

Artigo Científico

## Zoneamento agrícola da cultura do milho pipoca para o estado de Mato Grosso

### Resumo

O Estado de Mato Grosso é o maior produtor nacional de milho pipoca, entretanto há poucas pesquisas sobre o zoneamento agroclimático envolvendo a cultura. Desta forma o objetivo deste trabalho foi realizar o zoneamento agroclimático de risco da cultura do milho pipoca em segunda safra para o Estado, por meio do uso da ferramenta SIG e da geoestatística. O presente trabalho foi desenvolvido nas dependências da Universidade do Estado de Mato Grosso. Para os tipos de solos classificados de acordo com o teor de argila, foram determinados a capacidade de armazenamento de água (CAD) e o índice de satisfação e necessidade de água (ISNA). Foram utilizados dados meteorológicos de 36 estações meteorológicas distribuídas no Estado de interesse e os Estados de divisas, os dados foram tabulados no software CLIMA, e os valores de ISNA foram calculados utilizando-se uma planilha em ambiente EXCELTM. As interpolações dos valores de ISNA foram feitas por meio da krigagem ordinária. Utilizou-se as classes de aptidão para a culturas do milho pipoca: a) Apta ( $ISNA \geq 0,55$ ); b) Restrita ( $0,45 < ISNA < 0,55$ ) e c) Inapta ( $\leq 0,45$ ). O modelo interpolador que apresenta melhor ajuste aos dados é o modelo esférico, comumente utilizado para dados meteorológicos. A semeadura de milho pipoca é considerada apta em todo o Estado no período compreendido entre o primeiro e quarto decêndio (01 de janeiro a 10 de fevereiro), e inapta após o nono decêndio com exceção das áreas irrigadas.

**Palavras chave:** ISNA, krigagem, geoestatística.

### Agricultural zoning of popcorn corn for the state of Mato Grosso, Brazil

#### Abstract

The State of Mato Grosso is the largest national producer of popcorn, however there is little research on agroclimatic zoning involving the crop. Thus, the objective of this work was to perform the agroclimatic risk zoning of second crop popcorn corn for the State, using the GIS tool and geostatistics. This work was carried out on the premises of the State University of Mato Grosso. For soil types classified according to the clay content, water storage capacity (CAD) and water satisfaction and need index (ISNA). Meteorological data from 36 meteorological stations in the state of interest and neighboring states were used, the data were tabulated in CLIMATE software, and ISNA values were calculated using a spreadsheet in Excel™ environment. Interpolation of ISNA values were made by ordinary kriging. We used the fitness classes for the popcorn crop: a) Apta ( $ISNA \geq 0.55$ ); b) Restricted ( $0.45 < ISNA < 0.55$ ) and c) inapt ( $\leq 0.45$ ). The interpolating model presented the best fit to the data was the spherical model, commonly used for meteorological data. Sowing of popcorn was deemed fit throughout the state in the period between the first and fourth ten-day period (January 1 through February 10), and unfit after the ninth ten days with the exception irrigated areas.

**Keywords:** ISNA, kriging, geostatistics.

### Zonificación agrícola de palomitas de maíz para el estado de Mato Grosso

#### Resumen

El estado de Mato Grosso es el mayor productor nacional de palomitas de maíz, sin embargo, hay poca investigación sobre la zonificación agroclimática que involucra el cultivo. Por lo tanto, el objetivo de este trabajo fue llevar a cabo la zonificación agroclimática del riesgo de palomitas de maíz en el segundo cultivo

1 - Engenheiro Agrícola | Doutor em Agronomia | Mestre em Produção Agrícola, Universidade do Estado do Mato Grosso. Email: cleonir.junior@hotmail.com

2 - Professor Associado do curso de agronomia da UEM - Bolsista de Produtividade em Pesquisa do CNPq, Universidade Estadual de Maringá. Email: henrique.santos@embrapa.br

3 - Professor Adjunto no Departamento de Agronomia da Universidade do Estado de Mato Grosso, Campus Universitário de Tangará da Serra. Email: rivanildo@unemat.br

4 - Professora Doutora do departamento de Engenharia Agrícola da Universidade Estadual de Maringá - Campus do Arenito. Email: liliscabora@hotmail.com

5 - Doutorando em Agronomia pela UEM - Universidade Estadual de Maringá - PR. Email: joaodanilobarbieri@hotmail.com

para el Estado, utilizando la herramienta SIG y la geoestadística. El presente trabajo fue desarrollado en las instalaciones de la Universidad del Estado de Mato Grosso. Para los tipos de suelos clasificados según el contenido de arcilla, se determinó la capacidad de almacenamiento de agua (CAD) y el índice de satisfacción y necesidad de agua (ISNA). Se utilizaron datos meteorológicos de 36 estaciones meteorológicas distribuidas en el estado de interés y estados monetarios, los datos se tabularon en el software CLIMA y los valores ISNA se calcularon usando una hoja de cálculo en un entorno EXCELTM. Las interpolaciones de los valores de ISNA se realizaron usando kriging ordinario. Se utilizaron las clases de idoneidad para el cultivo de palomitas de maíz: a) Apt ( $ISNA \geq 0,55$ ); b) Restringido ( $0,45 < ISNA < 0,55$ ) y c) Inactivo ( $\leq 0,45$ ). El modelo interpolador que presenta el mejor ajuste a los datos es el modelo esférico, comúnmente utilizado para datos meteorológicos. La siembra de palomitas de maíz se considera adecuada en todo el Estado en el período comprendido entre el primero y el cuarto diez días (del 1 de enero al 10 de febrero), y no es adecuada después del noveno diez años, con la excepción de las áreas regadas.

**Palabras clave:** ISNA, kriging, geoestadística.

## Introdução

O Estado de Mato Grosso é o terceiro maior Estado brasileiro em extensão ( $903.329,700 \text{ km}^2$ ), sendo localizado na região Centro-Oeste (PEREIRA e SOARES, 2017). É o único Estado brasileiro que apresenta em sua diversidade a presença de três biomas: Pantanal, Cerrado e Amazônia, possuindo cadeias produtivas em todos (JÚNIOR e BAMPI, 2014).

A grande importância social e econômica do setor agrícola, exige cada vez mais soluções tecnológicas que visam à otimização da produção de alimentos e a redução dos custos de produção, devido às culturas agrícolas serem altamente dependentes das condições ambientais. A geoestatística, os GIS's (Geographic Coordinates System) também conhecidos como SIGs (sistema de informação geográfica) têm sido amplamente utilizados por pesquisadores (BARBIERI et al., 2016ab; BATTISTI et al., 2017; FENNER et al., 2017), com intuito de determinar melhores épocas para semeadura por meio do zoneamento das mais diversas culturas agrícolas.

O zoneamento agrícola pode ser considerado uma ferramenta da política agrícola e gestão de riscos na agricultura. Estudos nesta temática são elaborados objetivando minimizar os riscos relacionados aos fenômenos climáticos, permitindo a cada município identificar a melhor época de plantio das culturas, para condições edafoclimáticas locais (MAPA, 2017).

O pré-requisito fundamental para o planejamento e produtividade das culturas, é o conhecimento da distribuição de chuvas e da duração do período da disponibilidade de água, com relação à fisiologia das culturas e condições de solo (FENNER et al., 2014; VIVAN et al., 2015; FRANSCISO et al., 2016).

O milho pipoca (*Zea mays* L.) tem a característica de se expandir, diferenciando-se de outras variedades, sendo, portanto, considerado um tipo de milho especial. Entretanto grande parte das práticas de manejo empregadas são idênticas a do milho comum.

O cultivo do milho pipoca é diretamente influenciado pelas condições edafoclimáticas, tendo com uma das principais causas de redução na produtividade a ocorrência de deficiência hídrica. SANS et al. (2001) consideram a fase crítica do milho, quanto a deficiência hídrica, o período compreendido entre o pendoamento e a maturação dos grãos.

O milho pipoca possui a mesma época de plantio que o milho comum, que se dá em período chuvoso, ou sob condições climáticas que possibilitem o cultivo irrigado (OLIVEIRA et al., 2016). O cultivo em segunda safra do milho pode ser prejudicado por possíveis ocorrências de déficit hídrico, em função do regime pluviométrico característico das regiões de Cerrado, em que o período chuvoso ocorre entre os meses de outubro a abril e o seco de maio a setembro (DALLACORT et al., 2011).

Diante do exposto, objetivou-se com este trabalho realizar o zoneamento agrícola de risco climático da cultura do milho pipoca em segunda safra para o Estado de Mato Grosso, por meio do uso da ferramenta SIG e da geoestatística.

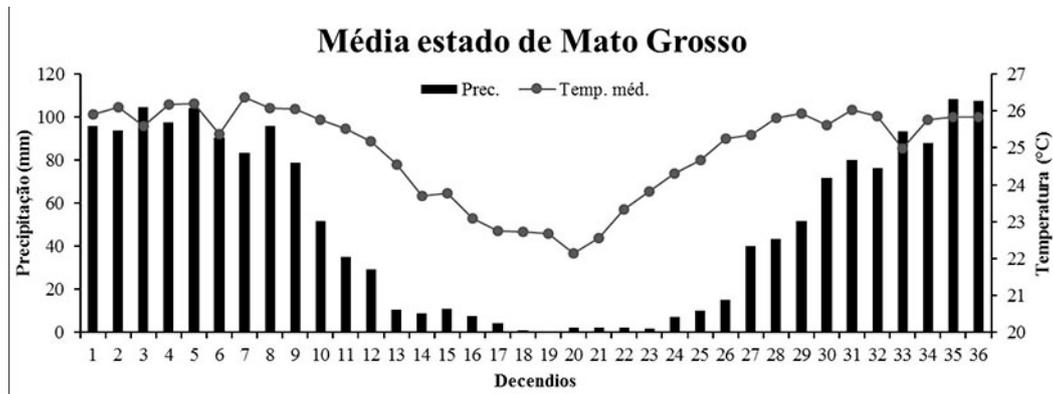
## Materiais e métodos

O presente trabalho foi desenvolvido no laboratório de Agrometeorologia Horticultura e Pesquisa, vinculado ao Centro de Pesquisas, Estudos e Desenvolvimento Agroambientais - CPEDA, pertencente à Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT, Campus universitário de Tangará da Serra, Estado de Mato Grosso.

*Zoneamento agrícola da cultura do milho pipoca...*  
*Agricultural zoning of popcorn corn...*  
*Zonificación agrícola de palomitas de maíz...*

Utilizaram-se dados diários de uma série histórica de 25 anos (Figura 1), os mesmos foram organizados em decêndio, sendo observado as variáveis precipitação e temperatura (máxima,

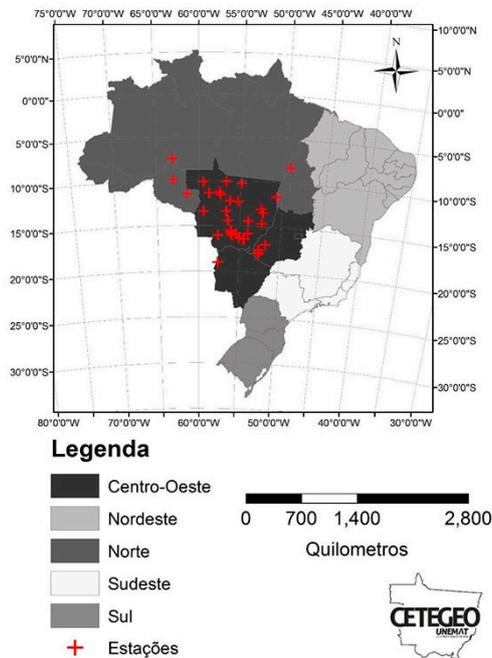
média e mínima) de 36 estações meteorológicas localizadas no Estado de Mato Grosso e Estados adjacentes. Os dados meteorológicos foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia - (INMET).



**Figura 1.** Valores médios de temperatura e precipitação para os decêndios do ano, média das 36 estações, em 25 anos de dados.

Para análise, verificação de consistência e preenchimento de falhas, os dados foram inseridos no

Software CLIMA (FARIA et al., 2003). As localizações das estações estão apresentadas na Figura 2.



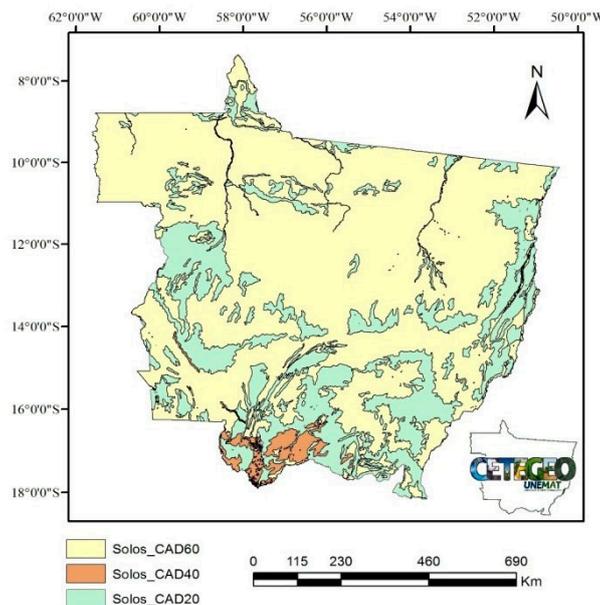
**Figura 2.** Localização das estações meteorológicas utilizadas na pesquisa.

Os mapas de zoneamento agroclimático foram gerados a partir da espacialização dos valores de Índice de Satisfação da Necessidade de Água (ISNA), que variam na grandeza de zero a um. Os valores de ISNA foram determinados para cada época de semeadura em segunda safra (em decêndios), por meio da relação entre a evapotranspiração real da cultura e a evapotranspiração potencial de referência, utilizando-se uma planilha em ambiente EXCEL - TM, desenvolvida por (ROLIN et al. 1998) que segue a metodologia de Thornthwaite & Mather (1955). Posteriormente os valores de ISNA foram comparados com o estágio crítico da cultura (do pendoamento até a maturação) para cada época de semeadura. Utilizou-se as classes de aptidão para a culturas do milho: a) Apta ( $ISNA \geq 0.55$ ); b) Restrita ( $0.45 < ISNA < 0.55$ ) e c) Inapta ( $\leq 0.45$ ) (SANS et al., 2001).

Sucessivamente a determinação do ISNA e a classes de aptidão da cultura, foram definidas 7 épocas

de semeadura em segunda safra, que perfazem o período de transição entre a última época totalmente apta e a primeira totalmente inapta ao cultivo. Este período foi compreendido entre o 4º ao 10º decêndio do ano, que equivalem: época 4 (1/02 a 10/02); época 5 (11/02 a 20/02); época 6 (21/02 a 28/02); época 7 (01/03 a 10/03); época 8 (11/03 a 20/03); época 9 (21/03 a 31/03) e época 10 (01/04 a 10/04), para as três capacidade de armazenamento de água CAD do solo (20, 40 e 60 mm) disponível no Estado de Mato Grosso.

A classificação dos solos para o Estado foi extraída do zoneamento ecológico econômico do Estado do Mato Grosso feito pela SEPLAN, em escala. Os solos com CAD de 20 mm representam 25,1% da área do Estado, com 22.676.825,94 ha, a CAD de 40 mm é representada por 1.889.225,72 ha, 2,09% do Estado, e os 72,28% restantes, 65.296.068,30 ha, possuem CAD de 60 mm (Figura 3).



**Figura 3.** Solos do Estado de Mato Grosso agrupados pela capacidade de água disponível, conforme a classificação proposta por Sans et al. (2001).

Após a tabulação e verificação dos dados, foram ajustados manualmente semivariogramas, levando-se em consideração o melhor ajuste com base nos seguintes parâmetros: 'C0' (efeito pepita), 'C0 + C1' (patamar), 'a' (alcance) e Grau de Dependência Espacial (GDE), que é obtido pela razão entre o efeito pepita e o patamar ( $C1 / C0 + C1$ ).

O GDE ou ADE (Avaliador de Dependência Espacial) é interpretado da seguinte forma:  $GDE < 20\%$  = muito baixa a dependência espacial da variável (MB);  $20\% < GDE < 40\%$  = baixa dependência (BA);  $40\% < GDE < 60\%$  = média dependência (ME);  $60\% < GDE < 80\%$  = alta dependência (AL) e  $80\% < GDE < 100\%$  = muito alta dependência (MA) (DALCHIAVON et al., 2012).

Em seguida, os dados referentes aos parâmetros dos semivariogramas foram inseridos no Software ArcGISTM for Desktop versão 10.0 desenvolvido pela ESRI (Environmental Systems Research Institute), para proceder a interpolação por meio da krigagem ordinária, que é o método mais utilizado para este tipo de estudo. Após a interpolação gerou-se os mapas de zoneamento de classes de risco para semeadura de milho pipoca no Estado de Mato Grosso.

## Resultados e discussão

Os valores de ISNA para as CAD de 20, 40 e 60 mm, para as épocas de 1 a 3 (01/01 a 31/01) foram superiores a 0,55, fato este influenciado pela maior precipitação neste período, não necessitando

de classificação, pois para tais épocas não existe o risco ao cultivo. Já a partir da 10ª época não é viável o plantio, pois se inicia o período da seca.

Os valores de ISNA, juntamente com o desvio padrão da 4ª a 10ª época de semeadura nas três CAD de solo consideradas para o Estado de Mato Grosso estão apresentados a seguir (Tabela 1).

Os valores de ISNA apresentaram uma relação direta com o comportamento pluviométrico do Estado, ou seja, no período em que as chuvas são escassas os valores de ISNA são menores aproximando-se de 0 e no período chuvoso mais próximos de 1. Também pode ser verificado que os valores de ISNA crescem com a elevação da CAD, devido a maior disponibilidade de água do solo.

**Tabela 1.** Médias dos valores ISNA e Desvio Padrão (DP) para as CAD de 20, 40 e 60 mm, das épocas de semeadura de 4 a 10, para o milho de pipoca em segunda safra para o Estado de Mato Grosso.

Época	CAD 20 mm		CAD 40 mm		CAD 60 mm	
	ISNA	DP	ISNA	DP	ISNA	DP
4	0.78	0.14	0.83	0.13	0.86	0.11
5	0.68	0.15	0.73	0.14	0.77	0.13
6	0.54	0.14	0.60	0.14	0.66	0.12
7	0.41	0.13	0.49	0.15	0.55	0.13
8	0.30	0.12	0.37	0.14	0.44	0.13
9	0.22	0.11	0.28	0.12	0.35	0.12
10	0.17	0.09	0.22	0.11	0.27	0.12

Os valores de ISNA apresentaram uma relação direta com o comportamento pluviométrico do Estado, ou seja, no período em que as chuvas são escassas os valores de ISNA são menores aproximando-se de 0 e no período chuvoso mais próximos de 1. Também pode ser verificado que os valores de ISNA crescem com a elevação da CAD, devido a maior disponibilidade de água do solo.

Durante o período estudado foi possível observar que os valores de ISNA foram decrescentes com o decorrer das épocas de semeadura. O mesmo comportamento foi observado nos índices de precipitação para o Estado de Mato Grosso, que segundo Dallacort et al. (2011), começa a decrescer no 6º decêndio do ano, tendo como período caracterizado como seco os meses de junho, julho e agosto.

Para as épocas 4 e 10 os valores de ISNA não apresentaram variabilidade dentro das classes de aptidão atribuídas, impossibilitando o ajuste de semivariogramas e consequentemente a krigagem, ratificando com os resultados de Barbieri et al. (2015) que trabalhando com o método da na interpolação de dados, verificaram que a partir do décimo decêndio não foi possível realizar o ajuste para o cultivo do amendoazeiro e Fenner et al. (2017), que constataram que a interpolação foi possível apenas do decêndio 8 ao 12, pois do 1 ao 7 todas as regiões do Estado do Mato Grosso foram aptas ao cultivo para a cultura do feijão.

Para as demais épocas, foram realizados os ajustes dos semivariogramas, bem como os dos erros quadráticos médios (RMSE) e GDE (Tabela 2).

**Tabela 2.** Coeficientes e modelos dos semivariogramas ajustados para as CAD de 20, 40 e 60 mm e para as diferentes épocas de semeadura para o Estado de Mato Grosso.

CAD	Época	Pepita ( $C_0$ )	Patamar ( $C_0 + C$ )	Alcance (km)	RMSE	GDE (%)
20	5	0.0066	0.0252	630.0	0.134	73.1
	6	0.0046	0.0182	544.0	0.129	74.7
	7	0.0044	0.023	924.0	0.125	80.9
	8	0.0012	0.021	1068.0	0.104	94.6
	9	0.0008	0.0162	1120.0	0.086	95.3
40	5	0.0066	0.0182	473.0	0.126	63.7
	6	0.0044	0.0244	854.4	0.131	82.0
	7	0.003	0.0273	756.5	0.144	89.0
	8	0.004	0.0226	840.0	0.136	82.3
	9	0.0008	0.0218	882.0	0.117	96.3
60	5	0.004	0.0017	561.0	0.112	76.5
	6	0.0028	0.0176	684.0	0.122	84.1
	7	0.0026	0.181	825.0	0.122	98.6
	8	0.0026	0.0214	828.0	0.126	87.9
	9	0.0014	0.0204	803.0	0.115	93.1

Segundo a classificação de Dalchiavon et al. (2012), na CAD de 20 mm as épocas 5 e 6 apresentam alta dependência espacial, e para as épocas de 7 a 9 houve dependência espacial muito alta. Já para as CAD de 40 e 60 mm, da época 6 a 9 houve dependência espacial muito alta, enquanto que a época 5 apresentou alta dependência. Com isso podemos afirmar que quanto maior a CAD maior o grau de dependência espacial, relacionada entre as estações, ou seja, há uma maior probabilidade de acerto aos dados calculados pela análise espacial com CAD de 60 mm.

Os semivariogramas demonstra que em solos com CAD 60 mm, o ajuste é mais preciso e aproximando os valores estimados com os observados nas estações.

Os valores de RMSE para todos os conjuntos

de dados oscilaram entre 0.086 e 0.144, valores estes considerados dentro da faixa ideal para proceder à interpolação dos dados por meio da krigagem. Xavier et al. (2010) verificaram que quanto menor for o valor do RMSE melhor se dará o ajuste ao modelo interpolador, possibilitando a interpolação por meio da krigagem.

Segundo Assad et al. (2003), os métodos geoestatísticos podem ser considerados como alternativa aos modelos inferenciais determinísticos na espacialização do ISNA, sendo a krigagem uma das formas mais utilizadas.

As Figuras 4, 5 e 6 apresentam os semivariogramas ajustados para as CAD 20, 40 e 60 mm, respectivamente. O modelo Esférico teve melhor ajuste aos dados, em que o alcance dos semivariogramas ficou entre 544 e 1120 km.

Zoneamento agrícola da cultura do milho pipoca...  
Agricultural zoning of popcorn corn...  
Zonificación agrícola de palomitas de maíz...

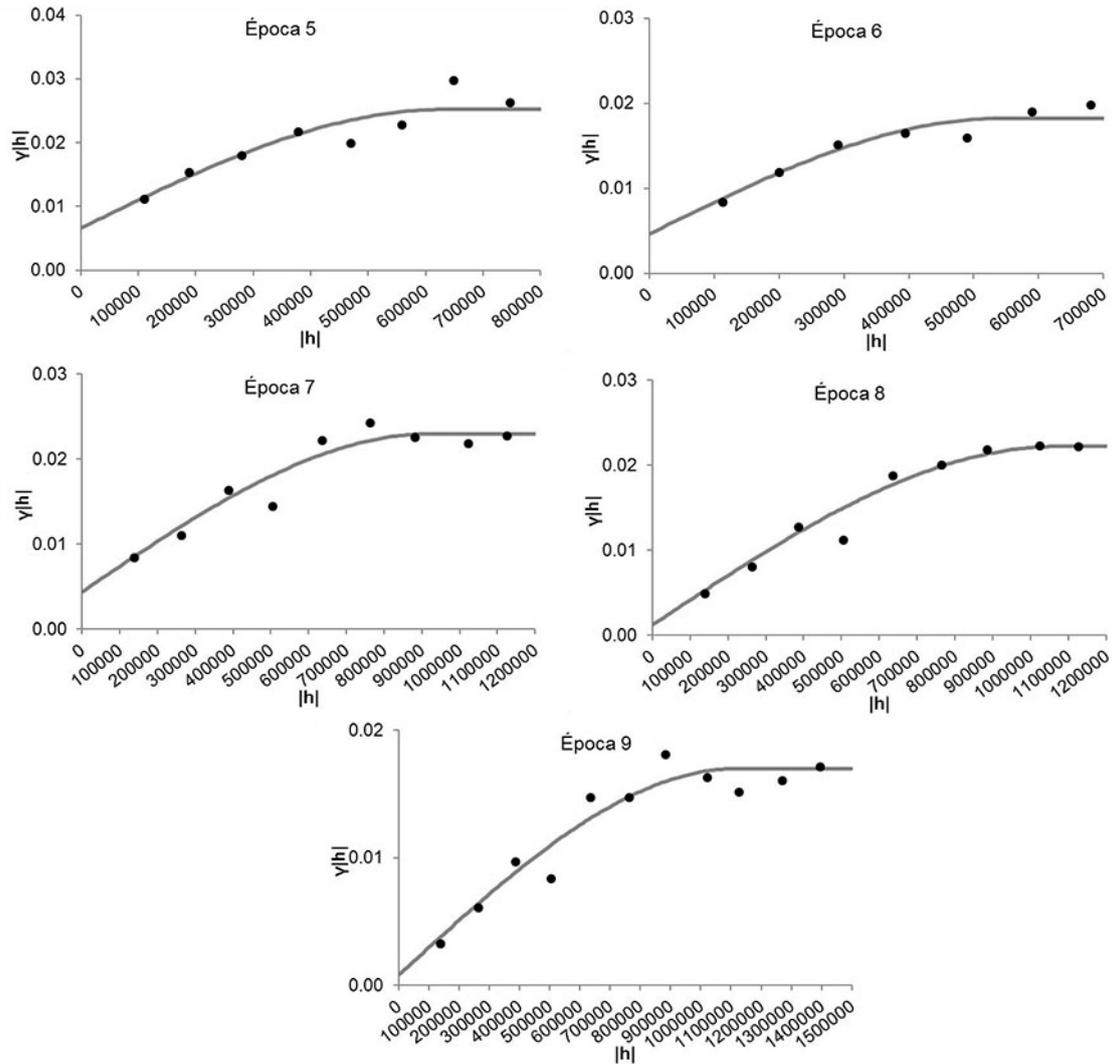


Figura 4. Semivariogramas ajustados para os valores de ISNA para as diferentes épocas de semeadura do milho de pipoca em segunda safra na CAD 20 mm, para ao estado do Mato Grosso.

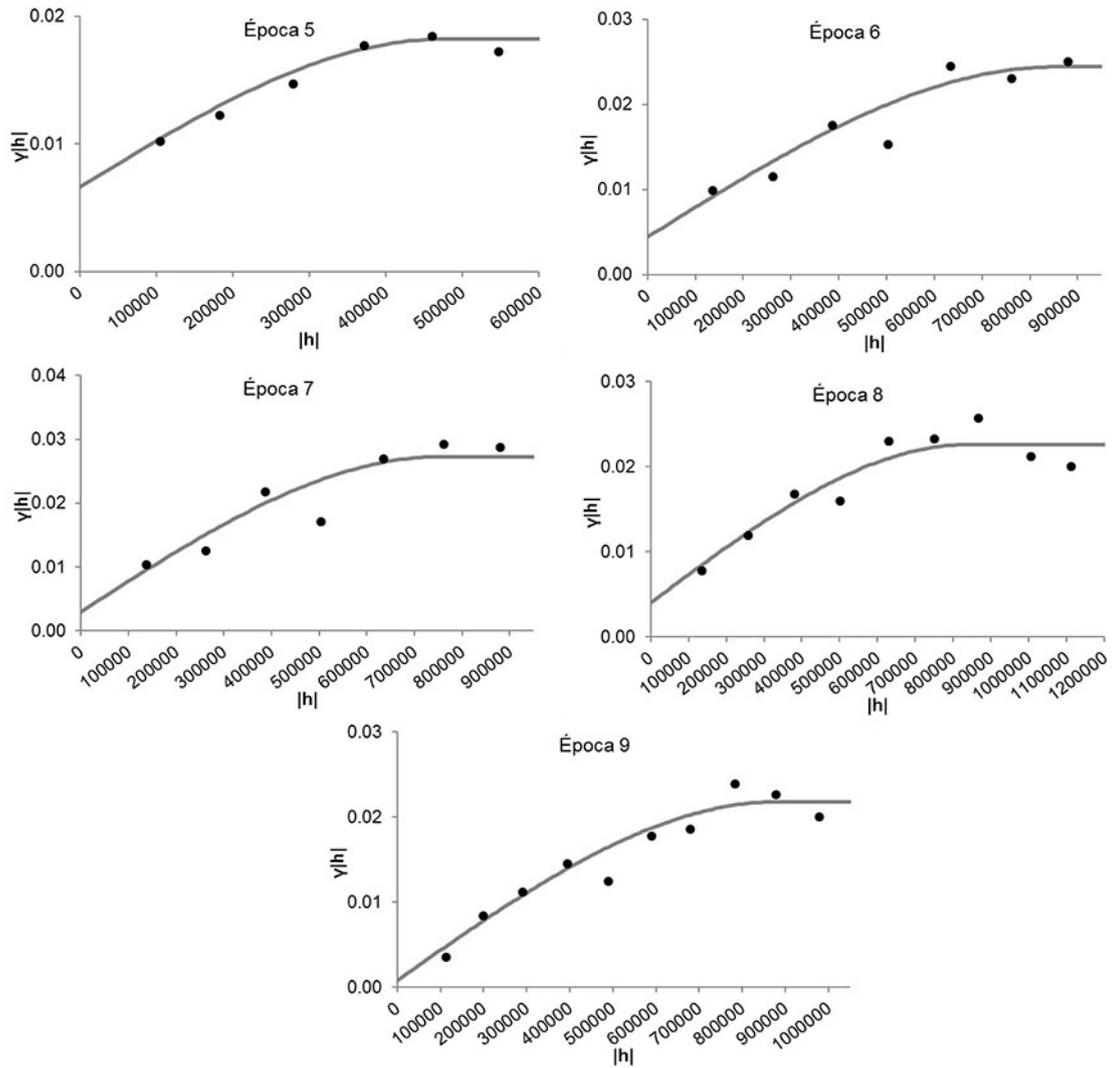
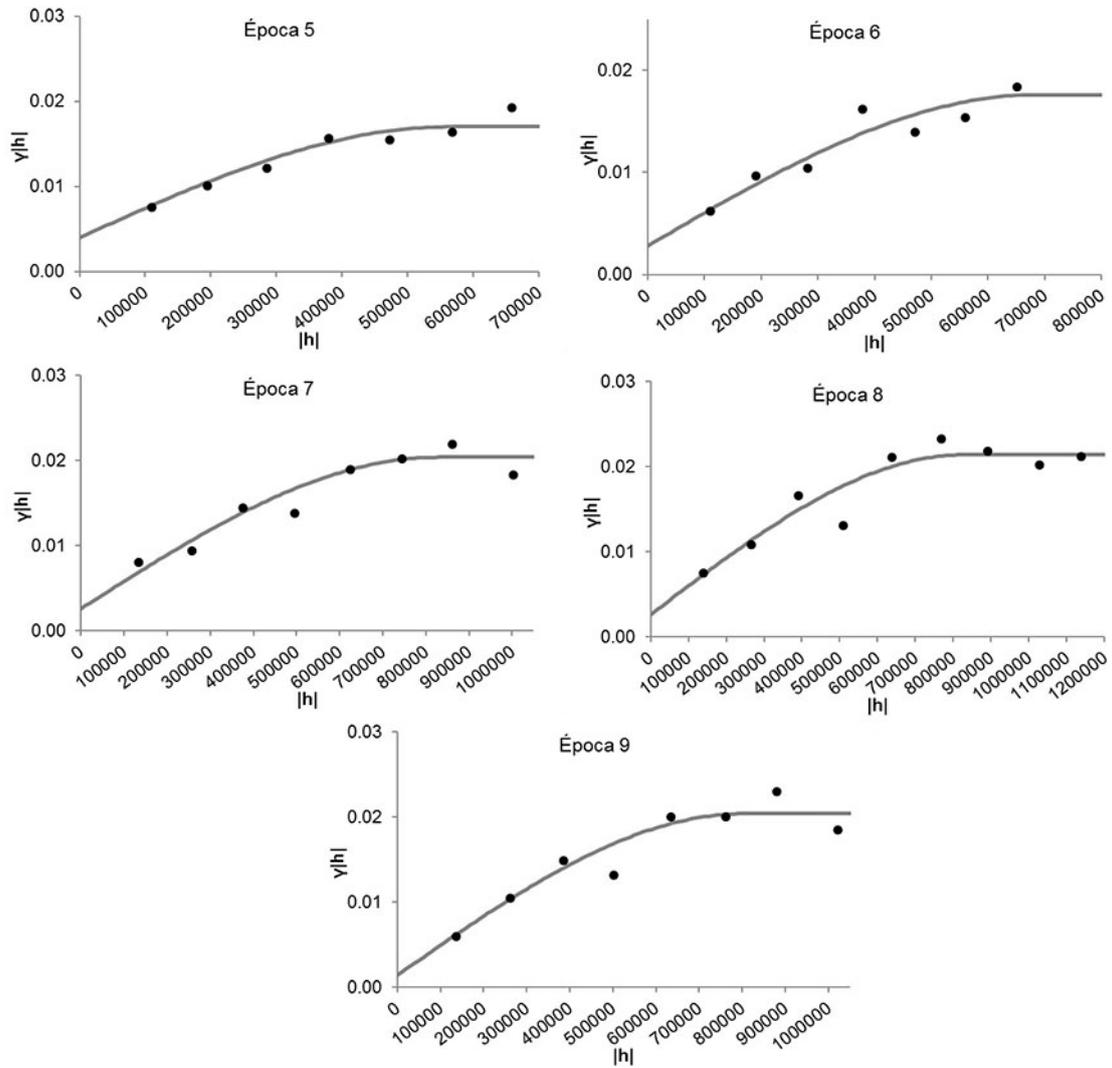
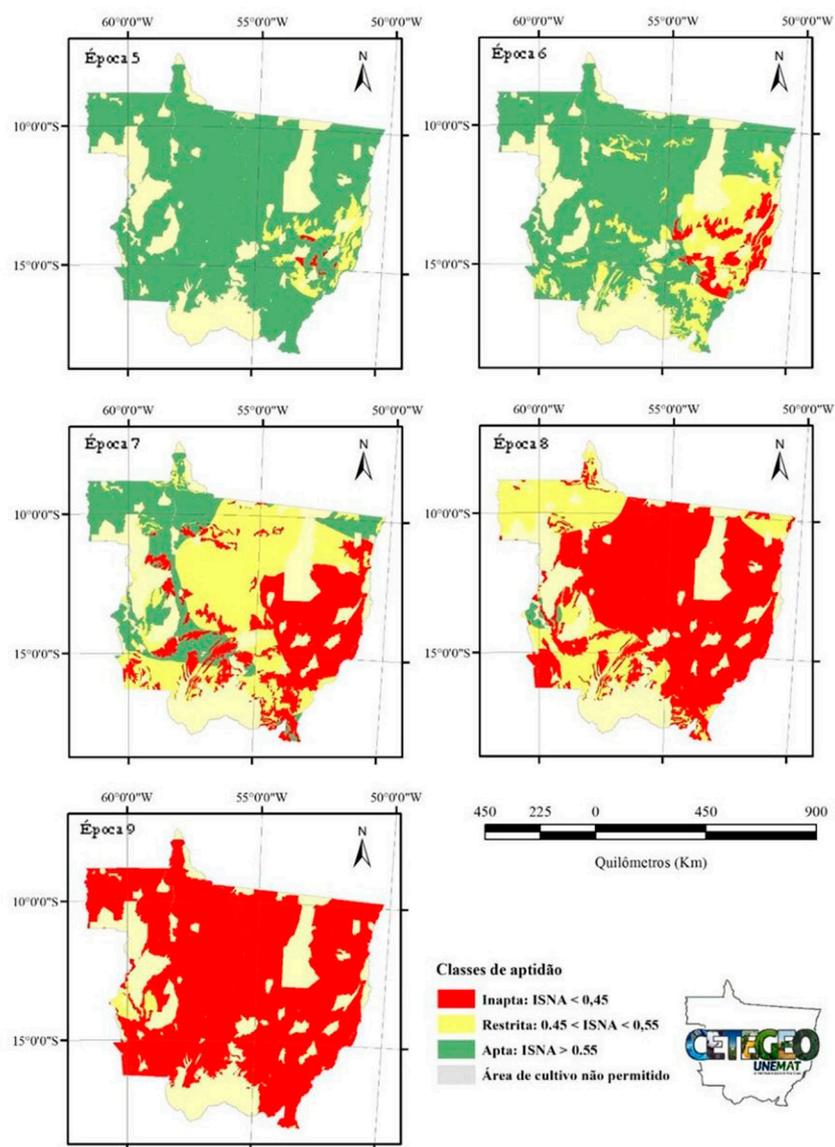


Figura 5. Semivariogramas ajustados para os valores de ISNA para as diferentes épocas de semeadura do milho de pipoca em segunda safra na CAD 40 mm, para ao estado do Mato Grosso.

Zonemento agrícola da cultura do milho pipoca...  
 Agricultural zoning of popcorn corn...  
 Zonificación agrícola de palomitas de maíz...



**Figura 6.** Semivariogramas ajustados para os valores de ISNA para as diferentes épocas de sementeira do milho de pipoca em segunda safra na CAD 60 mm, para ao estado do Mato Grosso.



**Figura 7.** Mapas do zoneamento de ISNA para diferentes épocas de semeadura do milho de pipoca em segunda safra, considerando as CAD de 20, 40 e 60 mm, para o Estado de Mato Grosso.

*Zoneamento agrícola da cultura do milho pipoca...  
Agricultural zoning of popcorn corn...  
Zonificación agrícola de palomitas de maíz...*

Para a época 4 de semeadura, todo o Estado é apto, enquanto que para a 10<sup>o</sup> época, todo o Estado tem a semeadura do milho pipoca classificada como inapta.

A semeadura do milho pipoca na 5<sup>o</sup> época foi classificada como apta na grande maioria do Estado, com exceção de algumas áreas do Leste mato-grossense, mais precisamente na região do baixo Araguaia (mesorregião nordeste do Estado), tendo a semeadura na mesma classificada como restrita. Isso ocorre devido à predominância de solos com baixa CAD.

Segundo (SANS et al., 2001) quanto mais se atrasa a semeadura das culturas agrícolas em segunda safra maior é o risco climático, principalmente em solos com baixa CAD. De acordo com Gonçalves et al. (2011) os solos que apresentam alto conteúdo de argila e silte retêm mais água disponível que solos com textura arenosa. Pois os mecanismos de retenção de água (capilaridade ou adsorção) em solos arenosos são menos eficientes.

A Tabela 3 demonstra as áreas inaptas, restritas e aptas em km<sup>2</sup> para o Estado de Mato Grosso.

**Tabela 3.** Áreas inaptas, restritas e aptas em km<sup>2</sup> para o Estado de Mato Grosso, considerando a CAD de 20, 40 e 60 mm.

Época	Área km <sup>2</sup>					
	Inapto		Restrito		Apto	
	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%	Km <sup>2</sup>	%
5	2852.68	0.4	35043.87	5.0	657028.36	94.6
6	43197.24	6.2	146686.80	21.1	505040.86	72.7
7	218928.91	31.5	295121.43	42.5	180874.55	26.0
8	510535.85	73.5	177339.44	25.5	7049.61	1.0
9	683774.57	98.4	11150.33	1.6	0	0

Para a 5<sup>o</sup>, 6<sup>o</sup>, 7<sup>o</sup> e 8<sup>o</sup> época, todas as classes de aptidão foram encontradas no Estado, sendo que, para a 5<sup>o</sup> época houve uma área maior apta ao cultivo. Para a 6<sup>o</sup> época 21.1 % da área possui restrição, ou seja, tem possibilidade de restrição hídrica para a cultura, sendo necessária a utilização da irrigação. Para a 7<sup>o</sup> época houve um equilíbrio entre as classes de aptidão sendo que 31,5% da área é classificada como inapta, 42,5% restrita e 26,0% apta. Na 8<sup>o</sup> época houve uma área maior inapta ao cultivo (73,5%). Já a 9<sup>o</sup> época não apresenta nenhuma área apta ao cultivo.

Barbieri et al. (2015) ao estudarem o zoneamento agroclimático de amendoim para a Bacia do Alto Paraguai (MT), levando em consideração somente os decêndios que apresentaram variabilidade espacial (6<sup>o</sup> ao 10<sup>o</sup>), para solos com CAD de 30 mm, concluíram que a aptidão é considerada restrita, quando a semeadura ocorre a partir do decêndio 7, chegando ao decêndio 8 com 97 % da área total inapta ou restrita.

Em estudo Fenner et al. (2014) observaram que Cáceres, Sorriso e Tangará da Serra, a partir do décimo decêndio (1<sup>o</sup> de abril) para a cultura do milho de segunda safra, foram registrados déficits hídricos, causados pela diminuição dos índices

pluviométricos, que podem ser minimizados com a adoção de sistemas de irrigação.

De acordo com Dallacort et al. (2011) no Estado do Mato Grosso a distribuição da precipitação, não apresenta uniformidade para todos os municípios, havendo a necessidade da utilização da irrigação.

Os índices pluviométricos e o tipo de solo influenciam diretamente na disponibilidade hídrica, resultando na variabilidade dos valores de ISNA. Desta forma, nas primeiras épocas do ano (1, 2, 3 e 4) para o Estado de Mato Grosso, os valores de ISNA são superiores a 0.55, tornando o Estado apto ao cultivo de milho pipoca neste período. Com o decorrer das épocas estes valores foram reduzindo concomitantemente com os índices pluviométricos, até o limite da 10<sup>o</sup> época, em que todo o Estado foi classificado como inapta ao cultivo de milho pipoca, quando os valores de ISNA foram inferiores a 0.45.

## Conclusões

A semeadura do milho pipoca é considerada apta em todo o Estado de Mato Grosso no período compreendido entre o primeiro e quarto decêndio (01 de janeiro a 10 de fevereiro).

A semeadura do milho pipoca entre o 5<sup>o</sup> e

9º decêndios pode ser realizada em algumas áreas do Estado de Mato Grosso, sendo dependentes principalmente do regime hídrico. O milho pipoca não deve ser semeado após o dia 31 de março no Estado de Mato Grosso.

## Referências

- ASSAD, E. D.; DE MACEDO, M. A.; JÚNIOR, J. Z.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O. Avaliação de métodos geoestatísticos na espacialização de índices agrometeorológicos para definir riscos climáticos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 161-171, 2003. DOI: 10.1590/S0100-204X2003000200001
- BATTISTI, R.; SENTELHAS, P. C.; BOOTE, K. J. Inter-comparison of performance of soybean crop simulation models and their ensemble in southern Brazil. **Field Crops Research**, v. 200, 2017. DOI: 10.1016/j.fcr.2016.10.004
- BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; RAMOS, R. C.; CARVALHO, M. A. C.; MODOLO, A. J.; SANTI, A. MARCO, K. Agroclimatic aptitude for peanut in the West Region of the state of Mato Grosso. **Científica**, v.44, n.4, p.457-463, 2016b. DOI:10.15361/1984-5529.2016v44n4p457-463
- BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; ROCHA, R.P.; CARVALHO, M. A. C. Zoneamento agroclimático de amendoim para a bacia do Alto Paraguai (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 2, p. 231-240, 2015. DOI: 10.1590/1983-40632015v45i2p231-240
- BARBIERI, J. D.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; FARIA JÚNIOR, C. A.; FREITAS, P. S. L. DE; ARAÚJO, D. V. DE. Classificação de risco climático para o cultivo do amendoim no Estado de Mato Grosso. **Espacios**, v. 37, n. 8, p. 25, 2016a.
- DALCHIAVON, F. C.; CARVALHO, M. DE P.; ANDREOTTI, M.; MONTANARI, R. Variabilidade espacial de atributos da fertilidade de um Latossolo Vermelho Distroférico sob Sistema Plantio Direto. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 43, n. 3, p. 453-461, 2012.
- DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L.; COLETTI, A. J. Distribuição das chuvas no município de Tangará da Serra, médio norte do Estado de Mato Grosso, Brasil. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 33, n. 2, p. 193-200, 2011. DOI: 10.4025/actasciagron.v33i2.5838
- FARIA, R. T.; CARAMORI, P. H.; CHIBANA, E. Y.; BRITO, L. R. S.; NAKAMURA, A. K.; FERREIRA, A. R. CLIMA - Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Revista Engenharia Agrícola**, n. 23, p. 372-387, 2003.
- FENNER, W.; DALLACORT, R.; MOREIRA, P. S. P.; QUEIROZ, T. M.; FERREIRA, F. S.; BENTO, T. S.; CARVALHO, M. A. C. Índices de satisfação de necessidade de água para o milho segunda safra em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v.15, n.10, p. 109-121, 2014. DOI: 10.5380/abclima.v15i10.37309
- FENNER, W.; DALLACORT, R.; SALCHIAVON, F. C.; SANTI, A.; SILVA, F. S.; BARBIERI, J. D. Zoning of water requirement satisfaction index for common bean in Mato Grosso. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.21, n.7, p.476-480, 2017. DOI: 10.1590/1807-1929/agriambi.v21n7p476-480
- FRANCISCO, P. R. M.; SANTOS, D.; GUIMARÃES, C. L.; CABRAL, D. E. C.; ARAÚJO, S. R. D. Aptidão climática da mamona (*Ricinus communis* L.) para o estado da Paraíba. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 9, n. 3, p. 737-752, 2016. DOI:10.26848/rbgt.v9i3.p737-752
- GONÇALVES, A. C. A. TRINTINALHA, M. A.; TORMENA, C. A.; FOLEGATTI, M. V. Influência da densidade do solo na estimativa do conteúdo de água de um Nitossolo Vermelho distroférico por meio da técnica de TDR. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 35, n. 5, p. 1551-1559, 2011. DOI: 10.1590/S0100-06832011000500009
- JÚNIOR, U. J. R.; BAMPI, A. C. Análise do uso dos recursos hídricos com base no relatório GRI (global reporting initiative) pelas corporações do agronegócio na Amazônia Meridional Mato Grossense. **Revista de ciências sociais do norte de Mato Grosso**, v. 1, n. 2, p. 1-17, 2014.
- MAPA. Zoneamento Agrícola. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/assuntos/riscos-seguro/risco-agropecuario/zoneamento-agricola>> Acesso em: maio de 2018.
- OLIVEIRA, F. J. V.; CARVALHO, R. N.; SOARES, T. F.; FIGUEIREDO NETO, A.; ANJOS, J. B.; SOUZA, A. V. V. Avaliação de diferentes dosagens de esterco caprino na cultura do milho pipoca (*Zea mays* L.) na região do submédio do vale do São Francisco. **Revista A Barriguda**, v.6, n.2, p. 323-331, 2016. DOI: 10.24864/arepb.v6i2.298

*Zoneamento agrícola da cultura do milho pipoca...*  
*Agricultural zoning of popcorn corn...*  
*Zonificación agrícola de palomitas de maíz...*

PEREIRA, F. A. C.; SOARES, A. F. Avaliação dos riscos envolvidos na produção de milho e soja nos municípios do Mato Grosso. **Revista iPecege**, v. 3, n.2, p.38-51, 2017. DOI:10.22167//r.ipecege.2017.2.38

ROLIN, G. S.; SENTELHAS, P. C.; BARBIERI, V. Planilhas no ambiente EXCEL™ para os cálculos de balanços hídricos normal, sequencial, de cultura e de produtividade real e potencial. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, n. 6, p. 133-137, 1998.

SANS, L. M. A.; ASSAD, E. D.; GUIMARÃES, D. P.; AVELLAR, G. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de milho na Região Centro-Oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 564-570, 2001.

VIVAN, G. A.; ROBAINA, A. D.; PEITER, M. X.; PARIZI, A. R. C.; DA SILVA BARBOZA, F.; SOARES, F. C. Rendimento e rentabilidade das culturas da soja, milho e feijão cultivados sob condições de sequeiro. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 36, n. 5, p. 2943-2950, 2015. DOI:10.5433/1679-0359.2015v36n5p2943

XAVIER, A. C.; CECÍLIO, R. A.; LIMA, J. S. DE S. Módulos em MATLAB para interpolação espacial pelo método de krigagem ordinária e do inverso da distância. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 01, n. 62, p. 67-76, 2010.