

# ZONEAMENTO DE RISCOS CLIMÁTICOS DO CONSÓRCIO CAFÉ-FEIJÃO NO ESTADO DE MINAS GERAIS.

ALEX FARIA DE FIGUEIREDO<sup>3</sup>, TÂNIA BARRETTO SIMÕES CORRÊA<sup>1</sup>, LUIZ MARCELO AGUIAR SANS<sup>2</sup>, ANTONIO CARVALHO ALVES<sup>4</sup>, GUSTAVO VINAGRE PINTO DE SOUZA<sup>4</sup>, ANDRÉ LUIZ MOREIRA CONCEIÇÃO<sup>5</sup>, RENATA TAVARES FONTES<sup>5</sup>

<sup>1</sup> Eng. Química, M.Sc. Consultora da Agroconsult. Ltda, Rio de Janeiro – RJ, Fone: (0 XX 21) 2210-2003, [tania@agroconsult.agr.br](mailto:tania@agroconsult.agr.br)

<sup>2</sup> Eng. Florestal, Consultor da Agroconsult. Ltda - MG

<sup>3</sup> Geógrafo da Agroconsult Ltda, Rio de Janeiro – RJ Fone: (0 XX 21) 2210-2003, [Alex@agroconsult.agr.br](mailto:Alex@agroconsult.agr.br)

<sup>4</sup> Eng. Agrícola, Consultor da Agroconsult Ltda, Rio de Janeiro – RJ

<sup>5</sup> Eng. Agrícola, Estagiários da Agroconsult Ltda, Rio de Janeiro – RJ

Apresentado no XVI Congresso Brasileiro de Agrometeorologia – 22 a 25 de Setembro de 2009 - GranDarrell Minas Hotel, Eventos e Convenções - Belo Horizonte, MG

**RESUMO:** O consórcio se apresenta como uma prática não apenas econômica, mas também preservacionista e de fixação do homem ao campo, gerando renda quando da implantação da cultura do café. Objetivou-se indicar não apenas os melhores períodos de plantio, como destacar a viabilidade desta técnica e seu potencial. O Zoneamento de Riscos Climáticos para o consórcio do café (*Coffea arabica*) e feijão (*Phaseolus vulgaris*) abrangendo o Estado de Minas Gerais foi elaborado através de um SIG, utilizando o SPRING 5.0.4, espacializando-se os resultados e indicando as áreas de baixo risco.

**PALAVRAS-CHAVES:** Phaseolus Vulgaris, Coffea Arábica, Risco Climático:

## ZONING OF CLIMATIC RISKS OF THE BEANS IN THE STATE OF MINAS GERAIS

**ABSTRACT** - The consortium is presented as a practice not only economic, but also preservation and establishment of man to the field, generating income where the deployment of the culture of coffee. The objective was to indicate not only the best times of planting, and highlight the viability of this technique and its potential. The zoning of climatic risks for the consortium of coffee (*Coffea arabica*) and bean (*Phaseolus vulgaris*) covering the state of Minas Gerais was produced by a GIS, using Spring 5.0.4, spatializing the results and indicating the areas of low risk.

**KEY WORDS:** Phaseolus Vulgaris, Coffea Arábica, Climatic Risk

**INTRODUÇÃO:** As leguminosas, quando consorciadas com café e adubação verde, podem contribuir fornecendo nitrogênio e proteção dos solos pela adição de matéria orgânica, daí uma grande vantagem na adoção desta técnica de plantio. A 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. Atualmente as culturas

intercalares têm 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, na redução de injúrias por ventos e em épocas de preços baixos do café. 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. Culturas intercalares podem ser empregadas na fase de formação do cafeeiro até o terceiro ano da lavoura, devendo-se evitar o consórcio após o início da produção de café. Entretanto, dependendo da espécie, do ciclo, das adubações e do manejo das culturas envolvidas, o sistema pode ser implantado mesmo em lavouras de café adultas. Neste contexto, o presente trabalho tem como objetivo identificar os períodos e as áreas com menor risco climático para o consórcio café-feijão no Estado de Minas Gerais.

**MATERIAIS E MÉTODOS:** Para determinar as áreas com menor risco climático para o plantio da cultura do café arábica (*Coffea arabica*) no Estado de Minas Gerais foram consideradas a deficiência hídrica anual (DHA), as temperaturas médias anuais ( $T_a$ ) e a do mês de novembro ( $T_n$ ). Para cada um dos postos climatológicos distribuídos por todo o estado de Minas Gerais, com dados medidos de precipitação, utilizados nas análises dos parâmetros climáticos para a cafeicultura, foram estimadas as temperaturas médias mensais permitindo assim a geração de Balanços Hídricos e a confecção das cartas de deficiências e excedentes hídricos, igualmente interpoladas linearmente pelos pontos da grade. Para o cálculo do balanço hídrico, adotou-se uma capacidade de armazenamento de água no solo de 125 mm, considerando-se os solos tipos 2 (teores médios de água disponível) e 3 (elevados teores de água disponível). Para isso, foram utilizados dados diários de precipitação pluviométrica de postos meteorológicos disponíveis no Estado, com séries históricas superiores a 15 anos de observação. Foram utilizados os seguintes parâmetros, com base na necessidade climática do Café Arábica.

**Municípios com baixo risco climático:**

- Temperatura média anual entre 18°C e 23°C;
- Deficiência hídrica média anual entre 0 e 150 milímetros,

**Municípios com médio risco climático:**

- Temperatura média anual maior que 23°C;
- Deficiência hídrica média anual entre 0 e 150 milímetros;

**Municípios com alto risco climático:**

- Temperatura média anual maior que 23°C;
- Deficiência hídrica maior que 150 milímetros.

Deve-se observar que na definição da limitação térmica, as temperaturas máximas acima de 34°C, que ocorrem nos meses de Outubro e Novembro e prejudicam o florescimento do cafeeiro, foram associadas às temperaturas médias anuais acima de 23°C que ocorrem principalmente no Noroeste do Estado e condicionam assim limitação térmica da cultura. Como os dados de temperatura estão disponíveis num número relativamente pequeno de localidades em relação ao de totais mensais de chuva, para o cálculo das temperaturas nos locais onde ocorre a inexistência desses dados térmicos foi utilizado um modelo de regressão linear múltipla, tipo  $T = a + b \cdot lat + c \cdot alt$ , onde *lat* são os valores das latitudes em graus e *alt* os valores das altitudes em metros. O processo cartográfico para geração dos mapas de temperatura média anual foi baseado nos dados altimétricos fornecidos pelo United States

Geological Survey (USGS) do arquivo GTOPO30, em forma de uma grade regular com espaçamento máximo de 900m x 900m de distância horizontal entre os pontos de altitude. Os valores de DHA, Ta e de Tn foram georreferenciados e espacializados com o uso de um sistema de informações geográficas, utilizando técnicas de modelagem numérica de terreno, utilizando como procedimentos geoestatísticos a Krigagem ordinária para geração dos mapas de deficiência hídrica anual e de temperatura média anual. O Cálculo do risco climático foi feito a partir da probabilidade de ocorrência do evento climático, ou seja, tanto a temperatura quanto a deficiência hídrica devem estar em 80% dos casos inseridos nos limites estabelecidos acima. Se determinada região não se encontrar nessa condição, ela não será considerada recomendada para o plantio da cultura do café. Para realização do estudo de regionalização dos riscos climáticos e definição das melhores épocas de plantio da cultura do feijoeiro no período caracterizado como de primeira safra, dos diferentes ciclos produtivos e as diferentes classes de solos, nos municípios localizados nas regiões de baixo risco, foram utilizados um modelo específico de balanço hídrico da cultura e também um sistema de informações geográficas (SIG) específico. Para a delimitação dos municípios com baixos riscos climáticos ao cultivo do feijão no Estado de Minas Gerais, utilizou-se dos seguintes parâmetros:

**a) Precipitação pluviométrica:** obtiveram-se séries com, no mínimo, 15 anos de dados diários registrados nos 496 postos disponíveis no Estado e no entorno, sendo 438 pluviométricos e 58 climatológicos.

**b) Evapotranspiração potencial:** foram calculadas médias decendiais para cada estação climatológica, aplicando-se o método de Penman-Monteith.

**c) A duração do ciclo da cultura e das fases fenológicas:** foram analisados os comportamentos das cultivares de ciclos precoce, médio e tardio.

Para efeito de simulação do balanço hídrico da cultura, o ciclo da cultivar foi dividido em 4 fases, quais sejam: Fase I - Germinação/Emergência; Fase II - Crescimento/Desenvolvimento; Fase III - Florescimento/Enchimento de Grãos e Fase IV - Maturação Fisiológica/Colheita. A duração média dos ciclos e de suas respectivas fases fenológicas está apresentada em tabela abaixo.

**Tabela 1:** Duração média dos ciclos e suas respectivas fases fenológicas:

Ciclos	Fases Fenológicas				Total de Dias
	Fase I	Fase II	Fase III	Fase IV	
<b>Precoce</b>	10	25	30	15	80
<b>Médio</b>	10	30	35	15	90
<b>Tardio</b>	10	35	40	15	100

**d) Coeficiente de cultura (Kc):** foram utilizados valores médios para períodos decendiais determinados em experimentação no campo para cada região de adaptação, e por meio de consulta a literatura específica. Nesse sistema de produção foram utilizados valores dos Kcs do feijão solteiro de ciclos precoce, médio e tardio, corrigidos percentualmente em função do número de linhas da cultura do feijão, na seguinte proporção, 3 linhas, 45%; 2 linhas, 30% e uma linha, 15%. Os valores dos Kcs assim definidos, foram adicionados aos Kcs da cultura perene, decendialmente, e utilizados nos cálculos do consumo de água pelo consórcio.

**e) Reserva Útil de Água dos Solos:** estimada em função da profundidade efetiva das raízes e da Capacidade de Água Disponível (CAD) dos solos. Consideraram-se os solos Tipo 1 (textura arenosa), Tipo 2 (textura média) e Tipo 3 (textura argilosa), com capacidade de armazenar 30 mm, 45 mm e 60 mm, respectivamente.

Combinando-se os tipos dos solos e os ciclos das cultivares, foram efetuadas simulações para 9 épocas de plantio, espaçadas de dez dias, entre os meses de outubro a dezembro. Para cada

data e para cada posto pluviométrico, o modelo estimou o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), definido pela relação entre Evapotranspiração Real (ET<sub>r</sub>) e a Evapotranspiração Máxima da cultura do feijão (ET<sub>m</sub>), para quantificar a oferta de água da cultura. A definição das áreas de maior ou menor risco climático foi associada à ocorrência de déficit hídrico, expressa pelo ISNA médio, na fase de floração e enchimento de grãos, considerada a fase mais crítica do desenvolvimento da cultura. Em seguida, realizou-se a análise frequencial, para a obtenção da frequência de ocorrência de 80% dos Índices de Necessidade de Água (ISNA) na fase de floração e enchimento de grãos. Esses valores foram georreferenciados por meio da latitude e longitude e, com o uso do SIG, foi possível estimar o ISNA para cada ponto da superfície do Estado. Os mapas resultantes de cada simulação apresentam as seguintes classes de risco, de acordo com o ISNA obtido:

- a)  $ISNA \geq 0,60$  – a cultura está exposta a um baixo risco climático (favorável).
- b)  $0,50 < ISNA < 0,60$  – a cultura está exposta a um risco climático médio (intermediário).
- c)  $ISNA \leq 0,50$  – a cultura está exposta a um alto risco climático (desfavorável).

Em função das classes de risco climático, o município foi considerado de baixo risco para o plantio quando pelo menos 20% de sua área apresentou valor de ISNA maior ou igual a 0,60.

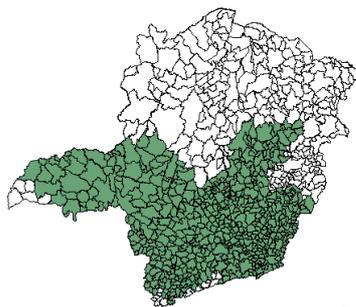
**RESULTADOS E DISCUSSÃO:** Em razão da determinação do plantio do cafeeiro no Estado de Minas Gerais ser somente em solos dos tipos 2 e 3, não foram indicados os melhores períodos de semeadura para o consórcio café-feijão em solo tipo 1, devido ao risco de quebra de safra. Em virtude da alta variabilidade espaço-temporal das chuvas no Estado, o plantio só deve ser realizado se, na data indicada pelo zoneamento, o solo apresentar umidade suficiente para a germinação e o desenvolvimento inicial das plantas. O sistema de produção para o consórcio café-feijão para o Estado de Minas Gerais, válido para os três primeiros anos da cultura perene, prevê a utilização de três linhas de feijão, intercaladas com as linhas do café, para o primeiro ano. Para o segundo ano é previsto duas linhas e para o terceiro ano somente uma linha da cultura anual. O manejo da cultura do café é o mesmo tanto para a cultura solteira quanto para a consorciada. Usar sempre tecnologia de produção de feijão para alta produtividade.

**CONCLUSÕES:** As simulações abrangeram 3 cenários, o 1º ano de consórcio, o 2º ano e o 3º ano respectivamente. O terceiro ano para o consórcio café-feijão apresentou melhores resultados no que se refere ao risco climático. O consórcio demonstrou ser mais viável na parte sul do Estado, onde ocorrem as maiores precipitações e com uma maior regularidade, apresentando baixo risco climático e, portanto, sendo uma ótima oportunidade para a valoração dos processos produtivos que envolvem a cafeicultura.

**Figura 1:** Mapa dos municípios recomendados ao plantio do consórcio café-feijão no Estado de Minas Gerais.

### Zoneamento de Riscos Climáticos

Estado: MG  
Municípios com Plantio Favorável



Cultura: Consórcio Café-Feijão  
Ciclo: Precoce, Médio e Tardio

AGROCONSULT/MAPA/Coordenação-Geral do Zoneamento Agropecuário

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS:

ASSAD, E. D., SANO, E. E. Sistemas de Informações Geográficas – aplicações na agricultura. 2ª edição, revisada e ampliada – Brasília: Embrapa – SPI/ Embrapa – CPAC, 1998

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

CAMARGO, A. P. de. 1974. Clima. In: Cultura do Café no Brasil. Manual de Recomendações. Instituto Brasileiro do Café, p: 20-35. Rio de Janeiro.

CARAMORI, P. H.; MANETTI FILHO, J.; MORAES, H. e LEAL A. C. 2000. Geada - Técnicas para Proteção dos Cafezais. Circular 112, IAPAR, 35p. Londrina.

CARVALHO, A.J. et al. Desempenho técnico-econômico de sistemas de consorcio. Coffee Science, Lavras, v. 3, n. 2, p. 133-142, jul./dez. 2008.

MATIELLO, J.B.; SANTINATO, R.; GARCIA, A.W.R.; ALMEIDA, S.R.; FERNANDES, D.R. Cultura do café no Brasil. Rio de Janeiro: Fundação Procafé, 2005. 434 p.

PAULO, E. D.; BERTON, R. S.; CAVICHIOLI, J. C.; BULISANI, E. A.; KASAI, F. S. Produtividade do café Apoatã em consórcio com leguminosas na região da Alta Paulista. **Bragantia**, Campinas, v. 60, n. 3, p. 195-199, 2001.

PORTES, T.A.; SILVA, C.C. Cultivo consorciado. In: ARAUJO, R.S. et al. (Coords.). Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: POTAFOS, 1996. 619p.

STONE, L.F.; SARTORATO, A. **O cultivo do feijão**: recomendações técnicas. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1994. 83p. (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 48).