



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros



Análise de parâmetros agro-meteorológicos para a cidade de Botucatu-SP e suas influências na produtividade de culturas¹

Daniel Gonçalves Gomes Junior¹; Juan Manuel Fernández Lorenzo²; Maurício Bruno Prado da Silva³; Alexandre Dal Pai⁴

¹ Trabalho apresentado no XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia 23 a 28 agosto de 2015

¹ Eng. Agrônomo, Mestrando Irrigação e drenagem, Depto. Eng Rural, FCA/UNESP, Botucatu-SP Fone: +55(14) 3880-7162, daniel.g.g.jr@gmail.com

² Geógrafo, Professor Titular, Facultad de Geografía. Universidad de La Habana. Cuba

³ Eng. Agrônomo, Mestrando Irrigação e drenagem, Depto. Eng Rural, FCA/UNESP, Botucatu-SP

⁴ Físico, Prof. Assistente Doutor, Depto. De Bioprocessos e Biotecnologia, FCA/UNESP, Botucatu-SP

RESUMO: Objetivou-se com o este trabalho utilizar parâmetros agro-meteorológicos (temperatura, precipitação acumulada e balanço hídrico climatológico normal) para se efetuar um estudo comparativo com produtividade de culturas agrícolas. Os dados utilizados são referentes à cidade de Botucatu-SP. Um levantamento de literatura foi efetuado por base de teses de doutorado realizados no campus da FCA-UNESP presente na cidade de Botucatu-SP, nas áreas de estudo de agricultura, fitotecnia e produção vegetal. As culturas avaliadas foram: Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.); Mamona (*Ricinus communis* L.); Soja (*Glycine max* L.); Sorgo (*Sorghum vulgare*). Em um contexto geral a análise comparativa demonstrou que há uma íntima relação com o comportamento das culturas em função do período de cultivo e comportamento do clima, o segundo dividido em períodos típicos e atípicos quando comparado com o balanço hídrico climatológico. Desta forma a baixa produtividade das culturas apresentadas neste trabalho - feijão (safra 2010, inverno; 1633 kg.ha⁻¹ e safra 2011; 968 kg.ha⁻¹); soja (safra 2007/2008, verão; 2960 e 2270 kg.ha⁻¹); sorgo e mamona (inviabilização de colheita) - se deu em função de períodos de estiagem apresentados pelos autores, períodos que ficaram bem representados quando relacionados com os balanços hídricos. O período de estiagem oscila ao longo do tempo, fato que garante quebra de produtividade nas culturas em muitos casos, deste modo desvios abruptos em relação à média podem ocorrer ao longo dos anos no que diz respeito à disponibilidade hídrica de uma região. Uma maior atenção deve ser dada a esse tipo de comportamento dos parâmetros agro-meteorológicos a fim de se inibir possíveis problemas no setor produtivo agrícola.

PALAVRAS-CHAVE: Parâmetros agro-meteorológicos, déficit hídrico, produtividade

Agrometeorological parameters analysis for the city of Botucatu and their influence on crop productivity

ABSTRACT: The objective of this work was to use agro-meteorological parameters (temperature, accumulated rainfall, normal climatic water balance) to carry out a comparative study on the productivity of agricultural crops. The data is representative of the Botucatu-SP city. A literature survey was carried out based on the doctoral thesis carried out on the campus from FCA-UNESP present in the city of Botucatu-SP, in the study areas of agriculture, plant science and crop production. The evaluated cultures were: common Bean (*Phaseolus vulgaris* L.); Castor oil plant (*Ricinus communis* L.); Soybean (*Glycine max* L.); Sorghum (*Sorghum vulgare*). In a general context it was observed a deep correlation between the crops on the basis of the growing season and the climate behavior, the second one divided into periods typical and atypical when compared to the climatic water balance. The low yield presented by the crops in this work - common Bean (2010 crop, winter; 1633 kg.ha⁻¹ and 2011 crop, 968 kg.ha⁻¹); Soybean (2007/2008 crop, summer; 2960 and 2270 kg.ha⁻¹); Castor oil plant and Sorghum (harvest

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

impracticability) - was mostly observed because o periods of drought presented by the authors studies, and these periods were subdued with the climatic water balance. The dry period fluctuates over time, a fact which ensures breakdown in crop productivity in many cases. It can be observed an abrupt deviation about the mean values of the hydric availability for some kind of area. More attention should be given for this kind of behaviors presented with agro-meteorological parameters because it could be used to solve problems presented in the agricultural areas.

KEY WORDS: Agro-meteorological parameters, drought, productivity

INTRODUÇÃO

Os eventos de seca afetam os ecossistemas naturais da mesma forma que algumas atividades humanas ao redor do mundo também o fazem. Neste último caso, um evento prolongado e anormal de seca pode gerar impactos severos em um sistema agrícola seja este de subsistência ou de longa escala industrial (...). De qualquer forma, se comparado com outros fenômenos como enchentes ou terremotos a adversidade inicialmente descrita seja, talvez, a mais complicada de ser definida (Blain, 2012).

Desta forma, com o uso de estudos na área de Agrometeorologia é que diversos pesquisadores estão propondo o uso de modelos agro-meteorológicos para que se torne possível proceder com previsões a respeito de adversidades que o ambiente de produção possa vir a estar submetido isto no âmbito da relação existente entre planta-clima. Os métodos utilizados para estabelecer a relação planta-clima variam desde a simples correlação, até modelos complexos, ou seja, funções de produção que podem considerar diferentes parâmetros envolvidos no sistema produtivo (...). Os modelos agro-meteorológicos consideram somente a influência de fatores climáticos sobre a produtividade da cultura, funcionando como medidores de eficiência (...). Possibilitam, também, a escolha correta da época de plantio, para que a cultura não fique exposta a déficits hídricos em momentos cruciais à obtenção de uma boa produção (Araujo et al., 2011). Sob o aspecto agro-meteorológico uma das preocupações relativas aos impactos do aquecimento global é a diminuição da disponibilidade hídrica às culturas decorrente de alterações na distribuição da precipitação pluvial acumulada e do regime térmico em uma dada localidade. Essas alterações, por sua vez, podem diminuir a produção de alimentos devido à redução das trocas gasosas no sistema planta-atmosfera proporcionada pela ocorrência de estresse hídrico. Dessa forma, a investigação de possíveis tendências em séries temporais de parâmetros agrometeorológicos, relacionado ao entendimento hídrico das culturas, torna-se relevante (Blain & Pires, 2011). O objetivo deste trabalho é proceder com uma análise conjunta de parâmetros agro-meteorológicos (precipitação, temperatura e balanço hídrico) para a cidade de Botucatu-SP e associar estes com dados de produtividade de algumas culturas agrícolas comumente cultivadas a serem apresentadas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O estudo foi realizado no campus da FCA-UNESP-Botucatu-SP, os dados agro-meteorológicos foram obtidos na estação experimental de climatologia presente na fazenda Lageado, que tem como coordenadas geográficas: latitude de 22°51' S, longitude de 48°25' W e altitude de 786 m. O clima em Botucatu-SP é mesotérmico com chuvas no verão e seca no inverno. O mês de fevereiro é o mais quente do ano (23,2 °C) enquanto que julho o mais frio (17,2 °C), janeiro apresenta-se como o mês mais úmido (prec.acumulada de 287 mm) e agosto o mês mais seco (prec.acumulada de 38 mm).

Uma revisão de literatura de teses recentes de doutorado foi efetuada com o intento de procurar trabalhos na área de irrigação, fitotecnia e produção vegetal, feitos em condições ambientais naturais,

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

sem uso de estufa e irrigação a fim de que fosse possível identificar quebra de produtividade em culturas devida ação de veranico e/ou estiagem. Os trabalhos estudados foram o de Carvalho (2013) com cultura de Feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) no período de cultivo de 09/04/2010 a 22/07/2010 e 10/05/2011 a 03/09/2011 e de Olibone (2009) com as culturas de Mamona (*Ricinus communis* L.) período de cultivo de 06/04 a 27/12/2006 e 26/07/2007 a 13/12/2007; Soja (*Glycine mas* L.) período de cultivo 22/11/2005 a 05/04/2006 e 15/12/2007 a 14/02/2008; Sorgo (*Sorghum vulgare*) período de cultivo 06/04/2006 a 26/11/2006 e 26/07/2007 a 13/12/2007. O balanço hídrico climatológico normal Sentelhas (2002), foi efetuado com o uso dos dados de temperatura e precipitação acrescidos da utilização do modelo de estimativa de Thorntwaite (1948) para a obtenção da evapotranspiração de referência (ET_0). A manipulação dos dados para o balanço hídrico foi feita via programação com o uso do software Microcal Origin versão 6.0 com a linguagem de programação LabTalk®.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Serão representados dois gráficos o primeiro com os dados de precipitação média (mm) e o segundo com a média da temperatura (T; °C) para o período de 1971-2011 (média de 40 anos):

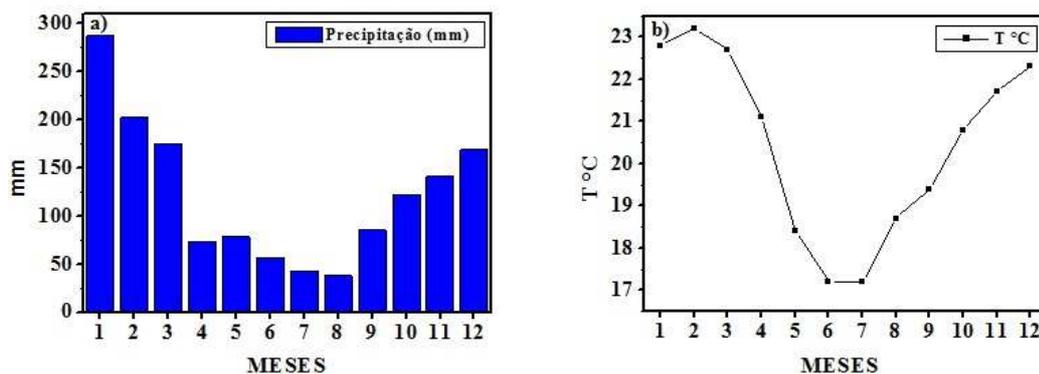


Figura 14: Comparação entre o regime hídrico e térmico para a cidade de Botucatu-SP, média de 40 anos (1971-2011); precipitação acumulada (a); temperatura (b).

O uso do balanço hídrico climatológico surge como uma ferramenta útil para uma melhor avaliação de épocas adequadas ao cultivo de culturas agrícolas tendo em vista que procura associar dados de precipitação, temperatura, evapotranspiração e capacidade de água disponível no solo (CAD). A seguir serão representados os gráficos dos balanços hídricos climatológicos para a cidade de Botucatu-SP para os anos de 2010 e 2011, além disso, para o período de 2001-2011 (década) e de 1971-2011 (40 anos):

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

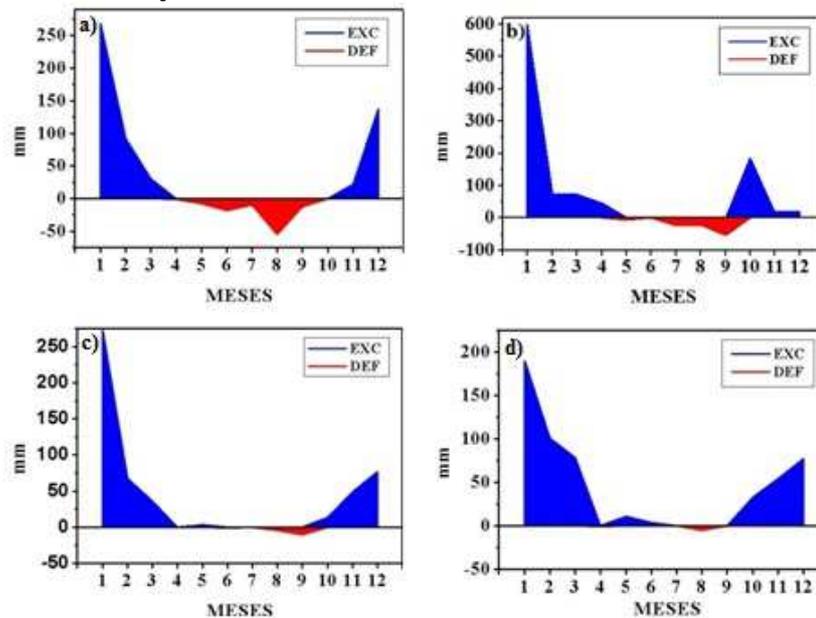


Figura 15: Gráficos de balanço hídrico para a cidade de Botucatu-SP; ano de 2010 (a); ano de 2011 (b); período de 2001-2011 (c); período de 1971-2011 (d). CAD=100 mm.

No trabalho de Carvalho (2013), o cultivar de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) foi submetido a experimento a campo em dois anos consecutivos durante o período de inverno a fim de estudar a resposta da cultura a deficiência hídrica. Neste estudo a cultura foi submetida a tratamentos com variação de lâminas de irrigação aplicadas ao longo do ciclo produtivo, sendo este, dividido entre fase vegetativa e fase reprodutiva. Por mais que tenha ocorrido o uso de irrigação nos tratamentos são de grande importância o tratamento com 100% de disponibilidade hídrica relativa às exigências máximas da cultura e o tratamento testemunha do qual não houve utilização de irrigação ao longo do ciclo de desenvolvimento exceto para a indução de germinação das sementes.

No primeiro tratamento foi possível garantir a produtividade máxima da cultura (safra 2010; 2801 kg.ha⁻¹ e safra 2011; 3322 kg.ha⁻¹) enquanto que no segundo foi possível obter a produtividade da cultura em condições de sequeiro (safra 2010; 1633 kg.ha⁻¹ e safra 2011; 968 kg.ha⁻¹). No primeiro ano de estudo houve uma redução de 41,7% na produtividade e no segundo de 70,86%.

Tendo em vista estas informações torna-se importante de representar a importância da utilização do balanço hídrico climatológico quando se pretende trabalhar com o planejamento de produção de uma cultura agrícola. Inicialmente o gráfico d) dá uma idéia geral do comportamento de excedente hídrico e déficit hídrico para esta região do Estado de São Paulo.

Este por ser representativo das médias de 40 anos de temperatura e do acumulado de precipitação indica que o mês de janeiro é o com o maior excedente hídrico com um acumulado em torno de 190 mm, enquanto que o mês de agosto é o com maior déficit hídrico em torno de -8 mm. Pode-se observar que a época de pleno déficit hídrico, também considerado como estiagem, fica mais bem caracterizada em meados do mês de julho e perdura até setembro com início de reposição da água no solo a partir do mês de outubro. Porém, avaliando-se os gráficos a), b) e c) fica possível observar que há possibilidade de oscilações dessa tendência ao longo do tempo.

Tanto em 2010 como em 2011 a maior deficiência hídrica foi em torno de -55 mm, nos meses de agosto e setembro respectivamente. Carvalho (2013) indicou em seu trabalho que no ano de 2011 houve uma maior exigência hídrica pelas culturas o que fica representando pela porcentagem relativa de quebra de produtividade. Tendo em vista estes dados e análise conjunta com o gráfico do balanço hídrico fica

O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

possível observar que o momento mais crítico do cultivo de feijão (florescimento e maturação) foi coincidente com o momento mais severo do período de estiagem no ano apresentado.

O segundo trabalho apresentado, Olibone (2009), teve como principal objetivo avaliar o comportamento de três sistemas de rotação de cultura sob sistema de semeadura direta, com e sem escarificação mecânica da camada superficial, por meio de determinações físico-hídricas do solo, além de crescimento radicular das plantas e da produtividade das culturas no sistema. Foram utilizados os seguintes sistemas de rotação para as safras de 2005 a 2008, destaque que neste trabalho serão comentados somente as produtividades da cultura de mamona, soja e sorgo. A figura a seguir representa os gráficos relativos aos balanços hídricos para os anos de 2005 a 2008:

- (1) milheto/soja/sorgo/milho/sorgo/soja;
- (2) milheto/soja/brachiaria/milho+brachiaria/soja;
- (3) milheto/soja/mamona+brachiaria/milho+brachiaria/brachiaria+mamona/soja.

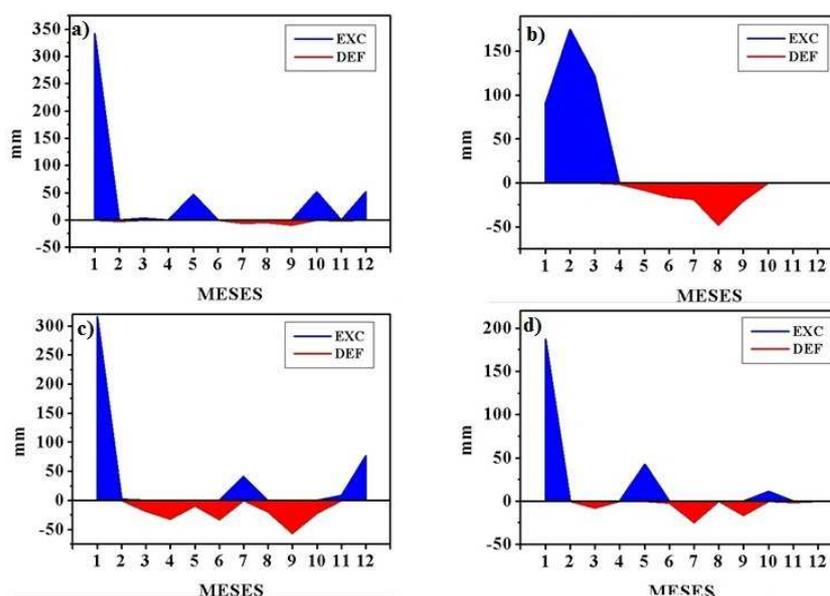


Figura 3: Gráficos de balanço hídrico para a cidade de Botucatu-SP; ano de 2005 (a); ano de 2006 (b); ano de 2007 (c); ano de 2008 (d). CAD=100 mm.

A cultura da soja (*Glycine max* L.), safra 2007/2008, apresentou queda acentuada de produtividade e o autor atribuiu esta a má distribuição de chuvas no período de cultivo (15/12/2007 a 11/04/2008). Analisando os gráficos c) e d) fica possível observar que estes anos foram atípicos em relação ao comportamento relativo à média de 40 anos. Na época de florescimento e enchimento de grãos houve uma estiagem que se iniciou em fevereiro e perdurou até meados de maio. O mês de março foi o mais crítico apresentando uma deficiência hídrica em torno de – 8 mm.

O sistema com maior produtividade média foi o nº 3 enquanto que o com menor produtividade foi o nº 2, as produtividades para a cultura da soja foram de 2960 e 2270 kg.ha⁻¹ respectivamente com uma redução de 23,31% entre um e outro.

Também foi mencionado que as culturas do sorgo (*Sorghum vulgare*) e mamona (*Ricinus communis* L.) foram extremamente prejudicadas devido ao período de inverno seco que ocorreu na região durante o ano de 2006. Este aspecto pode ser observado pela figura b), relativo ao balanço hídrico climatológico para o ano de 2006, que deixa muito bem representado este período de déficit hídrico que oscilou com valores em torno de – 48 mm para o mês de agosto.



XIX Congresso Brasileiro de Agrometeorologia

23 a 28 de agosto de 2015

Lavras – MG – Brasil

Agrometeorologia no século 21:



O desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros

Uma possível explicação para esse gráfico atípico em relação à média de 40 é que houve um período mais prolongado de acumulado mensal de precipitação com valores abaixo de 100 mm, isso garante que haja uma menor reposição de água no sistema em função de taxas maiores de evapotranspiração, ou seja, do mês de abril até setembro a relação predominante foi: $ET_0 > P$. Desta forma a reposição de água no sistema teve um atraso e passou a ser significativa somente a partir de janeiro de 2007. Este comportamento atípico acabou por atrasar a colheita destas culturas de forma expressiva.

CONCLUSÕES

O uso de parâmetros agro-meteorológicos é útil para analisar o comportamento e rendimento das culturas agrícolas, sendo também visto como uma ferramenta chave para o planejamento de análises de tendências do comportamento das culturas dentro de seu ciclo produtivo. Dados como temperatura e precipitação associados ao uso do balanço hídrico climatológico normal garantem uma boa análise ao longo do tempo para o comportamento físico de um dado ambiente produtivo. De outra forma o pleno conhecimento da cultura que se está trabalhando associado a um levantamento de produtividade desta, possibilita a execução de uma melhor análise de tendência de rendimento final. Outros parâmetros podem ser utilizados sem necessariamente gerar um modelo complexo de produtividade. Dados subsequentes de um balanço hídrico climatológico, a exemplificar, excedente/déficit hídrico podem ser associados à dados de precipitação acumulada ao longo dos meses e estações do ano, que associados a análise de períodos de retorno de precipitação em uma dada localidade e com uso de manipulação estatística e regressão linear poderiam vir a elucidar dúvidas existentes entre a relação planta-atmosfera.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M. A.; SOUZA de, J. L.; TSUKAHARA, R. Y. Modelos agro-meteorológicos na estimativa da produtividade da cultura da soja na região de Ponta Grossa, Estado do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**, v.33, n.1, p. 23-31, 2011.

BLAIN, G. C. Revisiting the probabilistic definition of drought: strengths, limitations and an agrometeorological adaptation. **Bragantia**, Campinas, v.71, n.7, p. 132-141, 2012.

BLAIN, G. C.; PIRES, R. C. Variabilidade temporal da evapotranspiração real e da razão entre evapotranspiração real e potencial em Campinas, Estado de São Paulo. **Bragantia**, v.70, n.2, p. 460-470, 2011.

CARVALHO, J. J. de. **Resposta do feijoeiro comum à irrigação com déficit, sob semeadura direta**. 2013, 110p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, 2013.

OLIBONE, D. **Propriedades físicas do solo relacionadas à produtividade de culturas sob sistemas de manejo**. 2009, 151p. Tese (Doutorado) – Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, SP, 2009.

SENTELHAS, P. C; PEREIRA, A. R.; ANGELOCCI, Luiz Roberto. **Agrometeorologia: fundamentos e aplicações práticas**. 1. ed. Guaíba: Editora Agropecuária, v.1, 478p, 2002.