre o crescimento inicial e teor de clorofila foliar de *Eugenia uniflora* Linn (Pitanga) – família Myrtaceae. *Revista Brasileira de Biociências*, v. 5, supl. 2, p. 162-164, 2007.
- Melges, E.; Lopes, N. F.; Oliva, M. A. Crescimento e conversão da energia solar em soja cultivada sob quatro níveis de radiação solar. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.24, n.9, p.1065-1072, 1989.
- Melo, R. R.; Cunha, M. do C. L.; Junior, F. R.; Stangerlin, D. M. Crescimento inicial de mudas de *Enterolobium contortisiliquum* (Vell.) Morong. sob diferentes níveis de luminosidade. *Revista Brasileira Ciências Agrárias*, v.3, n.2, p. 138-144, 2008.
- Nóbrega, J. Q.; Rao, T. V. R.; Beltrão, N. E. De M.; Filho, J. F. Análise de crescimento do feijoeiro submetido a quatro níveis de umidade do solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental*, v.5, n.3, p.437-443, 2001.
- Oliveira, F. L. Alternativas para o manejo orgânico do taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) em condições edafoclimáticas no estado do Rio de Janeiro. Seropédica: UFRRJ. 2004. 90p. Tese Doutorado.
- Pereira, C. R. Análise do crescimento e desenvolvimento da cultura de soja sob diferentes condições ambientais. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2002. 282p. Tese Doutorado.
- Rego, M. G.; Possamai, E. Efeito do sombreamento sobre o teor de clorofila e crescimento inicial do jequitibá-rosa. *Boletim de Pesquisa de Florestal*, n. 53, p.179-194, 2006.
- Scalon, S. de P. Q.; Mussury, R. M.; Rigoni, M. R.; Filho, H. S. Crescimento inicial de mudas de *Bombacopsis glabra* (Pasq.) A. Robyns sob condições de sombreamento. *Revista Árvore*, v.27, n.6, p.753-758, 2003.
- Taiz, L.; Zieger, E. *Fisiologia vegetal*. 3ª ed. Porto Alegre: Artmed, 2004. 719p.
- Vásquez, M. A. N.; Folegatti, M. V.; Dias, N. da S.; Silva, C. R. da. Efeito do ambiente protegido cultivado com melão sobre os elementos meteorológicos e sua relação com as condições externas. *Engenharia Agrícola*, v.25, n.1, p.137-143, 2005.