

**JOÃO DANILO BARBIERI**

**FENÔMENOS ENOS E PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO SAFRINHA NO ESTADO  
DE MATO GROSSO**

**TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL**

**2017**

**JOÃO DANILO BARBIERI**

**FENÔMENOS ENOS E PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO SAFRINHA NO ESTADO  
DE MATO GROSSO**

Dissertação apresentada à Universidade do Estado de Mato Grosso, como parte das exigências do Programa de Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola para obtenção do título de Mestre.

Orientador: Prof. Dr. Rivanildo Dallacort

**TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL**

**2017**

## FICHA CATALOGRÁFICA

### Dados Internacionais de Catalogação na Fonte

B235f Barbieri, João Danilo.  
Fenômenos Enos E Produção De Soja E Milho Safrinha No Estado De Mato Grosso. -- Tangará da Serra – MT / João Danilo Barbieri. 2017.  
100 f.

Orientador: Dr(a). Rivanildo Dallacort.  
Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ambientes e Sistemas de Produção Agrícola. Universidade do Estado de Mato Grosso – UNEMAT – Campus de Tangará da Serra/MT, 2017.

1. Variabilidade climática. 2. Épocas de semeadura. 3. Simulação de Safras. I. Título. II. Dissertação.

CDU 57(817.2)

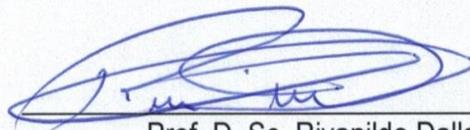
**JOÃO DANILO BARBIERI**

**FENÔMENOS ENOS E PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO SAFRINHA NO  
ESTADO DE MATO GROSSO**

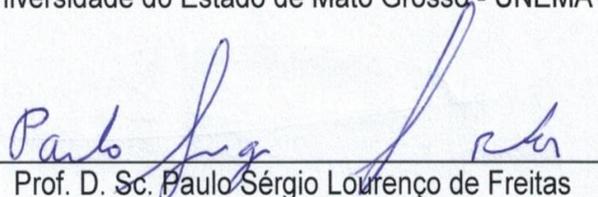
Dissertação apresentada à  
Universidade do Estado de Mato Grosso,  
como parte das exigências do Programa de  
Pós-graduação *Stricto Sensu* em Ambiente e  
Sistemas de Produção Agrícola para  
obtenção do título de Mestre.

APROVADA em 15 de Fevereiro de 2017.

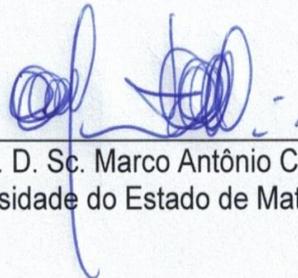
Banca Examinadora



Prof. D. Sc. Rivanildo Dallacort  
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT



Prof. D. Sc. Paulo Sérgio Lourenço de Freitas  
Universidade Estadual de Maringá - UEM



Prof. D. Sc. Marco Antônio Camillo de Carvalho  
Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT

**TANGARÁ DA SERRA/MT – BRASIL**

**2017**

## **DEDICATÓRIA**

Dedico este trabalho aos meus pais, José Irme Barbieri e Neusa Bernadette Grandis Barbieri, pela confiança e incentivo, sem eles nada seria possível.

À minha esposa Graciele Ferreira da Silva pelo apoio em todas as etapas desse trabalho, compreensão nos momentos difíceis, pela ajuda nas atividades, carinho nas dificuldades e amor nos momentos bons.

E aos meus irmãos Alexandra Renata Barbieri, Fabio Luiz Barbieri, Emerson Irme Barbieri e Washington José Barbieri pelo amor e amizade infinita.

## AGRADECIMENTOS

A Deus, fonte de toda a sabedoria, pelo dom da vida e proteção nessa longa caminhada e bênçãos recebidas em todos os dias de minha vida.

À minha família por todo apoio e incentivo incondicional durante os anos de minha existência.

À minha esposa Graciele Ferreira da Silva, por todo o amor, incentivo, companheirismo, amizade e apoio incondicional nos momentos alegres e difíceis e a família que escolhi Delaide Alves Viana e Antônio Ferreira da Silva por todo o apoio e carinho.

Ao professor orientador D. Sc. Rivanildo Dallacort, por sua orientação, prontidão, incentivo e críticas que levarei como contribuição para meu amadurecimento profissional e pessoal, uma amizade construída desde a graduação e todo o auxílio prestado para que essa pesquisa se concretizasse.

Aos professores Rafael Cesar Tieppo e Adalberto Santi pelo auxílio e conhecimento compartilhado.

À Universidade do Estado de Mato Grosso - UNEMAT e a todos os profissionais que nela trabalham, agradeço a oportunidade e o apoio.

À APROSOJA por acreditar e incentivar a pesquisa.

Aos docentes do Programa de Pós-graduação em Ambiente e Sistemas de Produção Agrícola – PPGASP.

A todos os amigos e integrantes do Laboratório de Agrometeorologia e Horticultura que por algum momento passaram por lá e auxiliaram de alguma forma, sintam-se abraçados e que Deus lhes dê em dobro pois sua ajuda contribuiu e muito para a conclusão dessa pesquisa. Agradeço em especial: André Tavares de Vasconcelos, Cleonir de Andrade Faria Júnior, Douglas Mateus, Fabio da Silva Melo, Francielle Freitas, Guilherme Bariviera, Karin Prestes, Karolina Ascari de Souza, Tiago Oliveira, Willian Fenner.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela contribuição com a bolsa de estudo.

A todos que de alguma forma contribuíram para que esta pesquisa fosse concretizada, meus sinceros agradecimentos.

## SUMÁRIO

RESUMO.....	8
ABSTRACT .....	9
INTRODUÇÃO GERAL .....	10
ARTIGO 1 - Efeitos do ENOS na variabilidade da precipitação e temperatura em regiões agrícolas do estado de Mato Grosso.....	15
ARTIGO 2 - Épocas de semeadura para a cultura da soja e milho “safrinha”, em Tangará da Serra – MT .....	34
ARTIGO 3 - Eventos ENOS e probabilidade de produtividade da soja e milho safrinha em diferentes épocas de semeadura no estado de Mato Grosso .....	59
CONSIDERAÇÕES FINAIS .....	92
APÊNDICES.....	93
NORMAS REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS .....	96

## FENÔMENOS ENOS E PRODUÇÃO DE SOJA E MILHO SAFRINHA NO ESTADO DE MATO GROSSO

### RESUMO

O estado de Mato Grosso é o maior produtor de soja e milho do País, a crescente demanda desses produtos estimula as pesquisas buscando o aumento da produtividade. A variabilidade climática é um dos fatores que afeta diretamente a produtividade de grãos em todo o País e o manejo adequado visando a melhor época de semeadura refletem no aumento da produtividade. Este trabalho tem como objetivo identificar a variabilidade climática ocasionada pelos fenômenos ENOS e determinar as melhores épocas de semeadura para a cultura da soja e milho “safrinha” nos municípios de Rondonópolis, Sinop e Tangará da Serra, utilizando o DSSAT como ferramenta para simulação de safras. Os dados para calibração e validação do modelo foram adquiridos em experimentos realizados a campo nas safras 2015/2016, com 4 datas de semeadura (22/09; 06/10; 21/10 e 05/11/2015) para soja e milho (27/01; 09/02; 25/02 e 11/03/2016), para as cultivares de soja (ST815, ST820 e TMG1188), e milho (AG7088, AS1555 e DKB390) com ciclos precoces, médio e tardio, respectivamente. Após a calibração foram simuladas 6 datas para cada cultura, divididas em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros, para os três municípios, determinando a melhor época de semeadura para cada cultura na ocorrência do evento climático. O fenômeno ENOS além de causar redução da precipitação em 100 mm na média anual causam veranicos nos meses de novembro e fevereiro para todos os municípios, porém o comportamento e o volume das chuvas são distintos entre os municípios. Nos resultados obtidos a campo, as maiores produtividades para a soja foram obtidas nas épocas 21/10 e 05/11, já para o milho, semeados após a colheita da soja, as semeaduras antecipadas promoveram maiores produtividades nas épocas 27/01 e 09/02. Nos resultados de simulação para a cultura da soja, a variabilidade climática ocorrente dos fenômenos ENOS provocam maiores oscilações de produtividade aumentando os riscos de perdas por semeaduras antecipadas. Para a cultura do milho safrinha, em todos os eventos climáticos analisados, as melhores épocas foram 20/01 e 01/02 para todos os municípios.

**Palavras-chave:** variabilidade climática, épocas de semeadura, simulação de safras.

## PHENOMENA ENOS AND PRODUCTION OF SOY AND MAIZE OFF-SEASON IN THE STATE OF MATO GROSSO

### ABSTRACT

Mato Grosso State is the largest producer of soybeans and maize in the country, the growing demand for these products stimulates research to increase productivity. Climatic variability is one of the factors that directly affects grain productivity throughout the country and the adequate management aiming at the best sowing time reflects in the productivity increase. The objective of this work is to identify the climatic variability caused by ENSO phenomena and to determine which are the best sowing times for soybean and maize “off-season” crops in the municipalities of Rondonópolis, Sinop and Tangará da Serra, using DSSAT as a tool for crop simulation. The data for calibration and validation of the model were obtained in experiment fields in the 2015/2016 crop season, with 4 sowing dates (22/09, 06/10, 21/10 and 05/11/2015) for soybean and maize (27/01, 09/02, 25/02 and 11/03/2016) for soybean cultivars (ST815, ST820 and TMG1188), and maize (AG7088, AS1555 and DKB390) with medium and late precocious cycles, respectively. After the calibration, 6 dates were simulated for each crop divided into occurrence years of El niño, La niña and Neutros, for the three municipalities, determining the best sowing season for each crop in the occurrence of each climatic event. The ENSO phenomenon in addition to causing a precipitation reduction in 100 mm in the annual average causes summer in the months of November and February for all municipalities, however the behavior of the rains and their volume are distinct among the municipalities. In the results obtained in the field, the highest yields for soybean were obtained at times 3 and 4, and for the maize where they were planted the soybean harvest, early plantings promoted higher yields in seasons 1 and 2. In the simulation results for the Soybean crop, the climatic variability of the ENSO phenomena causes greater productivities oscillations increasing the risk of losses by anticipated sowing. For the maize crop in all climatic events analyzed the best time was between January 20 and February 1 for all municipalities.

**Key-Words:** climatic variability, sowing times, crop simulation.

## INTRODUÇÃO GERAL

A grande preocupação mundial é a produção de alimentos, que não acompanha o crescimento populacional, com isso torna-se essencial a demanda por tecnologias e pesquisas que visam aumentar a produtividade no setor agrícola. Países desenvolvidos que não possuem espaço territorial suficiente para a produção de alimentos necessitam de importação. Neste contexto o estado de Mato Grosso se destaca no setor agrícola sendo o principal Estado agroexportador do Brasil, e tem contribuído significativamente para a elevação dos indicadores de crescimento econômico do país, especialmente no que diz respeito à produção agrícola de soja e milho (ZAMBRA et al., 2015; SILVA et al., 2013).

A soja e o milho são os grãos mais comercializados no mundo, tal fato está associado à grande diversidade de consumo proporcionado por estas plantas, que podem ser utilizadas desde a alimentação humana até a animal, além do fornecimento de matéria-prima para as indústrias de processamento (SBARDELOTTO; LEANDRO, 2008; SOUZA et al., 2012).

O Estado por apresentar condições de clima e relevo adequado para a cultura vem se destacando em sua produtividade e produção, segundo dados da CONAB (2016), na safra de 2015/2016 foram semeadas mais de 9,14 milhões de hectares de soja, 2,3% a mais que a safra passada, e obteve-se mais de 26 milhões de toneladas 7,0% a menos que a safra passada, tendo uma queda na produtividade de 9,1%. Para a segunda safra a cultura do milho o Estado teve 3,57 milhões de hectares semeados, 4,8% a mais que a safra passada, e obteve pouco mais de 19,0 milhões de toneladas, 8,5% a menos que a safra anterior, uma queda de 12,6% na produtividade. Essa redução segundo a CONAB (2016) é decorrente das variações climáticas, com períodos de estiagem ocorridos nessa safra.

As oscilações na produção de safras de grãos são fortemente afetadas pela variabilidade climática, principalmente as decorrentes da temperatura e da precipitação (AMADO et al., 2007). A temperatura tem grande influência sobre a taxa de crescimento e desenvolvimento da planta, podendo afetar o ciclo e o potencial produtivo das culturas (MEOTTI et al., 2012).

Já a precipitação tem influência direta na quantidade de água disponível às plantas, o que interfere nos processos fotossintéticos e na capacidade da planta em absorver nutrientes do solo, e conseqüentemente na produção (LOOSE et al., 2010).

Perante a fome mundial e a necessidade de alimentos, ocorrem as variabilidades climáticas que reduzem a produtividade, aumentando os riscos de perdas na lavoura. Deste modo, a avaliação do efeito das variações climáticas sobre a produção agrícola é fator fundamental para a previsão das safras (VIVAN et al., 2015). Assim, devem ser adotadas práticas que visem mitigar os riscos climáticos, principalmente em lavouras comerciais, como as de soja e milho.

A época de semeadura é a prática cultural que mais influência no sucesso da lavoura, pois altera as relações hídricas, bem como a temperatura, o fotoperíodo e a radiação solar disponível para as plantas (MATZENAUER et al., 2005).

O evento El Niño Oscilação Sul (ENOS) é o fenômeno mais estudado em variabilidade climática, e consiste na interação oceano-atmosfera, associado às alterações dos padrões normais da temperatura da superfície do mar e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e a Austrália (NETO; BARBOSA; ARAÚJO, 2007). Segundo Ramos et al. (2015), este fenômeno pode favorecer ou prejudicar o desenvolvimento das culturas.

Para reduzir o risco de perdas na produtividade, uma ferramenta importante é o planejamento e escolha da melhor época de semeadura, considerando a variabilidade das chuvas em determinadas regiões, concomitantemente a isso a realização do balanço hídrico, que evidencia as condições climáticas às necessidades da cultura (SILVA; AMARAL, 2007).

Outra ferramenta muito utilizada atualmente é a simulação, um componente importante no planejamento do processo produtivo de culturas. Os modelos de simulação permitem analisar cenários considerando-se as diversas combinações dos fatores climáticos, edáficos e da cultura que influenciam sua produtividade (DALLACORT et al., 2006).

Para que os possíveis efeitos supracitados sejam estudados, pesquisas com foco na modelagem de crescimento de plantas, ou culturas agrícolas, têm sido conduzidas (COSTA et al., 2009). Em todos os modelos, a questão do ciclo e desenvolvimento da cultura são aspectos de suma importância, pois definem as mudanças fenológicas da planta e, conseqüentemente, os estádios de crescimento. Uma abordagem simples e muito utilizada para definir o estágio de desenvolvimento da cultura é o método conhecido como graus-dia (RENATO, 2009).

De acordo com Marin et al. (2011) e Mourice et al. (2014) modelos de crescimento e desenvolvimento de culturas baseados em processos são passíveis de

contribuir no monitoramento e previsão de produtividade e também auxiliares na compreensão dos mecanismos envolvidos nas respostas da cultura ao ambiente.

Segundo Boote et al. (2010) e Lyanda, Pranuthi, Dubey, e Tripathi (2014) a simulação do desenvolvimento de culturas tem funções importantes na agricultura, tais como a síntese de pesquisa básica e de integração, aumentando a compreensão do pesquisador quanto aos aspectos de fisiologia, genética e características do solo; aplicações para fins de gestão em que os sistemas de simulação de culturas são utilizados para avaliar os impactos do clima e na gestão da produção, o uso da água, a utilização de nutrientes e sua lixiviação.

O DSSAT (Decision Support System for Agrotechnology Transfer), (JONES et al., 2003) é um sistema computacional que inclui diversos modelos de crescimento de culturas, e tem sido utilizado por muitos pesquisadores em diferentes condições climáticas e de solo, constituindo-se uma ótima alternativa para obtenção de informações que auxiliam no planejamento e no manejo agrícola (HOOGENBOOM; WHITE; MESSINA, 2004). No DSSAT encontram-se vários modelos para as diferentes culturas, sendo as utilizadas nesse trabalho as seguintes culturas, milho (Ceres-Maize) e soja (Cropgro-soybean).

O presente trabalho tem como objetivo identificar a variabilidade climática em Rondonópolis, Sinop e Tangará da Serra, regiões produtoras de soja e milho no estado do Mato Grosso, diante dos fenômenos El Niño, La Niña e anos Neutros e simular a probabilidade de rendimento de grãos nos anos de sua ocorrência, identificando as melhores épocas de semeadura para primeira e segunda safra.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMADO, T. J. C.; PONTELLI, C. B.; SANTI, A. L.; VIANA, J. H. M.; SULZBACH, L. A. S. Variabilidade espacial e temporal da produtividade de culturas sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 8, p. 1101–1110, 2007.

BOOTE, K. J.; JONES, J. W.; HOOGENBOOM, G.; WHITE, J. W. The Role of Crop Systems Simulation in Agriculture and Environment. **International Journal of Agricultural and Environmental Information Systems**, v. 1, n. 1, p. 41–54, 2010. Disponível em: <<http://services.igi-global.com/resolvedoi/resolve.aspx?doi=10.4018/jaeis.2010101303>>.

DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L.; FARIA, R. T.; GONÇALVES, A. C. A.;

REZENDE, R.; BERTONHA, A. Utilização do modelo Cropgro-soybean na determinação de melhores épocas de semeadura da cultura da soja , na região de Palotina , Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 583–589, 2006.

HOOGENBOOM, G.; WHITE, J. W.; MESSINA, C. D. From genome to crop: Integration through simulation modeling. **Field Crops Research**, v. 90, n. 1, p. 145–163, 2004.

IYANDA, R. A., PRANUTHI , G., DUBEY, S.K., AND TRIPATHI, S. K. Use of dssat ceres maize model as a tool of identifying potential zones for maize production in Nigeria. **International Journal of Agricultural Policy and Research**, v. 2, n. February, p. 69–75, 2014.

JONES, J. .; HOOGENBOOM, G.; PORTER, C. .; BOOTE, K. .; BATCHELOR, W. .; HUNT, L. .; WILKENS, P. .; SINGH, U.; GIJSMAN, A. .; RITCHIE, J. . The DSSAT cropping system model. **European Journal of Agronomy**, v. 18, n. 3–4, p. 235–265, jan. 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030102001077>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

LOOSE, L. H.; ELENA, M.; LONG, F.; CARNELOS, D.; MURPHY, G. M. Variabilidade dos rendimentos de girassol na Argentina em função da variabilidade climática interanual. **Revista Facultad de Agronomía**, v. 30, n. 3, p. 169–178, 2010.

MATZENAUER, R.; FILHO, A. C.; BARNI, N. A.; RICARDO, J.; MALUF, T.; RADIN, B.; SCHACKER, C. Épocas de semeadura para milho e soja visando à redução de riscos por deficiência hídrica , no Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 13, n. 2, p. 191–200, 2005.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 14–21, 2012.

MOURICE, S. K.; RWEYEMAMU, C. L.; TUMBO, S. D.; AMURI, N. Maize Cultivar Specific Parameters for Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Application in Tanzania. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 6, p. 821–833, mar. 2014. Disponível em:

<<http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/ajps.2014.56096>>. Acesso em: 1 jan. 2014.

NETO, J. M. D. M.; BARBOSA, M. P.; ARAÚJO, A. E. De. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 61–66, 2007. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>>.

RAMOS, H. da C.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; JUNIOR, S. S.; QUEIROZ, T. de M. Precipitação pluvial de Diamantino-MT em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 71–80, mar. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620120477>>.

SBARDELOTTO, A.; LEANDRO, G. V. Escolha de cultivares de soja com base na composição química dos grãos como perspectiva para maximização dos lucros nas indústrias processadoras. **Ciência Rural**, v. 38, n. 3, p. 614–619, 2008.

SILVA, J. F.; NETO, A. L.; SANTOS, A.; CECCON, G. Morfofisiologia de milho safrinha em espaçamento reduzido e consorciado com *Urochloa ruziziensis*. **Revista Agrarian**, v. 6, n. 21, p. 259–267, 2013.

SILVA, M. T.; AMARAL, J. A. B. do. Zoneamento de risco climático para a cultura do amendoim no Estado do Rio Grande do Norte. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 7, n. 2, p. 93–99, 2007.

SOUZA, J. A.; BUZETTI, S.; TARSITANO, M. A. A.; VALDERRAMA, M. Lucratividade do milho em razão das fontes, doses e épocas de aplicação de nitrogênio. **Revista Ceres**, v. 59, n. 3, p. 321–329, 2012.

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.

ZAMBRA, E. M.; AUGUSTO, P.; SOUZA, R. De; PEREIRA, S. Os impactos da produção de soja e a dinâmica do desenvolvimento em Sorriso-MT. **PRETEXTO**, v. 16, n. 3, p. 92–105, 2015.

## **ARTIGO 1 - Efeitos do ENOS na variabilidade da precipitação e temperatura em regiões agrícolas do estado de Mato Grosso**

**[Revista Brasileira de Ciências Agrárias]**

**Resumo:** A análise dos fenômenos El Niño, La Niña e anos Neutros e sua influência na distribuição temporal da precipitação tem grande importância no sistema agrícola, visando adequar o manejo das culturas diminuindo os riscos de perdas e otimizando as águas pluviais. O objetivo deste trabalho foi caracterizar a variação da precipitação pluvial anual, mensal e decenal, em anos normais e com a ocorrência do fenômeno ENOS nos municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop no estado de Mato Grosso. Foram utilizados dados históricos de 1970 a 2016, cedidos pelo INMET e ANA. A determinação da precipitação provável anual se deu através da distribuição gama. Nos três municípios estudados o período considerado chuvoso está entre outubro a abril e seco entre maio a setembro. A média anual de chuva para os municípios é de 1800, 1900 e 1500 mm, para Tangará da Serra, Sinop e Rondonópolis respectivamente. Os efeitos do ENOS além de causar redução da precipitação em 100 mm na média anual causam veranicos nos meses de novembro e fevereiro. Os municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop apresentaram maiores alturas pluviométricas em anos Neutros, os efeitos do ENOS reduzem a altura pluviométrica, mas aumenta o número de dias chuvosos.

**Palavras-chave:** probabilidade, precipitação, variabilidade, distribuição.

### **Effects of ENOS on rainfall and temperature variability in agricultural regions of the state of Mato Grosso**

**Abstract:** The analysis of El Niño, La Niña and years Neutrals and its influence on the temporal distribution of rainfall has great importance in the agricultural system in order to adjust the crop management reducing the risks of losses and optimizing rainwater, however the objective of this work to characterize the variation of annual rainfall, monthly and ten days in normal years and with the occurrence of ENOS in the cities of Tangará da Serra, Rondonópolis and Sinop both in the state of Mato Grosso. Historical data were used from 1970 to 2016, assigned by INMET and ANA. The determination of the annual rainfall likely occurred through the distribution range. In the three municipalities studied the rainy period considered is from October to April and dry from May to September. The annual average rainfall for municipalities is 1800, 1900 and 1500 mm in Tangará da Serra, Sinop and Rondonópolis respectively. The

effects of ENOS and cause reduced rainfall at 100 mm on average annual, cause dry spells in November and February. The municipalities of Tangará da Serra, Rondonópolis and Sinop presented higher rainfall heights in Neutral years, the effects of ENOS reduce the rainfall, but increase the number of rainy days.

**Keywords:** probability, precipitation variability, distribution

## INTRODUÇÃO

O estado de Mato Grosso um dos mais rico em diversidade do Brasil, com três dos mais importantes biomas do País (Cerrado, Pantanal, Amazônia), apresentou nas últimas décadas, um crescimento econômico acelerado, em conjunto com o crescimento demográfico (Marinho et al., 2016).

Mato Grosso tornou-se uma das principais regiões agrícolas do Brasil. No início do século XXI assumiu a posição de maior produtor de grãos do país. As regiões de Sinop, Rondonópolis e Tangará da Serra são municípios de grande expressão agrícola (Câmara, 2012).

Segundo dados da CONAB 2016 a produtividade da soja em Mato Grosso, vem se estabilizando desde 2007 com  $3100 \text{ kg ha}^{-1}$  e a previsão para a safra 2015/2016 é de  $2956 \text{ kg ha}^{-1}$ , onde o fator que trouxe essa redução é a variabilidade climática. A CONAB afirma ainda que houve atraso no plantio em diversos Estados e também a ocorrência de veranicos impactou negativamente na produtividade da safra passada. Em virtude do ganho de área, a produção na safra 2015/16, estimada em 96,9 milhões de toneladas, é superior em relação à safra 2014/15, no entanto com menos produtividade.

Como consequência do aumento de área para produção de soja, houve uma queda consecutiva nas últimas três safras de milho, tornando-o concentrada no segundo período, após a colheita da soja. Para o milho segunda safra, apesar do ganho expressivo de área (6,4%), a queda de produtividade em função do estresse hídrico em abril impactou a produção com redução de 3,1% (CONAB, 2016).

O Estado realiza grande parte dos cultivos em sequeiro dependendo exclusivamente da precipitação para o desenvolvimento, isso ocasiona uma grande influência do clima na produção de grãos. Ramos et al. (2015), afirmam que os efeitos do fenômeno El Niño Oscilação Sul (ENOS), causam maior variabilidade das chuvas podendo favorecer ou prejudicar o desenvolvimento das culturas.

Segundo Podestá et al. (1999) a ocorrência do ENOS está ligada ao forte acoplamento oceano-atmosfera que ocorre sobre a região equatorial do oceano Pacífico. Os efeitos do ENOS

começam a ser sentidos no segundo semestre de um ano e estende-se normalmente até a primeira metade do ano seguinte, sendo composto por duas fases distintas a El Niño ou fase quente e a La Niña ou fase fria (Berlato; Farenzena; Fontana, 2005). Segundo Alves et al. (1997) o ENOS, exerce grande influência sobre clima do Brasil, sendo a precipitação um dos elementos do clima mais modificados pela ocorrência deste fenômeno, aumentando ou diminuindo a altura pluviométrica.

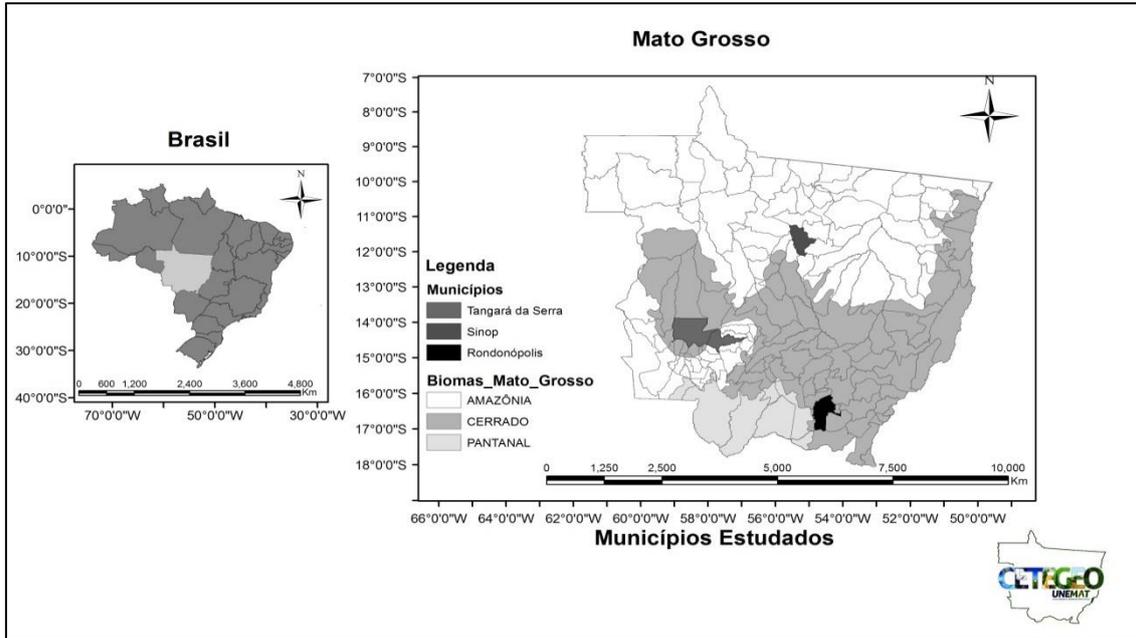
O ENOS é um fenômeno de interação oceano-atmosfera, associado às alterações dos padrões normais da TSM (temperatura da superfície do mar) e dos ventos alísios na região do Pacífico Equatorial, entre a Costa Peruana e a Austrália (Neto; Barbosa; Araújo, 2007), em que, na fase negativa (La Niña), as chuvas são geralmente abaixo da normal climatológica e, na fase positiva, (El Niño) são geralmente acima da normal (Grimm et al., 2000; Berlato & Fontana, 2003; Ramos et al., 2015).

As decisões de início de semeadura e com qual cultura iniciar a safra, são tomadas pelos produtores devido ao preço dos insumos e outros fatores econômicos, não levando em consideração a ocorrência de fenômenos climáticos como o ENOS que possivelmente poderão modificar a dinâmica de semeadura em regiões do Estado. Portanto o objetivo desse trabalho foi identificar a variabilidade das chuvas em ocorrência do ENOS nos municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop, observando as probabilidades das alturas pluviométricas em ocorrências desses fenômenos.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

Os dados para realização do presente trabalho foram cedidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) e Agência Nacional de Águas (ANA), com estações localizadas nas coordenadas geográficas conforme Figura 01. Foram utilizados dados diários de precipitação e temperatura média, de todo o período retrocedente à 2016. Para o preenchimento de falhas foi utilizado o software CLIMA (Faria et al., 2003) desenvolvido pelo Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR). Posteriormente, análises de médias e de desvio-padrão anuais, mensais e decendiais foram realizadas para discussão dos dados.

Os municípios foram escolhidos devido sua grande série histórica de dados meteorológicos e pela sua localização abrangendo os três biomas do Estado (Amazônia, Cerrado e Pantanal), evidenciando o centro de maior expressão produtiva de grãos do Estado.



**Figura 1:** Localização espacial e limites políticos dos municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop.

A análise da ocorrência de dias secos e chuvosos, foi realizada com base na metodologia proposta por Sans et al. (2001), onde estes consideraram como secos, dias em que a precipitação foi igual ou inferior a 5 mm e chuvosos quando a precipitação foi igual ou superior a 5,1 mm.

O clima das regiões, é classificado como BwA, BwA e CwA, para Tangará da Serra, Sinop e Rondonópolis respectivamente, ou seja, clima quente e úmido, com estação chuvosa no verão e estiagem no inverno, caracterizando o clima como estacional (Souza et al., 2013).

Na determinação de diferentes níveis de probabilidade de precipitação, utilizou-se o modelo probabilístico da distribuição gama incompleta, descrito por Thom (1958), onde sua função densidade de probabilidade é dada conforme equação 1.

$$G(y) = \frac{1}{\beta^\gamma \times \Gamma(\alpha)} \times x^{\alpha-1} e^{-x/\beta} \quad (1)$$

Em que:

$\alpha$  - parâmetro de forma (adimensional);

$\beta$  - parâmetro de escala (mm);

e - base do logaritmo neperiano;

x - total de precipitação (mm); e

$\Gamma(\alpha)$  - símbolo da função gama, definida conforme eq. 2.

$$\Gamma(\alpha) = \sqrt{2 \pi} \alpha^{-\alpha} e^{-\alpha} \left( 1 + \frac{1}{12 \alpha} + \frac{1}{288 \alpha^2} - \frac{139}{51840 \alpha^3} \right) \quad (2)$$

Os parâmetros de forma ( $\alpha$ ) e escala ( $\beta$ ) que possibilitam o cálculo da distribuição gama acumulada para uma dada variável aleatória foram estimados pelo método dos momentos, usualmente utilizado para igualar a média  $\bar{X}$  e a variância  $S^2$  da amostra à média, conforme as equações 3 e 4 (Assis et al., 1996).

$$\alpha = \frac{\bar{X}^2}{S^2} \quad (3)$$

$$\beta = \frac{S^2}{\bar{X}} \quad (4)$$

Deste modo procedeu-se a determinação das precipitações prováveis nos níveis de 10, 25, 50, 75 e 90% de probabilidade, para subsequente análise e discussão dos dados.

A precipitação não foi analisada seguindo o calendário normal do ano civil, pois este fenômeno ocorre de julho de um ano a junho do próximo, deste modo os dados foram tabulados de modo que se isolasse o período de interferência do ENOS. Os anos com ocorrência do fenômeno ENOS no período de 1961 a 1992 foram caracterizados por Podestá et al. (1999), os fenômenos ocorridos após o ano de 1992 e até o ano de 2003 foram descritos por Berlato; Farenzena; Fontana, (2005), seguindo a metodologia de Podestá et al. (1999). Foram considerados anos neutros quando não houve a influência do fenômeno (Tabela 02).

**Tabela 02:** Relação dos anos utilizados no trabalho.

Evento Ocorrido	Anos					
EL NIÑO	1977 - 1978	1978 - 1979	1979 - 1980	1982 - 1983	1986 - 1987	1987 - 1988
	1990 - 1991	1991 - 1992	1992 - 1993	1994 - 1995	1997 - 1998	2002 - 2003
	2004 - 2005	2006 - 2007	2009 - 2010	2014-2015	2015 - 2016	
LA NIÑA	1970 - 1971	1971 - 1972	1972 - 1973	1973 - 1974	1974 - 1975	
	1975 - 1976	1976 - 1977	1983 - 1984	1984 - 1985	1988 - 1989	
	1995 - 1996	1998 - 1999	1999 - 2000	2000 - 2001	2007 - 2008	
NEUTROS	1980 - 1981	1981 - 1982	1985 - 1986	1989 - 1990	1993 - 1994	
	1996 - 1997	2001 - 2002	2003 - 2004	2005 - 2006	2008 - 2009	
	2010 - 2011	2011 - 2012	2012 - 2013	2013 - 2014		

Fonte: CEPETC/INPE, 2016

A determinação e análise da probabilidade pluviométrica anual foi feita pelo modelo probabilístico de distribuição gama, caracterizado por Thom (1958) e recentemente utilizada por vários autores como Silva et al. (2007), Dallacort et al. (2011), Ramos et al. (2015), sendo

utilizados os seguintes níveis de probabilidade 10, 25, 50, 75 e 90%, para os três municípios de Mato Grosso observando o comportamento em anos sob efeitos do ENOS.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

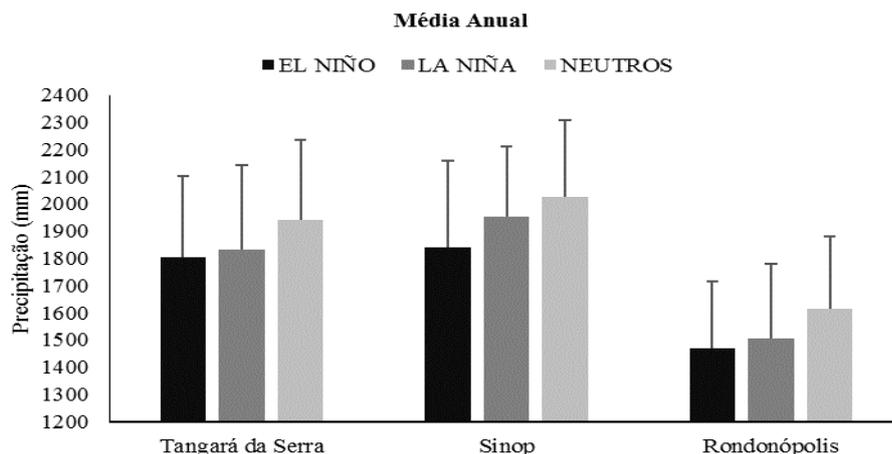
### Comportamento das médias pluviométricas anuais, mensais e decendiais

As médias anuais de precipitação observadas no período de 1970 a 2016 para os municípios de Tangará da Serra, Sinop e Rondonópolis apresentam variação na altitude pluviométrica quando sofrem efeito do ENOS. Para todos os municípios a ocorrência de anos Neutros apresentam maiores médias anuais chegando a 100 mm de diferença. Resultados semelhantes também foram observados por Ramos et al. (2015) no município de Diamantino.

Nos municípios de Tangará da Serra, a variação foi de 1940 a 1801 considerada pequena para medias anuais, Rondonópolis apresentou 100 mm a menos na ocorrência de anos Neutros.

Altas variabilidades das médias anuais podem ser observadas pela variância dos dados tendo como valor máximo de  $S^2 = 320.11$  e mínimo de  $S^2 = 244.52$ , isso é relativo as variações anuais, conforme observado por Dallacort et al. (2011) para o município de Tangará da Serra.

A variabilidade das chuvas pode ser notada pela diferença da altura pluviométrica entre os municípios, Rondonópolis apresenta em média 400 mm de chuva anuais inferior aos outros municípios estudados, porem o comportamento em anos com ocorrência dos efeitos do ENOS são semelhantes (Figura 2).



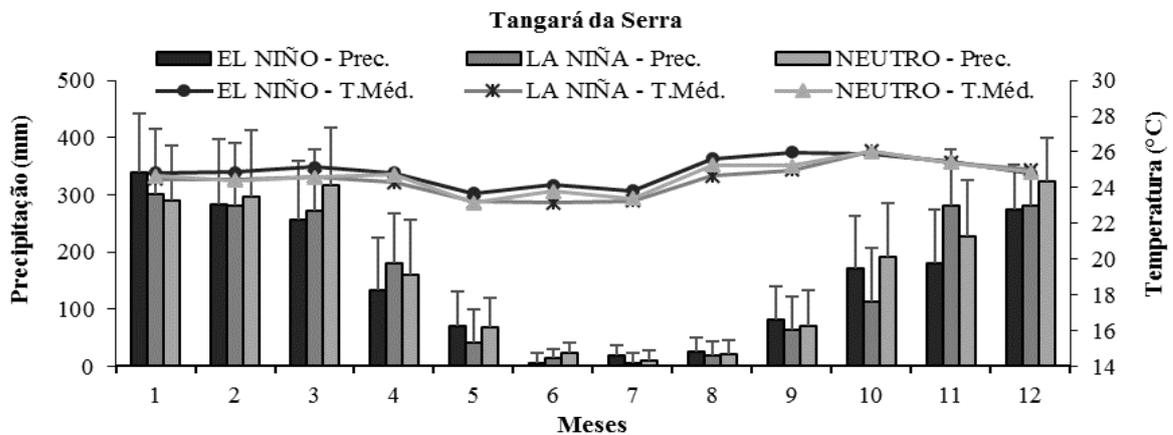
**Figura 2:** Médias pluviométricas e desvio padrão anual em anos com ocorrência de El Niño, La Niña e Anos Neutros para Tangará da Serra, Sinop e Rondonópolis.

As médias mensais dos anos caracterizam duas fases distintas no comportamento da pluviosidade da região, uma chuvosa, de outubro a abril, e outra seca, de maio a setembro como o esperado para região central do Brasil. Esse comportamento é ocasionado pela movimentação das massas de ar quente e úmida formadas no oceano pacífico trazidas pelos ventos alísios.

Alguns autores já observaram esses comportamentos para regiões do estado de Mato Grosso como (Dallacort et al. (2011) em estudo realizado no município de Tangará da Serra, (Pizzato et al., 2012; Ramos et al., 2015) que estudaram o comportamento das chuvas nos municípios de Cáceres e Diamantino.

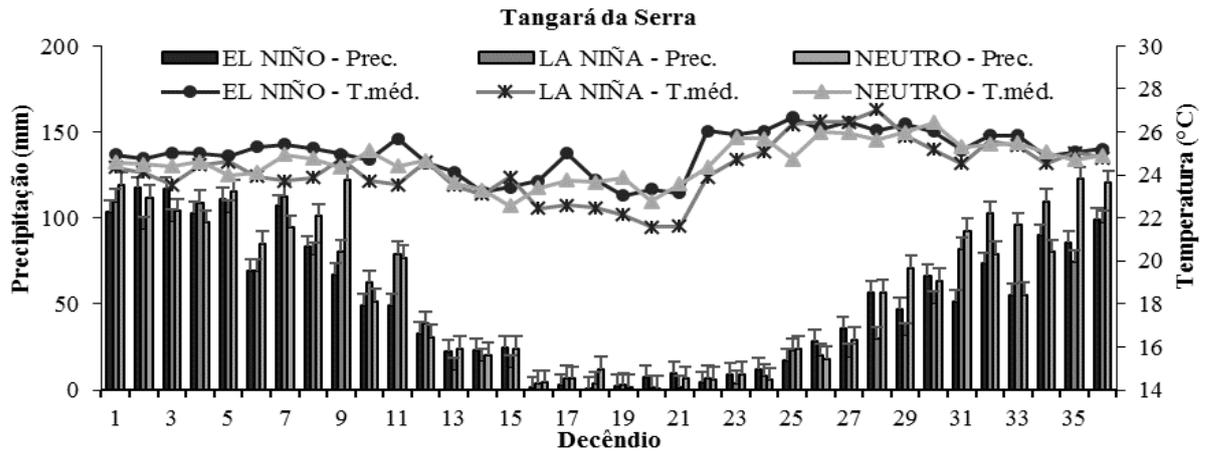
No município de Tangará da Serra é possível observar temperaturas médias mensais e decendiais maiores em anos de El Niño, (Neto; Barbosa; Araújo, 2007), afirmam que, altas temperaturas do ar aumentam a temperatura do Pacífico e esse aquecimento de até 3 °C na água do oceano é caracterizado como evento El Niño, que como consequência, provocam chuvas intensas porem com grandes períodos de estiagem, esse comportamento para a região centro oeste do Brasil.

Para Tangará da Serra o início do período chuvoso setembro e outubro, possui os maiores índices pluviométricos em anos de El Niño, esse comportamento favorece o cultivo de grandes culturas como soja e milho, evidenciando a antecipação da semeadura da soja e consequentemente a do milho (Figura 3).



**Figura 3:** Médias mensais de precipitação e temperatura em anos de El Niño, La Niña e Neutro para o município de Tangará da Serra – MT.

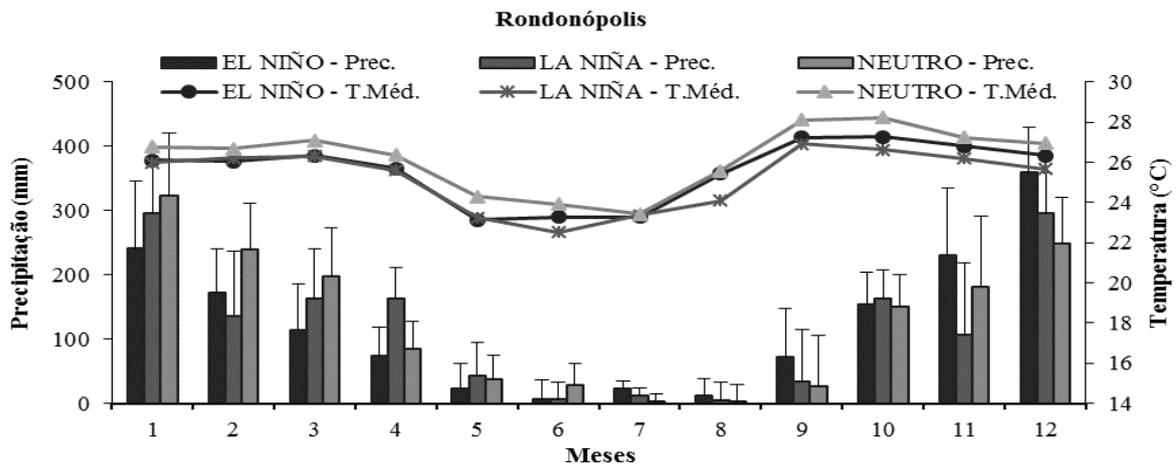
Em escala decendial podemos observar a ocorrência de veranico no ultimo decêndio de novembro para anos Neutros e El Niño, isso pode causar perdas na produtividade quando realizadas semeadura próximo a esse período (Figura 4). Segundo Bergamaschi et al. (2004) a produtividade do milho, é resultante das condições hídricas presentes no período crítico da cultura, florescimento e enchimento de grãos, nesse estágio não se pode ocorrer veranicos.



**Figura 4:** Médias decendiais de precipitação e temperatura em anos de El Niño, La Niña e Neutro para o município de Tangará da Serra – MT.

Em anos de El Niño as maiores médias de temperaturas são encontradas no último decêndio de fevereiro até o primeiro decêndio de setembro período onde se inicia a seca, sendo assim altas temperaturas e baixa pluviosidade.

No município de Rondonópolis também podemos observar que, em anos de El Niño as chuvas se iniciam em setembro com média de 71 mm para este mês (Figura 5). Segundo Moreira et al. (2015) apesar dos municípios estarem distante espacialmente, suas características climáticas apresentam pequenas variabilidades. Porém segundo Dallacort et al. (2011) relatam que dentro do Estado existe grande variabilidade climática entre as regiões devido o Estado possuir três biomas.



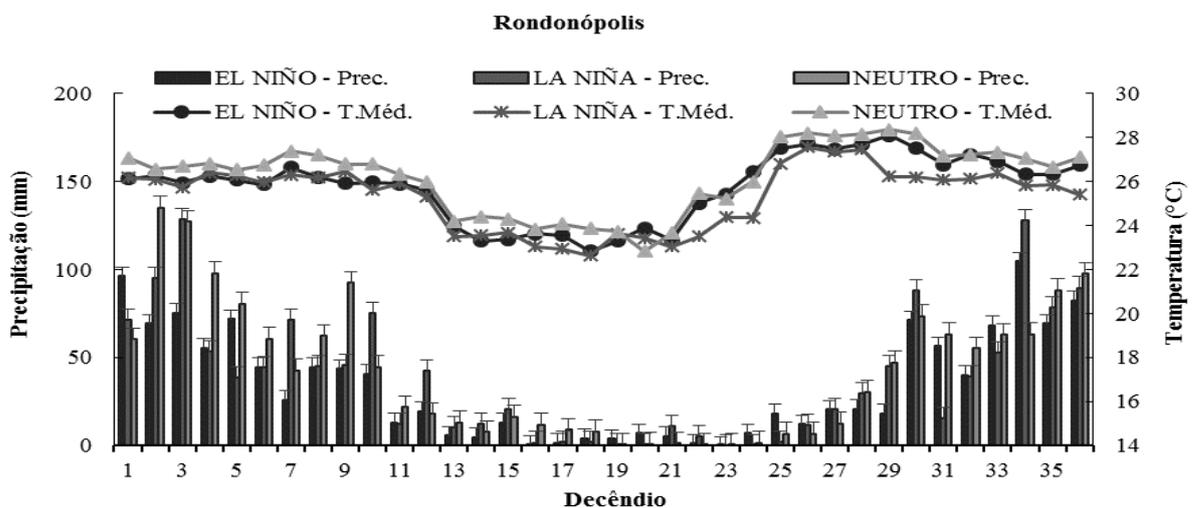
**Figura 5:** Médias mensais de precipitação e temperatura em anos de El Niño, La Niña e Neutro para o município de Rondonópolis – MT.

Para anos que ocorrem La Niña o índice de precipitação atinge 164 mm no mês de abril sendo que para os outros eventos não ultrapassam a média dos 72 mm mensais. Assim, em anos de La Niña deve-se adequar a semeadura das culturas para que os estádios de desenvolvimento

mais exigentes em água coincidam com este período, diminuindo o risco de perdas por déficit hídrico como preconiza Bergamaschi et al. (2004) para o milho, onde concluiu que a produtividade do milho, não importando a condição climática regional, é resultante das condições hídricas presentes no período crítico da cultura.

Nas perspectivas atuais do Estado, conforme levantamentos da CONAB (2016), o cultivo de milho “safrinha” ou de segunda safra está a cada ano aumentando sua área, e para que a cultura se desenvolva adequadamente é preciso que ocorram chuvas na fase de florescimento e enchimento de grãos (fase crítica).

Em anos de El Niño é importante salientar que existe ocorrências de veranicos no decêndio 31 isso poderá coincidir com a fase crítica da soja, afetando diretamente sua produtividade, dessa forma, estudos que calculem a probabilidade das chuvas em municípios produtores é de suma importância para se planejar a melhor época de semeadura (Figura 6).



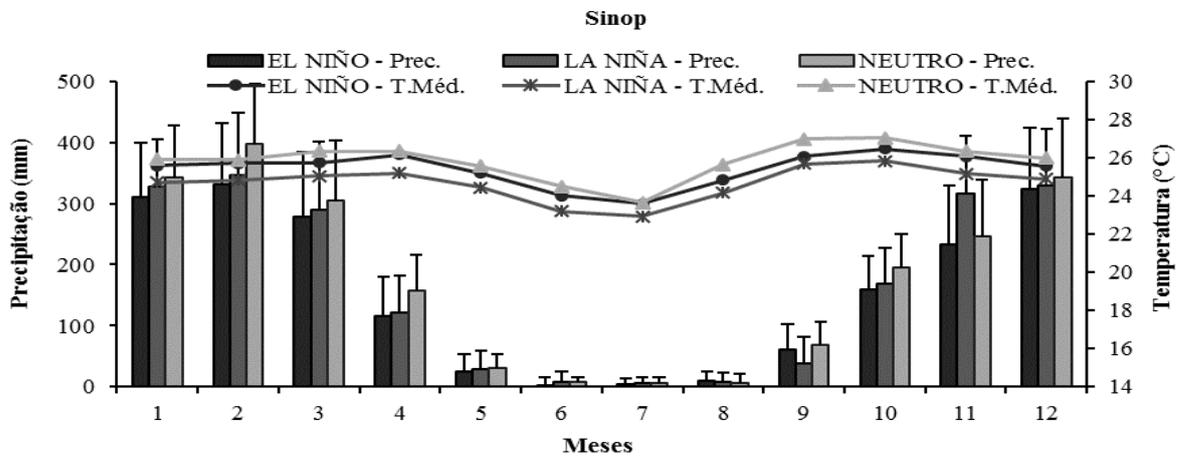
**Figura 6:** Médias decendiais de precipitação e temperatura em anos de El Niño, La Niña e Neutro para o município de Rondonópolis – MT.

No município de Sinop podemos observar que o comportamento da temperatura média segue a mesma tendência do município de Rondonópolis, onde as maiores médias ocorrem em anos Neutros tendo máxima anual da média em 27 °C em seguida pelo El Niño.

A altura pluviométrica mensal de Sinop apresenta comportamento semelhante ao de Tangará da Serra, onde a variabilidade em anos de efeito do ENOS é pequena apresentando variações no mês de novembro com soma de precipitações de 317 mm contra 225 mm para El Niño e Neutros.

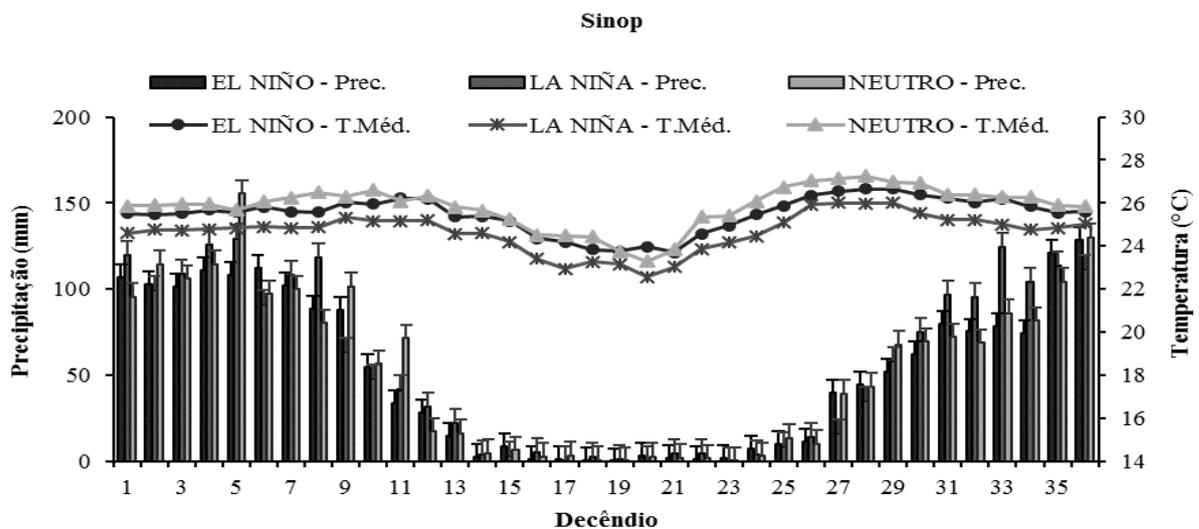
A altura pluviométrica mensal de Sinop apresenta comportamento semelhante ao de Tangará da Serra, no qual, o efeito da variabilidade em anos que ocorrem o fenômeno ENOS é

pequena e apresenta variações nas precipitações no mês de novembro, com soma de 317 mm em comparação ao El Niño e anos Neutros que teve soma de 225 mm (Figura 7).



**Figura 7:** Médias mensais de precipitação e temperatura em anos de El Niño, La Niña e Neutro para o município de Sinop – MT.

Para os decêndios 30, 31, 32, 33 e 34 em anos de La Niña (Figura 8), apresentam menores alturas pluviométricas, em comparação com os outros eventos, neste período ocorre a semeadura da soja no Estado. E segundo Amudha & Balasubramani, (2011), nesta fase a escassez hídrica impõe estresses abióticos, que são os fatores mais importantes na limitação da capacidade produtiva da planta, com base nisso, o suprimento artificial de água, via irrigação, é importante instrumento para amenizar os impactos das oscilações climáticas sobre a produção agrícola.



**Figura 8:** Médias decendiais de precipitação e temperatura em anos de El Niño, La Niña e Neutro para o município de Sinop – MT.

Considerando que a cultura do milho que apresenta maior exigência hídrica no período que compreende desde a preflorescência até o enchimento de grãos, Silva et al. (2007), afirmam

que a obtenção de altas produtividades em cultivos de segunda safra na região está diretamente ligada à época de plantio e, quanto mais tardia, maiores os riscos de insucesso nesta atividade.

### Probabilidade de precipitação

Na Tabela 3, observa-se que os valores calculados em todos os eventos são menores que os valores críticos tabelados, sugerindo que existe concordância entre as frequências observadas e esperadas. Exceto para o município de Tangará da Serra em anos de La Niña onde ocorreu muitas falhas nas coletas de dados impossibilitando a eficiência do teste. Outros autores também encontraram ajustes da Distribuição Gama em suas pesquisas em diversos locais (Moreira et al., 2010; Ramos et al., 2015).

**Tabela 3:** Valores de  $\alpha$  e  $\beta$ , a média e o desvio padrão dos dados anuais de precipitação.

Municípios	Ano	$\alpha$	$\beta$	$\bar{X}$	$S^2$
Tangará da Serra	EL NINO	37,43	49,13	1802,0	300,59
	LA NINA	35,47	52,30	1830,1	311,49
	NEUTRO	32,10	52,64	1940,2	296,24
Sinop	EL NINO	33,74	55,11	1838,4	320,11
	LA NINA	59,14	33,65	1953,1	258,78
	NEUTRO	59,53	32,62	2023,8	285,68
Rondonópolis	EL NINO	35,86	41,33	1468,1	247,50
	LA NINA	27,36	52,14	1505,4	272,72
	NEUTRO	30,55	44,24	1614,5	264,52

Segundo Morais et al. (2001), o conhecimento prévio da lâmina provável a precipitar garante maior segurança no planejamento de sistemas de irrigação suplementar e até mesmo na expansão da produção agrícola, permitindo maior eficiência no aproveitamento de recursos hídricos.

Bernardo (1995) afirma que o parâmetro geralmente utilizado para dimensionamento de sistemas de irrigação é a média pluviométrica, levando em consideração os anos de ocorrência do fenômeno ENOS, seus efeitos podem exigir uma capacidade maior de fornecimento de água, pois segundo o autor deve-se trabalhar com uma probabilidade de precipitação de no mínimo 75% para este fim.

Segundo Dallacort et al. (2011), o estudo da distribuição pluviométrica e sua probabilidade de ocorrência para os próximos meses ou anos, torna-se cada vez mais relevante no planejamento agrícola. Conhecendo-se a lâmina mínima a precipitar na região, com certa margem de segurança, pode realizar-se planejamento quanto as épocas de semeadura e uso eficiente de irrigações suplementares, obtendo um melhor uso da água disponível, permitindo confiabilidade nas tomadas de decisões.

Na Tabela 4 podemos observar que os municípios de Sinop e Tangará da Serra apresentaram maiores precipitações em anos de La Niña, já em Rondonópolis, as maiores precipitações são encontradas em anos de El Niño.

**Tabela 4:** Precipitação anual provável para os municípios em anos de El Niño, La Niña e Neutros.

Municípios	Anos	Precipitação anual Provável (mm)				
		10%	25%	50%	75%	90%
Sinop	EL NINO	2279,7	2064,2	1841,1	1634,7	1462,8
	LA NINA	2328,2	2158,1	1979,0	1810,0	1666,6
	NEUTRO	2270,6	2105,2	1931,0	1766,7	1627,1
Tangará da Serra	EL NINO	2233,3	2031,9	1822,7	1628,4	1465,9
	LA NINA	2263,9	2054,7	1837,7	1636,7	1468,8
	NEUTRO	2081,4	1880,2	1672,2	1480,2	1320,6
Rondonópolis	EL NINO	1806,8	1640,7	1468,4	1308,5	1175,1
	LA NINA	1785,2	1599,7	1409,1	1234,3	1090,0
	NEUTRO	1672,8	1507,5	1336,8	1179,6	1049,1

Em comparação com resultados de Ramos et al. (2015) onde quantificaram as chuvas em Diamantino, município próximo aos estudados, observaram que as maiores alturas pluviométricas são encontradas em anos Neutros seguida de El Niño e La Niña com menor altura, portanto o comportamento das chuvas difere de região para região.

Além da variabilidade das chuvas encontradas na ocorrência dos eventos ENOS, podemos observar que o município de Sinop apresenta maior altura pluviométrica provável em relação aos outros, e Rondonópolis apresenta menor altura pluviométrica provável.

Com relação a probabilidade das chuvas mensais, podemos observar na Figura 9 que, em janeiro Tangará da Serra apresenta maior probabilidade em anos de ocorrência de El Niño e decrescendo mensalmente o volume provável de precipitação. Já para La Niña temos pouca variação entre janeiro, fevereiro e março, decrescendo acentuadamente em abril e maio, contudo tem-se um pico de altura pluviométrica em novembro. Para anos Neutros os meses que mais chovem são fevereiro e março, tendo 90% de probabilidade que nos meses de maio a setembro não ocorra precipitações.

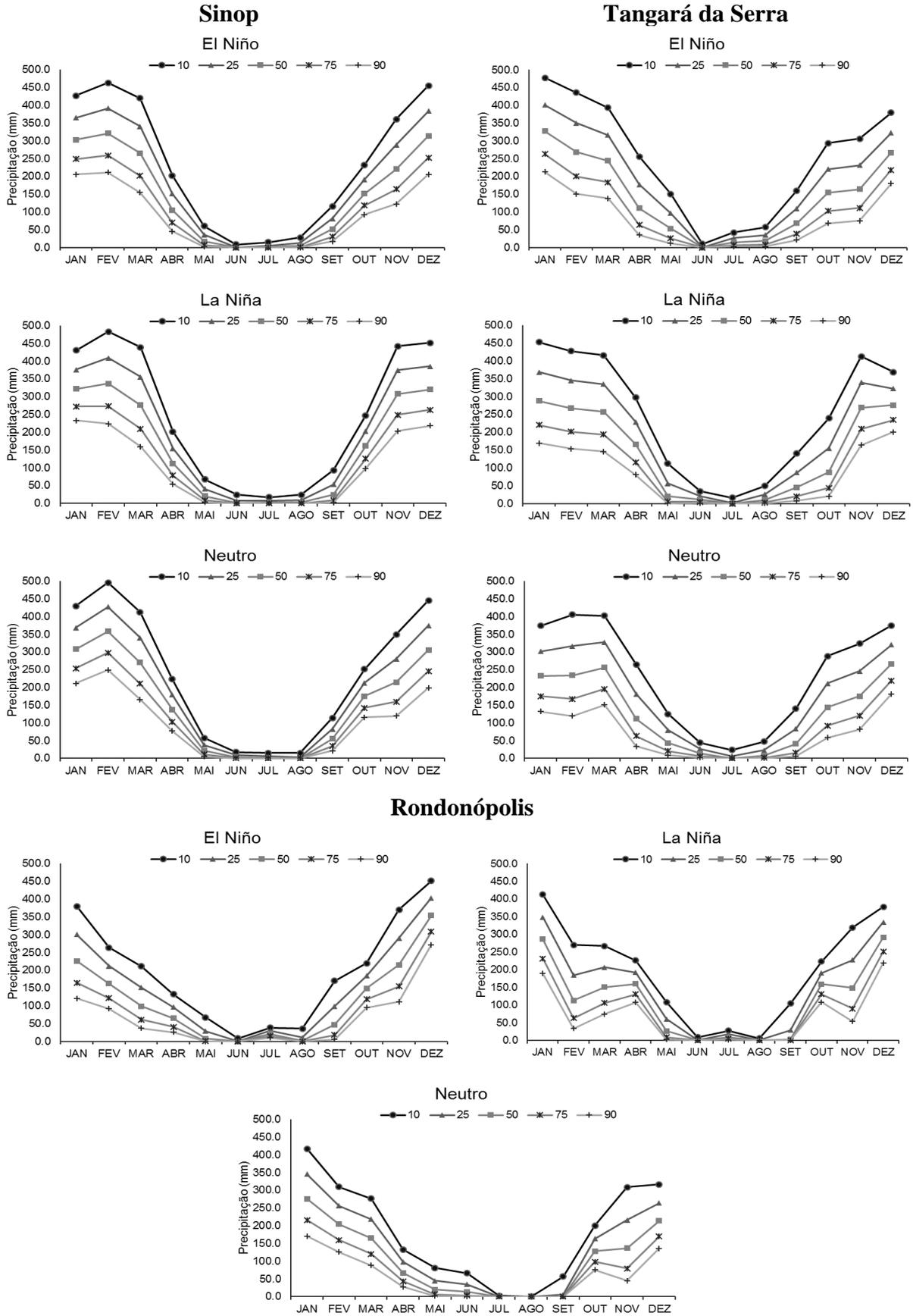


Figura 9: Níveis de probabilidade (%) de precipitação mensal em anos de El Niño, La Niña e Neutros nos três municípios estudados.

Para o município de Sinop, os meses com maior altura pluviométrica são janeiro e dezembro para todos os eventos, e em La Niña ocorre um período maior de seca, que abrange desde maio a setembro, com 90% de probabilidade que ocorra menos que 10 mm de chuva, já para os outros eventos em setembro apresenta 90% de probabilidade que ocorra acumulado de 30 mm.

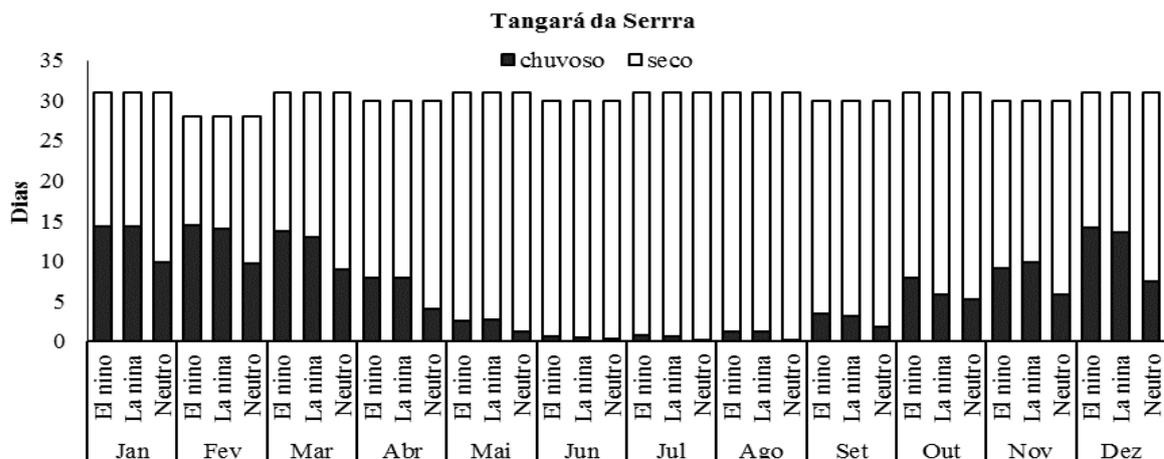
Comportamento este esperado para o estado e suas regiões, conforme pesquisado por Dallacort et al. (2011) em Tangará da Serra, onde afirmaram que o período chuvoso para o município compreende desde outubro a março e de seca entre abril a setembro.

O município de Rondonópolis apresenta maior índice pluviométrico em dezembro para El Niño e janeiro para La Niña e Neutros. Para eventos de La Niña ocorre veranicos em novembro e fevereiro, com 90% de probabilidade que ocorra acumulado de chuvas abaixo dos 30 mm para ambos os meses.

Segundo Bergamashi et al. (2004) veranicos em fevereiro ou março podem favorecer a colheita da soja, porém preconiza a semeadura do milho segunda safra, necessitando de planejamento e análise do comportamento das chuvas na região.

### Quantificação de dias secos e chuvosos

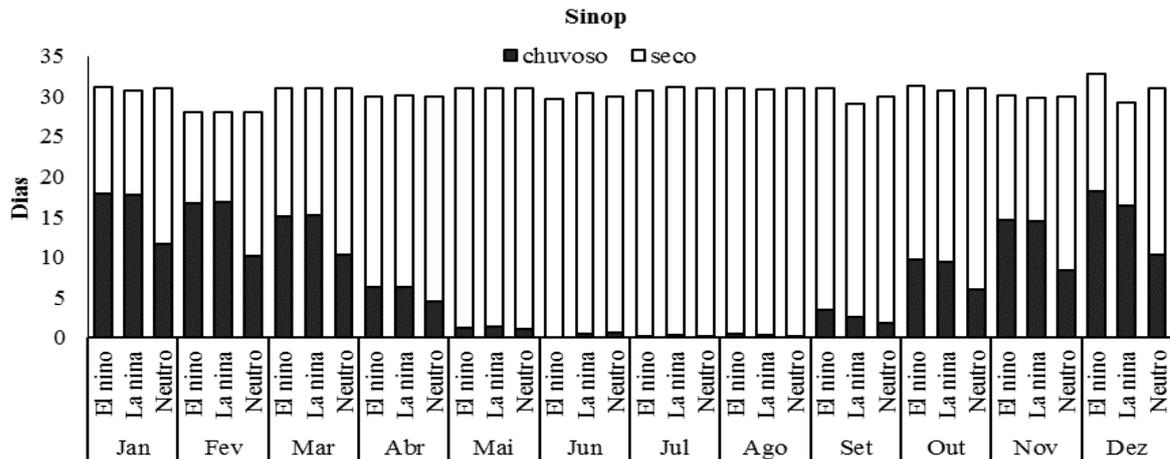
Para os três municípios estudados os meses de dezembro, janeiro, fevereiro e março foram os que apresentaram maiores médias de dias chuvosos (Figura 10, 11 e 12), resultados semelhantes foram observados por vários autores que realizaram estudos em diferentes regiões do estado (Pizzato et al., 2012; Moreira et al., 2010; Ramos et al., 2015).



**Figura 10:** Distribuição mensal de dias secos e chuvosos em anos de El Niño, La Niña e Neutros para Tangará da Serra – MT.

Para o município de Tangará da Serra e Sinop os anos Neutros apresentam menores valores para dias chuvosos, seguido de anos de La Niña e El Niño que apresentam maior número

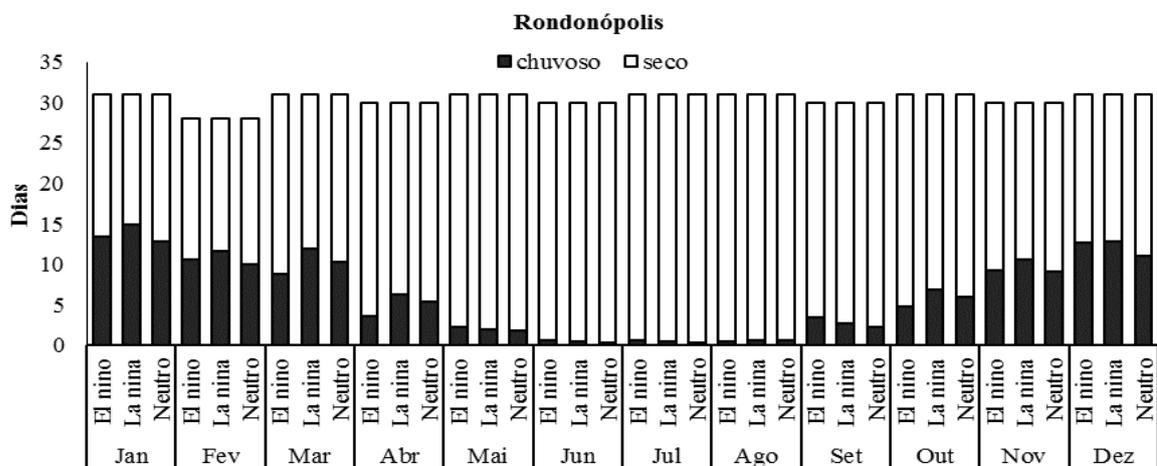
de dias chuvosos. Com relação à altura pluviométrica, observamos que anos Neutros apresenta maior altura pluviométrica, conseqüentemente a intensidade das chuvas nesse ano é maior, resultados corroboram com observado por Ramos et al. (2015), onde afirmam que maiores intensidades das chuvas são encontradas em anos Neutros.



**Figura 11:** Distribuição mensal de dias secos e chuvosos em anos de El Niño, La Niña e Neutros para Sinop – MT.

O número de dias secos e chuvosos em Rondonópolis apresentam menor variabilidade com relação aos outros municípios estudados, podemos notar que em anos de La Niña o número de dias chuvosos é maior que El Niño e Neutros.

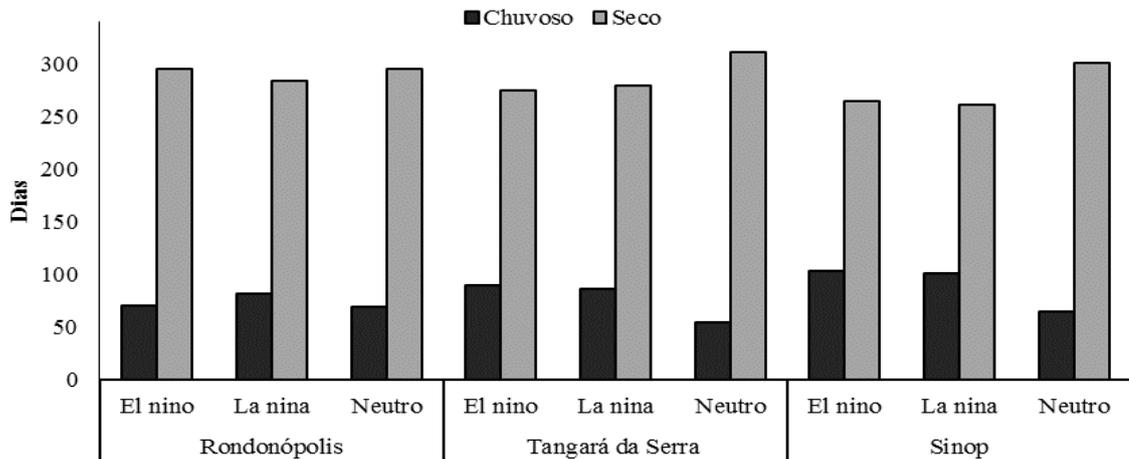
Os meses de junho, julho e agosto para os três municípios apresentam em média menos que um dia de chuva, o que segundo Dallacort et al. (2011), caracteriza o período seco do ano para essas regiões.



**Figura 12:** Distribuição mensal de dias secos e chuvosos em anos de El Niño, La Niña e Neutros para Rondonópolis – MT.

A média anual de dias chuvosos em Tangará da Serra é de 89, 86 e 54 dias em anos de El Niño, La Niña e Neutros respectivamente. Para o município de Rondonópolis a média anual

é de 70, 81 e 69 para anos de El Niño, La Niña e Neutros respectivamente. E em Sinop 103, 101 e 64 para El Niño, La Niña e Neutros respectivamente (Figura 13). Em anos Neutros apesar da média anual do volume precipitado ser maior, o número de dias chuvosos é menor, concluindo que nesse evento a intensidade das chuvas são maiores.



**Figura 13:** Distribuição anual de dias secos e chuvosos em anos de El Niño, La Niña e Neutros para os três municípios estudados.

Oliveira; Marcuzzo e Barros (2015), ao estudar os fenômenos El Niño e La Niña observaram que nos meses de maiores intensidades desses fenômenos as curvas de tendência conservaram-se praticamente estáveis, ou seja, não houve tendência de acréscimo ou decréscimo no número de dias chuvosos dentro do período em estudo.

## CONCLUSÃO

Os municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop apresentaram maiores alturas pluviométricas em anos Neutros, os efeitos do ENOS reduzem a altura pluviométrica, mas aumenta o número de dias chuvosos.

Os efeitos do ENOS apresentam comportamento semelhante para os três municípios com presença de veranicos em La Niña e chuvas mais concentradas em El Niño.

Em anos Neutros a intensidade das chuvas são maiores e o número de dias chuvosos são menores evidenciando a ocorrência de veranicos com períodos acima de 8 dias sem chuvas.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMUDHA, J.; BALASUBRAMANI, G. Recent molecular advances to combat abiotic stress tolerance in crop plants. **Biotechnology and Molecular Biology Review**, v. 6, n. 2, p. 31–58, 2011. Disponível em: <<http://www.academicjournals.org/BMBR>>.

ALVES, M. B. et al. Episódios de La Niña na bacia do oceano pacífico e equatorial e a distribuição sazonal e intrasazonal das chuvas no setor norte do nordeste brasileiro. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 12, n. 1, p.63-76, 1997.

ASSIS, F. N.; ARRUDA, H. V.; PEREIRA, A. R. Aplicações de estatística à climatologia: teoria e prática. **Pelotas**: Universidade Federal de Pelotas, 1996.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J.; BIANCHI, C. A. M. et al. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831–839, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/129303>>.

BERLATO, M. A.; FARENZENA, H.; FONTANA, D. C. Associação entre El Niño Oscilação Sul e a produtividade do milho no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p. 423–432, 2005. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/pab/v40n5/24422.pdf>>.

BERLATO, M. A.; FONTANA, D. C. El Niño e La Niña: impactos no clima, na vegetação e na agricultura do Rio Grande do Sul; aplicações de previsões climáticas na agricultura. Porto Alegre: **Ed. da UFRGS**, 2003. 110p.

BERNARDO, S. Manual de irrigação. 6.ed. Viçosa: **Imprensa Universitária**, 1995. 657p.

CONAB - **Companhia Nacional de Abastecimento**. Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento, maio 2016. Brasília: CONAB, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_10\\_14\\_42\\_08\\_boletim\\_graos\\_maio\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_10_14_42_08_boletim_graos_maio_2016_-_final.pdf)> Acesso em: 24 maio. 2016.

DALLACORT, R. et al. 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. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/5838>>.

CÂMARA, G. M. de S. **Introdução ao agronegócio soja**. Prof. Gil Câmara - USP/ESALQ – Departamento de Produção Vegetal - novembro/2012. Disponível em: <<http://www.lpv.esalq.usp.br/lpv506/LPV%20506%20S01%20-%20Soja%20Apostila%20Agronegocio.pdf>> Acesso em: junho/2015.

FARIA, R. T.; CHIBANA, E. Y.; CARAMORI, P. H. Programa computacional para organização e análise de dados meteorológicos. **Engenharia Agrícola**, v. 23, n. 2, p. 372 - 387, 2003.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate variability in Southern South America associated with El Niño and La Niña events. **Journal of Climate**, v. 13, n. 1, p. 35-58, 2000.

MARINHO, H. M. A. et al. Análise econômica da evolução do agronegócio em mato grosso no período de 1990 a 2010. **Revista FAIPE**, v. 6, n. 1, p. 13–24, 2016. Disponível em: <<http://revistafaipe.com.br/index.php/RFAIPE/article/view/46>>.

MORAES NETO, J. M. de; BARBOSA, M. P. e ARAUJO, A. E. de. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 1, p. 61-66, 2007.

MORAIS, A. R. et al. Estimativa da precipitação provável em Lavras (MG) através da distribuição gama. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 2, p. 305-310, 2001.

MOREIRA, P. S. P. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de chuvas no município de nova Maringá - MT. **Revista de Ciências Agro-Ambientais**, v. 8, n. 1, p. 9–20, 2010.

NETO, J. M. D. M.; BARBOSA, M. P.; ARAÚJO, A. E. De. Efeito dos eventos ENOS e das TSM na variação pluviométrica do semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 61–66, 2007. Disponível em: <<http://www.agriambi.com.br>>.

OLIVEIRA, N. D. L.; MARCUZZO, F. F. N.; BARROS, R. G. Influência do El Niño e La Niña no número de dias de precipitação pluviométrica no Estado do Mato Grosso. **Ciência e Natura**, v. 37, n. 4, p. 284–297, 2015.

PEEL, M. C; FINLAYSON, B. L. MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification, **Hydrol. Earth Syst.** 2007.

PIZZATO, J. A. et al. Distribuição e probabilidade de ocorrência de precipitação em Cáceres (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 137–142, 2012. Disponível em: <[www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat)>.

PODESTAÁ, G. P. et al. Associations between Grain Crop Yields in Central-Eastern Argentina and El Niño – Southern Oscillation. **Journal of Applied Meteorology**, v. 38, n. 10, p. 1488–1498, 1999.

RAMOS, H. C. et al. Precipitação pluvial de Diamantino - MT em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 71–80, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620120477>>.

SANS, L. M. A. et al. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura do milho na região centro-oeste do Brasil e para o estado de Minas Gerais. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, n. 3, p. 527-539, 2001.

SILVA, J. C. et al. Análise de distribuição de chuva para Santa Maria, RS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola Ambiental**, v. 11, n. 1, p. 67–72, 2007.

THOM, H. C. S. A note on the gama distribution. **Monthly Weather Review**, v. 86, n. 4, p. 117-122, 1958.

**ARTIGO 2 - Épocas de semeadura para a cultura da soja e milho “safrinha”, em  
Tangará da Serra – MT**

**[Revista Brasileira de Ciências Agrárias]**

**Resumo:** A variabilidade climática causa as maiores perdas de produtividade para a cultura da soja e milho no estado de Mato Grosso, o principal produtor dos grãos no país devido sua extensão territorial e aptidão agroclimática. O objetivo desse trabalho é identificar a melhor época de semeadura para a cultura da soja como primeira safra e milho como segunda safra, evidenciando cultivares com diferente duração de ciclos. O experimento foi realizado no ano de 2015/2016 na área experimental da UNEMAT campus de Tangará da Serra, onde foram semeadas três cultivares de soja com ciclos tardios, médios e precoce, para quatro datas, e após a colheita de cada época foram semeados três híbridos de milho também com ciclos distintos, para quatro datas de semeadura, os dados meteorológicos foram monitorados por uma estação meteorológica instalada ao lado do experimento. Foi realizado o balanço hídrico diário para explicar a disponibilidade de água para as culturas. Utilizou-se um delineamento experimental de blocos casualizados em esquema fatorial de 4x3, com quatro repetições. Foi realizada análise de variância pelo teste F e, quando significativo, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade utilizando o software estatístico ASSISTAT 7.7. As menores produtividades para a cultura da soja foram obtidas nas épocas de semeadura 22/09 e 06/10 e as maiores nas épocas 21/10 e 05/11, já para o milho safrinha, semeados após a colheita da soja, semeaduras antecipadas promovem maiores produtividades, sendo observado nas épocas 27/01 e 09/02 e as menores produtividades em 25/02 e 11/03. O uso de cultivares precoces para a soja favorece o aumento da produtividade do milho segunda safra, porém cultivares de soja tardias são mais tolerantes ao déficit hídrico podendo ser semeadas antecipadamente.

**Palavras-chave:** variabilidade climática, ENOS, produtividade.

**Evaluation of sowing times for the cultivation of soybean and maize "off-season"  
in Tangará da Serra - MT**

**Abstract:** Climatic variability causes the greatest productivity losses for soybean and maize in Mato Grosso State, which is the main grains producer in the country due to its territorial extension and agroclimatic aptitude. The objective of this work is to identify the best sowing season for the soybean crop as the first crop and maize as the second crop, showing cultivars of different cycle lengths. The experiment was carried out in the year 2015/2016 in the

experimental area located at UNEMAT, Campus Tangara da Serra, where three soybean cultivars were sown with medium and early late cycles for four dates, and after the harvest of each season three types of hybrid maize were sown also with distinct cycles, for four sowing dates, the meteorological data were monitored by a meteorological station installed close to the experiment. Daily water balance was performed to explain the availability of water for the crops. A randomized block design in a 4x3 factorial scheme was used, with four replications. A variance analysis was performed by the F test and, when significant, the Tukey test was performed at 5% of probability using the statistical software ASSISTAT 7.7. Due to the first sowing date of the soybeans being at the beginning of the rain period, the lowest yields for the soybean crop, were obtained in seasons 22/09 and 06/10 and the highest in the seasons 21/10 and 05/11, for the corn where they were planted after the soybean harvest, promote higher yields, being observed in seasons 27/01 and 09/02 and the lowest yields in seasons 25/02 and 11/03. The use of early cultivars for soybeans favors increases yield for second crop maize, however late soybean cultivars are more tolerant to water deficit and can be sown in advance.

**Key-words:** Climate variability, ENOS, productivity

## INTRODUÇÃO

A cultura da soja [*Glycine max* (L.) Merr.] e milho (*Zea Mays*) são uma das mais importantes cultivadas atualmente no mundo. Seus grãos são a *commodity* de maior importância no cenário agrícola mundial e principalmente no Brasil, em virtude do volume produzido (aproximadamente 82,0 e 76,22 milhões de toneladas soja e milho, respectivamente) e exportado (aproximadamente 41,9 milhões de toneladas) (USDA 2014) contribui significativamente para a economia do país (CONAB, 2016).

Neste ano o estado de Mato Grosso semeou mais de 3,57 milhões de hectares de milho, 4,8% a mais que a safra passada, e obteve 19,0 milhões de toneladas 8,5% a menos que a safra passada, tendo uma queda na produtividade de 12,6%. O estado de Mato Grosso semeou mais de 9,14 milhões de hectares de soja, 2,3% a mais que a safra passada, e obteve mais de 26 milhões de toneladas 7,0% a menos que a safra passada, uma queda na produtividade de 9,1%, isso ocorreu devido a variabilidade climática, que para o ano agrícola de 2015/2016 houve influência do El Niño (CEPETEC, 2016), com ocorrências de veranicos e períodos de chuvas mais concentradas.

Estudos referentes a fenômenos climáticos como El Niño Oscilação Sul (ENOS) afirmam que suas ocorrências provocam alterações na quantidade de precipitação, de maneira

geral, eventos de El Niño estão associados ao aumento de precipitação e La Niña associados a diminuição. Além disso eventos de La Niña podem causar drásticas reduções na produtividade de milho, com sérios prejuízos a todos os integrantes da cadeia produtiva (Bergamaschi et al., 2004; Ramos et al., 2015).

A época de semeadura tem maior efeito na produção de sementes do que qualquer outra técnica cultural (Motta et al., 2002; Albrecht et al., 2008; Kandil; Sharief, 2012). O estado de Mato Grosso apresenta grande potencial agrícola e se destaca por realizar duas safras anuais, mas isso vem se tornando difícil pois as variações climáticas causam incertezas na escolha da melhor época de semeadura, não só para a primeira safra, mas pensando em uma ampliação da janela de semeadura para a segunda safra.

Para o crescimento e desenvolvimento a cultura tem como exigência a faixa de temperaturas ótimas entre 20°C e 30°C. O crescimento vegetativo da soja é baixo ou nulo em temperaturas abaixo de 10°C, acima de 40°C ocorrem efeitos adversos no metabolismo, reduzindo o crescimento da planta, sendo agravado em condições de déficit hídrico, as condições ideais de disponibilidade hídrica estão entre 450 a 800 mm distribuída durante o ciclo (Fontana et al., 2001; Farias; Nepomuceno; Neumaier, 2007).

As grandes perdas de produtividade na cultura do milho são causadas diretamente da relação intrínseca estabelecida entre a planta e o ambiente físico em que ela se encontra, com ênfase para a disponibilidade hídrica. Em algumas regiões a frequência de anos secos chega a 20%. Entretanto, a produção de milho pode ser afetada drasticamente por estiagens curtas, se estas coincidirem com o período crítico da cultura (Bergamaschi & Matzenauer, 2014).

Para determinar as melhores épocas de semeadura, considerando as necessidades hídricas da cultura, utiliza-se o balanço hídrico diário que permite conhecer as necessidades e disponibilidade hídrica no solo ao longo do tempo. Segundo Pereira, Angelocci e Sentelhas (2002) os principais componentes do balanço hídrico, para definir a demanda e disponibilidade, é a precipitação (P), evapotranspiração real (ETR), evapotranspiração potencial (ETP), armazenamento de água no solo (ARM), deficiência hídrica (DEF) e excedente hídrico (EXC).

Este trabalho tem como objetivo analisar a melhor época de semeadura para a cultura da soja como primeira safra concomitantemente à semeadura do milho segunda safra, “safrinha”. Identificando opções para ciclos tardios, médios e precoces das duas culturas.

## MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido na área experimental da Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), Campus Universitário de Tangará da Serra - MT, localizado geograficamente a 14°39' de latitude Sul e 57°25' de longitude Oeste, com altitude média de 440 metros, segundo dados do INMET. O clima da região é o tropical úmido megatérmico (Aw) de acordo com Köpen. Os valores médios anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são 24,4°C, 1.830 mm e 70 – 80%, respectivamente. As chuvas são praticamente concentradas de outubro a março e entre abril e setembro estabelece-se a estação seca, seis meses (Dallacort et al., 2011).

O solo é classificado como Latossolo vermelho distroférico, textura muito argilosa com 689 g de argila por kg de solo e relevo suavemente ondulado (EMBRAPA, 2006). Realizou-se correções de acidez do pH e adubação, ambas de acordo com análise de solo e recomendação para a cultura (Sfredo, 2008).

Realizou-se a análise de solo e conforme a recomendação foi aplicado 500 kg ha de calcário dolomítico, a adubação seguiu a recomendação para cada cultura, para a soja foi realizada adubação com 450 kg ha de NPK 4-14-8 na semeadura e para o milho 250 kg ha da mesma formulação e adubações nitrogenadas com 300 kg ha de Ureia, parceladas em três aplicações iniciadas 35 dias após semeadura e a cada 15 dias após a primeira adubação.

Para a obtenção dos dados meteorológicos, utilizou-se de uma estação automática Campbell Scientific localizada na própria universidade, a estação possui um *Data Logger* CR1000 para armazenamento de dados, sensor CS 215 de temperatura (°C) e umidade relativa (%), sensor de pressão atmosférica (kPa) barômetro CS106 mede a variação de 500 a 1100 mb, sensor de radiação solar (MJ/m<sup>2</sup>) piranômetro CMP3, sensor de velocidade (m/s<sup>-1</sup>) e direção do vento (graus) anemômetro 03002-R.M. Young Wind, pluviômetro CS 700 rain gauge, sensor de molhamento foliar 237-L Grade sensora de umidade. As informações são disponibilizadas pelo laboratório de Agrometeorologia.

A semeadura da soja foi realizada em quatro épocas, sendo: época 1 (22/09/2015), época 2 (06/10/2015), época 3 (21/10/2015) e época 4 (05/11/2015). Para tanto, utilizou-se três cultivares de soja: SoyTech 815 RR (precoce), SoyTech 820 RR (intermediário), e Tropical Melhoramento & Genética Ltda TMG-1188 (tardio) com população de 18, 20 e 14 pl m<sup>-1</sup>, respectivamente.

Para o milho a semeadura foi realizada em quatro épocas, concomitantemente à colheita da soja, evidenciando a segunda safra do ano agrícola 2015/2016: época 1 (27/01/2016), época

2 (09/02/2016), época 3 (25/02/2016) e época 4 (11/03/2016). Para tanto, utilizou-se três híbridos de milho: Agroceres AG 7088 (precoce), Agroeste AS 1555 (intermediário) e Dekalb DKB 390 PRO (tardio), todos com população final de 60.000 pl.ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial de 4x3, constituídos de quatro épocas de semeadura com três cultivares e quatro repetições, delineamento realizado para a soja e para o milho.

Cada tratamento foi constituído por seis linhas de 12 metros, com espaçamento de 0,45 metros entre linhas para as duas culturas, 32,4 m<sup>2</sup> cada, o bloco teve 97,2 m<sup>2</sup>, representando cada época totalizando uma área total de avaliação com 388,6 m<sup>2</sup>, para a bordadura entre épocas foram semeadas outras 6 linhas.

O manejo utilizado para controle de pragas, doenças e plantas daninhas foi o recomendado para as culturas, com aplicações de defensivos registrados, bem como utilização de dosagens recomendadas pelo fabricante, os controles foram feitos rigorosamente para todos os tratamentos, visto que todos os manejos foram mecanizados.

As colheitas da soja foram realizadas de acordo com cada época e o ciclo da cultura: época 1 (11/01/2016, 20/01/2016, 08/02/2016), época 2 (01/02/2016, 05/02/2016, 03/03/2016), época 3 (18/02/2016, 24/02/2016, 20/03/2016), época 4 (10/03/2016, 15/03/2016, 30/03/2016), respectivamente para as cultivares ST 815, ST 820 e TMG 1188.

As colheitas do milho foram realizadas de acordo com cada época e o ciclo da cultura: época 1 (23/05/2016, 25/05/2016, 02/06/2016), época 2 (10/06/2016, 14/06/2016, 20/06/2016), época 3 (18/06/2016, 22/06/2016, 28/06/2016), época 4 (05/07/2016, 08/07/2016, 11/07/2016), respectivamente para os híbridos AG 7088, AS 1555 e DKB 390.

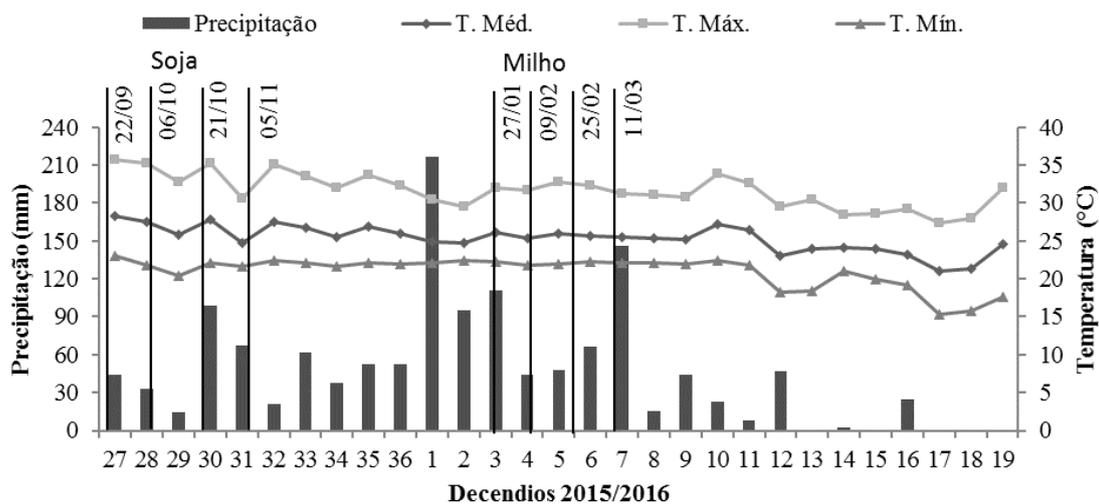
Para as avaliações foram coletadas 10 plantas por repetição e posteriormente prosseguiu-se com as avaliações, exceto para obtenção da produtividade, que foram coletados oito metros lineares das duas fileiras centrais de cada tratamento, totalizando 7,2 m<sup>2</sup>, a fim de determinar a produtividade de grãos em kg ha<sup>-1</sup>. Realizou-se debulha manual para a determinação da massa de grãos, e foram submetidos à secagem em estufa de circulação de ar forçada por 48 horas a 55 °C, a umidade foi corrigida para 12%.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e, quando significativo, realizou-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade e os desdobramentos das interações utilizando do software estatístico ASSISTAT 7.7. Para determinar a disponibilidade hídrica foram realizados os cálculos de balanço hídrico sequencial para cada híbrido em cada época de semeadura, com auxílio da planilha de Rolim e Sentelhas (2006).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

A distribuição das chuvas ocorridas durante o ciclo das culturas, nas diferentes épocas de semeadura, em períodos decendiais são observadas na Figura 1. Nos meses de setembro e outubro (início da semeadura da soja) a pluviosidade média registrada na região sudoeste de Mato Grosso, foi de 67,3 mm e 162,2 mm respectivamente, conforme dados da estação Tangará da Serra (Dallacort et al., 2011). Condições adequadas para o estabelecimento da cultura da soja, desde que não ocorra veranicos.

No decêndio 3 (início da semeadura do milho) a pluviosidade média registrada na região sudoeste de Mato Grosso, foi de 111 mm, porém nos decêndios 4 e 5 a precipitação acumulada foi de 43 e 48 mm, condições inadequadas para a semeadura da cultura, pois nesses dois decêndios ocorrem veranicos que reduzem o desenvolvimento da cultura.



**Figura 1** - Valores decendiais de precipitação e temperatura máxima, média e mínima para o período do experimento conforme as datas de semeadura da cultura da soja e milho no ano 2015/16 em Tangará da Serra – MT.

A produção da soja está intimamente ligada às condições climáticas anuais, ocorrendo variações na produtividade em função da disponibilidade de chuvas no ano. A disponibilidade da água é importante principalmente em dois períodos de desenvolvimento da soja: germinação-emergência e floração-enchimento de grãos. A semente de soja necessita absorver, no mínimo, 50% de seu peso em água para assegurar uma boa germinação. Nesta fase, o conteúdo de água no solo não deve exceder a 85% do total de água disponível nem ser inferior a 50% (EMBRAPA, 2009).

Borrmann (2009), em estudos sobre as respostas fisiológicas da cultura da soja sob déficit hídrico, afirma que na fase de enchimento dos grãos na soja o estresse hídrico pode

causar redução no tamanho e peso dos grãos além da retenção da cor verde, pois a falta de água prejudica a atividade das enzimas responsáveis pela degradação da clorofila, o que resulta em alto teor de grãos verdes.

A soja necessita de cerca de 450 a 800 mm de água durante seu ciclo para obter seu rendimento máximo de produção (EMBRAPA, 2011). A necessidade de água aumenta durante o desenvolvimento da cultura, atingindo o máximo no período de floração/enchimento de grãos. Neste período a planta necessita de 7 a 8 mm dia<sup>-1</sup>, decrescendo logo após essa etapa do ciclo (Farias; Nepomuceno; Neumaier, 2007).

A quantidade de chuva ocorrida durante o ciclo da cultura da soja foi de 794,7mm, 872,5mm, 957mm e 1005mm, respectivamente para as épocas de semeadura 1, 2, 3 e 4. Para a cultura do milho segundo Bergamaschi et al. (2004), necessita de 650 mm de água durante seu ciclo, considerando um híbrido de ciclo precoce. Nessa pesquisa a quantidade de água precipitada durante o ciclo da cultura foi de: 552,5 mm, 407,7 mm, 324,4 mm e 164,6 mm, respectivamente para as épocas de semeadura: 1, 2, 3 e 4.

Para a cultura da soja segundo Freitas et al. (2010), em Uberlândia épocas antecipadas de semeadura causam interferência no desenvolvimento da cultura devido as variações de temperatura, precipitação e radiação ocorrida em cada época, além das características da cultivar como ciclo médio e resistência ao estresse hídrico.

Para a cultura do milho segundo estudos de Wagner et al. (2013), a deficiência hídrica diminui o ciclo da cultura, acarretando em perdas na produtividade, estes autores afirmam ainda que semeadura tardia aumentam a probabilidade de ocorrer deficiência hídrica na fase reprodutiva.

Na Tabela 2 estão apresentados os estádios fenológicos nas três cultivares de soja e milho para as quatro datas de semeadura, onde pode-se verificar que os tratamentos apresentam pouca variação de dias entre as fases vegetativas, já para as fases reprodutivas observamos variações no ciclo, que para a soja aumentou quando mais tarde for realizado a semeadura e para o milho diminuiu quando mais tarde a semeadura fora realizada. Isso ocorre devido as culturas antecipar seu ciclo quando submetidas a condições de déficit hídrico, e como consequência queda na produtividade.

**Tabela 2** - Descrição dos estádios fenológicos das cultivares de soja C1-ST815; C2-ST820 e C3-TMG1188, e milho C1-AG7088; C2-AS1555 e C3-DKB390, em dias após a semeadura (DAS), cultivadas em diferentes épocas de semeadura em Tangará da Serra – MT (2015/2016).

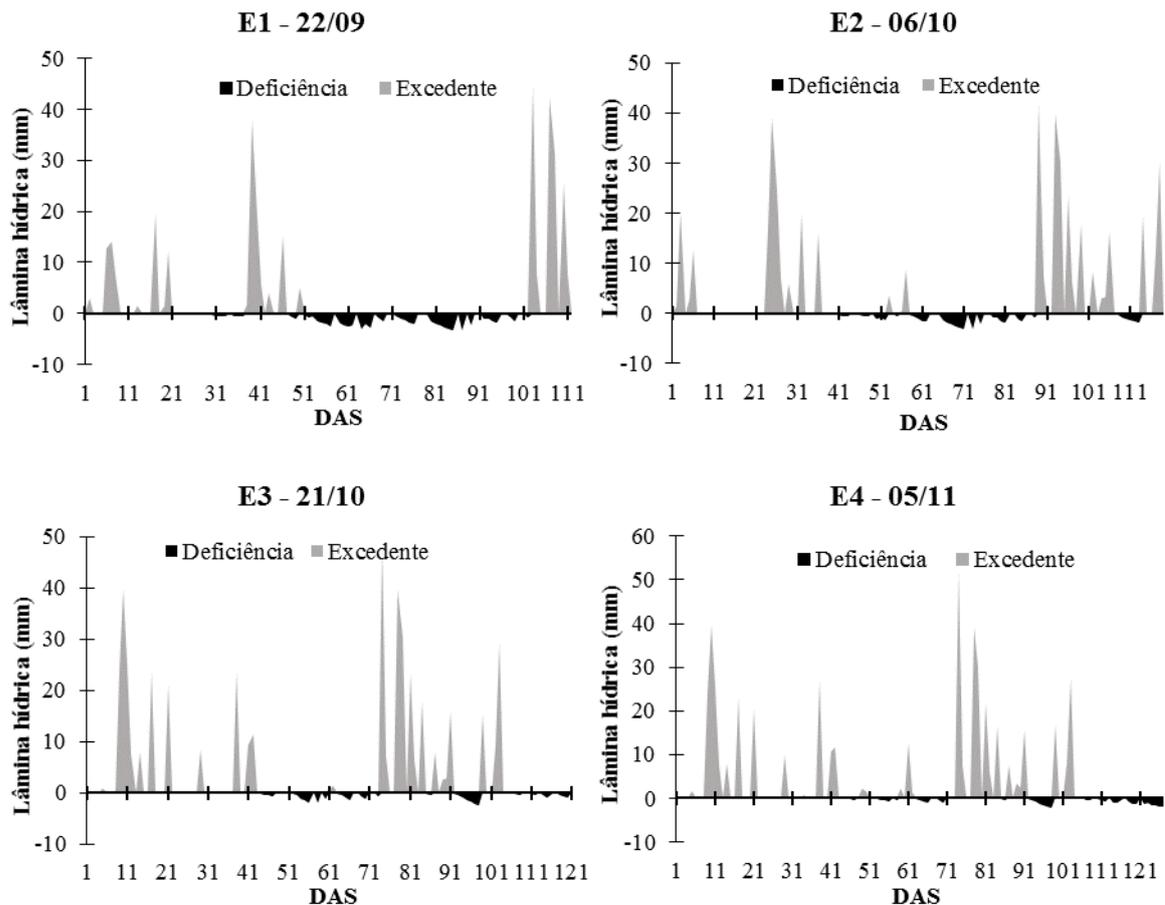
<b>SOJA</b>												
<b>Estádios fenológicos</b>	<b>1º Época 22/09</b>			<b>2º Época 06/10</b>			<b>3º Época 21/10</b>			<b>4º Época 05/11</b>		
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>									
VE - Emergência	4	5	7	4	5	6	4	5	6	5	6	8
VC - Cotilédones abertos	7	8	10	7	8	9	7	8	9	6	7	9
V1 - primeiro nó	11	12	13	10	11	12	9	10	11	8	9	11
V8 - oitavo nó	32	38	28	35	36	29	32	34	27	33	34	28
R1 - início do florescimento	34	37	31	37	38	35	34	35	32	37	38	37
R4 - vagem desenvolvida	53	54	67	50	51	70	52	54	63	53	56	64
R5.1 - grãos perceptíveis ao tato	56	58	70	56	54	76	56	58	74	59	61	71
R6 - grão completo	83	85	108	89	91	123	90	94	117	89	92	110
R7.1 - início da maturação	87	90	119	94	96	130	98	101	121	100	103	115
R8.1 - início de desfolia	103	106	132	110	113	142	109	111	139	110	113	130
R9 - ponto de colheita	109	118	137	116	120	147	118	124	149	124	129	144

<b>MILHO</b>												
<b>Estádios fenológicos</b>	<b>1º Época 27/01</b>			<b>2º Época 09/02</b>			<b>3º Época 25/02</b>			<b>4º Época 11/03</b>		
	<b>C1</b>	<b>C2</b>	<b>C3</b>									
VE - Emergência	6	6	6	5	5	5	6	6	6	6	6	6
V1 - Primeira folha	10	10	10	8	8	8	8	8	8	9	9	9
V7 - Sétima folha	29	29	29	31	31	31	26	26	26	25	26	26
V11 - Décima primeira folha	42	45	45	42	42	42	40	42	43	36	38	40
VT - Pendoamento	51	53	54	48	50	50	45	47	48	42	42	45
R1 - Início do florescimento	58	61	63	51	54	54	48	50	51	50	52	54
R2 - Grão leitoso	64	66	67	56	59	59	53	54	56	54	54	56
R3 - Grão pastoso	67	69	71	64	67	68	64	65	67	58	60	64
R4 - Grão farináceo	73	75	77	75	77	79	72	75	77	71	73	75
R5 - Grão farináceo-duro	84	86	87	82	85	87	79	81	83	77	79	82
R6 - Maturidade fisiológica	104	105	108	100	103	110	88	91	97	86	88	90
R7 - Ponto de colheita	111	113	121	110	113	119	97	100	105	93	95	98

### **Balanco hídrico Soja**

O resultado do balanço hídrico sequencial para a cultivar ST815 RR na região de Tangará da Serra estado de Mato Grosso, está apresentado na Figura 2, a primeira época de semeadura por ser um período de início das chuvas (Dallacort et al., 2011), ocorreu déficit na fase inicial, sendo recomendado o uso da irrigação para o desenvolvimento da cultura, para a segunda época a semeadura foi realizada em condições ideais de umidade do solo, mas a ocorrência de um veranico no decêndio 29 proporcionou um déficit. Contudo a antecipação da semeadura da soja na região é considerada de grande risco (Ferrari; Paz; Silva, 2015).



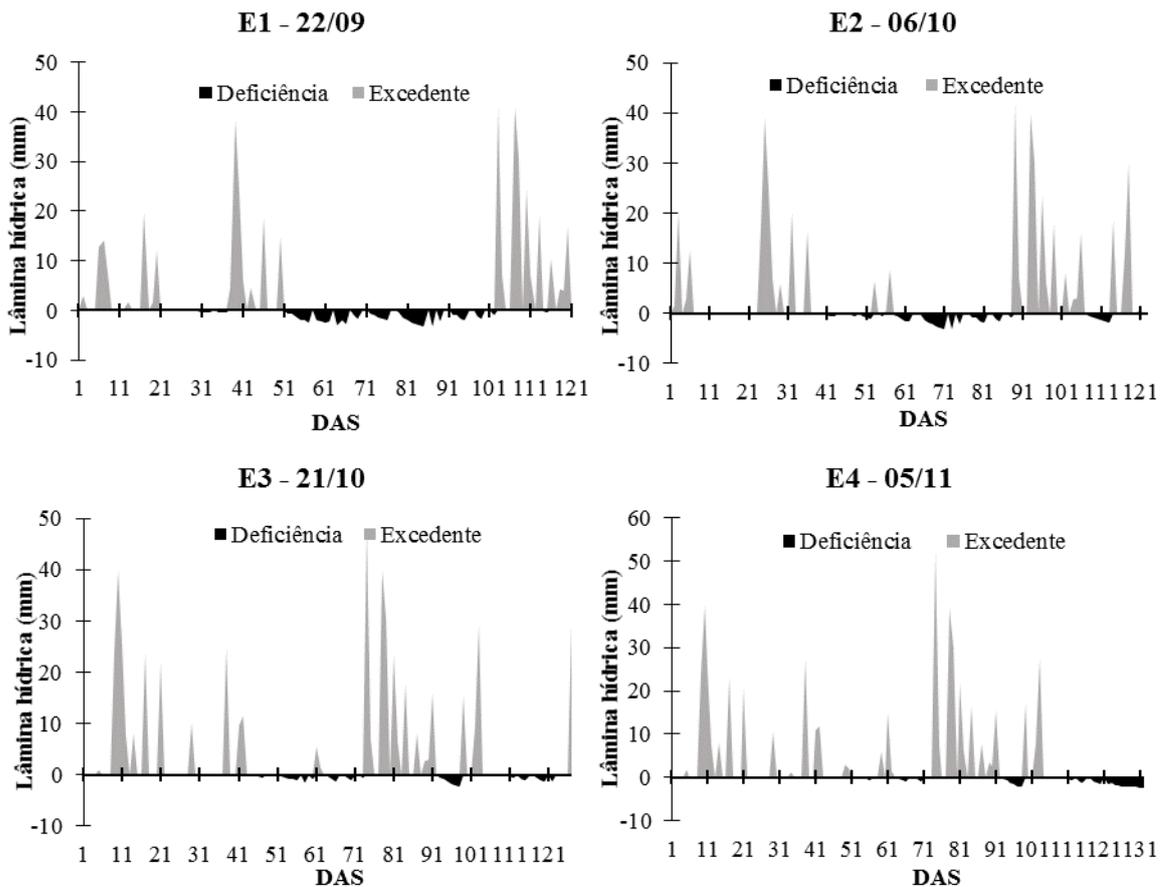
**Figura 2** - Balanço hídrico sequencial da cultura da soja em Tangará da Serra – MT para a cultivar ST815 RR nas quatro épocas de semeadura, Dias Após a Semeadura (DAS) iniciando a partir da data de cada época.

De acordo com Saldanha (2009), na fase inicial do desenvolvimento das plantas, a perda de água através da transpiração é insignificante, devido à sua pequena área foliar, assim, nesta fase, a perda de água ocorre principalmente através da evaporação, sendo esta influenciada pelo tipo de solo, cobertura vegetal e condições climáticas como temperatura, umidade relativa e radiação solar.

Morando et al. (2014), afirma que o melhoramento genético e a escolha da época de semeadura são ferramentas essenciais para reduzir perdas na produtividade proveniente do estresse hídrico.

Fioreze et al., (2011), avaliando genótipos de soja sob condições de estresse hídrico observaram que cultivares de ciclos precoces são mais sensíveis ao déficit, e isso exige que seu cultivo seja realizado em períodos que a precipitação seja bem distribuída durante o ciclo.

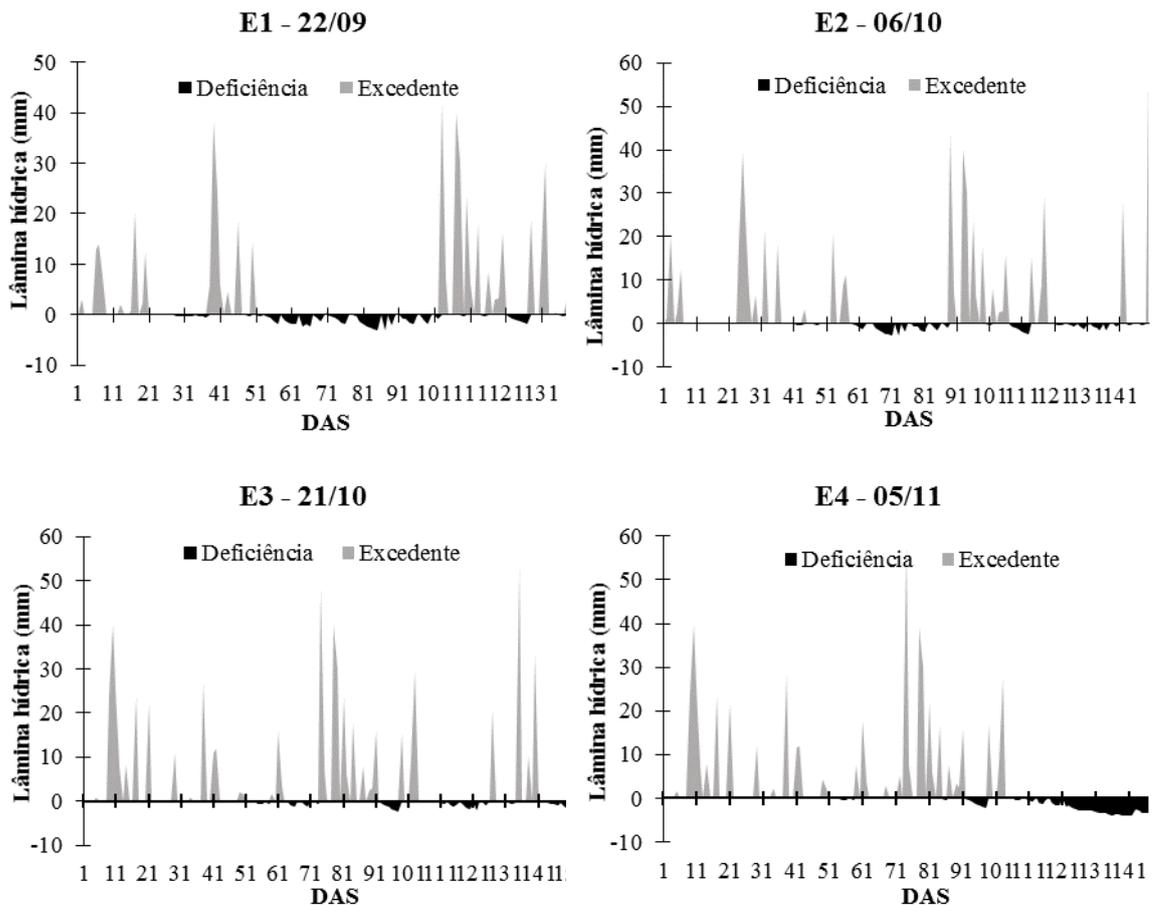
Nesse trabalho podemos observar que para a época 1 e 2, a cultivar ST820 RR (ciclo intermediário) no período de enchimento de grãos compreendido entre 58 a 85 DAS, sofre deficiência hídrica comprometendo a produtividade (Figura 3).



**Figura 3** - Balanço hídrico sequencial da cultura da soja em Tangará da Serra – MT para a cultivar ST820 RR nas quatro épocas de semeadura, Dias Após a Semeadura (DAS) iniciando a partir da data de cada época.

A cultivar TMG 1188 possui duração do ciclo em média 130 dias, tendo apresentado neste trabalho ciclo de até 150 dias, isso proporciona a cultura um maior período de floração e enchimento de grãos, aumentando assim a probabilidade de que ocorra chuva nessa fase.

Na Figura 4 podemos observar que apenas na época 01 as chuvas se estabilizam aos 100 dias após a semeadura prejudicando a produtividade. Já para as épocas 02, 03 e 04, o período com maior índice de chuvas se coincide com a floração e enchimento de grãos proporcionando para a cultivar condições favoráveis para o aumento da produtividade.



**Figura 4** - Balanço hídrico sequencial da cultura da soja em Tangará da Serra – MT para a cultivar TMG1188 RR nas quatro épocas de semeadura, Dias Após a Semeadura (DAS) iniciando a partir da data de cada época.

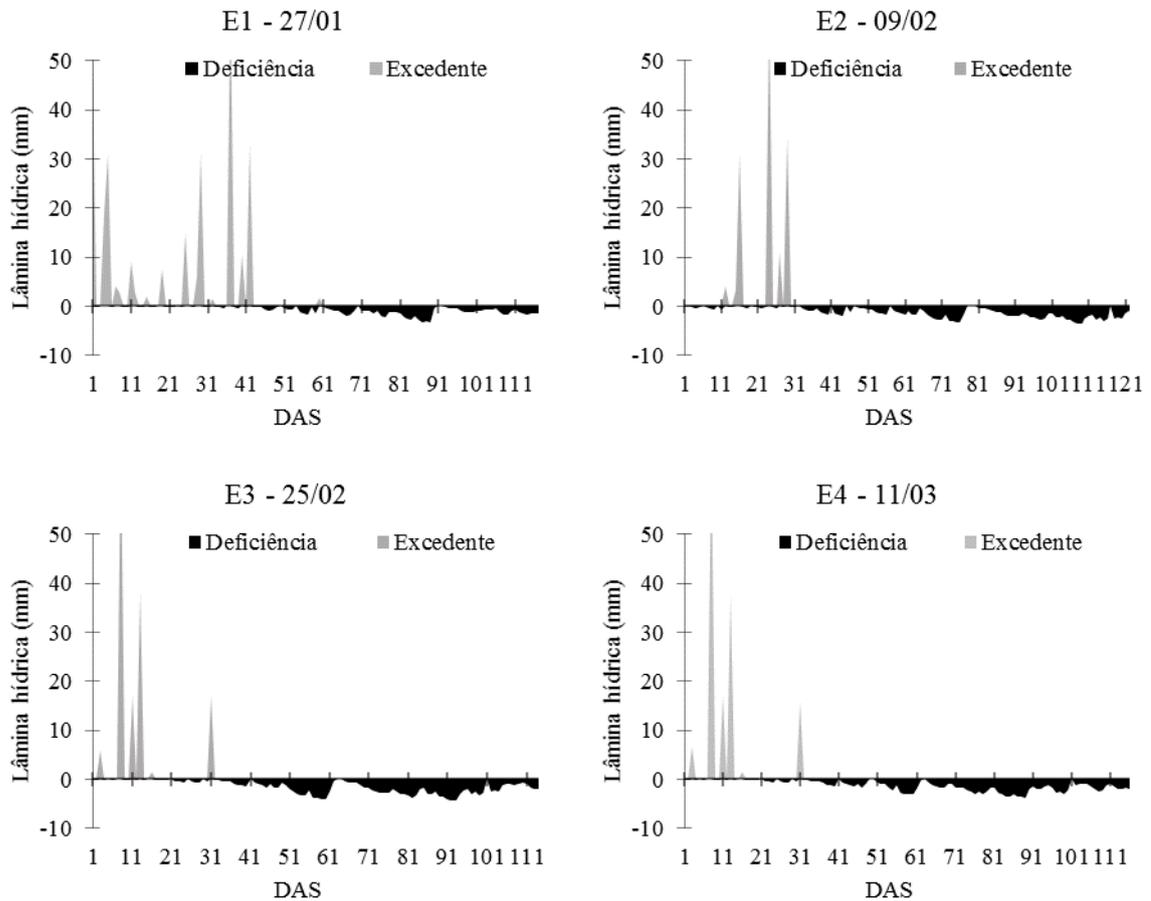
Neto & Silva (2010), afirmam que semeaduras tardias originam estresses em estádios vegetativos e reprodutivos, resultando assim na redução da produtividade. Martorano (2007), simulando padrões de resposta da cultura da soja em diferentes condições hídricas, observou que na fase de enchimento de grãos está o maior consumo de água pela planta, e na fase inicial a exigência em frequência da disponibilidade é maior, devido ao sistema radicular ainda não desenvolvido.

Podemos observar no balanço hídrico que a cultura sofre um déficit hídrico na fase inicial, mas para as épocas 02, 03 e 04, fase de enchimento de grãos as chuvas atendem toda a exigência da cultura.

### Balanço hídrico Milho

Os resultados do balanço hídrico sequencial para o híbrido AG 7088 podem ser visualizados na Figura 5, onde se verifica um déficit total acumulado de 128 e 181 mm para as épocas 1 e 2 respectivamente, compreendendo da fase R4 até a maturação. Para esse híbrido

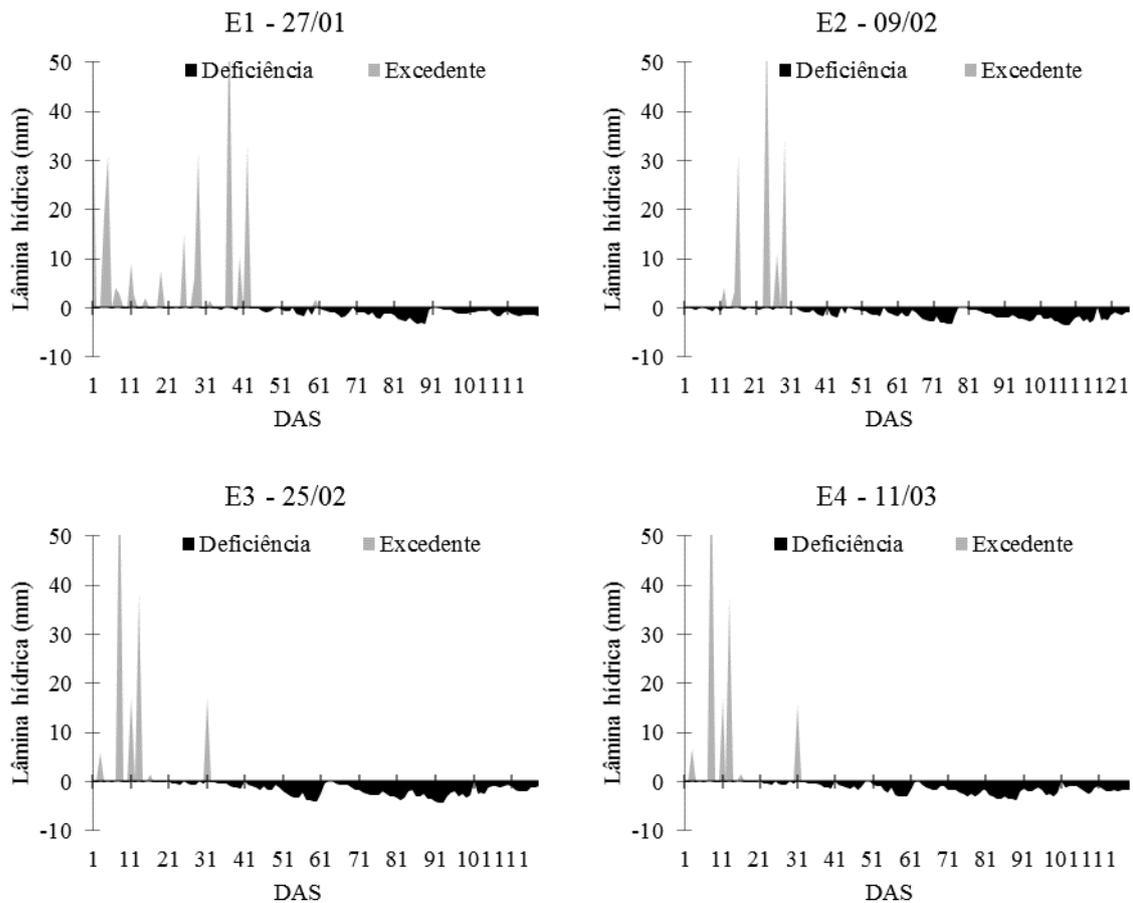
que apresentou ciclo de 110 dias, esse déficit não interferiu em seu desenvolvimento. Esses resultados corroboram com o encontrados por Köpp et al. (2015) em municípios no Rio Grande do Sul, onde a cultura do milho necessita de 500 a 700 mm distribuídos em todo o ciclo.



**Figura 5** - Balanço hídrico sequencial da cultura do milho em Tangará da Serra – MT para o híbrido AG 7088 nas quatro épocas de semeadura, Dias Após a Semeadura (DAS) iniciando a partir da data de cada época.

Para as épocas 3 e 4 o déficit foi de 193 e 234 mm, porém concentradas na fase reprodutiva afetando diretamente a produtividade, sendo que conforme Bergamaschi & Matzenauer (2014), déficits ocorridos na fase reprodutiva reduz o número de grãos por espiga e conseqüentemente a produtividade.

Na Figura 6, está apresentado o balanço hídrico para o híbrido AS 1555, este apresenta ciclo médio de 120 dias. Podemos observar que o déficit foi maior em todas as épocas, apresentando 134, 188, 203 e 245 mm de deficiência hídrica respectivamente.

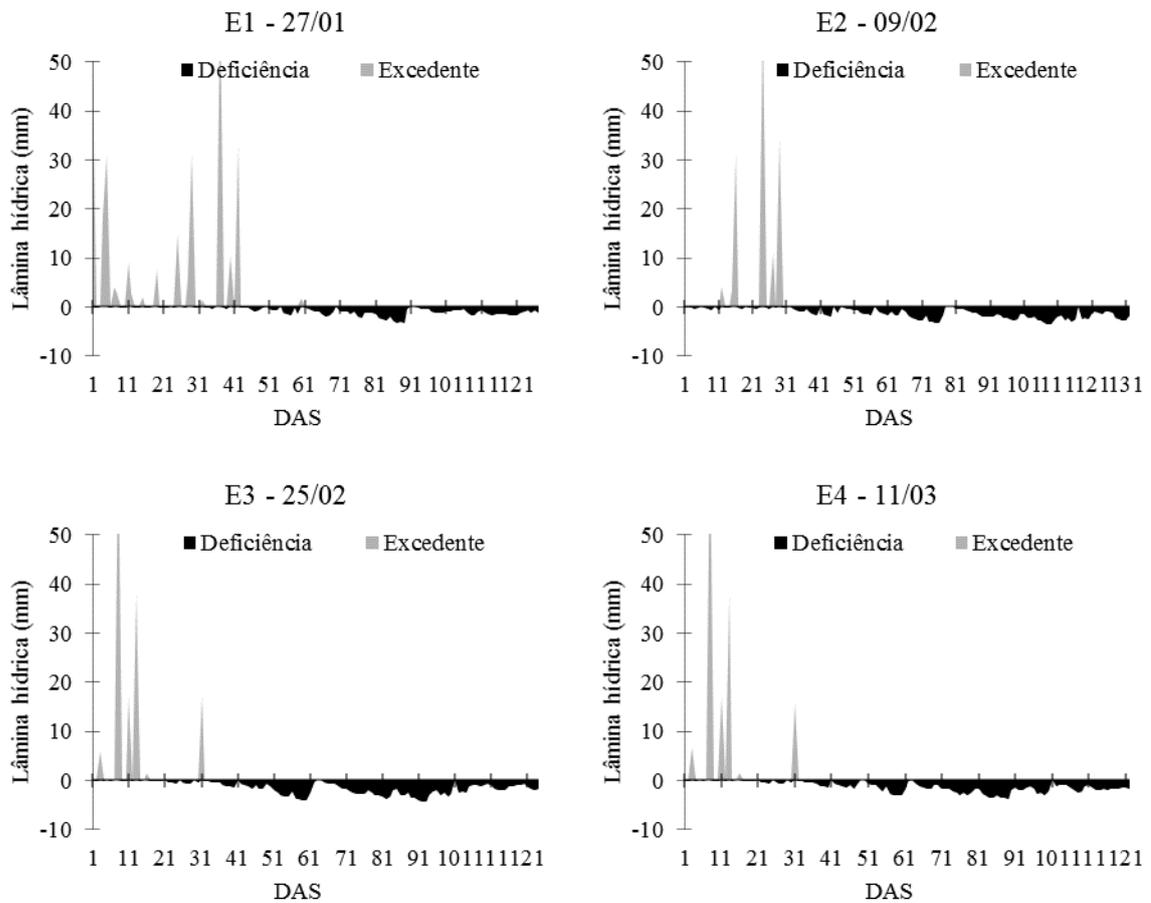


**Figura 6** - Balanço hídrico sequencial da cultura do milho em Tangará da Serra – MT para a híbrido AS 1555 nas quatro épocas de semeadura, Dias Após a Semeadura (DAS) iniciando a partir da data de cada época.

Segundo Fenner et al. (2014), épocas de semeadura que coincidam com períodos de déficit hídrico na maioria dos estádios de desenvolvimento podem comprometer a produtividade final, caso não sejam tomadas decisões para minimizar estes riscos, como exemplo a escolha da melhor época de semeadura utilizando do balanço hídrico e da irrigação, que proporciona estabilidade e maior produtividade, quando utilizada de forma racional.

Nied et al. (2005), observaram que genótipos de milho que apresentam ciclo precoce são mais indicados para semeaduras tardias, corroborando com seus resultados, essa pesquisa demonstra com auxílio do balanço hídrico, que para o município de Tangará da Serra, semeaduras realizadas até 09/02 apresentam disponibilidade hídrica favorável ao desenvolvimento da cultura, desde que sejam genótipos precoces.

Podemos observar na Figura 7 que para o híbrido DKB 390 com ciclo médio de 130 dias, o balanço hídrico apresenta respectivamente para as épocas 1, 2, 3 e 4, deficiência de 158, 205, 220 e 255 mm, valores superiores ao observado para os outros híbridos semeados na mesma data.



**Figura 7** - Balanço hídrico sequencial da cultura do milho em Tangará da Serra – MT para o híbrido DKB 390 nas quatro épocas de semeadura, Dias Após a Semeadura (DAS) iniciando a partir da data de cada época.

Podemos observar nas Figuras anteriores, que há períodos que a cultura fica exposta a baixos índices pluviométricos e de umidade do solo, fazendo-se necessário o uso de técnicas e medidas que amenizem os impactos negativos do déficit hídrico para o milho. Alternativas viáveis, seriam a adoção de sistema de manejo que proporcionem maior retenção da umidade do solo diminuindo a evaporação e redução da amplitude térmica do solo, como práticas que favoreçam o acúmulo de matéria seca sobre o solo, como o plantio direto e culturas de cobertura na entressafra (Fenner et al., 2014).

A adoção de sistemas racionais de irrigação, otimizando o uso da água e minimizando os impactos das variações climáticas, garantindo a produtividade, são práticas que podem ser realizadas desde que sejam planejadas a semeadura, em caso de milho segunda safra a irrigação na fase reprodutiva é fundamental para potencializar a produtividade (Wagner et al., 2013).

Segundo Farinelli et al. (2003), em condições de segunda safra, a cultura do milho é prejudicada por condições de ambientes desfavoráveis ao desenvolvimento, assim como as

observadas neste trabalho, como exemplo os baixos índices pluviométricos a partir do 8º decêndio do ano, comprometendo assim o sucesso do cultivo.

Para Nied et al. (2005), a utilização de genótipos de milho super-precoce nos períodos finais de semeadura é uma alternativa ao cultivo, diminuindo o risco de coincidir a época de maior demanda por água da cultura com períodos de déficit hídrico. Desta forma, para a escolha do genótipo a ser cultivado deve ser levado em consideração o histórico do clima, previsões climáticas e épocas de semeadura baseadas em estudos de balanço hídrico e probabilidade de ocorrência de déficit hídrico.

### **Análise estatística soja**

Na análise de variância das interações entre época e cultivar, para as variáveis de acordo com o teste F, foram encontradas evidências de diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade para, diâmetro do colmo, número de vagens por planta, número de grãos por planta, peso de mil grãos e produtividade. Ao nível de 5% de probabilidade estão as variáveis altura de plantas.

A cultivar TMG 1188 apresentou maiores valores de altura de planta, em comparação as demais cultivares devido a sua característica genética. Com relação as épocas, podemos observar que a E4 proporcionou um maior crescimento das plantas para todas as cultivares. Para a característica diâmetro do caule, todas as cultivares apresentaram maiores valores na E2 e E4, exceto a cultivar TMG 1188, onde a E3 obteve maiores diâmetros (Tabela 3).

**Tabela 3.** Desdobramento das variáveis analisadas para três cultivares de soja (ST 815; ST 820 e TMG 1188) em quatro épocas de semeadura (E1 – 21/09; E2 – 06/10; E3 – 21/10 e E4 – 05/11).

<b>Altura de planta (cm)</b>					<b>CV%</b>
Cultivar	E1	E2	E3	E4	
ST 815	63,95bC	77,72bB	58,90bC	93,30bA	3,84
ST 820	69,37bC	78,37bB	60,02bD	97,42bA	
TMG1188	93,32aC	111,57aA	103,90aB	111,80aA	
dms para colunas = 5,65 classific.c/letras minúsculas			dms para linhas = 6,24 classific.c/letras maiúsculas		
<b>Diâmetro do caule (mm)</b>					<b>CV%</b>
Cultivar	E1	E2	E3	E4	
ST 815	6,97aAB	7,11aAB	7,85bA	5,65aB	12,02
ST 820	5,99aAB	6,95aA	5,30cB	5,92aAB	
TMG1188	7,20aB	7,50aB	9,77aA	6,47aB	
dms para colunas = 1,43 classific.c/letras minúsculas			dms para linhas = 1,58 classific.c/letras maiúsculas		
<b>Número de grãos por planta</b>					<b>CV%</b>
Cultivar	E1	E2	E3	E4	
ST 815	60,17bC	86,50aB	119,45aA	48,00cC	12,42
ST 820	71,62bB	105,62aA	125,22aA	73,60bB	
TMG 1188	108,50aB	99,20aB	134,15aA	113,27aAB	
dms para colunas = 20,56 classific.c/letras minúsculas			dms para linhas = 22,67 classific.c/letras maiúsculas		
<b>Número de vagens por planta</b>					<b>CV%</b>
Cultivar	E1	E2	E3	E4	
ST 815	31,40bC	44,35bB	58,57aA	25,100cC	12,77
ST 820	36,12bB	55,20aA	60,02aA	37,82bB	
TMG1188	47,52aB	40,05bB	60,57aA	48,73aB	
dms para colunas = 10,05 classific.c/letras minúsculas			dms para linhas = 11,09 classific.c/letras maiúsculas		
<b>Peso de mil grãos (g)</b>					<b>CV%</b>
Cultivar	E1	E2	E3	E4	
ST 815	188,18aA	199,93aA	197,43aA	194,30aA	6,46
ST 820	176,88aA	168,27bA	143,42bB	161,55bAB	
TMG1188	156,15bA	140,41cA	138,02bAB	119,47cB	
dms para colunas = 18,53 classific.c/letras minúsculas			dms para linhas = 20,43 classific.c/letras maiúsculas		
<b>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					<b>CV%</b>
Cultivar	E1	E2	E3	E4	
ST 815	2263,70aC	3456,90aB	3819,20aA	1861,90aC	12,05
ST 820	2575,77aB	2774,06bB	3803,52aA	2424,90aB	
TMG 1188	2636,23aAB	2164,16cB	3464,16aA	2104,90aB	
dms para colunas = 585,45 classific.c/letras minúsculas			dms para linhas = 645,39 classific.c/letras maiúsculas		

Segundo Peixoto et al. (2000), em cultivo de soja em épocas de semeadura tardias, é importante adotar cultivares de ciclo médio ou de ciclo precoce com porte elevado). Colaborando com seus resultados esse trabalho com cultivares precoces (ST815 e ST820) apresentaram melhores resultados para diâmetro do caule nas épocas 2 e 3.

Segundo pesquisas de Meotti et al. (2012), avaliando o desempenho agrônomo de cultivares de soja em diferentes épocas de semeadura, observaram que quanto menor a duração da exposição das plantas a fotoperíodos longos, mais precoce será o florescimento com plantas de menor altura.

Plantas que apresentam alterações na morfologia e na arquitetura como altura diâmetro do caule, ocasionam em redução do número de ramificações e botões florais consequentemente podem comprometer a produtividade (Jiang et al., 2011).

Segundo Gava et al. (2014), o número de grãos por planta é altamente influenciado pela disponibilidade de água para a planta, onde avaliaram a quantidade de água fornecida em diferentes estádios da cultura, e observaram que o tratamento com maior fornecimento atingiu maiores valores de número de grãos por vagem.

Resultados semelhantes foram encontrados neste trabalho onde a E3 foi a que apresentou melhores resultados para todas as cultivares, devido ao maior índice de chuvas ocorridas. Gava et al. (2014), afirmam ainda, que o número de grãos por planta está diretamente relacionado com a produtividade, onde quanto maior o número de grãos por planta maior a produtividade.

Corroborando com resultados de Gava et al. (2014), o peso de mil grãos não apresentou maiores valores em épocas com maior disponibilidade hídrica, os maiores valores foram obtidos na E1 e E2 para todas as cultivares.

No desdobramento das interações podemos observar que entre todas as épocas a E3 proporcionou maiores produtividades e a cultivar ST 815 apresentou seu maior potencial nessa época. Analisando a produtividade das cultivares nas épocas de semeadura observamos que as cultivares ST815 e ST820 obtiveram maiores produtividades na E3 e a cultivar TMG 1188 apresentou produtividades semelhantes na E1, E3 e E4, comportamento esperado pois essa cultivar possui ciclo tardio.

Corroborando com resultados de Meotti et al. (2012), cultivares de ciclo tardio apresentam maior resistência ao déficit hídrico pois a duração de cada fase fenológica é maior e isso possibilita maior probabilidade de ocorrência de chuvas em estádios reprodutivos da cultura.

Para as cultivares de ciclo super precoce e precoce ST815 e ST820, a época 3 foi a melhor com 3819,20 e 3803,52 Kg ha<sup>-1</sup> respectivamente e para a cultivar de ciclo tardio TMG1188 a produtividade não apresentou diferença significativa para os valores de 2636,23 e 3464,16 Kg ha<sup>-1</sup> respectivamente para as épocas 1 e 3. Resultados corroboram com encontrados

por Meotti et al. (2012), onde também observou que cultivares mais precoces são mais indicadas em semeaduras tardias.

### **Análise estatística milho**

A análise de variância das interações entre época e híbrido, para as variáveis de acordo com o teste F, foram encontradas evidências de diferenças significativas, ao nível de 1% de probabilidade para altura de plantas, diâmetro do colmo, número de grãos por espiga, massa de grãos por planta, peso de mil grãos e produtividade. Ao nível de 5% de probabilidade estão as variáveis número de fileiras e número de grãos por fileira.

Brito et al. (2013), analisando o crescimento e fenologia do milho sob condições de estresse hídrico e lâminas de irrigação, observaram que o diâmetro do colmo, altura de plantas e área foliar, apresentam incrementos significativos quando há disponibilidade hídrica para a cultura. Acrescenta-se ainda, em uma análise generalizada, que a área foliar e o diâmetro de colmo são variáveis sensíveis ao estresse, já que essas variáveis representam órgãos produtores e armazenadores de carboidratos na cultura do milho.

As épocas de semeadura interferiram na variável altura de plantas, onde a época 1 proporcionou plantas maiores para todos os híbridos. Para a época 2, devido a ocorrência de veranico nos decêndios 4 e 5, teve os menores valores de altura de plantas. Na época 3, o alto índice pluviométrico na fase inicial da cultura favoreceu seu desenvolvimento e estabelecimento, proporcionando plantas com alturas média de 2,06. Para essa época ocorreu no decêndio 6 e 7 um acumulado de 200 mm de chuva. Para o híbrido AS 1555 e DKB 390, a melhor foi a época 1 (Tabela 4).

**Tabela 4-** Desdobramento das variáveis para três híbridos de milho (AG 7088; AS 1555 e DKB 390) em quatro épocas de semeadura (E1 – 27/01; E2 – 09/02; E3 – 25/02 e E4 – 11/03).

<b>Altura de plantas (m)</b>					<b>CV%</b>
Híbrido	E1	E2	E3	E4	
AG 7088	2,11 bB	1,97 aC	2,21 aA	2,09 aB	2,51
AS 1555	2,34 aA	1,96 aC	2,06 bB	1,96 bC	
DBK 390	2,15 bA	1,77 bBC	1,86 cB	1,75 cC	
dms para colunas = 0,088 classific.c/letras minúsculas		dms para linhas = 0,097 classific.c/letras maiúsculas			
<b>Diâmetro do Colmo (cm)</b>					<b>CV%</b>
Híbrido	E1	E2	E3	E4	
AG 7088	2,60 abA	1,64 bB	2,48 aA	2,41 aA	4,30
AS 1555	2,55 bA	2,01 aB	2,39 aA	2,15 bB	
DBK 390	2,75 aA	2,11 aC	2,40 aB	2,08 bC	
dms para colunas = 0,171 classific.c/letras minúsculas		dms para linhas = 0,189 classific.c/letras maiúsculas			
<b>Número de Fileiras por Espiga</b>					<b>CV%</b>
Híbrido	E1	E2	E3	E4	
AG 7088	17,50aA	15,80aB	18,30aA	18,01aA	4,71
AS 1555	16,60aAB	15,10aB	16,00bAB	16,63bA	
DBK 390	17,70aA	15,70aB	17,00abAB	16,66abAB	
dms para colunas = 1,370 classific.c/letras minúsculas		dms para linhas = 1,51 classific.c/letras maiúsculas			
<b>Número de Grãos por Fileira</b>					<b>CV%</b>
Híbrido	E1	E2	E3	E4	
AG 7088	35,83 aA	30,05 aB	35,15 aA	28,21 bB	3,98
AS 1555	35,45 aA	28,60 aB	35,30 aA	26,83 bB	
DBK 390	31,73 bB	29,20 aC	34,40 aA	33,71 aAB	
dms para colunas = 2,210 classific.c/letras minúsculas		dms para linhas = 2,44 classific.c/letras maiúsculas			
<b>Peso de Mil Grãos (g)</b>					<b>CV%</b>
Híbrido	E1	E2	E3	E4	
AG 7088	369,41 bA	346,82 bA	289,84 cB	356,14 aA	3,70
AS 1555	404,32 aB	441,87 aA	352,67 aC	361,17 aC	
DBK 390	337,56 cB	448,06 aA	313,47 bB	282,87 bC	
dms para colunas = 23,01 classific.c/letras minúsculas		dms para linhas = 25,36 classific.c/letras maiúsculas			
<b>Produtividade (kg ha<sup>-1</sup>)</b>					<b>CV%</b>
Híbrido	E1	E2	E3	E4	
AG 7088	6492,11 bB	7922,88 aA	4425,25 aC	3759,63 aD	6,63
AS 1555	7331,67aA	7446,88 aA	4686,11 aB	3395,60 aC	
DBK 390	7889,66 aA	7395,36 aA	4210,48 aC	2154,11 bD	
dms para colunas = 577,11 classific.c/letras minúsculas		dms para linhas = 636,19 classific.c/letras maiúsculas			

O diâmetro do colmo apresentou respostas semelhantes à altura de plantas, onde a época 1 foi a melhor, com maiores valores para os híbridos AG 7088 com 2,59 cm, para AS 1555 com 2,55 cm e DKB 390 com 2,75 cm. Valores semelhantes também foram encontrados por Oliveira

et al. (2014), onde observaram que em condições favoráveis de disponibilidade hídrica a cultura apresenta seu maior potencial vegetativo elevando os valores de diâmetro e altura de plantas.

O número de fileiras por espiga não apresentou diferença estatística para a época 1 entre todos os híbridos. Podemos observar uma redução no número de fileiras, na época 2, isso se explica devido ao veranico ocorrido na fase inicial (V5-V8) da cultura, onde morfologicamente está ocorrendo a formação da espiga, determinando quantos pares de óvulos potenciais serão desenvolvidos (Ritchie; Hanway; Benson, 2003).

As épocas que proporcionaram maior número de grãos por fileira para AG 7088 e AS1555 foi a E1 e E3, e para DKB 390 na E3 e E4.

O número de grãos por fileira é determinado no estágio V14, onde são formados os óvulos potenciais, estes serão fecundados em R1, dessa forma para que todos os óvulos potenciais sejam fecundados é necessárias condições de umidade do solo favorável a cultura, nessa fase o déficit hídrico pode causar grandes reduções em número de grãos por fileira e conseqüentemente grãos por espiga (Ritchie; Hanway; Benson, 2003).

Os maiores valores de número de grãos por espiga foram 587,2, 604,6 e 796,8 para os híbridos AG 7088, AS 1555 e DKB 390 respectivamente, semeados na E1.

Cortez et al. (2010), avaliando as características do milho sob compactação do solo e lâminas de irrigação, observaram que a disponibilidade hídrica na fase de fecundação e enchimento de grãos é essencial para o bom desenvolvimento dos grãos e aumento na produtividade.

Os maiores elevados pesos dos grãos obtidos para os híbridos AS 1555 e DKB 390 foram 441,8 e 448,1 g/1000 grãos, respectivamente, encontrados em tratamento semeado na época 2 e para o AG7088 na E1 com 369,4 g.

A produtividade está relacionada ao peso de mil grãos, ao peso total de grãos por planta e ao estande final de plantas por hectare, contudo para obtenção da produtividade, foram multiplicados o peso dos grãos por planta pela população final das plantas. A produtividade para ambas as cultivares apresentou seu maior potencial na época 1.

Conforme observado no balanço hídrico sequencial, notamos que a produtividade da cultura do milho decresce quando realizadas semeaduras tardias. Resultados também observado por Nied et al. (2005) no Rio Grande do Sul.

As épocas 3 e 4 foram as que obtiveram menores produtividades, como observado em outros trabalhos, onde a temperatura para essas épocas são menores, reduzindo o processo fotossintético da cultura (Nied et al., 2005; Wagner et al., 2013; Bergamaschi; Matzenauer, 2014; Pinotti et al., 2014; Bao et al., 2015).

Bergamaschi et al. (2004) verificaram que o milho tem elevada sensibilidade ao déficit hídrico do florescimento ao início de formação de grãos. Nessas situações a irrigação, ao invés de representar a aplicação de grandes quantidades de água, significa atender à necessidade hídrica do período crítico.

A quantidade de água necessária na fase reprodutiva para obter produtividades adequadas é em torno de 200 a 300 mm entre VT e R3, o que pode ser relevante em pequenas propriedades, principalmente naquelas com restrições em termos de mananciais ou equipamento disponível (Bergamaschi; Matzenauer, 2014; Bergamaschi et al., 2006).

As cultivares AS 1555 e DKB 390 apresentam um maior ciclo e conseqüentemente maior o tempo de maturação, coincidindo com chuvas ocorridas nessa fase, isso proporcionou redução na produtividade, conforme também observado por (Detomini et al., 2009), onde determinou o Kc para a cultivar DKB 390, e afirmam que o consumo de 600 mm durante o ciclo pode ser maior se a demanda de água pela atmosfera for alta.

## CONCLUSÃO

Para a cultura da soja a época de semeadura que apresentou melhor desenvolvimento como número de vagem, número de grãos por planta e produtividade foi a E3, para as cultivares de ciclo precoce. Para a cultivar de ciclo tardio semeaduras realizadas em 21/09 e 21/10 foram as melhores não diferindo entre si estatisticamente.

Na data 06/10 apresentou os menores resultados de produtividade, número de vagens e grãos por planta devido a ocorrência de veranico presente no decêndio 29.

A produtividade da cultura do milho apresentou seu maior potencial para semeaduras realizadas na data 09/02, assim como, as variáveis altura de plantas, diâmetro, número de grãos e de fileiras por espiga e peso de mil.

O déficit hídrico ocorrido na fase inicial da cultura para a data 06/10, ocasionou uma redução da produtividade e no número de grãos por espiga. Para realizar a semeadura do milho safrinha na data 09/02, podemos utilizar cultivar de soja precoce na data 21/10 para antecipar a colheita ou utilizar de uma cultivar tardia na data 21/09 que apresenta resistência ao déficit hídrico proporcionando maior produtividade nas duas safras.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBRECHT, L. P.; BRACCINI, A. de L. e; ALBERTO, C. S.; AGUIAR, C. G.; AVILA, M. R.; STULP, M. Qualidade fisiológica e sanitária das sementes sob semeadura antecipada da

soja. **Scientia Agraria**, v. 9, n. 4, p. 445–454, 2008.

BAO, Y.; HOOGENBOOM, G.; MCCLENDON, R.; URICH, P. Soybean production in 2025 and 2050 in the southeastern USA based on the SimCLIM and the CSM-CROPGRO-Soybean models. **Climate Research**, v. 63, n. 1, p. 73–89, 1 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.int-res.com/abstracts/cr/v63/n1/p73-89/>>.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831–839, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/129303>>.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; COMIRAN, F.; BERGONCI, J. I.; MÜLLER, A. G.; FRANÇA, S.; SANTOS, A. O.; RADIN, B.; MENEGASSI BIANCHI, C. A.; PEREIRA, P. G. Deficit hídrico e produtividade na cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 2, p. 243–249, 2006.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. O milho e o clima. In: EMATER/RS-ASCAR (Ed.). **Climate Change 2013 - The Physical Science Basis**. Porto Alegre: Cambridge University Press, 2014. 1p. 1–84.

BRITO, M. E. B.; FILHO, G. D. de A.; WANDERLEY, J. A. C.; MELO, A. S. de; COSTA, F. B. da; FERREIRA, M. G. P. Crescimento, fisiologia e produção do milho doce sob estresse hídrico. **Bioscience Journal**, v. 29, n. 5, p. 1244–1254, 2013. Disponível em: <<http://www.seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/viewFile/14061/13019>>.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento**, v. 3, n. 8, p. 178, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_10\\_14\\_42\\_08\\_boletim\\_graos\\_maios\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_10_14_42_08_boletim_graos_maios_2016_-_final.pdf)>.

CORTEZ, J. W.; FURLANI, C. E. A.; SILVA, R. P. da; ZEITOUN, V. Componentes morfológicos do milho com modelos de roda compactadora, cargas verticais e lâminas de irrigação. **Ciênc. agrotec.**, v. 34, n. 6, p. 1543–1549, 2010.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L. De; 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. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/5838>>.

DETOMINI, E. R.; MASSIGNAN, L. F. D.; LIBARDI, P. L.; NETO, D. D. Consumo hídrico e coeficiente de cultura para o híbrido DKB 390. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 31, n. 3, p. 445–452, 2009.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N. **Ecofisiologia da Soja**, 2007. .

FARINELLI, R.; PENARIOL, F. G.; BORDIN, L.; COICEV, L.; FILHO, D. F. Desempenho agronoômico de cultivares de milho nos períodos de safra e safrinha. **Bragantia**, v. 62, n. 2, p. 235–241, 2003.

FENNER, W.; DALLACORT, R.; MOREIRA, P. S. P.; QUEIROZ, T. de M.; FERREIRA, F. da S.; BENTO, T. S.; CARVALHO, M. A. C. de. Índices de satisfação de necessidade de água para o milho segunda safra em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, n. March 16, p. 109–121, 2014.

FERRARI, E.; PAZ, A. da; SILVA, A. C. da. Déficit Hídrico No Metabolismo Da Soja Em Semeaduras Antecipadas No Mato Grosso. **Nativa - Pesquisas Agrárias e Ambientais**, v. 3, n. 2, p. 67–77, 2015.

FIGUEIREDO, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v. 58, n. 3, p. 342–349, 2011.

FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A.; LAUSCHNER, M. H.; MELLO, R. W. De. Modelo de estimativa de rendimento de soja no Estado do Rio Grande do Sul. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, n. 3, p. 399–403, 2001.

FREITAS, M. de C. M. de; HAMAWAKI, O. T.; BUENO, M. R.; MARQUES, M. C. Época de semeadura e densidade populacional de linhagens de soja UFU de ciclo semitardio. **Bioscience Journal**, v. 26, n. 5, p. 698–708, 2010.

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; ALMEIDA, B. M.; FREITAS, A. M.; FREITAS, P. S. L. Water Deficit Management in Soybean Irrigated (Glycine max (L.) Merrill.). In: Anais do II Inovagri International Meeting - 2014, 3, Fortaleza, Ceará, Brasil. **Anais...**

Fortaleza, Ceará, Brasil: INOVAGRI/INCT-EI/INCTSal, 6 dez. 2014. Disponível em: <<http://www.bibliotekevirtual.org/index.php/2013-02-07-03-02-35/simposios/221-ii-inovagri-2014/1366-ii-inovagri-2014-a052.html>>.

KANDIL, A.; SHARIEF, A. Performance of some promising genotypes of soybean under different planting dates using biplots analysis. **Journal of Basic & ...**, n. July 2016, 2012. Disponível em: <[http://www.researchgate.net/profile/Ali\\_Sharief/publication/267686045\\_Performance\\_of\\_some\\_Promising\\_Genotypes\\_of\\_Soybean\\_Under\\_Different\\_Planting\\_Dates\\_Using\\_Biplots\\_Analysis/links/54e5dbd30cf2bff5a4f1ca3c.pdf](http://www.researchgate.net/profile/Ali_Sharief/publication/267686045_Performance_of_some_Promising_Genotypes_of_Soybean_Under_Different_Planting_Dates_Using_Biplots_Analysis/links/54e5dbd30cf2bff5a4f1ca3c.pdf)>.

KÖPP, L. M.; PEITER, M. X.; BEN, L. H. B.; NOGUEIRA, H. M. C. D. M.; PADRÓN, R. A. R.; ROBAINA, A. D.; BUSKE, T. C. Simulação da necessidade hídrica e estimativa de produtividade para cultura do milho em municípios do RS. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 14, n. 2, p. 235–246, 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.18512/1980-6477/rbms.v14n2p235-246>>.

MORANDO, R.; DA SILVA, A. O.; CARVALHO, L. C.; M A PINHEIRO, M. P. Déficit Hídrico: Efeito Sobre a Cultura Da Soja. **Journal of Agronomic Sciences**, n. 3, p. 114–129, 2014.

MOTTA, I. D. S.; BRACCINI, A. de L.; SCAPIM, C. A.; INOUE, M. H.; ÁVILA, M. R.; BRACCINI, M. D. C. L. Época de semeadura em cinco cultivares de soja. II. Efeito na qualidade fisiológica das sementes. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 24, n. 5, p. 1281–1286, 2002.

NIED, A. H.; HELDWEIN, A. B.; ESTEFANEL, V.; SILVA, J. C. Da; ALBERTO, C. M. Épocas de semeadura do milho com menor risco de ocorrência de deficiência hídrica no município de Santa Maria, RS, Brasil. **Ciência Rural**, v. 35, n. 5, p. 995–1002, 2005.

OLIVEIRA, D. B. de; MELO, M. R. M. de; CARDOSO, J. A. E.; LAMBERT, R. A. Avaliação fisiológica do milho (zea mays) sob diferentes lâminas de irrigação, no município de Itumbiara – GO. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 585–591, 2014.

PEIXOTO, C. P.; CÂMARA, G. M. de S.; MARTINS, M. C.; MARCHIORI, L. F. S.; GUERZONI, R. A.; MATTIAZZI, P. Épocas de semeadura e densidade de plantas de soja: I. Componentes da produção e rendimento de grãos. **Scientia Agricola**, v. 57, n. 1, p. 89–96, mar.

2000. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0103-90162000000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=pt](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-90162000000100015&lng=en&nrm=iso&tlng=pt)>. Acesso em: 20 jun. 2016.

PINOTTI, E. B.; BICUDO, S. J.; GODOY, L. J. G. De; BUENO, C. E. M. S. Características agronômicas de cultivares de milho em função de populações de plantas e épocas de semeadura. **Revista Científica Eletrônica de Agronomia**, v. 25, n. 1, p. 17–33, 2014.

RAMOS, H. da C.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; JUNIOR, S. S.; QUEIROZ, T. de M. Precipitação pluvial de Diamantino-MT em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 71–80, mar. 2015. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620120477>>.

RITCHIE, S. W.; HANWAY, J. J.; BENSON, G. O. Como a Planta De. **Science**, v. 103, n. 15, p. 1–20, 2003.

RUVIARO, C.; DORNELES, J. G. L.; SILVA, A. M. da; BEN, C. A. V. Comportamento da soja submetida a diferentes regimes hídricos e viabilidade da irrigação suplementar na região do Vale do Jaguari-RS. **Perspectiva**, v. 35, n. 131, p. 79–90, set. 2011. Disponível em: <[www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/131\\_222.pdf](http://www.uricer.edu.br/site/pdfs/perspectiva/131_222.pdf)>.

SFREDO, G. J. Documentos 305. **Embrapa Soja**, p. 148, 2008. Disponível em: <<http://www.cnpso.embrapa.br/download/Doc305.pdf>>.

WAGNER, M. V; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SAITO, L. R.; LIMA, A. S. Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 2, p. 170–179, 2013.

### **ARTIGO 3 - Eventos ENOS e probabilidade de produtividade da soja e milho safrinha em diferentes épocas de semeadura no estado de Mato Grosso**

**[Revista Brasileira de Ciências Agrárias]**

**Resumo:** Este trabalho teve como objetivo estimar a produtividade da soja e milho “safrinha” baseada em simulação realizada com os modelos CROPGRO-Soybean e CERES-Maize, respectivamente, incluído no Sistema de Suporte para Transferência de Agrotecnologia (DSSAT) v.4.6.1 considerando diferentes datas de semeaduras, sob os efeitos climáticos ocasionados pelos fenômenos ENOS (El Niño Oscilação Sul) para os municípios de Rondonópolis, Sinop e Tangará da Serra. Os dados de calibração e validação do modelo foram adquiridos em experimentos de campo nas safras 2015/2016, realizados em área experimental da UNEMAT campus de Tangará da Serra, foram semeados três cultivares de soja com ciclos tardios médios e precoce, para quatro datas, e após a colheita de cada época foram semeados três híbridos de milho também com ciclos distintos, para quatro datas de semeadura, os dados meteorológicos foram monitorados por uma estação meteorológica instalada ao lado do experimento. Os modelos mostraram ser uma excelente ferramenta para a previsão do rendimento da soja e do milho “safrinha”, utilizando-se dados meteorológicos do ano em questão. Após a calibração foram simuladas 6 datas para cada cultura dividido em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros, para os três municípios. Para a cultura da soja a variabilidade climática ocorrente dos fenômenos ENOS provocam maiores oscilações de produtividades aumentando os riscos de perdas por semeaduras antecipadas (22/09 e 06/10). Para a cultura do milho safrinha em todos os eventos climáticos analisados as melhores épocas foram 20/01 e 01/02 para todos os municípios.

**Palavras-chave:** simulação, semeadura, variabilidade climática, produtividade.

### **ENOS events and yield probability of soybean and maize off-season at different sowing times in Mato Grosso State**

**Abstract:** The objective of this work was to estimate the soybean and maize yield based on simulation performed with the CROPGRO-Soybean and CERES-Maize models, respectively, included in the Support System for the Transfer of Agro-Technology (DSSAT) v.4.6.1 Different sowing dates, under the climatic effects caused by ENSO (El niño Southern Oscillation) phenomena for the municipalities of Rondonopolis, Sinop and Tangara da Serra. The calibration and validation data of the model were acquired in an experiment field in

2015/2016 crops, conducted in the experimental area at UNEMAT Campus Tangara da Serra, three soybean cultivars with medium and early late cycles were sown for four dates, and three types of hybrid maize were also sown after each harvest, with different cycles, for four sowing dates, the meteorological data were monitored by a meteorological station installed next to the experiment. The models showed to be an excellent tool for predicting the yield of soybean and maize "off-season", using meteorological data of the year in question. After calibration, 6 dates were simulated for each culture divided into years of occurrence of El niño, La niña and Neutros, for the three municipalities. For the soybean crop, the climatic variability of the ENSO phenomena causes greater yields oscillations, increasing the risk of losses due to anticipated sowing. For the maize crop in all climatic events analyzed, the best time was between January 20 and February 1 for all municipalities.

**Key words:** Simulation, sowing, climatic variability, productivity.

## INTRODUÇÃO

No Brasil, a soja e o milho safrinha são as culturas com maior expressão produtiva, o estado de Mato Grosso possui maior participação na produção nacional, produzindo na safra 2015/2016, 27,4 milhões de toneladas de soja e 19,2 milhões de toneladas de milho (CONAB, 2016).

No setor do agronegócio, um dos principais fatores que tornam a atividade agrícola de alto risco, são as variabilidades climáticas, diversos autores citam que as variáveis climáticas podem influenciar fortemente o resultado final de uma safra com duas culturas sucessivas, no caso da soja e do milho "safrinha", salientando a disponibilidade hídrica como o fator limitante na produtividade (Vivan et al., 2015).

O comportamento das chuvas no estado de Mato Grosso são bem definidas, com chuvas de outubro a março, e entre abril e setembro estabelece-se a estação seca (Dallacort et al., 2011). Com isso, as deficiências hídricas ocorrem com muita frequência no período da "safrinha", que em combinação com baixas temperaturas e insolação causam considerável redução no rendimento potencial do milho (Soler, 2004).

Um fator que altera a produtividade da soja e milho safrinha é a influência dos fenômenos El Niño Oscilação Sul (ENOS), haja visto que este altera o padrão das condições do tempo, quando se manifesta em regiões do nordeste do Brasil, ocorrem menores índices pluviométricos durante o evento El Niño (Araújo, 2012). Já para a região sul o efeito é oposto,

ocorrendo chuvas acima dos índices normais e em ocorrência de La Niña as secas são severas e com baixa temperatura (Grimm; Barros; Doyle, 2000).

A região Centro-Oeste do País também apresenta modificações no comportamento das chuvas, principalmente com maiores índices para anos Neutros e El Niño e pouca precipitação para La Niña conforme observado por Ramos et al. (2015).

A estreita relação entre a precipitação e o rendimento na safra de soja e safrinha do milho, está relacionada aos efeitos dos fenômenos (ENOS), com isso, estudo de simulação, que visam identificar as melhores épocas em ocorrência de cada evento, é importante para minimizar os riscos de perda na cultura de safra e safrinha.

Embora seja de grande importância para a pesquisa agrícola, experimentos de campo nem sempre são viáveis, em função do tempo hábil ou de dificuldades logísticas, além de não serem capazes de responder pontualmente as dúvidas geradas, sobretudo quando envolvem fatores climáticos e suas interações com os fatores de produção.

Os modelos computacionais apresentam-se como alternativa para estimar a produtividade das culturas, em função das condições climáticas e práticas de manejo cultural e de solo, em um curto período (Oliveira et al., 2011).

Exemplos desses modelos computacionais são os modelos incluídos no Sistema de Suporte à Decisão para Transferência de Agrotecnologia (DSSAT) versão 4.6.1.0, que são capazes de simular o crescimento, o desenvolvimento e o balanço hídrico de diversas culturas, em função das características de solo, da planta e da atmosfera (Hoogenboom; White; Messina, 2004). Dentre esses modelos computacionais, inclui-se o CROPGRO-Soy Bean e o CERES-Maize, que permite simular os principais processos fisiológicos da cultura da soja e milho respectivamente.

Esses modelos consideram os processos de crescimento e desenvolvimento da cultura em etapas diárias. Constitui um modelo mecanicista e determinístico que simula a duração dos estádios vegetativos e reprodutivos, acúmulo de biomassa e produção de grãos para uma dada cultivar, em função de tipos de solo, condições climáticas e práticas de manejo. Coeficientes específicos da cultura (fornecidos em um arquivo do programa) e coeficientes genéticos da cultivar (calibrado para o genótipo de interesse) possibilitam a simulação das respostas de uma dada cultivar em distintas condições ambientais (Freitas et al., 2005; Dallacort et al., 2006; De Souza et al., 2011; Dejonge et al., 2012; He et al., 2012; Rocha; Christofidis, 2014; Bao et al., 2015; Dokoohaki et al., 2016).

Este trabalho teve como objetivo analisar a melhor época de semeadura, considerando o comportamento produtivo de três cultivares de soja e milho safrinha sob condições das

alterações climáticas ocorridas em El Niño, La Niña e anos Neutros, para os municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop, no estado de Mato Grosso.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

### **Descrição dos modelos DSSAT/CROPGRO-Soybean e DSSAT/CERES-Maize**

O CROPGRO-Soybean é o modelo do sistema DSSAT 4.6.1.0, para a cultura da soja (Santos, 2015). Os dados de entrada requeridos para a simulação do crescimento das culturas incluem valores diários de temperatura máxima e mínima, precipitação, radiação e velocidade do vento. Além desses, é necessário incluir dados de capacidade de retenção de água do solo, suas características físico-químicas, espaçamento entre plantas, regime de hídrico adotado na irrigação, sistema de cultivo, entre outros (Talacuerce, 2014).

Neste trabalho foram considerados como fator limitante de produtividade o balanço de água no solo que no modelo é calculado a partir de processos empíricos, que estimam o fluxo de água no solo ao longo do perfil. O fluxo de drenagem se dá no sentido vertical, das camadas superiores para as inferiores, e para tal, é determinante a saturação das camadas superiores. (Faria & Bowen, 2003).

O modelo promove a estimativa do balanço hídrico do solo através da entrada de dados meteorológicos, características da cultura, como índice de área foliar e profundidade de raízes, juntamente com a capacidade de retenção de água no solo e a profundidade do perfil. Usando um intervalo de tempo variável, incluindo valores diários de umidade do solo, fluxo para cada profundidade, o armazenamento de água no solo no perfil do solo, transpiração real e potencial, evaporação do solo e da precipitação interceptada no dossel da cultura, além da percolação, o modelo simula as entradas e saídas de água no solo (Ngwira; Aune; Thierfelder, 2014; Bao et al., 2015; Santos, 2015).

Em comparação com o modelo anterior, o modelo CERES-Maize (Dokoohaki et al., 2016), é um dos mais detalhados para predizer estádios fenológicos e número de folhas. São considerados a sensibilidade ao fotoperíodo e os efeitos da alta temperatura no número final de folhas. Além disso, três componentes do desenvolvimento vegetativo, iniciação de folhas, aparecimento de primórdios foliares e iniciação da floração masculina podem ser testados independentemente (Kiniry, 1991).

Os pontos fortes do modelo constam de rotinas para a simulação dos balanço de água e nitrogênio no solo, e suas bases fisiológicas para as taxas de desenvolvimento e partição de assimilados, vários trabalhos com a cultura do milho foram realizados com este modelo (Freitas

et al., 2005; Soler; Sentelhas; Hoogenboom, 2007; Mourice et al., 2014; Dokoohaki et al., 2016).

### Base de dados

A base de dados utilizada consiste de dados experimentais para a cultura da soja e milho safrinha, realizado em Tangará da Serra, estado de Mato Grosso na safra de 2015/2016, o que inclui ainda dados do solo (Tabela 1).

O experimento foi conduzido na Universidade do Estado de Mato Grosso (UNEMAT), localizado geograficamente a 14°39' de latitude Sul e 57°25' de longitude Oeste, com altitude média de 440 metros, segundo dados do INMET. O clima da região é o tropical úmido megatérmico (Aw) de acordo com Köpen. Os valores médios anuais de temperatura, precipitação e umidade relativa do ar são 24,4°C, 1.830 mm e 70 – 80% respectivamente com chuvas concentradas de outubro a março e entre abril e setembro estabelece-se a estação seca de seis meses (Dallacort et al., 2011).

**Tabela 1** - Análise física\* do solo na profundidade de 0-20 cm dos municípios estudados.

Amostra	pH H <sub>2</sub> O	CTC cmolc/dm <sup>3</sup>	V %	M.O g/dm <sup>3</sup>	Areia g/kg	Silte g/kg	Argila g/kg
Tangará	5,90	8,30	46,00	35,00	125	186	689
Rondonópolis	4,50	5,90	60,00	22,70	549	84	367
Sinop	4,80	8,10	66,00	25,00	280	140	580

\*PLANTE CERTO - Análises de: Solo, Calcário, Água, Nematóide, Adubo, Ração, Sal e Tecido Foliar LTDA, Várzea Grande – MT. (Setembro/2015).

Para a obtenção dos dados meteorológicos, utilizou-se de uma estação automática Campbell Scientific localizada na própria universidade, a estação possui um *Data Logger* CR1000 para armazenamento de dados, sensor CS 215 de temperatura (°C) e umidade relativa (%), sensor de pressão atmosférica (kPa) barômetro CS106 mede a variação de 500 a 1100 mb, sensor de radiação solar (MJ/m<sup>2</sup>) piranômetro CMP3, sensor de velocidade (m/s) e direção do vento (graus) anemômetro 03002-R.M. Young Wind, pluviômetro CS 700 rain gauge, sensor de molhamento foliar 237-L Grade sensora de umidade. As informações foram disponibilizadas pelo laboratório de Agrometeorologia.

A semeadura da soja foi realizada em quatro épocas, sendo: época 1 (22/09/2015), época 2 (06/10/2015), época 3 (21/10/2015) e época 4 (05/11/2015). Utilizou-se três cultivares de soja: SoyTech 815 RR (precoce), SoyTech 820 RR (intermediário), e Tropical Melhoramento

& Genética Ltda TMG-1188 (tardio) com densidade de semeadura de 18, 20 e 14 pl m<sup>-1</sup>, respectivamente.

A semeadura do milho foi realizada em quatro épocas, concomitantemente à colheita da soja, evidenciando a segunda safra do ano agrícola 2015/2016: época 1 (27/01/2016), época 2 (09/02/2016), época 3 (25/02/2016) e época 4 (11/03/2016). Utilizou-se três híbridos de milho: Agrocere AG 7088 (precoce), Agroeste AS 1555 (intermediário), e Dekalb DKB 390 (tardio) todas com população final de 60.000 pl ha<sup>-1</sup>.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados em esquema fatorial de 4X3, sendo os tratamentos constituídos pela combinação de quatro épocas de semeadura com três cultivares, com quatro repetições.

As colheitas da soja foram realizadas de acordo com cada época e o ciclo da cultura: época 1 (11/01/2016, 20/01/2016, 08/02/2016), época 2 (01/02/2016, 05/02/2016, 03/03/2016), época 3 (18/02/2016, 24/02/2016, 20/03/2016), época 4 (10/03/2016, 15/03/2016, 30/03/2016) respectivamente para as cultivares ST 815, ST 820 e TMG 1188.

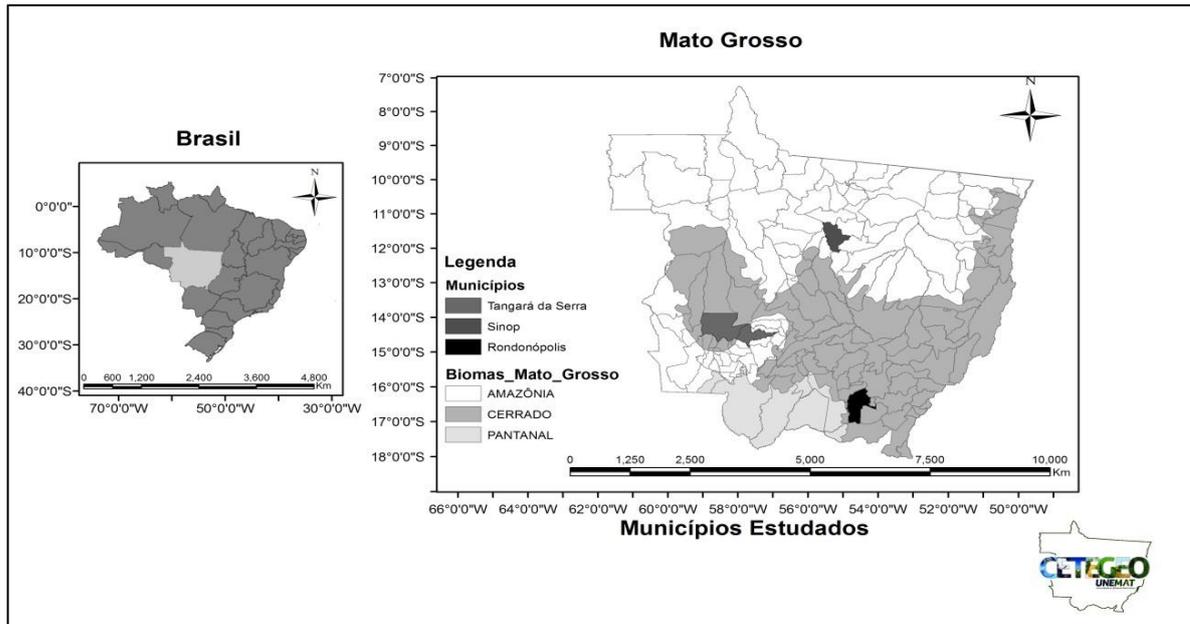
As colheitas do milho foram realizadas de acordo com cada época e o ciclo da cultura: época 1 (23/05/2016, 25/05/2016, 02/06/2016), época 2 (10/06/2016, 14/06/2016, 20/06/2016), época 3 (18/06/2016, 22/06/2016, 28/06/2016), época 4 (05/07/2016, 08/07/2016, 11/07/2016) respectivamente para as híbridos AG 7088, AS 1555 e DKB 390.

Cada tratamento foi constituído por seis linhas de 12 metros, com espaçamento de 0,45 metros nas entre linhas para todas as cultivares, cada tratamento possuía 32,4 m<sup>2</sup>, o experimento com os 12 tratamentos teve uma área total de 388,8 m<sup>2</sup>.

### **Área de estudo**

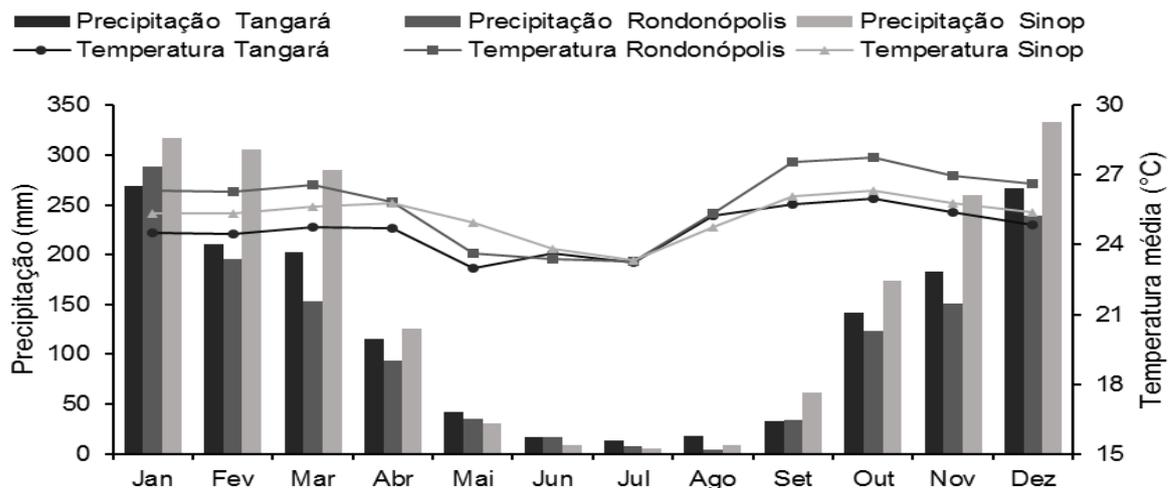
Para a realização das simulações foram determinadas 6 datas de semeadura para a cultura da soja (1 - 20/09; 2 - 01/10; 3 - 10/10; 4 - 20/10; 5 - 01/11 e 6 - 10/11) e para o milho safrinha (1 - 20/01; 2 - 01/02; 3 - 10/02; 4 - 20/02; 5 - 01/03 e 6 - 10/03), para os anos de 1973 a 2016 divididos em ocorrência de El Niño, La Niña e anos Neutros.

A simulação foi realizada para os municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop, ambos no estado de Mato Grosso (Figura 1).



**Figura 1** - Localização espacial e limites políticos dos municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop.

Foi considerada como entrada no modelo CROPGRO-Soybean e CERES-Maize, dados diários de temperaturas máxima e mínima do ar ( $^{\circ}\text{C}$ ), precipitação (mm) e número de horas de insolação (h) para o cálculo da radiação solar ( $\text{MJ}\cdot\text{dia}^{-1}\cdot\text{m}^{-2}$ ), que compreendem o período de 1973 a 2016, pertencente a estação climatológica sob responsabilidade do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Cada município possui uma estação meteorológica (Figura 2).



**Figura 2** - Dados mensais de Temperatura média e Precipitação para os municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop.

### **Calibração do modelo DSSAT/CROPGRO-Soybean e CERES-Maize**

A calibração dos coeficientes genéticos para a cultura do milho e da soja, foram feitas com base na recomendação de (Jones et al., 2003; Hoogenboom; White; Messina, 2004), com dados do experimento de campo realizados em Tangará da Serra, com quatro épocas de semeadura na safra 2015/2016. Neste experimento, foram realizadas análises do crescimento e da produtividade da cultura.

A calibração do modelo envolveu dados observados de produtividade para a época que apresentou maiores resultados sendo, época 3 para a soja e época 2 para o milho, todavia a validação foi realizada para todas as épocas do experimento. Desse modo, o modelo foi executado considerando a produtividade de cada safra para as referidas cultivares.

## **RESULTADO E DISCUSSÃO**

### **Calibração e avaliação do modelo CROPGRO-Soybean**

Com os dados obtidos do experimento das quatro épocas da safra 2015/2016, foi realizada a calibração com a época 3 semeadura em 21/10/2015 e validação com as demais datas de semeadura, para o município de Tangará da Serra, com as cultivares de ciclos precoce, médio e tardio, respectivamente para ST815, ST820 e TMG1188, considerando as condições de clima e solo do referido local, por meio dos coeficientes genéticos ajustados, os quais foram obtidos em sequência, começando-se com os parâmetros referentes à fenologia, seguidos pelos parâmetros de crescimento da cultura, conforme recomendação de (Jones et al., 2003).

Desse modo, foi possível realizar a simulação do crescimento, do desenvolvimento e da produtividade da cultura da soja. Na Tabela 2 encontram-se os coeficientes genéticos das três cultivares utilizadas no trabalho para as condições de solo e clima de Tangará da Serra, sendo utilizados para simular o crescimento e o desenvolvimento da soja, bem como estimar a produtividade da cultura nas datas de semeadura para determinado local.

**Tabela 2** - Coeficientes genéticos ajustados no CROPGRO-Soybean, calibrados para as cultivares de soja semeadas em Tangará da Serra – MT.

Coeficientes	Cultivares		
	ST 815	ST 820	TMG 1188
CSDL	13,000	13,000	14,000
PPSEN	0,270	0,270	0,340
EM-FL	29,300	29,400	29,600
FL-SH	14,100	14,900	22,600
FL-SD	15,500	15,500	29,500
SD-PM	43,820	43,180	48,020
FL-LF	17,850	17,960	28,930
LFMAX	1,030	1,080	1,030
SLAVR	375,000	375,000	375,000
SIZLF	180,000	180,000	180,000
XFRT	1,000	1,000	1,000
WTPSD	0,180	0,180	0,200
SFDUR	26,700	30,000	19,600
SDPDV	2,100	2,030	2,280
PODUR	10,000	10,000	10,000

Em que CSDL, duração crítico do dia, acima do qual o processo de desenvolvimento reprodutivo não é afetado (horas); PPSSEN, inclinação da resposta relativa do desenvolvimento para fotoperíodo com o tempo (1/hora); EM-FL, período entre a emergência da planta e o aparecimento da primeira flor (R1); FL-SH, período entre o aparecimento da primeira flor e a primeira vagem (R3) (dias fototermais); FL-SD, período entre o aparecimento da primeira flor e o início da formação da semente (R5) (dias fototermais); SD-PM, período entre o início da formação da semente e a maturidade fisiológica (R7) (dias fototermais); FL-LF, período entre o aparecimento da primeira flor (R1) e final da expansão foliar; LFMAX, taxa máxima de fotossíntese da folha a uma taxa ótima de temperatura (30°C); SLAVAR, área foliar específica sob condições padrão de crescimento; SIZLF, tamanho máximo da folha completamente expandida (cm<sup>2</sup>); XFRT, máxima fração do crescimento diário que é particionada para a semente mais a vagem; WTPSD, peso máximo por semente (g); SFDUR, duração do período de enchimento das sementes nas vagens, sob condições de crescimento padrão (dias fototermais); SDPDV, média de sementes por vagem, sob condições de crescimento padrão (dias fototermais); PODUR, tempo necessário para o cultivar alcançar condições ideais de vagens (dias fototermais).

Comparando os resultados de fenologia da soja com dados observados a campo e simulados pelo modelo, observamos que existem diferenças de 1 a 6 dias na fase vegetativa, o que condiz com outros trabalhos afirmando a boa estimativa de ciclo proposta pelo modelo, na fase de enchimento de grãos até a maturação, observamos que a diferença de dias entre os dados observados e simulados é maior para a cultivar tardia e menor para a cultivar precoce.

Resultados também observados para outras cultivares de ciclos diferentes foram encontrados por (Lima Filho; Coelho Filho; Heinemann, 2013; Santos, 2015).

Na Tabela 3, percebe-se que os dados de campo e os simulados pelo modelo se aproximaram mais na fase vegetativa, na fase reprodutiva os dados se distanciaram, provavelmente por conta do aparecimento das flores e posteriormente das vagens na partição de foto assimilados tal como descrito por Wolschick et al. (2007), quando os autores incluíram no modelo trabalhado, a translocação da matéria seca das folhas e caules para os grãos de milho

melhorando os resultados simulados, porém esta alteração não foi suficiente para acompanhar o aumento acelerado de matéria seca nos grãos.

**Tabela 3** - Valores médios dos estádios fenológicos e produtividades simulado (S) e observado (O) com o CROPGRO-Soybean para as cultivares de soja – Semeadas na safra de 2015/2016, em Tangará da Serra - MT.

Cultivares	Dias						Kg			
	Emergência		Antese		Primeira vagem		Maturidade fisiológica		Peso de 1000 grãos	
	S	O	S	O	S	O	S	O	S	O
ST 815	5	5	39	37	57	56	106	120	0,1511	0,1429
ST 820	5	4	39	36	58	54	107	117	0,1534	0,2240
TMG 1188	5	6	40	34	65	65	122	146	0,1716	0,1733

Na Tabela 4 os dados de produtividade observado e simulado durante a calibração, apresentaram alta correlação, com variação máxima de 7,24% para a cultivar precoce TMG1188, para a cultivar tardia ST820 a variação foi a menor, com 3,09%, com esses resultados podemos afirmar que o modelo simulou a produtividade com baixa diferença entre as cultivares de soja. Resultados semelhantes foram observados por (Talacuerce, 2014), que avaliou duas cultivares de soja, sendo que a precoce apresentou maior variação na produtividade que a tardia.

**Tabela 4** - Produtividade de grãos da soja, observada e simulada pelo modelo CROPGRO-Soybean durante a fase de calibração.

Cultivares	Simulada	Observada	Diferença	Diferença
				Kg ha <sup>-1</sup>
ST 815	3586,0	3410,0	176,0	5,16
ST 820	3291,0	3396,0	-105,0	-3,09
TMG 1188	3317,0	3093,0	224,0	7,24

$$\% = [(Simulada - Observada) / Observada] \times 100$$

### Calibração e avaliação do modelo CERES-Maize

Os coeficientes genéticos foram obtidos do experimento com quatro épocas de semeadura, a época 2 (09/02/2016) foi utilizada para a calibração.

Após a calibração dos coeficientes genéticos o modelo CERES-Maize prediz o crescimento e desenvolvimento do milho. Os coeficientes genéticos P1, P2 e P5 definem a fenologia da cultura enquanto que os G2 e G3 estão relacionados com a definição do rendimento em grão. P1 representa o tempo térmico desde a emergência até o final da fase juvenil durante a qual a planta não apresenta resposta ao fotoperíodo.

Para o híbrido AG7088 de ciclo super-precoce teve os valores mais altos para o coeficiente genético P1 (250,9 °Cd), enquanto que para o híbrido de ciclo tardio DKB 390 foi obtido o menor valor, 250,3 °Cd (Tabela 5). O coeficiente genético P2 foi considerado igual a 0,5 para os três híbridos, porém não foi simulado resposta ao fotoperíodo devido à duração do dia durante a época da “safrinha” ser menor do que o fotoperíodo crítico (12,5 horas).

**Tabela 5** - Coeficientes genéticos ajustados no CERES-Maize, calibrados para as cultivares de milho semeadas em Tangará da Serra – MT.

Cultivares	P1 (°C dia)	P2 (dias)	P5 (°C dia)	G2 (grãos.planta)	G3 (mg.dia <sup>-1</sup> )	PHINT (°C dia)
AG 7088	250,900	0,500	963,000	980,000	5,850	45,000
AS 1555	250,700	0,500	961,600	900,600	5,600	50,000
DKB 390	250,300	0,500	981,300	700,800	6,000	50,000

P1: Tempo térmico da emergência até o final da fase juvenil (expresso em graus-dia acima da temperatura basal de 8°C) durante o qual a planta não apresenta resposta ao fotoperíodo; P2: Extensão do atraso no desenvolvimento (expresso em dias) por cada hora de incremento no fotoperíodo acima do qual o desenvolvimento procede à taxa máxima (o qual é considerado ser 12,5 horas); P5: Tempo térmico entre o florescimento feminino e a maturidade fisiológica (expresso em graus-dias acima da temperatura basal de 8°C); G2: Número máximo de grãos por planta; G3: Taxa de enchimento do grão durante a fase linear sob condições ótimas (mg dia<sup>-1</sup>); PHINT: Intervalo correspondente ao filocron em tempo térmico (graus-dia) entre a aparição de folhas subsequentes (Hoogenboom et al., 1994).

O coeficiente genético P5 está relacionado com o tempo térmico desde o florescimento feminino até a maturidade fisiológica, variando entre 961,6 °Cd para o híbrido AS 1555 e 981.3 °Cd para o híbrido DKB 390.

O coeficiente genético G2 está relacionado com o número máximo possível de grãos por planta. G2 variou entre 700,8 a 980 nos três híbridos. Para o G3, foi encontrado que o híbrido AS 1555 teve o menor valor (5,6 mg d<sup>-1</sup>) e o híbrido DKB 390 o maior valor (6,0 mg d<sup>-1</sup>) de enchimento de grão. O filocron (PHINT) é o intervalo em tempo térmico (graus-dia) entre a aparição de folhas subsequentes; foi fixado como a média dos valores observados em cada híbrido, que variou de 45 °Cd para o híbrido AG 7088 a 50 °Cd para os híbridos AS 1555 e DKB 390.

O número de dias observados desde a emergência até a maturidade fisiológica para os três híbridos de milho e os valores simulados para essa fase com o modelo CERES-Maize foram similares em magnitude, tendo variação máxima de 4 dias até a antese para as cultivares super precoce e precoce. Na Tabela 6 pode se observar que os valores observados e simulados de dias desde a emergência até a maturidade foram próximos. Essa baixa diferença nos valores mostram a habilidade do modelo CERES- Maize em simular a fenologia dos três híbridos estudados.

**Tabela 6** - Valores médios dos estádios fenológicos e produtividades observados (O) e simulados (S) com o CERES-Maize, para as cultivares de milho – Semeadas na safra de 2016, em Tangará da Serra - MT.

Cultivares	Dias						Kg	
	Emergência		Antese		Maturidade fisiológica		Peso de 1000 grãos	
	S	O	S	O	S	O	S	O
AG 7088	5	6	58	54	113	109	0,1650	0,2270
AS 1555	5	6	60	56	112	111	0,1515	0,2514
DKB 390	5	6	60	57	112	114	0,1676	0,2327

A penalidade do peso de mil grãos causa uma redução da produtividade, isso devido as condições climáticas simuladas para cada híbrido, observamos que para híbridos tardios a produtividade é reduzida, pois nos municípios estudados as condições climáticas apresentam comportamento que causam a redução das chuvas a partir das datas simuladas. Segundo (Freitas et al., 2005), o modelo CERES-Maize penaliza a produtividade da cultura do milho quando submetidas a condições de estresse hídrico a partir do início da floração.

Na Tabela 7 observamos que os híbridos AG7088 e AS 1555 apresentaram maior diferença entre os dados observados a campo e os simulados pelo modelo, isso devido seu ciclo precoce, onde em condições de estresse hídrico provoca a antecipação do ciclo e redução da produtividade.

**Tabela 7** - Produtividade do milho, observada e simulada pelo modelo CERES-Maize durante a fase de calibração.

CULTIVARES	Simulado	Observado	Diferença	Diferença
		Kg ha <sup>-1</sup>		(%)
AG 7088	7580,00	7074,00	506,00	7,152954
AS 1555	6449,00	6649,00	-200,00	-3,007970
DKB 390	6717,00	6603,00	114,00	1,726488

### **Simulação da produtividade da soja para os municípios utilizando o modelo CROPGRO-Soybean**

Foram realizadas simulações para seis épocas de semeadura a cada 10 dias iniciando em 20/01 para os municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop, mediante três eventos climáticos El Niño, La Niña e anos Neutros.

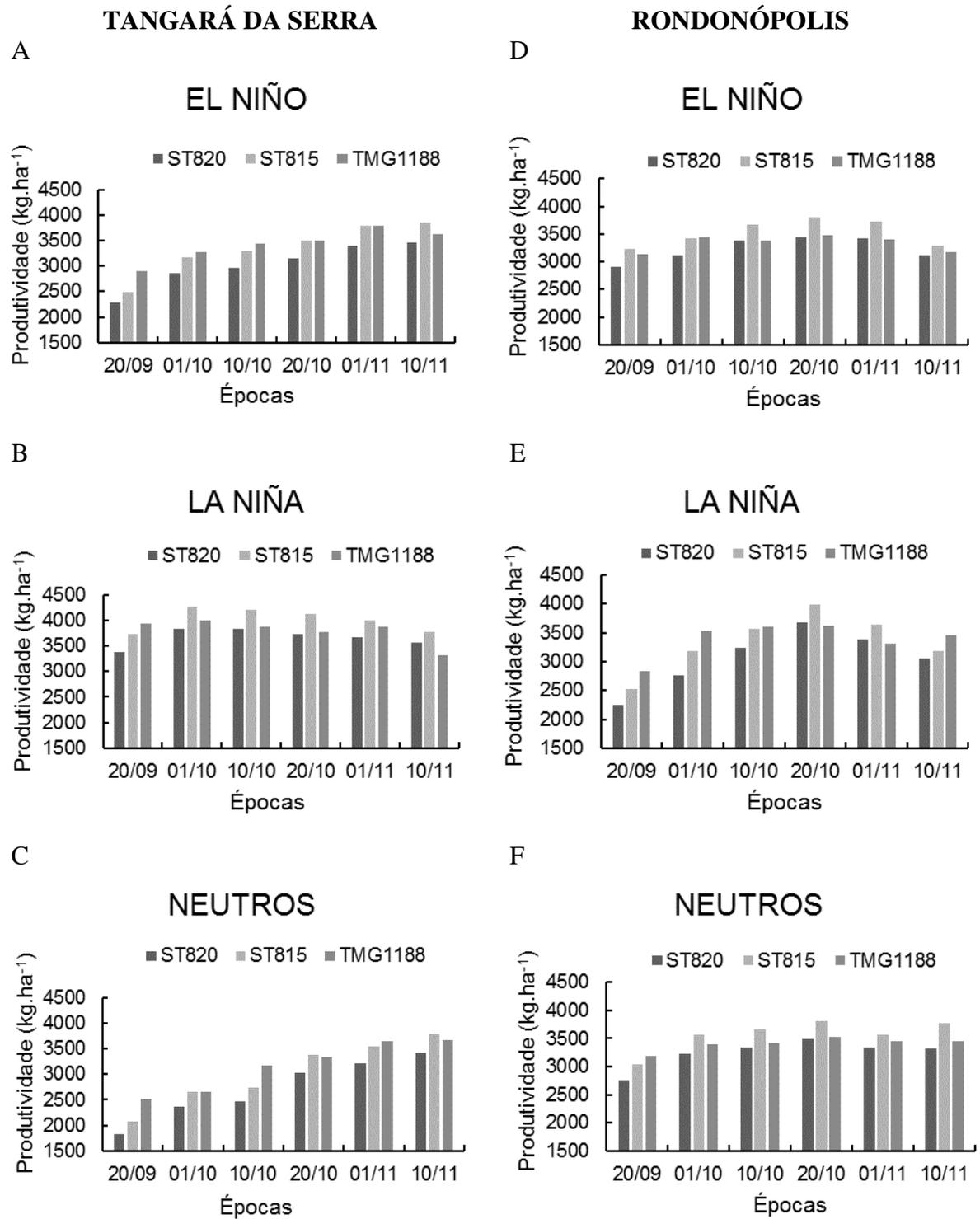
Na Figura 3 A, B e C podemos observar o comportamento da produtividade das cultivares de soja em decorrência das datas de semeadura, para o município de Tangará da Serra, onde observamos que em anos Neutros e de El Niño as semeaduras antecipadas

acarretaram em redução da produtividade, porém cultivares tardias como TMG 1188 apresentam produtividades de 2900 kg ha<sup>-1</sup>, já para La Niña a produtividade média se mantém em 3500 a 4000 kg ha<sup>-1</sup> que é considerada dentro da média estadual. Essa produtividade ocorre devido ao comportamento das chuvas em anos de La Niña, que no Estado são caracterizadas como chuvas leves porém frequentes (Ramos et al., 2015).

Para o município de Rondonópolis, Figura 3 D, E e F, observamos oscilações na produtividade, porém ao contrário do que ocorre no município de Tangará da Serra, onde em anos de La Niña as produtividades foram reduzidas com a antecipação da semeadura, e nos outros eventos a produtividade média manteve-se entre 3000 a 3500 kg ha<sup>-1</sup>. A cultivar precoce ST815 se destacou, proporcionando a maior produtividade para todos os eventos climáticos, exceto em semeaduras antecipadas onde a cultivar tardia TMG1188 apresentou maior produtividade.

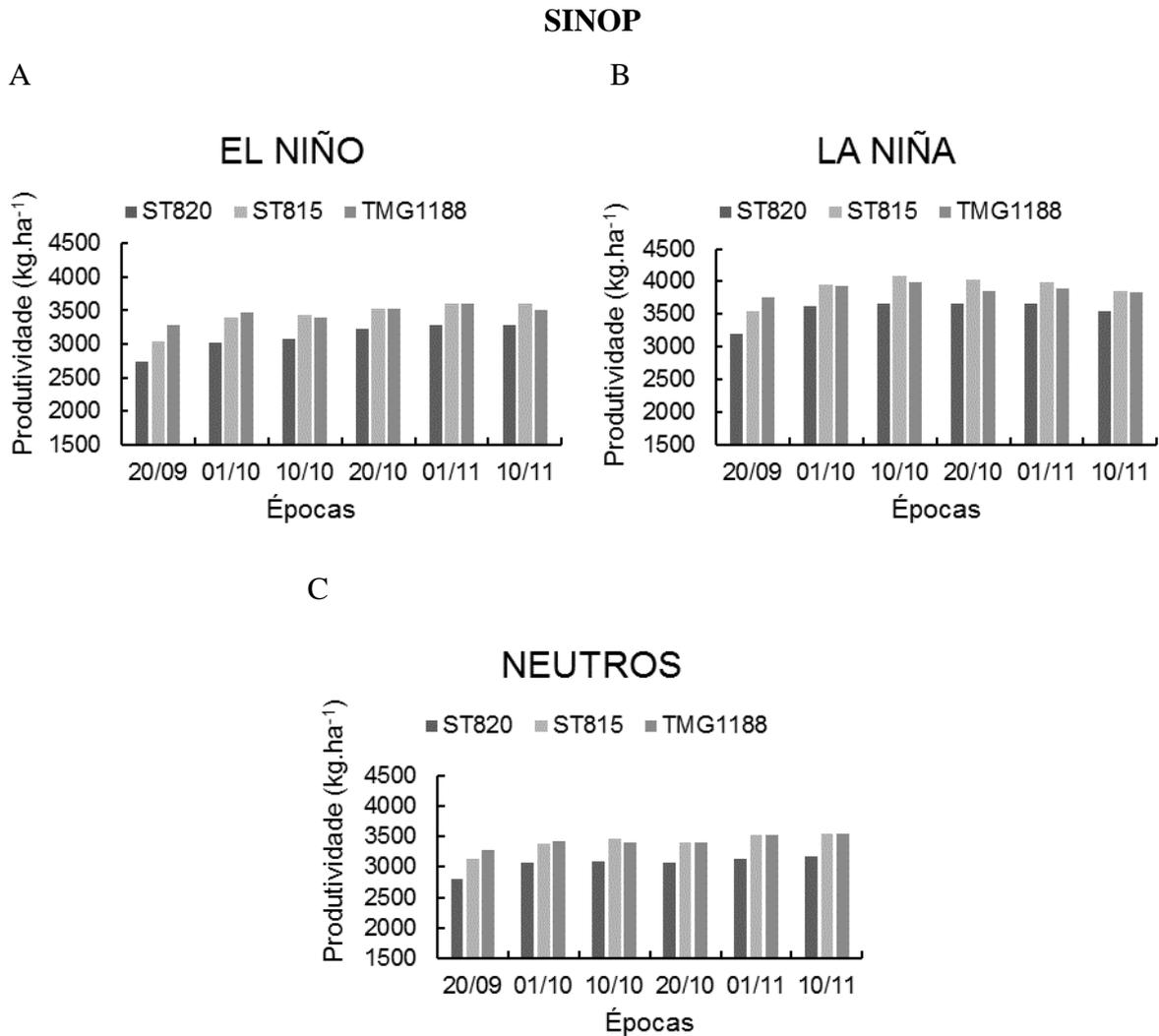
Do Rio et al. (2015), avaliaram o efeito da época de semeadura para cultivares de soja no sul do Brasil, e observaram comportamentos semelhantes aos do presente trabalho, onde cultivares tardias são mais indicadas para semeaduras antecipadas, devido seu ciclo e fase reprodutiva ser maior.

Bornhofen et al. (2015), avaliaram o efeito das épocas de semeadura no desempenho qualitativo das sementes de soja, e observaram que a antecipação da semeadura promove colheitas em períodos com alto índice de chuvas aumentando a umidade dos grãos durante a colheita, reduzindo assim a qualidade dos grãos, ainda esses autores, afirmam que os efeitos do ambiente e da interação entre genótipo e ambiente são pronunciados, justificando a identificação de épocas de semeadura específicas para cada cultivar.



**Figura 3 (A, B, C, D, E e F)** – Produtividade simulada para três cultivares de soja nos municípios de Tangará da Serra e Rondonópolis em anos com ocorrência de El Niño, La Niña e anos Neutros.

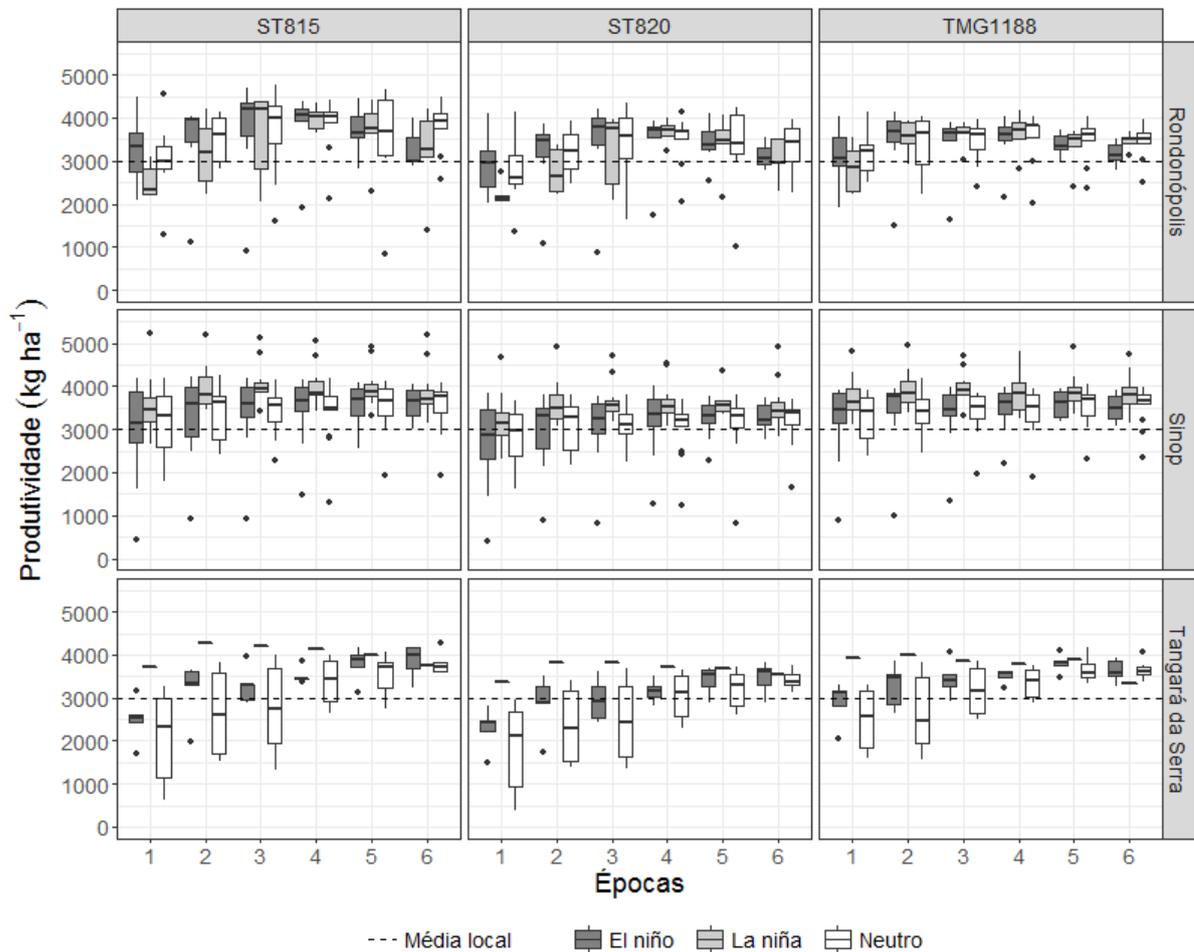
Para o município de Sinop as menores produtividades foram obtidas em sementeiras antecipadas (20/09), para todos os eventos, observamos que a média geral de produtividade é maior em anos de La Niña, assim como para os demais municípios. Nos outros municípios a cultivar tardia TMG1188 apresentou maiores produtividades em sementeiras antecipadas para todos os eventos (Figura 4).



**Figura 4 (A, B e C)** – Produtividade simulada para três cultivares de soja no município de Sinop em anos com ocorrência de El Niño, La Niña e anos Neutros.

Na Figura 5 está apresentado a variabilidade dos dados de produtividade quanto a ocorrência dos eventos nos municípios estudados para cada cultivar de soja nas épocas simuladas. Observamos que a cultivar precoce ST815 em Rondonópolis e Sinop, apresentam produtividades superiores à média do Estado, exceto em ocorrência de La Niña na época 1 para

Rondonópolis. Sinop apresenta menor variabilidade na produtividade em comparação com os outros municípios, porém para as três primeiras épocas em anos de El Niño e anos Neutros a variabilidade é maior que em anos de La Niña.



**Figura 5** – Variabilidade da produtividade simulada para as cultivares de soja nas épocas (1 - 20/09; 2 - 01/10; 3 - 10/10; 4 - 20/10; 5 - 01/11; 6 - 10/11), em ocorrência do ENOS para três municípios de Mato Grosso.

Para as épocas (1 – 20/09; 2 – 01/10 e 3 – 10/10), observamos que os intervalos dos quartis são maiores e se distanciam mais da mediana, isso explica a maior variação da produtividade, ocasionando maior o risco de perdas, como se pode observar na época 3 em anos de La Niña no município de Rondonópolis para as cultivares ST815 e ST820.

Para o município de Tangará da Serra os valores de produtividade em anos de La Niña foram a própria mediana devido curta série histórica dos dados com 12 anos de observações no total.

Observando a média de produtividade do Estado, o município de Sinop apresenta mediana de seus valores todos acima da média, o que não pode ser observado para os outros

municípios estudados, por outro lado Rondonópolis atinge produtividades próximas a 4500 kg ha<sup>-1</sup>, na época 3 com a cultivar ST815.

Para a cultura da soja sementeiras antecipadas sofrem grande risco de quedas na produtividade, já cultivares tardias apresentam produtividades superiores à média do Estado, sementeiras realizadas a partir de 10/10 são as mais recomendadas, porém deve-se levar em consideração o período de sementeira da segunda safra, no caso o milho “safrinha”.

Battisti, (2013), avaliou o efeito das épocas de sementeiras em diferentes regiões do País e observou que para o centro oeste, as sementeiras devem começar no último decêndio de setembro para cultivares tardias, e meados de outubro para cultivares precoces, afirma ainda que sementeiras antecipadas apresentam grande risco de perdas por veranicos na fase de desenvolvimento da cultura.

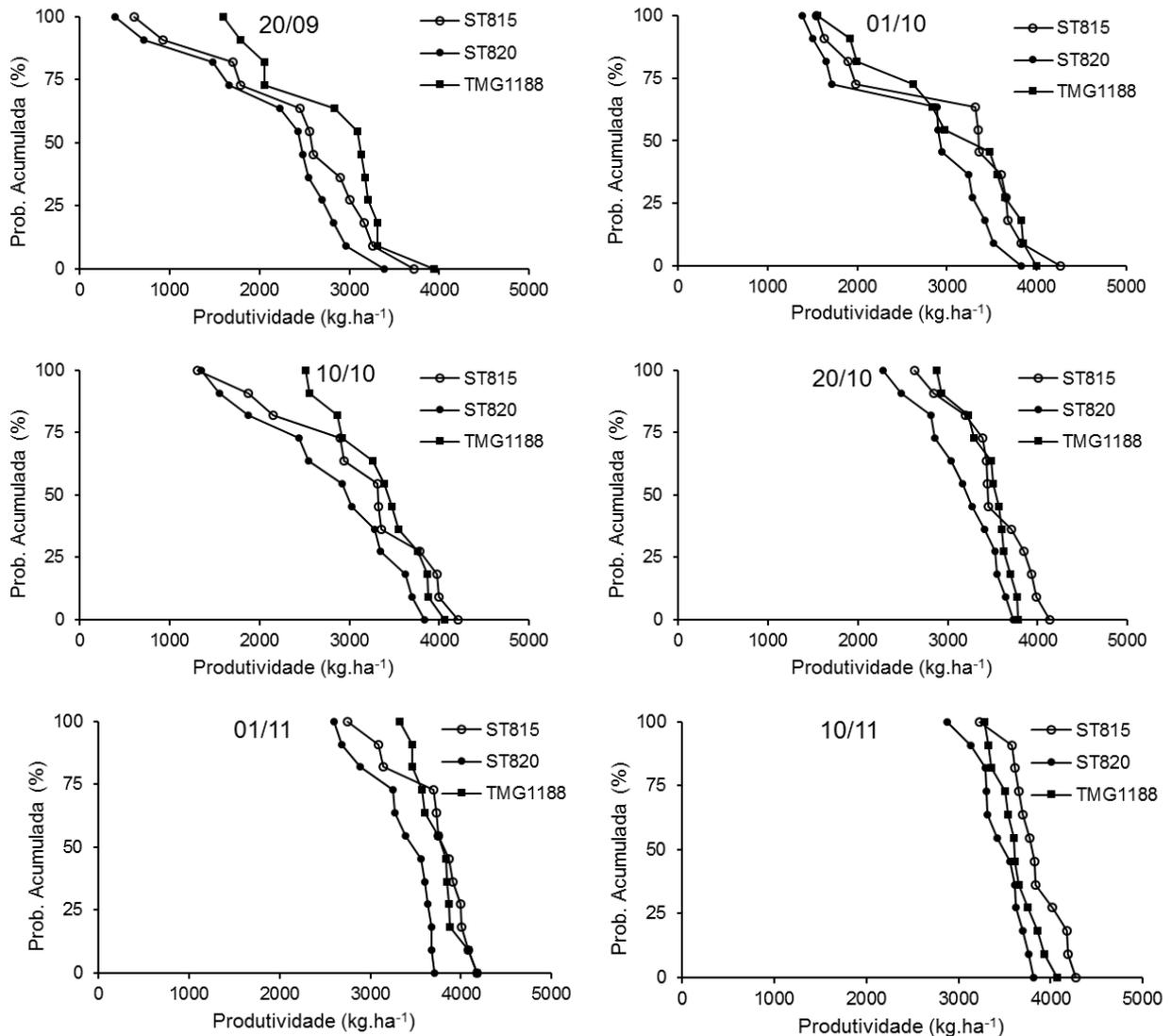
Dallacort et al. (2006), realizaram simulações para o estado do Paraná e observaram grandes reduções na produtividade da soja quando submetidas a diferentes épocas de sementeira, isso ocorre devido à baixa disponibilidade hídrica que dependendo da fase que a cultura se encontra causam grandes perdas.

Meotti et al. (2012), afirmam que a fase crítica onde a cultura mais necessita de água é durante a floração e enchimento de grãos, Dallacort et al. (2006), observaram que dependendo da intensidade do déficit hídrico na fase inicial da cultura pode ocorrer redução no estande final e conseqüentemente a produtividade.

### **Análise de probabilidade para a cultura da soja**

O modelo CROPGRO-Soybean exporta um arquivo onde observamos a probabilidade acumulada de rendimento da cultura, que nos auxilia a identificar a melhor época de sementeira para cada cultivar. Esta apresentado na Figura 6 a probabilidade de rendimento para as três cultivares de soja nas seis épocas simuladas para o município de Tangará da Serra.

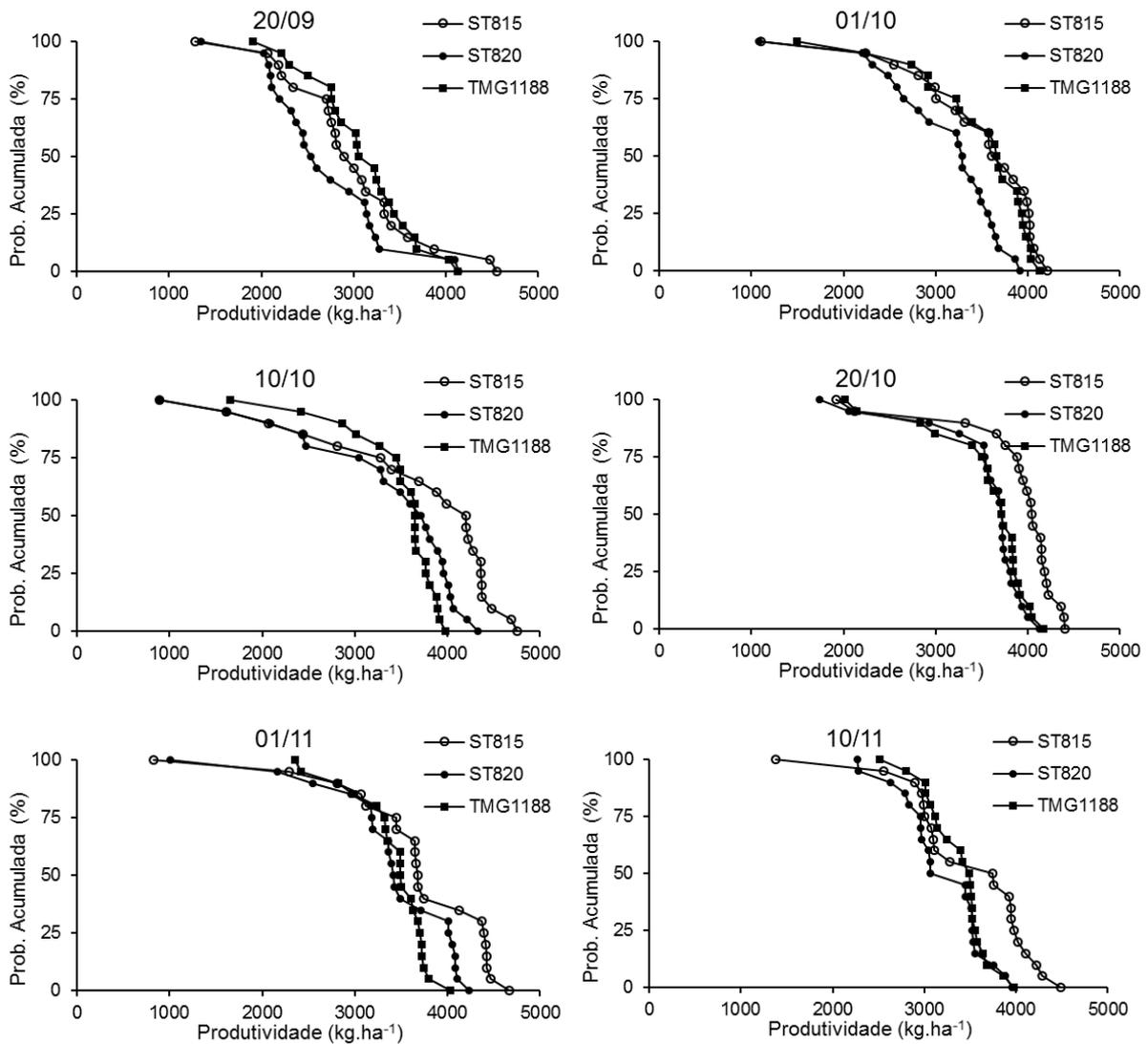
Observa-se que as maiores probabilidades de maiores produtividades são encontradas em sementeira realizadas a partir de 20/10, com nível de 75% de probabilidade de produzir 3500 kg ha<sup>-1</sup>, para todas as cultivares, sementeiras antecipadas em 20/09 e 01/10 apresentam 75% de probabilidade de ocorrer produtividades abaixo de 2000 kg ha<sup>-1</sup>, evidenciando o alto risco em sementeiras antecipadas para este município.



**Figura 6** - Probabilidade de rendimento para as cultivares de soja ST815, ST820 e TMG1188, simuladas a cada 10 dias a partir de 20 de setembro no município de Tangará da Serra - MT.

No estado de Mato Grosso, nas regiões estudadas, a cultura da soja apresenta maiores produtividades em sementeiras tardias, mas isso acarreta em atraso na sementeira da segunda safra no caso o milho, resultados semelhantes a esse foram observados por Battisti (2013). Dallacort et al. (2008) observaram resultados inversos, porém em regiões do Paraná.

No município de Rondonópolis, sementeiras antecipadas realizadas em 20/09, apresentaram 50% dos dados simulados, com produtividade abaixo de 3000 kg ha<sup>-1</sup>, já em sementeiras realizadas a partir de 10/10, apresentaram 50% de probabilidade de ocorrer produtividade acima de 4000 kg ha<sup>-1</sup>, dados médios para as três cultivares (Figura 7).

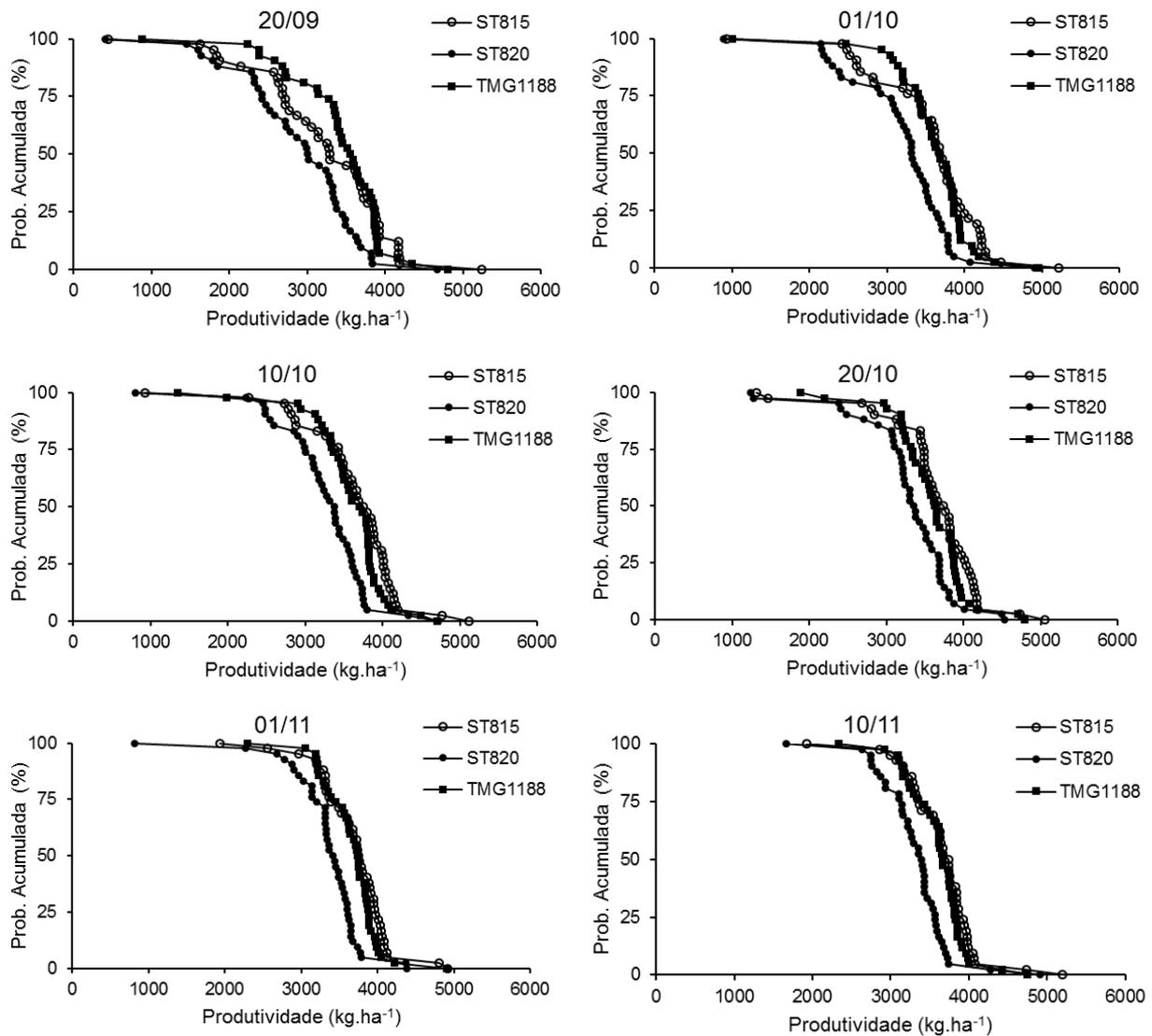


**Figura 7** - Probabilidade de rendimento para as cultivares de soja ST815, ST820 e TMG1188, simuladas a cada 10 dias a partir de 20 de setembro no município de Rondonópolis - MT.

Observamos a probabilidade de ocorrer produtividades abaixo de  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$  em semeaduras tardias (01/11 e 10/11), porém isso ocorre devido a variabilidade do clima, provocando veranicos em fases da cultura onde a demanda hídrica é alta, ocasionando perdas na produtividade.

Embora as épocas (01/11 e 10/11) apresente 25% de probabilidade de ocorrer produtividades abaixo de  $2000 \text{ kg ha}^{-1}$ , existe 75% de probabilidade de ocorrer produtividades médias de  $3660 \text{ kg ha}^{-1}$ , para essas épocas.

O município de Sinop com exceção da primeira data de semeadura (20/09), todas as demais datas apresentam 90% de probabilidade de produtividade acima de  $3550 \text{ kg ha}^{-1}$ . Semeaduras antecipadas (20/09) para Sinop mostram probabilidade de 50% que ocorram produtividades abaixo de  $3000 \text{ kg ha}^{-1}$  (Figura 8).



**Figura 8** - Probabilidade de rendimento para as cultivares de soja ST815, ST820 e TMG1188, simuladas a cada 10 dias a partir de 20 de setembro no município de Sinop - MT.

### **Simulação da produtividade do milho para os municípios utilizando o modelo CERES-Maize**

Para a cultura do milho “safrinha” após a colheita da soja, foram realizadas simulações para seis épocas de semeadura a cada 10 dias iniciando em 20/01 para os municípios de Tangará da Serra, Rondonópolis e Sinop, mediante três eventos climáticos El Niño, La Niña e anos Neutros.

Na Figura 9 A, B e C podemos observar o comportamento da produtividade das cultivares de milho em decorrência das datas de semeadura, para o município de Tangará da Serra, onde observamos que essa produtividade ocorre devido ao comportamento as chuvas em

anos de La Niña, que no Estado são caracterizadas como chuvas de baixa intensidade, porém frequentes (Ramos et al., 2015).

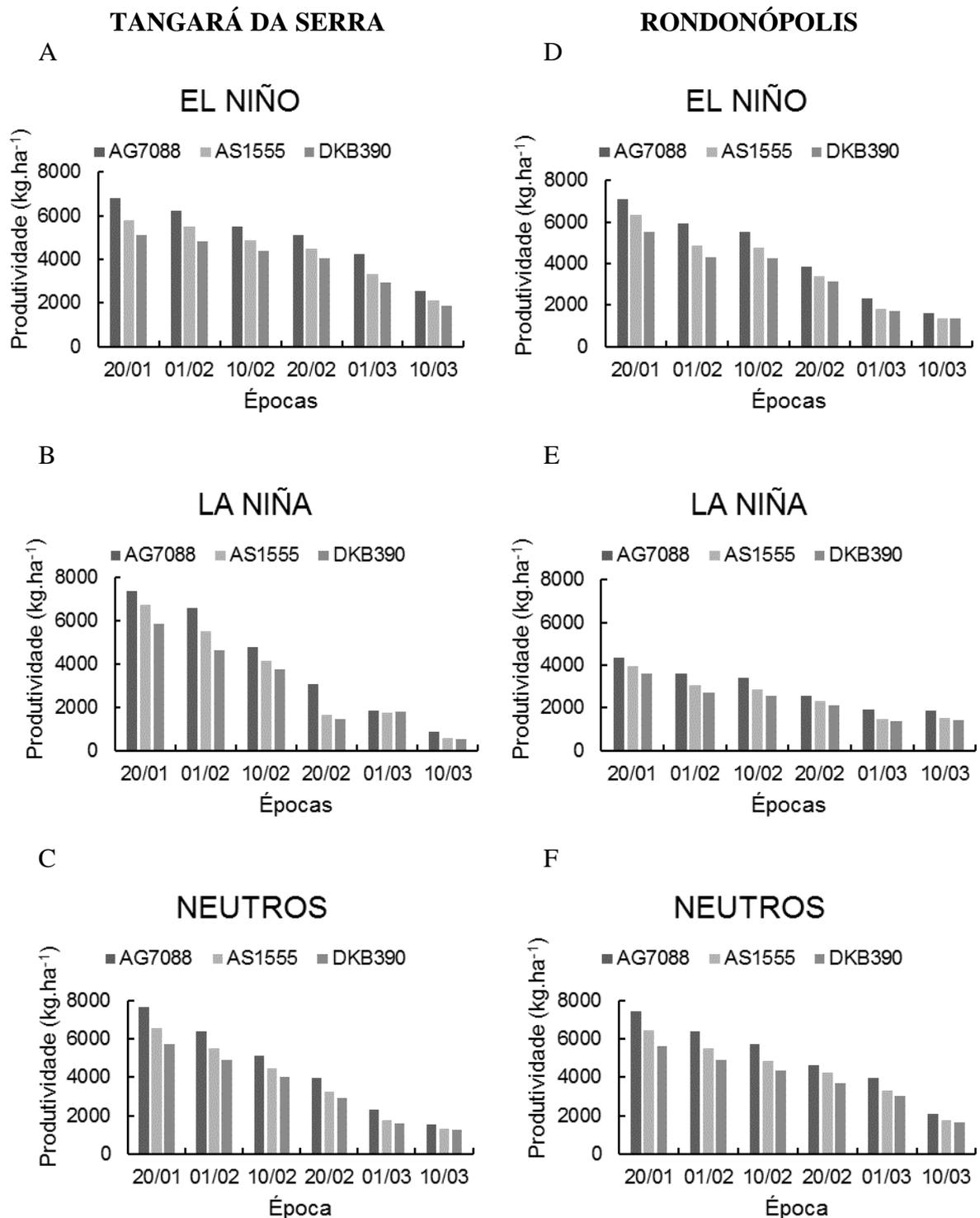
Observamos na cultura do milho que, a produtividade reduz gradativamente quando sementeiras são realizadas mais tardias. Para o município de Tangará da Serra, sementeiras realizadas em anos de El Niño a produtividade média obtida em 20/01 é 5500 kg ha<sup>-1</sup> e decresce chegando a 4000 kg ha<sup>-1</sup> na data 20/02.

Sementeiras realizadas na última data de simulação (10/03) apresentam médias de produtividade de 2200, 600 e 1300 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente para anos de El Niño, La Niña e anos Neutros.

Pesquisas realizadas por Fenner et al. (2014) determinaram o índice de satisfação de necessidade de água para o milho “safrinha” em Tangará obtiveram respostas semelhantes à deste trabalho onde sementeiras realizadas após 01 de março, apresentam déficit hídrico na fase reprodutiva e conseqüentemente redução drástica na produtividade.

Para o município de Rondonópolis o decréscimo da produtividade segue conforme as sucessivas datas de sementeira para todos os eventos, contudo em ocorrência de anos de La Niña a produtividade média é menor que em comparação aos outros anos, com máximo de produtividade para a data 20/01 com 4000 kg ha<sup>-1</sup>, e o mínimo na data 10/03 com 1400 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 9 D, E e F).

A cultivar mais produtiva foi a AG7088 em todas as condições, épocas e eventos, essa cultivar apresenta característica de alta precocidade e isso a torna mais tolerante ao efeito das mudanças do clima.

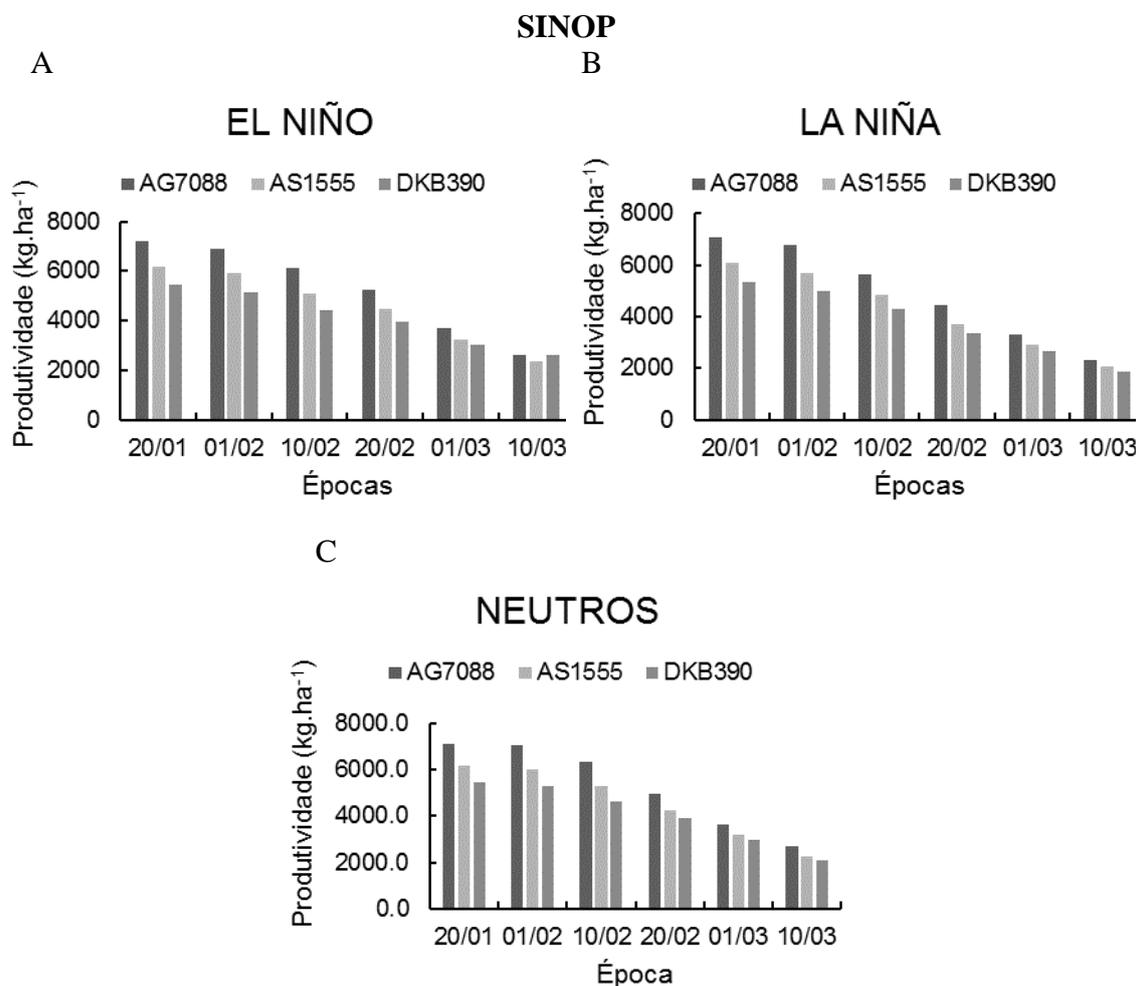


**Figura 9 (A, B, C, D, E e F)** – Produtividade simulada para três híbridos de milho nos municípios de Tangará da Serra e Rondonópolis em anos com ocorrência de El Niño, La Niña e anos Neutros.

A produtividade do milho no município de Rondonópolis em anos de La Niña, apresentou menores valores, comparados ao município de Tangará e Sinop com máxima de 4300 kg ha<sup>-1</sup>, e mínima de 1380 kg ha<sup>-1</sup>, essa redução está relacionada ao baixo índice pluviométrico ocorrido nesse evento. O que podemos afirmar que a cultura do milho além de

necessitar chuvas frequentes necessita que ocorra no mínimo 650 mm de chuva durante seu ciclo, conforme observado por (Bergamaschi et al., 2004).

Em Sinop (Figura 10) as datas de semeadura que apresentaram maiores produtividades foram 20/01, 01/02 e 10/02, para todas cultivares em todos os eventos climáticos, com média de 5500 kg ha<sup>-1</sup> a 6000 kg ha<sup>-1</sup>, conforme observado em trabalhos onde se caracteriza o clima da região, a partir de abril estabelece a estação seca no Estado, inviabilizando o cultivo sem auxílio de irrigação (Dallacort et al., 2011; Pizzato et al., 2012; Moreira et al., 2015)

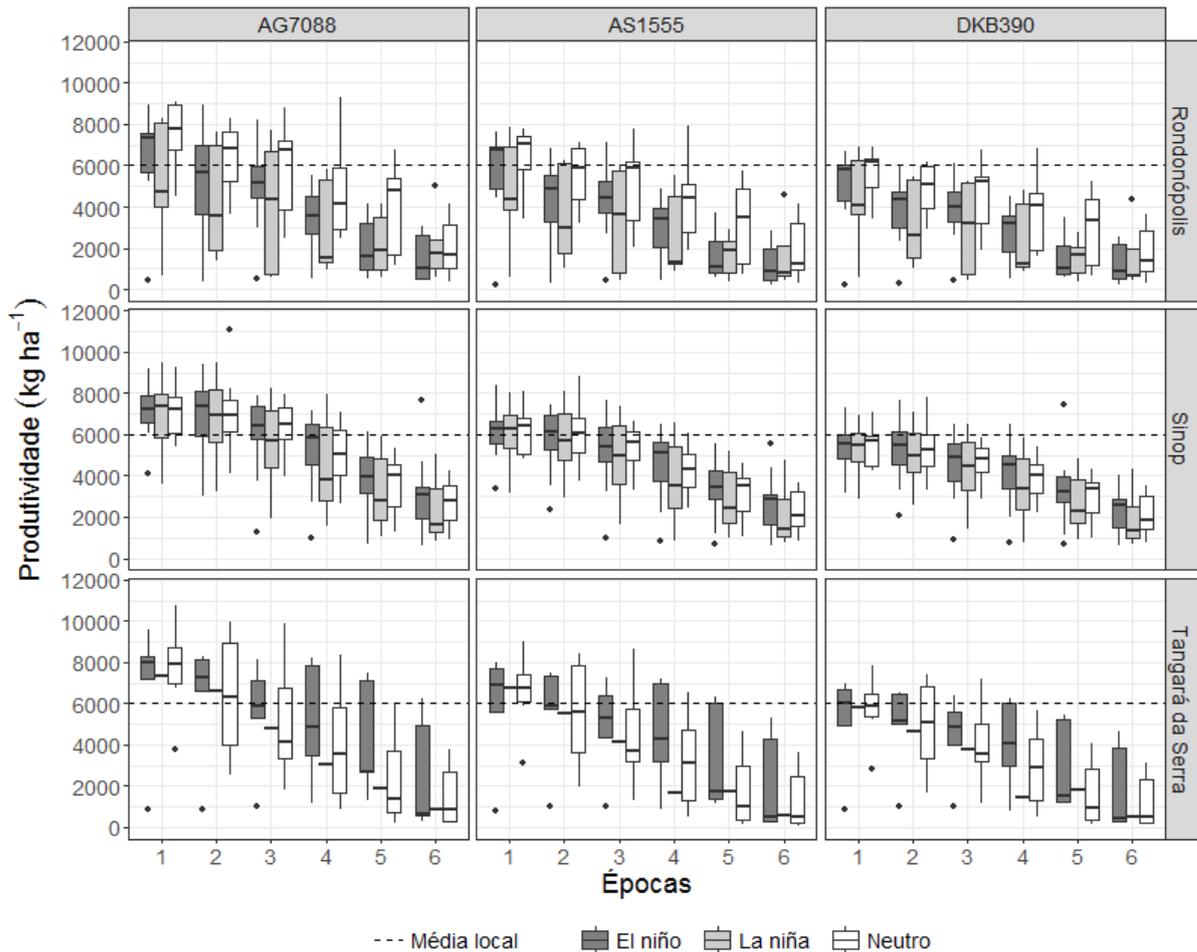


**Figura 10 - (A, B e C) – Produtividade simulada para três híbridos de milho no município de Sinop em anos com ocorrência de El Niño, La Niña e anos Neutros.**

Na Figura 11 está apresentado as variabilidades dos dados de produtividade dos três híbridos de milho, onde observamos que em anos de La Niña, no município de Rondonópolis a maior variabilidade dos dados estão nas épocas 1, 2 e 3, com valores mais distantes da média.

Para todos os municípios as três primeiras épocas são as que apresentam maior produtividade ficando próximo a média do Estado, com exceção da cultivar DKB390 que devido seu ciclo ser maior, a produtividade em algumas épocas não atingiram a média.

Para o município de Tangará devido pequena série histórica de dados meteorológicos, em anos de La Niña os valores são a própria mediana.



**Figura 11** - Variabilidade da produtividade simulada para os híbridos de milho nas épocas (1 - 20/01; 2 - 01/02; 3 - 10/02; 4 - 20/02; 5 - 01/03; 6 - 10/03), em ocorrência do ENOS para os municípios de Mato Grosso.

Soler (2004), estudando os fenômenos “El Niño” e “La Niña” em Piracicaba, estado de São Paulo, observaram que os mesmos causam influência sobre o rendimento do milho “safrinha”, em decorrência de mudanças nos padrões de precipitação durante os meses de abril e maio.

Araújo (2012), estudando o efeito dos fenômenos na produção agrícola, observaram reduções na produtividade de milho em regiões do sul, e aumento na região nordeste do Brasil quando ocorrem anos de La Niña, afirmam ainda que os efeitos dessas alterações climáticas são notados no aumento da incidência de eventos extremos, como geadas, chuvas intensas,

inundações, veranicos, tornados e, principalmente, períodos de estiagens que podem se estenderem em secas severas, essas características são distintas para cada região do País.

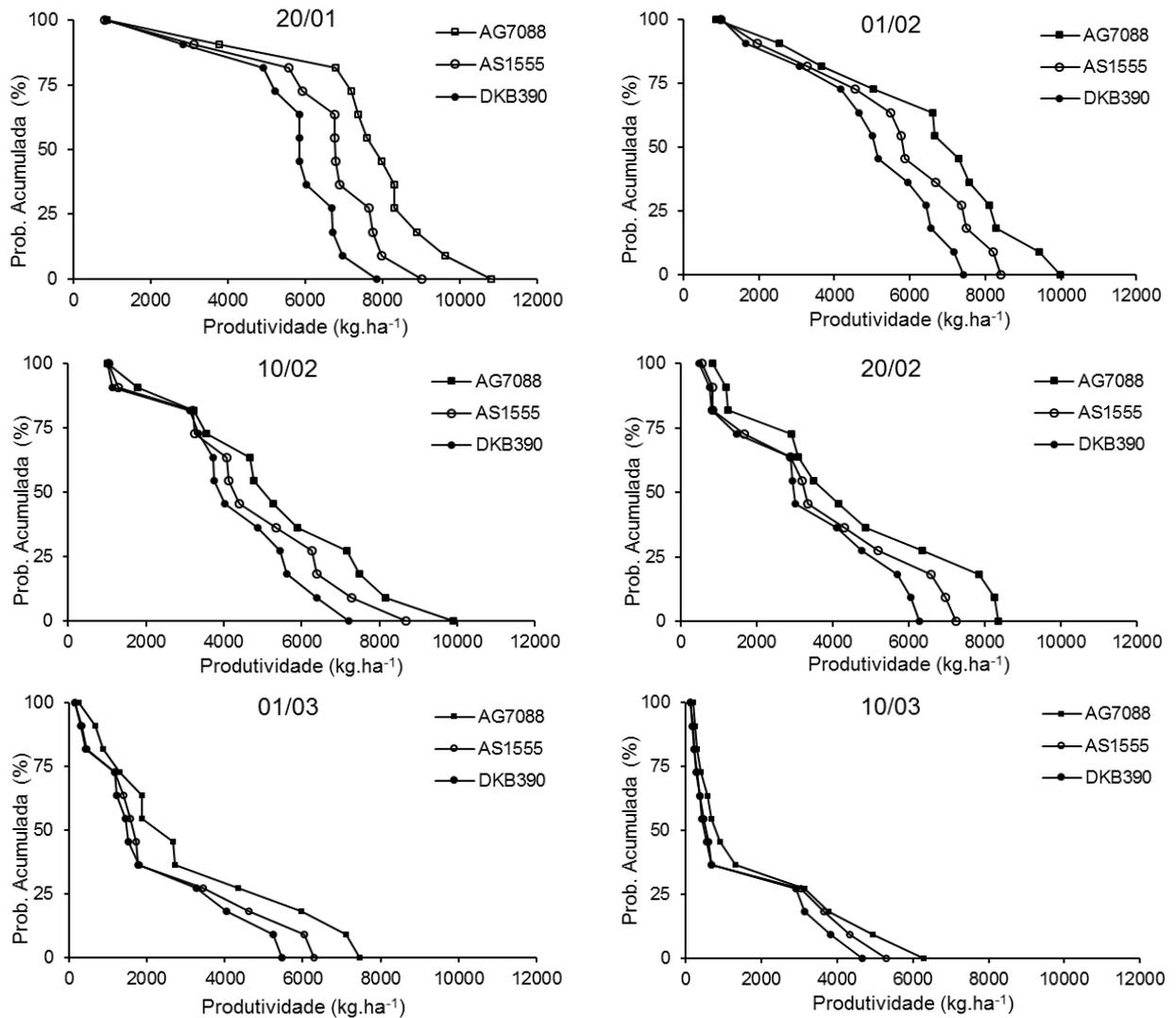
Ramos et al. (2015), analisou o comportamento das chuvas em Diamantino – MT, e observou reduções de precipitação em anos de La Niña, aumento em anos Neutros e maior índice de veranicos em El Niño. Conseqüentemente é necessário ajustes para se determinar melhores épocas de semeadura para cada cultura dentro da janela agrícola para cada região.

### **Análise de probabilidade para a cultura do milho**

O modelo CERES-Maize exporta um arquivo onde observamos a probabilidade acumulada de rendimento da cultura, que nos auxilia a identificar a melhor época de semeadura para cada tratamento. Esta apresentado na figura 12 a probabilidade de rendimento para as três cultivares de milho nas seis épocas simuladas para o município de Tangará da Serra.

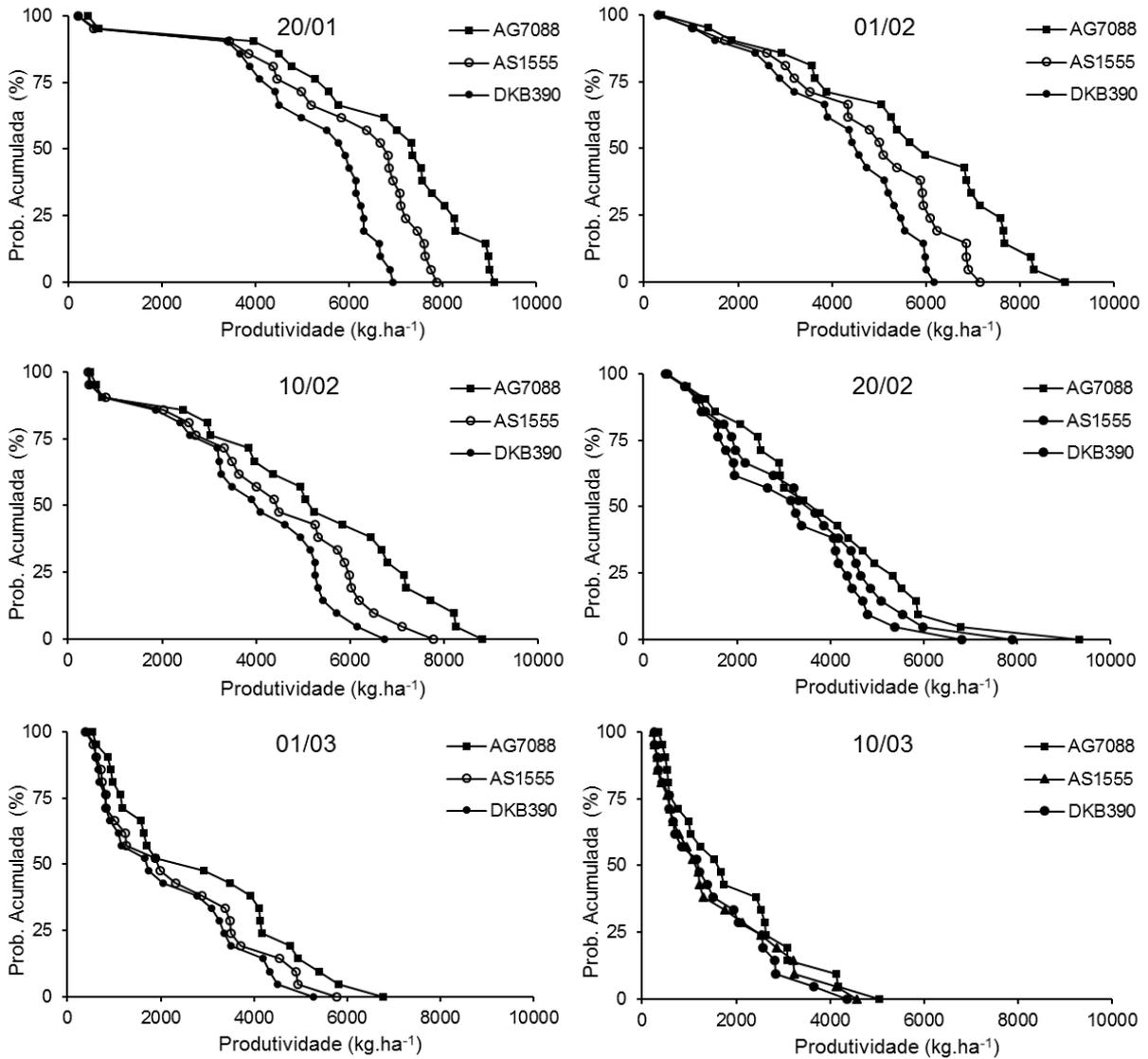
Podemos observar que a antecipação da semeadura do milho aumenta a probabilidade de rendimento, nas datas 20/01, 01/02 e 10/02, a probabilidade de ocorrer produtividades acima de 4000 kg ha<sup>-1</sup> é de 75%, já para as épocas 01/03 e 10/03 a probabilidade de ocorrer à mesma produtividade é de 10%.

Todos os híbridos apresentam o mesmo comportamento quando submetidas as épocas, porém o híbrido precoce AG7088 apresentam produtividades maiores a cada nível de probabilidade ao se comparar com os outros híbridos.



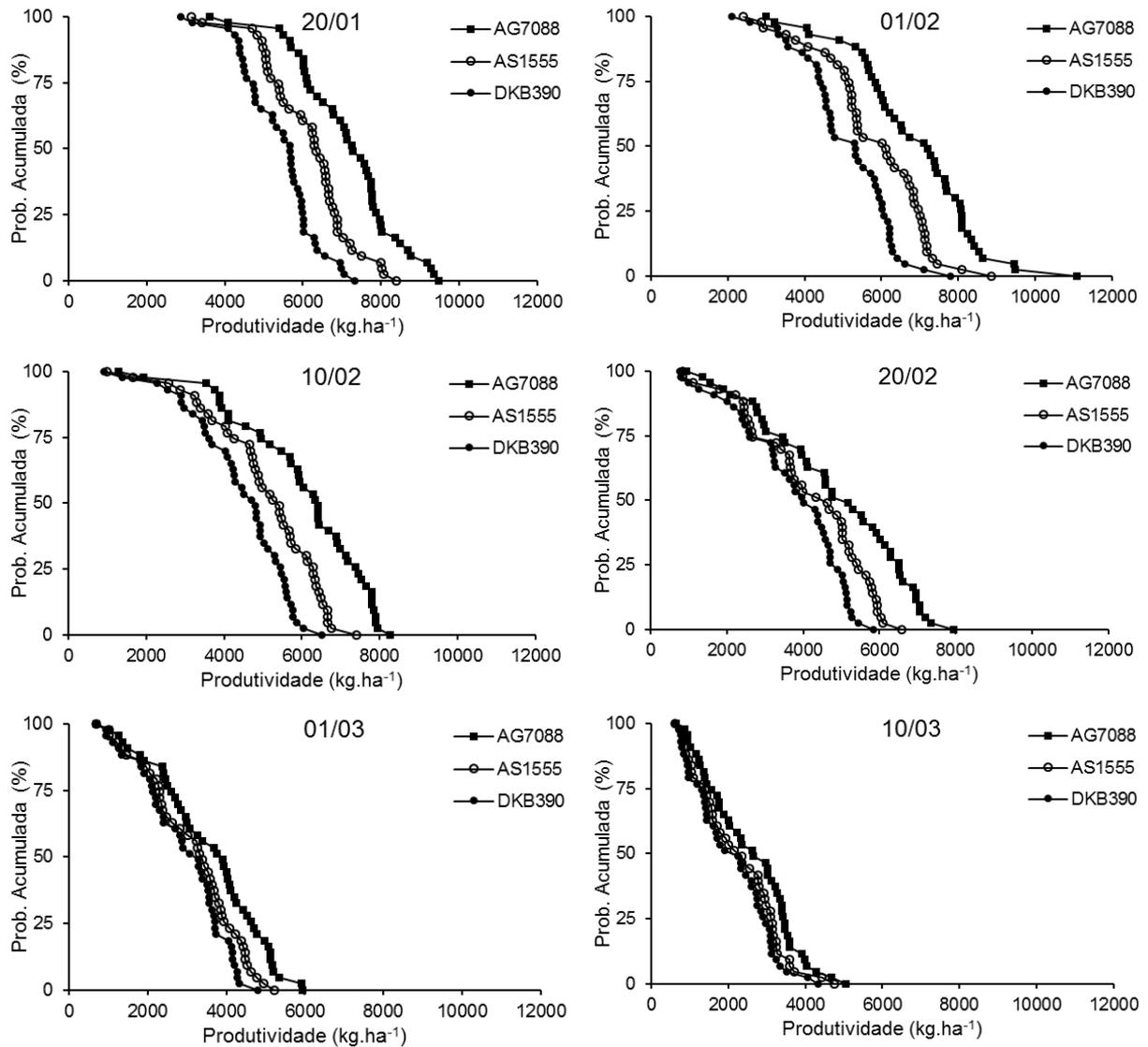
**Figura 12** - Probabilidade de rendimento para os híbridos de milho AG 7088, AS1555 e DKB 390, simuladas a cada 10 dias a partir de 20 de janeiro no município de Tangará da Serra - MT.

Em Rondonópolis a probabilidade de rendimento entre os híbridos é maior nas datas 20/01 e 01/02, onde cada híbrido apresenta seu maior potencial produtivo, dando destaque para o AG7088 que devido sua precocidade é favorecido pelo curto espaço de tempo entre a floração e maturação, aproveitando o máximo o fim do período chuvoso (Figura 13).



**Figura 13** - Probabilidade de rendimento para os híbridos de milho AG 7088, AS1555 e DKB 390, simuladas a cada 10 dias a partir de 20 de janeiro no município de Rondonópolis - MT.

Para o município de Sinop a probabilidade de rendimento apresenta características semelhantes aos outros municípios obtendo maiores probabilidades nas datas 20/01 e 01/02 com 90% de probabilidade de ocorrer produtividades acima de 5000 kg ha<sup>-1</sup>, e menores probabilidades para as datas 01/03 e 10/03 com 75% de chance de ocorrer produtividades abaixo de 3000 kg ha<sup>-1</sup> (Figura 14).



**Figura 14** - Probabilidade de rendimento para as cultivares de milho AG 7088, AS1555 e DKB 390, simuladas a cada 10 dias a partir de 20 de janeiro no município de Sinop - MT.

Nos Apêndices 1, 2 e 3, estão apresentados as datas de semeadura de cada cultivar de soja e milho, assim como as datas de colheitas e produtividade média para cada cultivar, considerando seu ciclo. Com essa tabela podemos prever a partir de uma data de semeadura para a cultura da soja (1° safra), a data de colheita e semeadura do milho (2° safra), para cada fenômeno que ocorra, e suas respectivas produtividades.

## CONCLUSÃO

A calibração do modelo CROPGRO-Soybean e CERES-Maize se ajustaram satisfatoriamente com os resultados obtidos a campo para os locais estudados e para as épocas simuladas.

Para a cultura da soja em anos de El Niño as melhores épocas foram 01/11 e 10/11, com exceção do município de Rondonópolis que as épocas 10/10, 20/10 e 01/11 apresentaram as maiores médias de produtividade.

Em anos de La Niña as maiores produtividades foram observadas nas datas 01/10 e 10/10, com exceção de Rondonópolis sendo as datas 10/10, 20/10 e 01/11 às que apresentaram maiores produtividades médias.

Para anos Neutros Tangará apresentou maiores produtividades em 01/11 e 10/11, Rondonópolis 01/10, 10/10 e 20/10, em Sinop as médias foram próximas sendo a menor na data 20/09.

Para a cultura do milho safrinha em todos os eventos climáticos analisados as melhores épocas foram 20/01 e 01/02 para todos os municípios.

Para o híbrido precoce de milho AG7088 sementeiras tardias (10/02 e 20/02) apresentam produtividades maiores que os híbridos tardios sementeiras em 20/01 e 01/02 respectivamente. Este fato amplia a janela de cultivo possibilitando ao produtor maior alternativas em casos de identificação dos fenômenos ENOS.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, P. H. C. **Eventos climáticos extremos: os efeitos dos fenômenos El Niño e La Niña sobre a produtividade agrícola das regiões nordeste e sul do Brasil**. Dissertação ed. Viçosa - MG: Universidade Federal de Viçosa, 2012.

BAO, Y.; HOOGENBOOM, G.; MCCLENDON, R.; URICH, P. Soybean production in 2025 and 2050 in the southeastern USA based on the SimCLIM and the CSM-CROPGRO-Soybean models. **Climate Research**, v. 63, n. 1, p. 73–89, 1 abr. 2015. Disponível em: <<http://www.int-res.com/abstracts/cr/v63/n1/p73-89/>>.

BATTISTI, R. **Universidade de São Paulo escola superior de agricultura “Luiz de Queiroz” épocas de sementeira da cultura da soja com base no risco climático e na rentabilidade líquida para as principais regiões produtoras do Brasil piracicaba orientador** : Dissertação ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Épocas, 2013.

BERGAMASCHI, H.; DALMAGO, G. A.; BERGONCI, J. I.; BIANCHI, C. A. M.; MÜLLER, A. G.; COMIRAN, F.; HECKLER, B. M. M. Distribuição hídrica no período crítico do milho e produção de grãos. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 9, p. 831–839, 2004. Disponível em: <<http://hdl.handle.net/10183/129303>>.

BORNHOFEN, E.; BENIN, G.; GALVAN, D.; FLORES, M. F. Épocas de semeadura e desempenho agrônomo de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 45, n. 1, p. 46–55, 2015.

CONAB. Acompanhamento da safra brasileira. **Acompanhamento de safra brasileira: grãos, nono levantamento**, v. 3, n. 8, p. 178, 2016. Disponível em: <[http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16\\_06\\_10\\_14\\_42\\_08\\_boletim\\_graos\\_maio\\_2016\\_-\\_final.pdf](http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/16_06_10_14_42_08_boletim_graos_maio_2016_-_final.pdf)>.

DALLACORT, R.; FREITAS, P. S. L.; FARIA, R. T.; GONÇALVES, A. C. A.; REZENDE, R.; BERTONHA, A. Utilização do modelo Cropgro-soybean na determinação de melhores épocas de semeadura da cultura da soja, na região de Palotina, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum Agronomy**, v. 28, n. 4, p. 583–589, 2006.

DALLACORT, R.; MARTINS, J. A.; INOUE, M. H.; FREITAS, P. S. L. De; 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. Disponível em: <<http://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/5838>>.

DALLACORT, R.; SÉRGIO, P.; FREITAS, L. De; ANDRADE, A. C.; FARIA, R. T. De; REZENDE, R.; BERTONHA, A. Níveis de probabilidade de rendimento de quatro cultivares de soja em cinco datas de semeadura. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 30, n. 2, p. 261–266, 2008.

DE SOUZA, P. J. de O. P.; FARIAS, J. R. B.; DE MELO E ABREU, J. P. M.; RIBEIRO, A.; DA ROCHA, E. J. P.; BOTELHO, M. do N.; DE SOUSA, A. M. L. Simulation of soybean growth and yield under northeastern Amazon climatic conditions. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 6, p. 567–577, 2011.

DEJONGE, K. C.; ASCOUGH, J. C.; ANDALES, A. A.; HANSEN, N. C.; GARCIA, L. A.; ARABI, M. Improving evapotranspiration simulations in the CERES-Maize model under limited irrigation. **Agricultural Water Management**, v. 115, p. 92–103, dez. 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2012.08.013>>.

DO RIO, A.; SENTELHAS, P. C.; FARIAS, J. R. B.; SIBALDELLI, R. N. R.; FERREIRA, R. C. Alternative sowing dates as a mitigation measure to reduce climate change impacts on soybean yields in southern Brazil. **International Journal of Climatology**, n. July 2016, p. n/a-n/a, 2015. Disponível em: <<http://doi.wiley.com/10.1002/joc.4583>>.

DOKOOHAKI, H.; GHEYSARI, M.; MOUSAVI, S. F.; ZAND-PARSA, S.; MIGUEZ, F. E.; ARCHONTOULIS, S. V.; HOOGENBOOM, G. Coupling and testing a new soil water module in DSSAT CERES-Maize model for maize production under semi-arid condition. **Agricultural Water**

**Management**, v. 163, p. 90–99, 2016. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2015.09.002>>.

FENNER, W.; DALLACORT, R.; MOREIRA, P. S. P.; QUEIROZ, T. de M.; FERREIRA, F. da S.; BENTO, T. S.; CARVALHO, M. A. C. de. Índices de satisfação de necessidade de água para o milho segunda safra em Mato Grosso. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 15, n. March 16, p. 109–121, 2014.

FREITAS, P. S. L. De; MANTOVANI, E. C.; GILBERTO CHOHAKU SEDIYAMA; COSTA, L. C. Penalização da produtividade da cultura do milho imposta pelo modelo CERES-Maize. **Acta Scientiarum - Agronomy**, v. 27, n. 1, p. 97–105, 2005.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. **American Meteorological Society**, v. 13, n. 1, p. 35–58, 2000.

HE, J.; DUKES, M. D.; HOCHMUTH, G. J.; JONES, J. W.; GRAHAM, W. D. Identifying irrigation and nitrogen best management practices for sweet corn production on sandy soils using CERES-Maize model. **Agricultural Water Management**, v. 109, p. 61–70, 2012. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1016/j.agwat.2012.02.007>>.

HOOGENBOOM, G.; WHITE, J. W.; MESSINA, C. D. From genome to crop: Integration through simulation modeling. **Field Crops Research**, v. 90, n. 1, p. 145–163, 2004.

JONES, J. .; HOOGENBOOM, G.; PORTER, C. .; BOOTE, K. .; BATCHELOR, W. .; HUNT, L. .; WILKENS, P. .; SINGH, U.; GIJSMAN, A. .; RITCHIE, J. . The DSSAT cropping system model. **European Journal of Agronomy**, v. 18, n. 3–4, p. 235–265, jan. 2003. Disponível em: <<http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1161030102001077>>. Acesso em: 15 mar. 2016.

LIMA FILHO, A. F.; COELHO FILHO, M. A.; HEINEMANN, A. B. Calibração e avaliação do modelo CROPGRO para a cultura do feijão caupi no Recôncavo Baiano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 17, n. 12, p. 1286–1293, 2013. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1415-43662013001200006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1415-43662013001200006&lng=pt&nrm=iso&tlng=en)>.

MEOTTI, G. V.; BENIN, G.; SILVA, R. R.; BECHE, E.; MUNARO, L. B. Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 47, n. 1, p. 14–21, 2012. Disponível em: <[file:///C:/Users/Elizangela/AppData/Local/Mendeley Ltd./Mendeley Desktop/Downloaded/Meotti et al. - 2012 - Épocas de semeadura e desempenho agrônômico de cultivares de soja.pdf](file:///C:/Users/Elizangela/AppData/Local/Mendeley%20Ltd./Mendeley%20Desktop/Downloaded/Meotti%20et%20al.%20-%202012%20-%20%C3%89pocas%20de%20semeadura%20e%20desempenho%20agr%C3%B4nomico%20de%20cultivares%20de%20soja.pdf)>.

MOREIRA, P. S. P.; DALLACORT, R.; GALVANIN, E. A. dos S.; NEVES, R. J.; CARVALHO, M. A. C. de; BARBIERI, J. D. CICLO DIÁRIO DE VARIÁVEIS METEOROLÓGICAS NOS BIOMAS DO ESTADO DE MATO GROSSO. **Revista Brasileira de Climatologia**, v. 17, n. 11, p. 173–188, 2015.

MOURICE, S. K.; RWEYEMAMU, C. L.; TUMBO, S. D.; AMURI, N. Maize Cultivar Specific Parameters for Decision Support System for Agrotechnology Transfer (DSSAT) Application in Tanzania. **American Journal of Plant Sciences**, v. 5, n. 6, p. 821–833, mar. 2014. Disponível em: <<http://www.scirp.org/journal/PaperDownload.aspx?DOI=10.4236/ajps.2014.56096>>. Acesso em: 1 jan. 2014.

NGWIRA, a. R.; AUNE, J. B.; THIERFELDER, C. DSSAT modelling of conservation agriculture maize response to climate change in Malawi. **Soil and Tillage Research**, v. 143, p. 85–94, 2014. Disponível em: <<http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0167198714000944>>.

OLIVEIRA, E. C. de; COSTA, J. M. N. da; JÚNIOR, T. J. de P.; FERREIRA, W. P. M.; JUSTINO, F. B.; NEVES, L. de O. The performance of the CROPGRO model for bean ( *Phaseolus vulgaris* L.) yield simulation - doi: 10.4025/actasciagron.v34i3.13424. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v. 34, n. 3, p. 239–246, 2011. Disponível em: <<http://www.periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/view/13424>>.

PIZZATO, J. A.; DALLACORT, R.; TIEPPO, R. C.; MODOLO, A. J.; CREMON, C.; MOREIRA, P. S. P. DISTRIBUIÇÃO E PROBABILIDADE DE OCORRÊNCIA DE PRECIPITAÇÃO EM CÁCERES (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 2, p. 137–142, 2012. Disponível em: <[www.agro.ufg.br/pat](http://www.agro.ufg.br/pat)>.

RAMOS, H. D. A. C.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; SEABRA JUNIOR, S.; QUEIROZ, T. de M. Precipitação pluvial de Diamantino - MT em anos de ocorrência de El Niño, la niña e neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 71–80, 2015a.

RAMOS, H. da C.; DALLACORT, R.; SANTI, A.; JUNIOR, S. S.; QUEIROZ, T. de M. Precipitação pluvial de Diamantino-MT em anos de ocorrência de El Niño, La Niña e Neutros. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 30, n. 1, p. 71–80, mar. 2015b. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1590/0102-778620120477>>.

ROCHA, C. T. D. da; CHRISTOFIDIS, D. No Brasil existem dez hectares cultivados de forma tradicional para cada hectare cultivado com irrigação. **Revista de Política Agrícola**, v. 23, n. 3, p. 112–114, 2014.

SANTOS, M. G. dos. **Calibração e teste do modelo cropgro para a cultura do feijão**. Dissertação ed.

Jaboticabal - SP: Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2015.

SOLER, C. M. T. **Uso do modelo CERES-maize para previsão de safra do milho “ safrinha ”**. Tese ed. Piracicaba: Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz” Épocas, 2004. v. 1

SOLER, C. M. T.; SENTELHAS, P. C.; HOOGENBOOM, G. Application of the CSM-CERES-Maize model for planting date evaluation and yield forecasting for maize grown off-season in a subtropical environment. **European Journal of Agronomy**, v. 27, n. 2–4, p. 165–177, 2007.

TALACUERCE, M. A. D. **Modelagem da relação clima-productividade da soja em moçambique: perspectivas atuais e futuras**. Dissertação ed. Viçosa - MG: UFV, 2014.

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.

RITCHIE, J. T. Soil water balance and plant water stress. In: Understanding options for agricultural production. **Springer Netherlands**, 1998. p. 41-54.

KINIRY, J.R. Maize Phasic Development. In: HANKS, J.; RITCHIE, J.T. (Ed.) Modeling Plant and Soil Systems. Madison, **Wisconsin: ASA**, 31, 1991. cap.4, p. 55-70.

JONES, C. A.; KINIRY, J. R. CERES-Maize: A simulation model of maize growth and development. **College Station: Texas A&M University Press**, 1986. 194p.

FARIA, R. T.; BOWEN, W. T. Evaluation of DSSAT soil-water balance module under cropped and bare soil conditions. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 46, n. 4, p. 489-498, 2003.

WOLSCHICK, D.; MARTINEZ, M. A.; FONTES, P. C. R.; MATOS, A. T. de Implementação e teste de um modelo mecanístico de simulação do crescimento e desenvolvimento de plantas de milho. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.11, p.271-278, 2007.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

As mudanças climáticas e suas variabilidades são fatores que influenciam nos cultivos agrícolas em todo o mundo, ocasionando o aumento de pesquisas voltadas para reduzir o impacto nas lavouras e aumento da produtividade. Para isso o acompanhamento das variações do clima é fundamental no planejamento e tomadas de decisões quanto as épocas de semeadura e necessidade de irrigação.

O conhecimento das condições climáticas de cada região, auxilia nas decisões referente a viabilidade do uso de irrigação suplementar e acondiciona possibilidades de aumento significativo de produtividade na primeira e segunda safra, diante da riqueza hídrica do Estado e da preocupação com as mudanças climáticas e sazonalidades dos regimes de chuvas que cada vez se tornam mais constantes, a prática da irrigação poderá potencializar a produtividade e minimizar o risco de perdas na produtividade.

A escolha da melhor época de semeadura da cultura da soja, além de reduzir os riscos de perda em sua colheita, proporciona uma maior viabilidade para cultivos de segunda safra, o balanço hídrico da região que considera a temperatura e precipitação local, auxilia nessa tomada de decisão.

O balanço hídrico aplicado em diferentes épocas mostra o período onde ocorre déficit hídrico, sendo observado que em semeaduras tardias o período de déficit é maior para a cultura de segunda safra, no caso do milho esse déficit coincide com a fase de enchimento de grãos. As informações referentes ao balanço hídrico de cada cultura e o local de cultivo devem ser de acesso aos produtores, e para que isso impactem em mudanças e se tornem efetivas na região, seria necessário aplica-las aos produtores que nem sempre tem acesso a periódicos e as ferramentas de busca.

A simulação de safras realizadas para determinar as melhores épocas se semeadura para a ocorrência dos fenômenos ENOS, são fundamentais para o planejamento e tomada de decisões, visando a redução dos riscos de perdas ocasionados pelas variabilidades climáticas. Para a realização dessa pesquisa foram recebidos apoios e incentivos da Associação dos Produtores de Soja de Mato Grosso (APROSOJA), e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), e juntos temos o compromisso de divulgar e repassar as informações aos produtores como agente de informação.

## APÊNDICES

**Apêndice 1** – Datas de semeadura para soja e milho “safrinha” com cultivares de ciclos precoce, médio e tardio, datas de colheita e produtividade simulada em anos de El Niño, La Niña e Neutros, no município de Tangará da Serra - MT.

TANGARÁ DA SERRA									
CULTURA	CULTIVAR	DATA DE SEMEADURA	DATA DE COLHEITA			PRODUTIVIDADE (kg ha <sup>-1</sup> )			
			El Niño	La Niña	Neutro	El Niño	La Niña	Neutro	
SOJA	ST815	20/09/2015	17/01/16	16/01/16	16/01/16	2491,6	2079,2	3723,0	
		01/10/2015	29/01/16	29/01/16	29/01/16	3181,4	2655,3	4267,0	
		10/10/2015	06/02/16	08/02/16	08/02/16	3289,0	2743,8	4208,0	
		20/10/2015	16/02/16	17/02/16	17/02/16	3510,2	3381,7	4131,0	
		01/11/2015	27/02/16	27/02/16	27/02/16	3791,0	3538,0	4003,0	
		10/11/2015	05/03/16	06/03/16	06/03/16	3859,2	3798,0	3772,0	
	ST820	20/09/2015	17/01/16	16/01/16	19/01/16	2285,4	1827,8	3385,0	
		01/10/2015	30/01/16	30/01/16	30/01/16	2861,2	2357,0	3831,0	
		10/10/2015	07/02/16	09/02/16	07/02/16	2960,4	2474,2	3834,0	
		20/10/2015	17/02/16	18/02/16	16/02/16	3159,8	3035,8	3731,0	
		01/11/2015	27/02/16	28/02/16	27/02/16	3404,2	3204,2	3673,0	
		10/11/2015	06/03/16	06/03/16	05/03/16	3461,8	3423,0	3563,0	
	TMG1188	20/09/2015	02/02/16	05/02/16	05/02/16	2900,4	2507,3	3944,0	
		01/10/2015	13/02/16	15/02/16	15/02/16	3271,0	2650,2	3998,0	
		10/10/2015	21/02/16	23/02/16	23/02/16	3436,0	3170,7	3874,0	
		20/10/2015	02/03/16	03/03/16	03/03/16	3502,2	3343,8	3782,0	
		01/11/2015	13/03/16	14/03/16	14/03/16	3800,2	3659,2	3881,0	
		10/11/2015	21/03/16	22/03/16	22/03/16	3633,2	3663,7	3325,0	
	MILHO	AG7088	20/01/2016	15/05/16	11/05/16	13/05/16	6783,0	7361,0	7683,3
			01/02/2016	26/05/16	25/05/16	26/05/16	6238,4	6596,0	6372,0
			10/02/2016	06/06/16	06/06/16	05/06/16	5497,2	4763,0	5107,3
			20/02/2016	15/06/16	07/06/16	14/06/16	5122,8	3088,0	3975,0
			01/03/2016	26/06/16	21/06/16	19/06/16	4254,0	1868,0	2324,3
			10/03/2016	22/06/16	22/06/16	26/06/16	2551,0	891,0	1508,8
AS1555		20/01/2016	17/05/16	13/05/16	14/05/16	5792,8	6753,0	6535,7	
		01/02/2016	28/05/16	23/05/16	27/05/16	5497,6	5497,0	5513,2	
		10/02/2016	07/06/16	01/06/16	06/06/16	4890,0	4134,0	4456,2	
		20/02/2016	14/06/16	01/06/16	13/06/16	4502,2	1673,0	3224,5	
		01/03/2016	21/06/16	15/06/16	15/06/16	3323,4	1773,0	1756,8	
		10/03/2016	19/06/16	17/06/16	23/06/16	2117,0	595,0	1332,8	
DKB390		20/01/2016	18/05/16	14/05/16	15/05/16	5092,0	5835,0	5710,3	
		01/02/2016	29/05/16	22/05/16	27/05/16	4836,2	4652,0	4903,2	
		10/02/2016	07/06/16	31/05/16	06/06/16	4383,4	3754,0	3995,7	
		20/02/2016	15/06/16	01/06/16	13/06/16	4048,6	1466,0	2921,7	
		01/03/2016	22/06/16	15/06/16	16/06/16	2925,0	1786,0	1605,0	
		10/03/2016	20/06/16	17/06/16	23/06/16	1887,4	543,0	1234,3	

**Apêndice 2** – Datas de semeadura para soja e milho “safrinha” com cultivares de ciclos precoce médio e tardio, datas de colheita e produtividade simulada em anos de El Niño, La Niña e Neutros, no município de Sinop - MT.

SINOP									
CULTURA	CULTIVAR	DATA DE SEMEADURA	DATA DE COLHEITA			PRODUTIVIDADE (kg ha <sup>-1</sup> )			
			El Niño	La Niña	Neutro	El Niño	La Niña	Neutro	
SOJA	ST815	20/09/2015	15/01/16	20/01/16	17/01/16	3046,5	3540,6	3137,9	
		01/10/2015	27/01/16	30/01/16	27/01/16	3404,6	3957,1	3390,1	
		10/10/2015	05/02/16	08/02/16	04/02/16	3427,9	4079,3	3462,4	
		20/10/2015	14/02/16	17/02/16	14/02/16	3532,3	4024,0	3405,6	
		01/11/2015	24/02/16	29/02/16	25/02/16	3612,4	3987,2	3530,0	
		10/11/2015	03/03/16	08/03/16	04/03/16	3601,0	3861,4	3539,4	
	ST820	20/09/2015	15/01/16	21/01/16	17/01/16	2737,4	3200,5	2807,9	
		01/10/2015	27/01/16	31/01/16	28/01/16	3013,3	3611,6	3071,7	
		10/10/2015	05/02/16	09/02/16	05/02/16	3073,4	3668,0	3097,8	
		20/10/2015	15/02/16	18/02/16	14/02/16	3229,6	3653,8	3067,4	
		01/11/2015	25/02/16	29/02/16	25/02/16	3275,1	3663,8	3133,2	
		10/11/2015	04/03/16	08/03/16	05/03/16	3277,2	3546,6	3180,4	
	TMG1188	20/09/2015	03/02/16	07/02/16	04/02/16	3285,2	3762,1	3272,5	
		01/10/2015	13/02/16	17/02/16	14/02/16	3476,8	3928,7	3425,4	
		10/10/2015	22/02/16	26/02/16	22/02/16	3403,9	3986,8	3408,8	
		20/10/2015	02/03/16	06/03/16	03/03/16	3533,1	3861,3	3401,9	
		01/11/2015	13/03/16	18/03/16	14/03/16	3604,6	3897,0	3526,7	
		10/11/2015	22/03/16	27/03/16	23/03/16	3504,0	3843,2	3549,6	
	MILHO	AG7088	20/01/2016	09/05/16	10/05/16	07/05/16	7202,4	7096,3	7122,5
			01/02/2016	22/05/16	22/05/16	19/05/16	6899,1	6766,8	7039,8
			10/02/2016	31/05/16	01/06/16	28/05/16	6110,8	5646,3	6322,5
			20/02/2016	11/06/16	12/06/16	08/06/16	5219,8	4433,3	4970,6
			01/03/2016	22/06/16	24/06/16	19/06/16	3720,2	3325,6	3608,9
			10/03/2016	02/07/16	04/07/16	30/06/16	2619,3	2310,4	2720,1
AS1555		20/01/2016	11/05/16	11/05/16	08/05/16	6183,9	6086,9	6201,1	
		01/02/2016	23/05/16	24/05/16	20/05/16	5921,2	5702,2	6034,9	
		10/02/2016	02/06/16	02/06/16	30/05/16	5104,3	4862,7	5305,4	
		20/02/2016	12/06/16	13/06/16	10/06/16	4449,7	3712,3	4264,1	
		01/03/2016	23/06/16	24/06/16	21/06/16	3243,0	2890,4	3186,6	
		10/03/2016	03/07/16	04/07/16	01/07/16	2354,7	2058,5	2272,7	
DKB390		20/01/2016	12/05/16	12/05/16	09/05/16	5460,7	5335,3	5442,4	
		01/02/2016	24/05/16	25/05/16	21/05/16	5159,1	4978,7	5281,9	
		10/02/2016	02/06/16	04/06/16	31/05/16	4423,8	4321,3	4643,9	
		20/02/2016	14/06/16	13/06/16	11/06/16	3979,3	3357,8	3884,6	
		01/03/2016	24/06/16	24/06/16	22/06/16	3009,9	2677,2	2996,1	
		10/03/2016	06/07/16	05/07/16	02/07/16	2622,3	1891,6	2079,5	

**Apêndice 3** – Datas de semeadura para soja e milho “safrinha” com cultivares de ciclos precoce médio e tardio, datas de colheita e produtividade simulada em anos de El Niño, La Niña e Neutros, no município de Rondonópolis - MT.

RONDONÓPOLIS									
CULTURA	CULTIVAR	DATA DE SEMEADURA	DATA DE COLHEITA			PRODUTIVIDADE(kg ha <sup>-1</sup> )			
			El Niño	La Niña	Neutro	El Niño	La Niña	Neutro	
SOJA	ST815	20/09/2015	18/01/16	21/01/16	19/01/16	3233,0	2525,4	3032,7	
		01/10/2015	29/01/16	02/02/16	30/01/16	3425,6	3192,0	3557,6	
		10/10/2015	07/02/16	10/02/16	08/02/16	3667,1	3564,0	3650,9	
		20/10/2015	17/02/16	19/02/16	17/02/16	3801,0	3988,4	3804,9	
		01/11/2015	27/02/16	01/03/16	28/02/16	3726,3	3645,6	3556,3	
		10/11/2015	05/03/16	07/03/16	07/03/16	3280,7	3176,0	3767,6	
	ST820	20/09/2015	19/01/16	21/01/16	19/01/16	2907,1	2246,0	2764,6	
		01/10/2015	30/01/16	02/02/16	31/01/16	3124,0	2768,0	3224,1	
		10/10/2015	08/02/16	11/02/16	09/02/16	3377,0	3234,2	3346,3	
		20/10/2015	18/02/16	20/02/16	18/02/16	3438,3	3675,4	3482,1	
		01/11/2015	28/02/16	01/03/16	28/02/16	3425,4	3375,8	3346,2	
		10/11/2015	06/03/16	08/03/16	07/03/16	3124,7	3048,0	3322,1	
	TMG1188	20/09/2015	01/02/16	05/02/16	02/02/16	3128,1	2833,0	3196,2	
		01/10/2015	11/02/16	16/02/16	12/02/16	3437,4	3538,8	3388,7	
		10/10/2015	20/02/16	25/02/16	21/02/16	3382,3	3604,4	3423,3	
		20/10/2015	29/02/16	03/03/16	01/03/16	3473,7	3619,8	3524,8	
		01/11/2015	11/03/16	13/03/16	13/03/16	3395,3	3314,4	3453,3	
		10/11/2015	19/03/16	20/03/16	22/03/16	3177,1	3463,0	3443,9	
	MILHO	AG7088	20/01/2016	06/05/16	04/05/16	07/05/16	7106,0	4352,2	7434,3
			01/02/2016	19/05/16	19/05/16	20/05/16	5933,1	3624,7	6419,1
			10/02/2016	31/05/16	31/05/16	01/06/16	5526,6	3424,5	5718,6
			20/02/2016	11/06/16	11/06/16	11/06/16	3866,7	2574,8	4637,0
			01/03/2016	21/06/16	25/06/16	21/06/16	2303,3	1927,8	3972,9
			10/03/2016	29/06/16	07/07/16	02/07/16	1616,0	1886,0	2109,1
AS1555		20/01/2016	08/05/16	04/05/16	08/05/16	6360,3	3970,7	6431,8	
		01/02/2016	21/05/16	20/05/16	22/05/16	4877,6	3059,8	5520,6	
		10/02/2016	01/06/16	30/05/16	02/06/16	4750,1	2845,3	4858,8	
		20/02/2016	13/06/16	12/06/16	13/06/16	3384,4	2327,8	4222,8	
		01/03/2016	19/06/16	21/06/16	21/06/16	1825,7	1476,0	3319,1	
		10/03/2016	25/06/16	04/07/16	27/06/16	1356,3	1514,7	1744,7	
DKB390	20/01/2016	09/05/16	05/05/16	08/05/16	5544,0	3613,5	5637,2		
	01/02/2016	22/05/16	20/05/16	22/05/16	4290,3	2717,0	4908,2		
	10/02/2016	03/06/16	31/05/16	03/06/16	4255,0	2548,0	4349,9		
	20/02/2016	14/06/16	13/06/16	13/06/16	3134,0	2122,7	3693,8		
	01/03/2016	19/06/16	21/06/16	22/06/16	1704,0	1380,0	3028,2		
	10/03/2016	26/06/16	04/07/16	28/06/16	1357,7	1444,2	1656,6		

## NORMAS REVISTA BRASILEIRA DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS

[NORMAS]

ISSN (on line) 1981-0997 [www.agraria.ufrpe.br](http://www.agraria.ufrpe.br)

### Diretrizes para Autores

#### **Objetivo e Polícia Editorial**

A Revista Brasileira de Ciências Agrárias (RBCA) é editada pela Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE) com o objetivo de divulgar artigos científicos, para o desenvolvimento científico das diferentes áreas das Ciências Agrárias. As áreas contempladas são: Agronomia, Engenharia Agrícola, Engenharia Florestal, Engenharia de Pesca e Aquicultura, Medicina Veterinária e Zootecnia. Os artigos submetidos à avaliação devem ser originais e inéditos, sendo vetada a submissão simultânea em outros periódicos. A reprodução de artigos é permitida sempre que seja citada explicitamente a fonte.

#### **Forma e preparação de manuscritos**

O trabalho submetido à publicação deverá ser cadastrado no portal da revista (<http://www.agraria.pro.br>). O cadastro deverá ser preenchido apenas pelo autor correspondente que se responsabilizará pelo artigo em nome dos demais autores.

Só serão aceitos trabalhos depois de revistos e aprovados pela Comissão Editorial, e que não foram publicados ou submetidos em publicação em outro veículo. Excetuam-se, nesta limitação, os apresentados em congressos, em forma de resumo.

Os trabalhos subdivididos em partes 1, 2..., devem ser enviados juntos, pois serão submetidos aos mesmos revisores. Solicita-se observar as seguintes instruções para o preparo dos artigos.

Artigos referentes a experiências conduzidas em nível de campo só serão aceitos para eventual publicação, quando os mesmos apresentarem dados de, no mínimo, dois anos agrícolas de avaliação.

Pesquisa envolvendo seres humanos e animais obrigatoriamente deve apresentar parecer de aprovação de um comitê de ética institucional já na submissão.

#### **Composição sequencial do artigo:**

- a. Título: no máximo com 15 palavras, em que apenas a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula.
- b. Os artigos deverão ser compostos por, no máximo, 6 (seis) autores;
- c. Resumo: no máximo com 15 linhas;
- d. Palavras-chave: no mínimo três e no máximo cinco, não constantes no Título;
- e. Título em inglês no máximo com 15 palavras, ressaltando-se que só a primeira letra da primeira palavra deve ser maiúscula;
- f. Abstract: no máximo com 15 linhas, devendo ser tradução fiel do Resumo;
- g. Key words: no mínimo três e no máximo cinco;
- h. Introdução: destacar a relevância do artigo, inclusive através de revisão de literatura;
- i. Material e Métodos;
- j. Resultados e Discussão;
- k. Conclusões devem ser escritas de forma sucinta, isto é, sem comentários nem explicações adicionais, baseando-se nos objetivos da pesquisa;
- l. Agradecimentos (facultativo);

m. Literatura Citada.

Observação: Quando o artigo for escrito em inglês, o título, resumo e palavras-chave deverão também constar, respectivamente, em português ou espanhol, mas com a seqüência alterada, vindo primeiro no idioma principal.

**Edição do texto**

- a. Idioma: Português, Inglês e Espanhol
- b. Processador: Word for Windows;
- c. Texto: fonte Times New Roman, tamanho 12. Não deverá existir no texto palavras em negrito;
- d. Espaçamento: duplo entre o título, resumo e abstract; simples entre item e subitem; e no texto, espaço 1,5;
- e. Parágrafo: 0,5 cm;
- f. Página: Papel A4, orientação retrato, margens superior e inferior de 2,5 cm, e esquerda e direita de 3,0 cm, no máximo de 20 páginas não numeradas;
- g. Todos os itens em letras maiúsculas, em negrito e centralizados, exceto Resumo, Abstract, Palavras-chave e Key words, que deverão ser alinhados à esquerda e apenas as primeiras letras maiúsculas. Os subitens deverão ser alinhados à esquerda, em negrito e somente a primeira letra maiúscula;
- h. As grandezas devem ser expressas no SI (Sistema Internacional) e a terminologia científica deve seguir as convenções internacionais de cada área em questão;
- i. Tabelas e Figuras (gráficos, mapas, imagens, fotografias, desenhos)
  - Títulos de tabelas e figuras deverão ser escritos em fonte Times New Roman, estilo normal e tamanho 9;
  - As tabelas e figuras devem apresentar larguras de 9 ou 18 cm, com texto em fonte Times New Roman, tamanho 9, e ser inseridas logo abaixo do parágrafo onde foram citadas pela primeira vez. Exemplo de citações no texto: Figura 1; Tabela 1. Tabelas e figuras que possuem praticamente o mesmo título deverão ser agrupadas em uma tabela ou figura criando-se, no entanto, um indicador de diferenciação. A letra indicadora de cada sub-figura numa figura agrupada deve ser maiúscula e com um ponto (exemplo: A.), e posicionada ao lado esquerdo superior da figura e fora dela. As figuras agrupadas devem ser citadas no texto da seguinte forma: Figura 1A; Figura 1B; Figura 1C.
  - As tabelas não devem ter tracejado vertical e o mínimo de tracejado horizontal. Exemplo do título, o qual deve ficar acima: Tabela 1. Estações do INMET selecionadas (sem ponto no final). Em tabelas que apresentam a comparação de médias, mediante análise estatística, deverá existir um espaço entre o valor numérico (média) e a letra. As unidades deverão estar entre parêntesis.
  - As figuras não devem ter bordadura e suas curvas (no caso de gráficos) deverão ter espessura de 0,5 pt, e ser diferenciadas através de marcadores de legenda diversos e nunca através de cores distintas. Exemplo do título, o qual deve ficar abaixo: Figura 1. Perda acumulada de solo em função do tempo de aplicação da chuva simulada (sem ponto no final). Para não se tornar redundante, as figuras não devem ter dados constantes em tabelas. Fotografias ou outros tipos de figuras deverão ser escaneadas com 300 dpi e inseridas no texto. O(s) autor(es) deverá(ão) primar pela qualidade de resolução das figuras, tendo em vista uma boa reprodução gráfica. As unidades nos eixos das figuras devem estar entre parêntesis, mas, sem separação do título por vírgula.

**Exemplos de citações no texto**

- a. Quando a citação possuir apenas um autor: ... Freire (2007) ou ... (Freire, 2007).

b. Quando possuir dois autores: ... Freire & Nascimento (2007), ou ... (Freire & Nascimento, 2007).

c. Quando possuir mais de dois autores: Freire et al. (2007), ou (Freire et al., 2007).

### **Literatura citada**

O artigo deve ter, preferencialmente, no máximo 25 citações bibliográficas. A revista recomenda que oitenta por cento (80%) das referências bibliográficas sejam de artigos listados na base ISI Web of Knowledge, Scopus ou SciELO com menos de 10 anos.

As Referências deverão ser efetuadas no estilo ABNT (NBR 6023/2000) conforme normas próprias da revista.

As referências citadas no texto deverão ser dispostas em ordem alfabética pelo sobrenome do primeiro autor e conter os nomes de todos os autores, separados por ponto e vírgula. As citações devem ser, preferencialmente, de publicações em periódicos, as quais deverão ser apresentadas conforme os exemplos a seguir:

#### **a. Livros**

Mello, A.C.L. de; Vêras, A.S.C.; Lira, M. de A.; Santos, M.V.F. dos; Dubeux Júnior, J.C.B; Freitas, E.V. de; Cunha, M.V. da . Pastagens de capim-elefante: produção intensiva de leite e carne. Recife: Instituto Agrônomo de Pernambuco, 2008. 49p.

#### **b. Capítulo de livros**

Serafim, C.F.S.; Hazin, F.H.V. O ecossistema costeiro. In: Serafim; C.F.S.; Chaves, P.T. de (Org.). O mar no espaço geográfico brasileiro. Brasília- DF: Ministério da Educação, 2006. v. 8, p. 101-116.

#### **c. Revistas**

Sempre que possível o autor deverá acrescentar a url para o artigo referenciado e o número de identificação DOI (Digital Object Identifiers).

Quando o artigo tiver a url.

Oliveira, A. B. de; Medeiros Filho, S. Influência de tratamentos pré-germinativos, temperatura e luminosidade na germinação de sementes de leucena, cv. Cunningham. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.7, n.4, p.268-274, 2007. <<http://agraria.pro.br/sistema/index.php?journal=agraria&page=article&op=view&path%5B%5D=183&path%5B%5D=104>>. 29 Dez. 2012.

Quando o artigo tiver DOI.

Costa, R.B. da; Almeida, E.V.; Kaiser, P.; Azevedo, L.P.A. de; Tyszka Martinez, D. Tsukamoto Filho, A. de A. Avaliação genética em progênies de Myracrodruon urundeuva Fr. All. na região do Pantanal, estado do Mato Grosso. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v.6, n.4, p.685-693, 2011. <<http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i4a1277>>.

#### **d. Dissertações e teses**

Bandeira, D.A. Características sanitárias e de produção da caprinocultura nas microrregiões do Cariri do estado da Paraíba. Recife: Universidade Federal Rural de Pernambuco, 2005. 116p. Tese Doutorado.

#### **e. WWW (World Wide Web) e FTP (File Transfer Protocol)**

Burka, L.P. A hipertext history of multi-user dimensions; MUD history. <<http://www.aka.org.cn/Magazine/Aka4/interhisE4.html>>. 29 Nov. 2012.

Não serão aceitas citações bibliográficas do tipo apud ou citado por, ou seja, as citações deverão ser apenas das referências originais.

Citações de artigos no prelo, comunicação pessoal, folder, apostila, monografia, trabalho de conclusão de curso de graduação, relatório técnico e trabalhos em congressos, não são aceitos na elaboração dos artigos.

### **Outras informações sobre a normatização de artigos**

1) Os títulos das bibliografias listadas devem ter apenas a primeira letra da primeira palavra maiúscula, com exceção de nomes próprios. O título de eventos deverá ter apenas a primeira letra de cada palavra maiúscula;

2) O nome de cada autor deve ser por extenso apenas o primeiro nome e o último sobrenome, sendo apenas a primeira letra maiúscula;

3) Não colocar ponto no final de palavras-chave, key words e títulos de tabelas e figuras. Todas as letras das palavras-chave devem ser minúsculas, incluindo a primeira letra da primeira palavra-chave;

4) No Abstract, a casa decimal dos números deve ser indicada por ponto em vez de vírgula;

5) A Introdução deve ter, preferencialmente, no máximo 2 páginas. Não devem existir na Introdução equações, tabelas, figuras, e texto teórico sobre um determinado assunto;

6) Evitar parágrafos muito longos;

7) Não deverá existir itálico no texto, em equações, tabelas e figuras, exceto nos nomes científicos de animais e culturas agrícolas, assim como, nos títulos das tabelas e figuras escritos em inglês;

8) Não deverá existir negrito no texto, em equações, figuras e tabelas, exceto no título do artigo e nos seus itens e subitens;

9) Em figuras agrupadas, se o título dos eixos x e y forem iguais, deixar só um título centralizado;

10) Todas as letras de uma sigla devem ser maiúsculas; já o nome por extenso de uma instituição deve ter maiúscula apenas a primeira letra de cada nome;

11) Nos exemplos seguintes o formato correto é o que se encontra no lado direito da igualdade: 10 horas = 10 h; 32 minutos = 32 min; 5 l (litros) = 5 L; 45 ml = 45 mL; 1/s = L.s-1; 27oC = 27 oC; 0,14 m<sup>3</sup>/min/m = 0,14 m<sup>3</sup>.min-1.m-1; 100 g de peso/ave = 100 g de peso por ave; 2 toneladas = 2 t; mm/dia = mm.d-1; 2x3 = 2 x 3 (deve ser separado); 45,2 - 61,5 = 45,2-61,5 (deve ser junto). A % é unidade que deve estar junta ao número (45%). Quando no texto existirem valores numéricos seguidos, colocar a unidade somente no último valor (Exs.: 20 e 40 m; 56,0, 82,5 e 90,2%). Quando for pertinente, deixar os valores numéricos com no máximo duas casas decimais;

12) Na definição dos parâmetros e variáveis de uma equação, deverá existir um traço separando o símbolo de sua definição. A numeração de uma equação deve estar entre parêntesis e alinhada esquerda. Uma equação deve ser citada no texto conforme os seguintes exemplos: Eq. 1; Eq. 4.;

13) Quando o artigo for submetido não será mais permitida mudança de nome dos autores, seqüência de autores e quaisquer outras alterações que não sejam solicitadas pelo editor.

### **Procedimentos para encaminhamento dos artigos**

O autor correspondente deve se cadastrar como autor e inserir o artigo no endereço <http://www.agraria.ufrpe.br> ou <http://www.agraria.pro.br>.

O autor pode se comunicar com a Revista por meio do e-mail [agrarias@prppg.ufrpe.br](mailto:agrarias@prppg.ufrpe.br), [editorgeral@agraria.pro.br](mailto:editorgeral@agraria.pro.br) ou [secretaria@agraria.pro.br](mailto:secretaria@agraria.pro.br).