



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

### *O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



## Disponibilidade de radiação solar em cultivos consorciados de milho e feijão <sup>1</sup>

*Liliane Novelini<sup>2</sup>; Amanda da Fonseca Borges<sup>3</sup>; Carlos Gustavo Raasch<sup>4</sup>; Edgar Ricardo Schöffel<sup>5</sup>; Roberto Trentin<sup>6</sup>; Eberson Diedrich Eicholz<sup>7</sup>*

<sup>1</sup> Trabalho modelo apresentado no XIV Congresso Brasileiro de Meteorologia, 23 ago. a 28 ago. 2015

<sup>2</sup> Agrônoma, Doutoranda, Depto. de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Pelotas – RS, Fone: (53)32757581, [liliane.novelini@hotmail.com](mailto:liliane.novelini@hotmail.com)

<sup>3</sup> Agrônoma, Doutoranda, Depto. de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Pelotas – RS, [amanda.fb@hotmail.com](mailto:amanda.fb@hotmail.com)

<sup>4</sup> Agronomia, Estudante, Depto. de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Pelotas – RS, [carlos.raasch@hotmail.com](mailto:carlos.raasch@hotmail.com)

<sup>5</sup> Agrônomo, Prof., Depto. de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Pelotas – RS, [ricardo.schoffel@gmail.com](mailto:ricardo.schoffel@gmail.com)

<sup>6</sup> Agrônomo, Prof. Adjunto A, Depto. de Fitotecnia, FAEM/UFPEL, Pelotas – RS, [trentin.rt@gmail.com](mailto:trentin.rt@gmail.com)

<sup>7</sup> Agrônomo, Pesquisador, Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS, [eberson.eicholz@embrapa.br](mailto:eberson.eicholz@embrapa.br)

**RESUMO:** Objetivou-se com o este trabalho verificar a interferência dos diferentes espaçamentos sob o aproveitamento de radiação solar global incidente ( $R_s$ ) e a radiação refletida pelas culturas do milho e do feijão em cultivo consorciado. Foram avaliadas duas cultivares de milho, sendo uma crioula (BRS Tupi Laranja) e outra melhorada (BRS Missões), e a cultivar de feijão BRS Expedito, os quais foram avaliados em monocultivo e em cultivo consorciado em três arranjos de plantas. O experimento foi realizado em Pelotas, RS, em uma área de aproximadamente 0,4 ha, onde foram conduzidos nove tratamentos no delineamento blocos ao acaso, com quatro repetições. Cada parcela mediu 5,60 m de comprimento por 4,80 m de largura. Foi utilizado um radiômetro portátil para medição instantânea da radiação solar global e da radiação solar refletida pelos cultivos. Estas medições foram realizadas entre as 10 e 14 horas, a um intervalo de aproximadamente sete dias. Evidenciou-se que os tratamentos com maior espaçamento entre plantas de milho proporcionaram maior penetração de radiação solar para o cultivo do feijão.

**PALAVRAS-CHAVE:** consórcio, radiação solar, espaçamento

### Availability of solar radiation in intercropping of maize and beans

**ABSTRACT:** The objective of this work was to verify the interference of different spacing in the global solar radiation incident recovery ( $R_s$ ) and the radiation reflected by corn and beans in intercropping. We evaluated two corn varieties, a Creole (BRS Tupi Orange) and other improved (BRS Missões), and the bean cultivar BRS Expedito, which were evaluated in monoculture and intercropping arrangements in three plants. The experiment was conducted in Pelotas, RS, in an area of about 0.4 ha, which were conducted nine treatments in a randomized block design with four replications. Each plot measured 5.60 m long by 4.80 m wide. A portable radiometer for instantaneous measurement of solar radiation and solar radiation reflected by the plants was used. These measurements were conducted between 10 and 14 hours, to a range of about seven days. It was evident that the treatments with greater spacing between corn plants provided greater penetration of solar radiation to the bean crop.

**KEY WORDS:** consortium, solar radiation, spacing



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados e consumidos no mundo. A importância econômica do milho é caracterizada pelas diversas formas de sua utilização, que vai desde a alimentação humana e animal até a indústria de alta tecnologia (IBGE, 2005).

Milho safrinha é o milho de sequeiro, semeado de janeiro a abril, após a cultura de verão, que geralmente é a soja precoce na região Centro- Sul brasileira. O termo safrinha tem origem nas baixas produtividades dos primeiros cultivos no estado do Paraná, na década de 1970, que geravam um volume muito pequeno de grãos comparado à safra de verão. Embora o termo safrinha seja pejorativo, não correspondendo ao excelente nível atual de produtividade de parte das lavouras e à sua importância no cenário nacional, o mesmo está consagrado pelo uso e caracteriza um sistema de produção peculiar (DUARTE, 2007). De acordo com o levantamento da Companhia Nacional de Abastecimento (Conab), a safrinha de milho confirmou no ano de 2009 sua importância para o Brasil, com a produção recorde de 16,721 milhões de toneladas, o que corresponde a cerca de 32,8% da safra total, estimada em 50,980 milhões de toneladas de grãos.

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é cultivado em todo território nacional, em cultivo solteiro ou consorciado, sendo que a semeadura do feijão em consórcio com outras culturas é procedimento comum no Brasil (BRAGANTINI, 1996), e esta preferência deve-se ao ciclo vegetativo curto e pouca competição, podendo ser semeado em diferentes épocas. Segundo Vieira (2006), o feijoeiro é relativamente tolerante à competição movida pela cultura do milho.

O consórcio de culturas é uma prática comum em muitas propriedades familiares do Brasil, sendo utilizado para reduzir riscos de perdas, melhor aproveitamento da propriedade e maior retorno econômico, além de constituir alternativa altamente viável para aumentar a oferta de alimentos (ANDRADE et al., 2001). Nesses sistemas de cultivos consorciados ocorre competição por energia radiante, nutrientes, água e outros fatores envolvidos no crescimento e produção das culturas. A competição depende das espécies envolvidas, dos seus sistemas radiculares e da disponibilidade de água, nutrientes e oxigênio (COSTA, 2008). A definição de arranjos ideais de consórcio para essas culturas faz-se necessária, tendo em vista que atualmente os agricultores usam os mais diferentes arranjos espaciais, em busca do melhor aproveitamento dos fatores abióticos disponíveis. De acordo com Maschio et al. (2007), o consórcio milho e feijão é o mais comum no Brasil, justificando a busca por estratégias para melhoria da eficiência desse sistema de cultivo. A maioria das cultivares de milho e feijão disponíveis no mercado foi selecionada em condições de monocultivo, com o uso de tecnologia diferente das usadas no consórcio. O uso dessas cultivares em consórcio tem gerado resultados diferentes não havendo informações conclusivas sobre a interação das cultivares e sistemas de cultivo (VIEIRA, 2006).

Objetivou-se com o este trabalho verificar, no período da safrinha, a interferência dos diferentes espaçamentos sob o aproveitamento de radiação solar global incidente ( $R_s$ ) e a radiação refletida pelas culturas do milho e do feijão em cultivo consorciado.

## MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado em uma área de aproximadamente 0,4 ha localizada na Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS, no período de janeiro a junho de 2015. O experimento foi constituído por blocos ao acaso, com 4 repetições, cada bloco foi formado por 9 parcelas experimentais. Cada parcela media 5,60 m de comprimento por 4,80 m de largura. Foram avaliadas duas cultivares de milho, 'Tupi Laranja' e 'BRS Missões', e uma cultivar de feijão, 'BRS Expedito', as quais foram avaliadas em monocultivo e

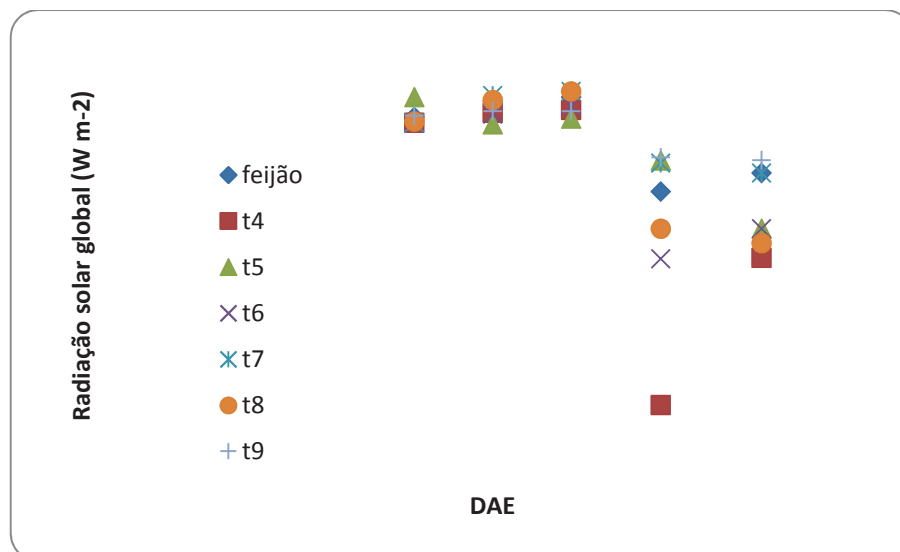
*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*

em cultivo consorciado. O monocultivo de milho foi conduzido no espaçamento de 0,25 m por 0,80 m, enquanto que o monocultivo de feijão foi no espaçamento 0,20 m entre plantas e 0,40 m entre linhas. As linhas foram dispostas na orientação NE-SW.

Os tratamentos foram: Tratamento 1 – feijão solteiro; tratamento 4 – feijão uma linha milho ‘Missões’; tratamento 5 – feijão uma linha e milho ‘Tupi’; tratamento 6 – feijão duas linhas e milho ‘Missões’; tratamento 7 – feijão duas linhas e milho ‘Tupi’; tratamento 8 – feijão três linhas e milho ‘Missões’; tratamento 9 – feijão três linhas e milho ‘Tupi’. Foi utilizado um radiômetro portátil para medição instantânea da radiação solar global e da radiação solar refletida pelos cultivos. Estas medições foram realizadas cinco vezes, sendo a primeira dia 11/03/2014, a segunda 18/03/2014, a terceira dia 25/03/2014, a quarta dia 02/04/2014 e a quinta dia 11/04/2014, sendo respectivamente, 28,35,42,50,59 dias após a emergência, entre as 10 e 14 horas.

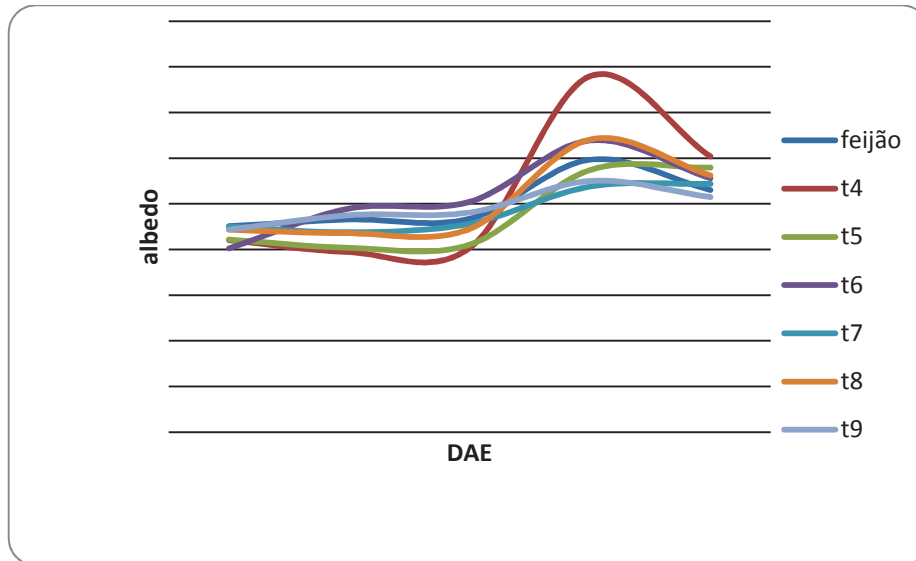
## RESULTADOS E DISCUSSÕES

No Figura 1 estão representadas as médias da radiação solar global ( $W m^{-2}$ ) em função dos dias após a semeadura e dos diferentes arranjos adotados no experimento na qual é possível observar que, até aproximadamente os 42 DAE, a radiação solar global que atinge a cultura do feijoeiro não sofreu efeito importante dos diferentes tratamentos, e que o sombreamento do milho sobre o feijoeiro não foi considerável. No entanto a partir dos 50 DAE começou a interferir este fato pode ser atribuído ao crescimento e desenvolvimento da cultura do milho, especialmente para a cultivar Tupi laranja que apresentou maior altura e tamanho de folhas, para esta cultivar o sombreamento decresceu com o aumento do número de linhas de feijão no consórcio. No entanto aos 60 DAE, todos os tratamentos apresentaram menor disponibilidade de radiação solar, isto se dá em função da ocorrência do fechamento das linhas, devido ao crescimento do milho, que proporcionou o sombreamento da cultura do feijoeiro. Nesta fase de 60 DAE o sombreamento no feijão não apresentou diferença entre as cultivares de milho utilizadas, não evidenciando-se nenhuma vantagem entre utilizar-se a cultivar BRS Missões ou Tupi Laranja.



**Figura 12** – Relação entre a Radiação Solar Global ( $W m^{-2}$ ) e os dias após emergência, na área experimental de consórcio milho-feijão localizada na EMBRAPA- Clima Temperado, Pelotas, RS.

De acordo com Flesch (2002), em cultivos consorciados, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas, entre outras características morfológicas, que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. A partição da radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, será determinada pela altura das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção. O sombreamento causado pela cultura mais alta reduz tanto a quantidade de radiação solar à cultura mais baixa como a sua área foliar. Uma vez que a radiação afeta o desenvolvimento da cultura de menor porte, a escolha do melhor arranjo e da época de semeadura é crucial no desempenho do sistema, ou seja, na maximização da produção.



**Figura 13** – Relação ente o albedo e os dias após emergência, na área experimental de consórcio milho-feijão localizada na EMBRAPA- Clima Temperado, Pelotas, RS.

Não foi possível identificar alteração importante no albedo entre os consórcios analisados (Figura 1). Até os 45 DAE, os consórcios mantiveram-se com pouca diferença no albedo, sendo que os tratamentos 4 e 5 apresentaram menor reflexibilidade. Após os 45 DAE se observou um aumento do albedo para todos os tratamentos, inclusive para o cultivo de feijão solteiro, provavelmente este aumento está relacionado com a inclinação dos raios solares que neste local e época do ano apresentam menor ângulo zenital, fazendo com que maior radiação solar seja refletida pela superfície, os raios solares, ao atingirem a atmosfera terrestre, aquecem os gases da atmosfera. Afirma-se que o aquecimento da atmosfera pelos raios solares é realizado de maneira indireta, pois provém, na maior quantidade, da reflexão deles na superfície terrestre.

Até os 42 DAE o albedo foi em média e 0,22, a partir desta aumentou para 0,28, este fato pode ser atribuído ao fechamento das linhas pela cultura do milho e pelo aumento do índice de área foliar.

## CONCLUSÕES

Após o fechamento das linhas de milho, independente da cultivar, não houve diferença no sombreamento sobre o feijoeiro.

Evidenciou-se que os tratamentos com maior espaçamento entre plantas de milho proporcionaram maior penetração de radiação solar para o cultivo do feijão aos 60 DAE.



## XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

*O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros*



### REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDRADE, M. J. B. et al. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho pipoca. *Ciência e Agrotecnologia*, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242-250, 2001.

BRAGANTINI, C. Produção de sementes. In: ARAÚJO, R. S.; RAVA, C. A.; STONE, L. F.; ZIMERMANN, M. J. de O. (Coord.). **Cultura do feijoeiro comum no Brasil**. Piracicaba: POTAFOS, 1996. p.639-667.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/conteudos.php?a=1253&t=>. Acesso em 20 de junho de 2015.

COSTA, A. S. da.; SILVA, M. B. da. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do vale do rio doce, Minas Gerais. **Ciência Agrotecnica**, v. 32, n. 02, p. 663-667, 2008.

DUARTE, J. O.; CRUZ, J. C. ; GARCIA, J. C. Comunicado Técnico 150 EMBRAPA. **A evolução da produção de milho no Mato Grosso: a importância da safrinha**. ISSN 1679-0162. Sete Lagoas, MG. Dezembro, 2007.

FLESCH, R.D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. *Pesq. Agropecu. Bras.*, Brasília, DF, v.37, n.1, p.51-56, 2002.

IBGE. Produção Agrícola Municipal (PAM). 2005. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso em: Maio de 2015.

MASCHIO, R. et al. Coeficientes de cultivo do feijão-caupi em sistemas monocultivo e consorciado com milho. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracaju. Efeito das mudanças climáticas na agricultura: anais. Aracaju: SBA: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007. 1 CD-ROM.

VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JUNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2. ed. Viçosa: Ed. da UFV, 2006. p 493-528.