

# ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS PARA O CONSÓRCIO CAFÉ ARÁBICA E FEIJÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO\*

RAQUEL STUCHI BOSCHI<sup>1</sup>; ROGÉRIO REMO ALFONSI<sup>2,7</sup>; WALDENILZA MONTEIRO VITAL ALFONSI<sup>3,7</sup>; JURANDIR ZULLO JÚNIOR<sup>4,8</sup>; HILTON SILVEIRA PINTO<sup>5,8</sup>; PAULO HENRIQUE CARAMORI<sup>6</sup>

<sup>1</sup>Eng. Agrônoma, Mestranda da Faculdade de Eng. Agrícola-Unicamp, Campinas-SP, raboschi@yahoo.com.br, <sup>2</sup>Eng. Agrônomo, Dr., <sup>3</sup>Eng. Agrônoma, MS.; <sup>4</sup>Eng. Agrícola, Dr., <sup>5</sup>Eng. Agrônomo, Dr., <sup>6</sup>Eng. Agrônomo, Dr., Pesquisador do Instituto Agronômico do Paraná, Londrina, PR, Bolsista CNPq; <sup>7</sup>Consultor Técnico em Agroclimatologia, Agroconsult Ltda, Campinas-SP, <sup>8</sup>Pesquisador Cepagri-Unicamp, Campinas-SP, Bolsista CNPq; \*Projeto Zoneamento Agrícola de Risco Climático MAPA

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia - 22 a 25 de setembro de 2009 - Belo Horizonte, MG

**RESUMO:** Os aspectos positivos resultantes da adoção da prática de consorciação consistem fundamentalmente na redução dos custos e na fixação da mão-de-obra na propriedade rural. Na determinação das áreas com baixo risco climático para o plantio da cultura do café arábica (*Coffea arabica*) no estado de São Paulo, em consórcio com a cultura do feijão foram utilizados os parâmetros climáticos: temperatura média anual entre 18°C e 23°C; deficiência hídrica anual entre 0 e 150 milímetros, e; probabilidade de geadas menor ou igual a 25%. Para a regionalização da cultura do feijão, foram adotados os seguintes critérios:  $ISNA \geq 0,60$ : baixo risco;  $0,60 > ISNA > 0,50$ : médio risco; e  $ISNA \leq 0,50$ : alto risco. Em função das classes de risco climático, o município foi considerado como de baixo risco para semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar valor de  $E_{Tr}/E_{Tm}$  (ISNA) maior que 0,60; temperatura média durante todo o ciclo igual ou superior a 10°C; temperatura máxima média na fase de florescimento e produção igual ou inferior a 30°C; probabilidade de ocorrência de excesso de chuvas na colheita (50 mm em pelo menos 3 a cada 5 dias) igual ou inferior a 25%. Observou-se que toda a área central do estado de São Paulo e do Vale do Paraíba, apresenta condições adequadas, com baixos riscos climáticos, para o cultivo do café arábica em consórcio com a cultura do feijão.

**PALAVRAS CHAVE:** ISNA, regionalização, florescimento.

## AGRICULTURAL ZONING OF CLIMATIC RISK FOR COFFEE AND BEAN CONSORTIUM IN THE STATE OF SÃO PAULO, BRAZIL

**ABSTRACT:** The positive results from the adoption of the practice of intercropping are mainly in cost reduction and fixation of the labor force in the rural property. In determining the areas with low climatic risk to the plantation of the culture of arabica coffee (*Coffea arabica*) in the state of São Paulo, in consortium with the cultivation of beans, were used the following climatic parameters: mean annual temperature between 18°C and 23°C; annual water deficit between 0 and 150 mm, and, frost probability of less than 25%. The following criteria were used for the regionalization of the beans culture:  $ISNA > 0.60$ : low risk,  $0.60 > ISNA > 0.50$ : medium risk, and  $ISNA < 0.50$ : high risk. The cities were considered with low risk for seeding when at least 20% of its area presents: value of  $E_{Tr} / E_{Tm}$  (ISNA) greater than 0.60; average temperature throughout the cycle equal or greater than 10°C; average maximum temperature during the flowering and producing equal or less than 30°C; probability of occurrence of excessive rainfall at harvest (50 mm in at least 3 on every 5 days) less than 25%. The central area of the state of São Paulo and the Paraíba Valley present the right conditions, with low climatic risks for the cultivation of arabica coffee in consortium with beans.

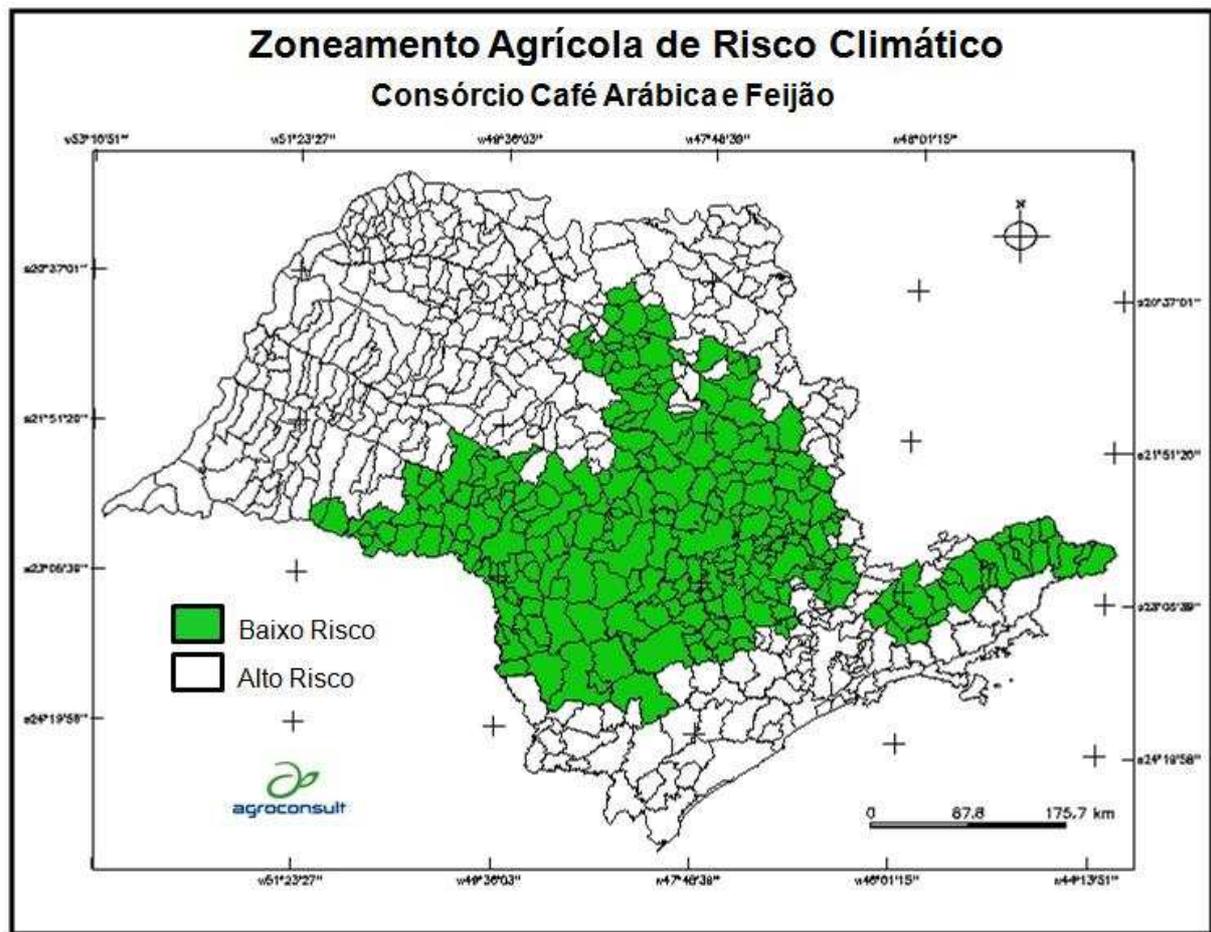
**KEY WORDS:** ISNA; Regionalization, flowering.

**INTRODUÇÃO:** O estado de São Paulo apresenta condições edafoclimáticas favoráveis ao cultivo do feijão, com baixo risco climático, ocupando os espaços ociosos existentes entre as linhas de café, substituindo em parte os tratos culturais necessários a cultura perene. Esse tipo de cultivo aumenta a disponibilidade de matéria prima na propriedade a um custo mais acessível para a alimentação dos animais, além de possibilitar o seu uso na alimentação humana. Cultura intercalar na lavoura de café compreende, por tradição, aqueles cultivos anuais de forma temporária, como o feijão, o milho, o arroz, entre outros. Associação de culturas é um conceito mais abrangente, atendendo à condição de combinação permanente de culturas perenes no cafezal, e, ainda, do próprio café como cultivo intercalar (Matiello et al., 2006). Atualmente as culturas intercalares tem sido úteis na geração de renda adicional em cafezais novos ou podados, atingidos por geadas, em recuperação, em condições favoráveis ao aparecimento de pragas e doenças, redução de injúrias por ventos, épocas de preços baixos do café (Matiello et al., 2006). Os aspectos positivos resultantes da adoção dessa prática consistem na redução dos custos, na fixação da mão-de-obra na propriedade rural, na conservação e no uso mais intensivo do solo, na diversificação de culturas, na proteção contra ventos, contribuindo para a produção de alimentos. A época de plantio do consórcio é a mesma utilizada para a cultura isolada, portanto, varia com a região. No Sul, planta-se mais cedo (agosto a setembro) e, à medida que vai caminhando para as regiões Sudeste e Centro-Oeste o plantio é mais tardio (outubro a dezembro) e no Nordeste pode estender-se até maio conforme a região. O presente trabalho teve por objetivo identificar as áreas de baixo risco climático e definir as melhores épocas de plantio para a cultura do café e do feijão consorciados no estado de São Paulo.

**MATERIAL E MÉTODOS:** Para determinar as áreas com menor risco climático para o plantio da cultura do café arábica (*Coffea arabica*) no estado de São Paulo foram consideradas a deficiência hídrica anual (DHA) e as temperaturas médias anuais ( $T_a$ ) do mês de novembro ( $T_n$ ). Foram utilizados com base na necessidade climática do cafeeiro arábica para definir os municípios com baixo risco climático, os seguintes parâmetros: temperatura média anual entre  $18^{\circ}\text{C}$  e  $23^{\circ}\text{C}$ ; deficiência hídrica anual entre 0 e 150 milímetros, e; probabilidade de geadas menor ou igual a 25% descrito por Camargo (1985). Para a definição dos melhores períodos para a semeadura do feijão foi utilizado um modelo de balanço hídrico da cultura, aplicado para períodos decendiais. O cálculo do balanço hídrico a evapotranspiração potencial foi determinada pela equação de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando-se com variáveis principais a precipitação pluviométrica e temperaturas de séries com no mínimo de 15 anos de dados diários registrados nos postos disponíveis no estado de São Paulo. Os resultados obtidos foram empregados na definição da deficiência hídrica do cafeeiro e do ISNA (Índice de Satisfação da Necessidade em Água), ou seja, a relação entre a evapotranspiração real e a máxima, para o feijoeiro. Foram analisados os comportamentos das cultivares do feijão de ciclos precoce, médio e tardio (de 80 a 100 dias). Para efeito de simulação do balanço hídrico da cultura, o ciclo da cultivar foi dividido em 4 fases: I Germinação-Emergência; II Crescimento-Desenvolvimento; III Florescimento-Enchimento de Grãos e IV Maturação Fisiológica-Colheita. Nesse sistema de produção foram utilizados valores dos coeficientes de cultura (Kcs) do feijão solteiro, corrigidos percentualmente em função do número de linhas da cultura do milho, na seguinte proporção: 2 linhas 50% e 1 linha, 25%, conforme metodologia da Embrapa Brasileira de Pesquisa

Agropecuária (EMBRAPA). Os valores dos Kcs assim definidos, foram adicionados aos Kcs da cultura perene, decendialmente, e utilizados nos cálculos do consumo de água pelo consórcio. A reserva útil de água dos solos foi estimada em função da profundidade efetiva das raízes e da Capacidade de Água Disponível dos solos. Foram considerados os solos Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), com capacidade de armazenamento de água de 45 mm e 60 mm, respectivamente. Estas informações foram incorporadas ao modelo de balanço hídrico para a realização das simulações necessárias para identificação dos períodos favoráveis para o plantio. Foram realizadas simulações para 21 períodos de plantio, espaçados de 10 dias, entre os meses de agosto a fevereiro, sendo para a cultura do café o período de analisado foi de outubro a janeiro. Das simulações obtiveram-se os valores médios do ISNA para cada data. Para a regionalização da cultura do feijão, consorciado com a cultura do café, foram adotados os seguintes critérios:  $ISNA \geq 0,60$ : baixo risco;  $0,60 > ISNA > 0,50$ : médio risco; e  $ISNA \leq 0,50$ : alto risco. Em função das classes de risco climático, o município foi considerado como de baixo risco para semeadura quando pelo menos 20% de sua área apresentar valor de  $E_{Tr}/E_{Tm}$  maior que 0,60; Temperatura média durante todo o ciclo igual ou superior a  $10^{\circ}C$ ; Temperatura máxima média na fase de florescimento e produção igual ou inferior a  $30^{\circ}C$ ; Probabilidade de ocorrência de excesso de chuvas na colheita (50 mm em pelo menos 3 a cada 5 dias) igual ou inferior a 25%. Como a disponibilidade de dados de temperatura é limitada a um número relativamente pequeno de localidades em relação à de totais de chuva, utilizou-se um modelo de regressão linear múltipla para estimar as temperaturas médias mensais, em função da latitude e da altitude, para as localidades que não se dispunha desses dados. Os testes de atendimento das restrições térmicas e da possibilidade de excesso de chuvas na colheita foram feitos apenas no caso de atendimento hídrico satisfatório ( $ISNA \geq 0,60$ ). Foram gerados mapas caracterizados pelos riscos climáticos considerando-se as variáveis: ciclo de cultivar, período de plantio e tipo de solo. A data de semeadura com baixo risco climático ao cultivo do consórcio foi estabelecida por tabulação cruzada, que consistiu na intersecção de cada mapa de risco com o mapa de base política (municipal) do estado de São Paulo.

**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** As regiões que apresentaram deficiência hídrica e condições térmicas dentro dos limites pré-estabelecidos para as condições de culturas de sequeiro foram consideradas favoráveis e de baixo risco climático para o desenvolvimento do consórcio. Esse período é o compreendido entre os meses de outubro a dezembro. Em razão da determinação do plantio do cafeeiro no estado de São Paulo, ser somente em solos dos tipos 2 e 3, não foram indicados os melhores períodos de semeadura para o consórcio café - feijão em solo tipo 1. Os municípios considerados como de baixo risco para semeadura do consórcio café - feijão foram aqueles que apresentaram mais de 20% de área dentro dos critérios adotados. Observou-se que toda a área central do estado de São Paulo e do Vale do Paraíba, apresenta condições adequadas, com baixos riscos climáticos, para o cultivo do café arábica em consórcio com a cultura do feijão, conforme Figura 1.



**Figura 1.** Espacialização de municípios com baixo risco climático para o consórcio café arábica e feijão para o estado de São Paulo, com plantio entre 01 de agosto e 28 de fevereiro, considerando-se os solos Tipo 2 e 3 (textura média e argilosa).

**CONCLUSÃO:** A aplicação de modelos agrometeorológicos associados a ferramentas de geoprocessamento, como os Sistemas de Informações Geográficas (SIG), permitiu identificar áreas de baixo risco climático para plantio de café arábica e feijão em sistema de consórcio no estado de São Paulo.

**AGRADECIMENTOS:** À Embrapa Informática Agropecuária, especialmente ao pesquisador Dr. Eduardo Delgado Assad, pela colaboração deste trabalho.

#### REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

CAMARGO. A. P. O Clima e a Cafeicultura no Brasil. **Informe Agropecuário**, Ano 11, junho de 1985, 126:13-26.

MATIELLO, J. B; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D. R. **Cultura de café no Brasil**. MAPA/PROCAFE, 2006, Rio de Janeiro. 434 p.

THORNTHWAITE, C.W. MATHER, J.R. **The water balance**. Centerton, NJ: Drexel Institute of Technology, Laboratory of climatology, 1955, 104p. (Publications in Climatology. V.8, n.1).