



Disponibilidade hídrica e as anomalias climáticas no cultivo de soja e milho no Cerrado

Gilmar Oliveira Santos^{a*} , Guilherme Rodrigues Martins^a , Nathan Rezende Blat^a ,
Layson Barbosa Mendonça^a 

^a Universidade de Rio Verde, Brasil

* Autor correspondente (gilmar@unirv.edu.br)

INFO

Keywords

major crops
water balance
climate
ENSO

ABSTRACT

Water availability and climatic anomalies in soybean and corn cultivation in the Cerrado region

The decennial climatological water balance (BHCD) is one of the main ways to monitor soil water storage, being essential for agricultural planning. Therefore, the objective of this study was to develop the sequential climatological water balance (BHCS) and the effects of climatic anomalies for the municipality of Rio Verde, Goiás, for the seasons from 18/19 to 20/21. Soybean planting was simulated on September 25th and October 25th, for the different agricultural years, 18/19, 19/20 and 20/21. In years with an impact of the El Niño phenomenon, there is an anticipation and better temporal distribution of rains, providing the availability of water in the soil and the performance of the soybean crop and, in succession, corn, providing the sowing of the soybean crop soon after the end. of the sanitary void in the region (September, 25th). In years with the impact of the La Niña phenomenon, there were irregularities in rainfall, delaying the start of the rainy season and poor temporal regularity, causing water deficit and consequently delaying sowing by a few days, in addition to compromising productivity in the harvest period (soybean) and off-season (corn). How climate anomalies can vary their intensity, more agricultural years should be taken into account in the near future, in order to establish a direct relationship between climatic factors, rainfall and productivity.

RESUMO

O balanço hídrico climatológico decenal (BHCD), é uma das principais formas de monitorar o armazenamento de água no solo, sendo essencial ao planejamento agrícola. Portanto, o objetivo deste estudo foi desenvolver o balanço hídrico climatológico sequencial (BHCS) e os efeitos das anomalias climáticas para o município de Rio Verde, Goiás, para as safras de 18/19 a 20/21. Foi simulado o plantio da soja no dia 25 de setembro e 25 de outubro, para os diferentes anos agrícolas, 18/19, 19/20 e 20/21. Em anos com influência do fenômeno El Niño, com intensidade fraca ou moderada, houve antecipação e melhor distribuição temporal das chuvas, propiciando a disponibilidade de água no solo e conseqüentemente a semeadura da cultura da soja após o término do vazio sanitário (25 de setembro), favorecendo ao desempenho da cultura da soja e em sucessão a cultura do milho. Em anos com influência do fenômeno La Niña, houve irregularidades das chuvas, com atraso do início do período chuvoso e má regularidade temporal, propiciando a deficiência hídrica e conseqüentemente atrasando a semeadura em alguns dias, além de comprometer a produtividade no período de safra (soja) e safriinha (milho). Como as anomalias climáticas podem variar a sua intensidade, mais anos agrícolas deverão ser levados em consideração para em um futuro breve, ser possível estabelecer a relação direta entre fenômenos climáticos, chuva e produtividade.

Palavras-chaves

grandes culturas
balanço hídrico
clima
ENOS

Received 19 December 2021; Received in revised from 20 June 2022; Accepted 11 August 2022



INTRODUÇÃO

A soja e o milho são duas culturas que apresentam grande destaque no cenário mundial de grãos, se tornando atualmente commodities no Brasil, representando uns dos principais produtos da pauta de nossas exportações (Rocha et al., 2017; Santos et al., 2020).

Em 2020, a receita gerada pela exportação do agronegócio brasileiro somou em torno de 100,81 bilhões de dólares, enquanto que as exportações totais brasileiras foram de 209,921 bilhões de dólares, desse modo o agronegócio participou com 48% do total exportado. Também no mesmo ano, houve um superávit de 50,9 bilhões de dólares, saldo 6% maior que a do ano anterior, sendo o agronegócio um dos responsáveis por este valor positivo. Dessa forma, o agronegócio apresenta uma extrema relevância para a economia brasileira, contribuindo para amenizar o saldo comercial em baixa, dos outros setores da economia (MAPA, 2020).

É evidente a importância que o agronegócio ocupa na economia brasileira, ainda mais, para a região Centro-Oeste. Região essa que é responsável por 45,1% do total de grãos produzidos no Brasil. Somando-se o Centro-Oeste juntamente com o Cerrado do Oeste baiano, Maranhão, Tocantins e Piauí (MATOPIBA), resultam-se em 53,89% da produção nacional. Dessa forma o Cerrado brasileiro vem a ser responsável por mais da metade da produção nacional (IBGE, 2020).

A *Food and Agriculture Organization of the United Nations* (FAO) estima que até 2050 a população mundial será de 9,8 bilhões de pessoas, 29% maior do que o número atual, e para-se alimentar toda essa população, a produção de alimentos deverá aumentar em 70%, o aumento de produção continuará a vir principalmente dos ganhos em produtividade, sendo possível atingir esse aumento de maneira sustentável (FAO, 2017).

Para obtenção de maiores produtividades vem a ser necessário uma complexa relação entre clima, solo e planta (Amado et al., 2010). Entretanto o clima configura o fator de maior dificuldade de controle, estabelecendo limitações na obtenção de elevadas produtividades, sendo esse caracterizado como o principal fator de risco e insucesso na exploração das culturas (Farias et al., 2007).

O desempenho de culturas de verão dentre elas a soja e o milho, vêm a ser também totalmente influenciadas por fenômenos naturais como El Niño, La Niña ou Neutralidade, que propiciam em excesso ou falta de chuva em parte do país. Parte do cultivo na região do Cerrado brasileiro é realizado em condições de sequeiro (sem o uso de irrigação), isso faz com que as culturas no campo fiquem sob a distribuição de precipitação natural da

região, podendo sofrer com déficit hídrico em estádios fenológicos que requer maior demanda hídrica da cultura.

Além dos fenômenos atmosféricos atuantes, é esperado mudanças no comportamento climático para um futuro próximo, afetando de forma direta o desenvolvimento, a produção, e o consumo hídrico de ambas culturas (Várallyay, 2010).

O município de Rio Verde, região centro-oeste, é o maior produtor de grãos do estado e sua localização geográfica é em uma área de transição entre os fenômenos atmosféricos, o que gera dúvidas de como esses fenômenos podem afetar o cultivo de soja e milho na região. Fatores esses observados na safra 20/21, onde segundo a CONAB (2021) houve registro de escassez hídrica durante o período de semeadura da cultura da soja, o que veio a promover replantios em grandes municípios produtores, afetando diretamente o plantio da segunda safra de milho no estado. Também, houve instabilidade e irregularidade das chuvas, além de volume abaixo da média, atingindo a soja em toda a sua fase vegetativa, comprometendo a semeadura da cultura do milho dentro da janela de plantio. Portanto, o objetivo deste estudo foi desenvolver o balanço hídrico climatológico sequencial (BHCS) e a influência dos fenômenos atmosféricos para o município de Rio Verde, Goiás, para as safras de 18/19 a 20/21.

MATERIAL E MÉTODOS

O município de Rio Verde está localizado na região sudoeste do Estado de Goiás (coordenadas geográficas de 17°71'82''S e 48°14'35''O). O clima no município é classificado em AW Tropical (Köppen), com duas estações climáticas bem definidas, sendo uma seca e amena (abril a setembro) e outra quente e chuvosa (outubro a março) (Castro e Santos, 2021). O solo no município é classificado em Latossolo Vermelho Escuro com texturas argilosa e areno-argilosa (Prefeitura de Rio Verde, 2021).

O BHCS, foi realizado pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando um modelo proposto por Rolim et al. (1999), que considera valores médios decendiais de temperatura do ar e da precipitação pluviométrica, relacionando com a capacidade de água disponível no solo (CAD). Foi adotado o valor de 67,5 mm para a CAD, estimada em função da água média do solo para a classificação do município (1,5 mm), e da profundidade efetiva do sistema radicular para as culturas (45 cm) (Farias et al., 2007; Marouelli et al., 2017).

Os dados climatológicos foram obtidos pela Estação Meteorológica Convencional de Rio Verde

(Latitude: -17,8° e Longitude: -50,9° e altitude de 774,62 m) (OMM: 83470), e disponibilizados pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

Para o cálculo do BHCD, foi determinado duas datas de semeadura em três anos diferentes; a primeira, foi simulada no dia 25 de setembro (logo após o término do vazão sanitário), utilizando uma cultivar de soja tardia e em sucessão um híbrido de milho precoce, e a segunda, no dia 25 de outubro (data essa mais comum utilizada pelos produtores, período que inicia as chuvas na região), utilizado uma cultivar de soja precoce e em sucessão um híbrido de milho precoce.

O BHCD foi realizado para os anos agrícolas 18/19 que se caracterizou como El Niño, 19/20

como neutralidade, e 20/21 como La Niña, permitindo o acompanhamento do clima em diferentes fenômenos climáticos que afeta o mundo todo, relacionando diretamente com a demanda hídrica da cultura e sua fase fenológica (NOAA, 2021).

A demanda hídrica da cultura foi estimada pelo método de Thornthwaite (1948) para determinação da evapotranspiração cultura (ETc). Utilizou-se o coeficiente da cultura da soja precoce e tardia proposta por Fietz et al. (2004) e Doorenbos e Kassan (1994), e da cultura do milho precoce e tardio proposta por respectivamente Doorenbos e Kassan (1979) (Tabela 1).

Tabela 1 - Duração da fase fenológica e coeficiente de cultivo da cultura da soja e do milho.

Cultura	Fase fenológica	Dias	Kc
Soja Precoce	S a V2	15	0,39
	V2 a R1	26	1,09
	R1 a R5	28	1,61
	R5 a R7	34	1,28
Soja Tardia	S a V2	15	0,39
	V2 a R1	36	1,09
	R1 a R5	31	1,61
	R5 a R7	36	1,28
Milho Precoce	VE a V6	14	0,50
	V7 a VT	20	0,85
	VT a R1	48	1,20
	R2 a R3	32	0,95
	R4 a MF	16	0,60
Milho Tardio	VE a V6	14	0,50
	V7 a VT	30	0,85
	VT a R1	48	1,20
	R2 a R3	32	0,95
	R4 a MF	16	0,60

Obs.: S - Semeadura; V2 - Segundo nó; R1 - Início do florescimento; R5 - Início do enchimento de grãos e R7 - Maturação fisiológica. VE - Emergência; V6 - Sexta folha; V7 - Sétima folha; VT - Pendoamento; R1 - Florescimento; R2 - Grão leitoso; R3 - Grão pastoso; R5 - Formação de dentes; MF - Maturação fisiológica.

A influência do fenômeno El Niño ou La Niña foram definidos conforme NOAA (National Oceanic and Atmospheric Administration) e classificados a intensidade (EL Niño fraco (0,5 a 0,9), moderado (1,0 a 1,4) e forte ($\geq 1,5$) e La Niña fraco (-0,5 a -0,9), moderado (-1,0 a -1,4) e forte ($\leq -1,5$)) conforme Marcuzzo e Romero (2013).

A estimativa de produtividade de soja e milho foram definidos a partir do Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO) que foi desenvolvido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Para o ano agrícola 18/19, período de influência

de El Niño de intensidade moderada, com o plantio antecipado (25 de setembro, Figura 1), a região apresentou precipitação total durante o desenvolvimento das culturas de 1.330 mm, bem distribuídos ao longo dos decêndios até o primeiro decêndio do mês de abril, porém, a demanda hídrica na fase reprodutiva da cultura da soja foi superior ao volume de chuva, apresentando leve deficiência hídrica, totalizando 22,3 mm no período. Para o cultivo de milho, houve moderada deficiência hídrica no período do terceiro decêndio do mês de maio até a colheita, sendo mais intenso a partir do segundo decêndio do mês de abril, acumulando 96,8 mm, comprometendo o desenvolvimento reprodutivo da cultura do milho.

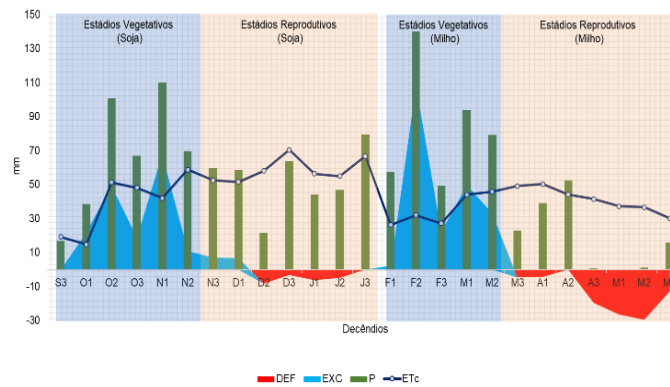


Figura 1 - Balanço hídrico climatológico decendial para o município de Rio Verde, Goiás, no ano agrícola 18/19, com a semeadura no dia 25 de setembro (primeira época).

O plantio antecipado para o ano agrícola 18/19 permitiu um maior volume hídrico, juntamente com uma redução na deficiência hídrica para o desenvolvimento de ambas culturas.

Para o plantio da soja na primeira simulação que ocorreu no dia 25 de setembro, a água disponível no solo, armazenada (ARM) era de 65,2 mm, e a saturação do solo, seguido do excedente hídrico (EXC), superando a capacidade de água disponível (CAD) que ocorreu no primeiro decêndio do mês de outubro, com 21,5 mm de EXC, mantendo-se até o primeiro decêndio de dezembro, com total acumulado de 182,6 mm de EXC.

No período de cultivo do milho em sucessão a soja, houve excedente hídrico na fase vegetativa e deficiência hídrica na fase reprodutiva. A partir do terceiro decêndio do mês de janeiro, a capacidade

de armazenamento de água atingiu a saturação no primeiro decêndio de fevereiro e permaneceu até o segundo decêndio de maio, atingindo um excedente hídrico acumulado durante este intervalo de 215,8 mm. Na fase reprodutiva, o solo acumulou deficiência hídrica de 118,5 mm, elevando a cultura ao estresse hídrico, afetando ao desempenho agrônômico da mesma.

O volume de chuva durante o período de cultivo de soja e milho na região de Rio Verde (25 de outubro até o primeiro decêndio do mês de junho) foi de 1.127 mm, bem distribuídos até o segundo decêndio do mês de abril, não superando a demanda da cultura após o primeiro decêndio do mês de dezembro até fevereiro e após o segundo decêndio do mês de março (Figura 2).

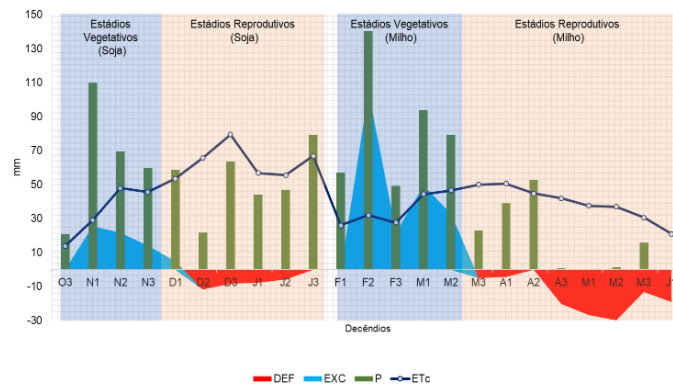


Figura 2 - Balanço hídrico climatológico decendial para o município de Rio Verde, Goiás, no ano agrícola 18/19, com a semeadura no dia 25 de outubro (segunda época).

Seguindo a época considerada segura pelos agricultores para a semeadura da cultura da soja que estabelecem com data de semeadura a segunda quinzena do mês de outubro, nesse período (25 de outubro), o ARM era de 11,9 mm, e a saturação do solo ocorreu no primeiro decêndio de novembro,

com 25,3 mm de EXC, mantendo-se até o primeiro decêndio de dezembro, atingindo um total acumulado de 66,2 mm de EXC.

Segundo Doorenbos e Kassam (1994) o teor de água no solo, durante a germinação não deve exceder 85% nem ficar abaixo de 50% de água

disponível, pois tanto a falta de água quanto o excesso trazem prejuízos para o estabelecimento cultura em campo, o que foi observado para o plantio no dia 25 de outubro, onde a capacidade de água disponível (CAD) se encontrava com valor abaixo de 50%, e para o plantio no dia 25 de setembro o valor da CAD se encontrava acima de 85%.

No período de floração da cultura da soja os valores de precipitação atenderam a demanda hídrica da cultura (a partir do 2º decêndio de novembro) para ambas simulações. Não deixou de haver registro de chuva em nenhum decêndio, contudo, não houve períodos de deficiência hídrica durante o desenvolvimento vegetativo da cultura, portanto, no período reprodutivo houve 22,3 mm de deficiência hídrica acumulada para o plantio no dia 25 de setembro e 33,9 mm para o plantio no dia 25 de outubro.

Para a cultura do milho, após a semeadura, houve excedente hídrico permanecendo até o segundo decêndio de maio, com volume acumulado superior a 200 mm, em ambas as épocas de semeadura, com o desenvolvimento inicial da cultura.

Segundo Silveira e Souza (2016) as chuvas em excessos podem causar encharcamentos e erosão dos solos bem como a perda dos adubos aplicados nas lavouras, além disso podem causar prejuízos e dificuldade operacional durante a retirada do grão da cultura de verão do campo, causando atrasos no plantio do segundo cultivo (safrinha). Associado ao processo erosivo, pode ocorrer também o carregamento de semente e adubo da área.

Apesar da deficiência hídrica no período reprodutivo, houve chuva em todos os decêndios. Segundo Tsukahara et al. (2016) a umidade dos grãos de soja é diretamente influenciada pelo número de dias com precipitação pluvial igual ou superior que 3 mm, durante o estágio fenológico R8.2.

As colheitas da soja para ambas simulações ocorreram no terceiro decêndio de janeiro devido os diferentes ciclos de desenvolvimento adotado para a cultura, momento este marcado com 79,3 mm de precipitação.

O plantio da safrinha (milho) ocorreu sob 57,3 mm de precipitação para ambas simulações, alcançando um excedente hídrico já no segundo decêndio de fevereiro de 101,1 mm para a primeira simulação, e 91,1 mm para a segunda simulação.

Segundo Magalhães e Durães (2006) os componentes de produtividade como número de fileiras por espigas, número de grãos por fileira e

tamanho de espigas são definidos durante o período vegetativo, nos estágios V8, V12, V17, respectivamente, já o componente peso de 1.000 grãos é definido durante os estágios reprodutivos do milho, condições que podem ser afetadas caso a cultura sofra estresse hídrico severo. Para ambas simulações observa-se que, as precipitações durante os estágios vegetativos mencionados anteriormente foram de 143,1 mm (terceiro decêndio de fevereiro e primeiro decêndio de maio), não sendo observado deficiência hídrica durante este período. Já em relação ao período reprodutivo a precipitação foi de 211,6 mm para ambas simulações, porém, na primeira simulação houve deficiência hídrica acumulada de 96,8 mm e 118,5 mm para a segunda simulação. No entanto, o uso de um sistema de irrigação é extremamente importante para suprir a deficiência hídrica, quando a demanda de água pela cultura não é atendida pela precipitação natural da região.

A temperatura média no período de cultivo da soja no ano agrícola 18/19 foi de 24,5 °C. Segundo Godoy et al. (2008) em um trabalho realizado com objetivo de avaliar o impacto de cinco regimes de temperatura no desenvolvimento da ferrugem-asiática (*Phakopsora pachyrhizi*), doença essa a mais severa na cultura da soja, a temperatura média em torno de 24 °C é a mais favorável para o desenvolvimento do patógeno.

Durante o cultivo do milho a temperatura média foi de 25,2 °C. Segundo Casela et al. (2006) temperaturas entre 23-28 °C e elevada umidade (>60%), são condições favoráveis para o desenvolvimento da Ferrugem polissora no milho (*Puccinia polysora*).

No ano agrícola 19/20, período de influência de El Niño de intensidade fraca, houve regularidade do volume de chuva desde o início da safra até a fase reprodutiva da cultura do milho (após segundo decêndio do mês de abril). Considerando o plantio no dia 25 de setembro (Figura 3), a precipitação total durante o desenvolvimento de ambas culturas (soja e milho) foi de 1.602 mm, valor este 20,5% superior ao do ano anterior, concentrados de outubro a fevereiro. Já para o plantio no dia 25 de outubro (Figura 4) a precipitação total foi superior a segunda simulação do ano anterior de 34,6% atingindo uma precipitação total de 1.518 mm, concentrados no mesmo período mencionado anteriormente. Com o plantio tardio, e as incertezas climáticas no mês de abril, houve a cultura de segunda safra e ocorreu estresse hídrico nos últimos 50 dias de cultivo no campo.

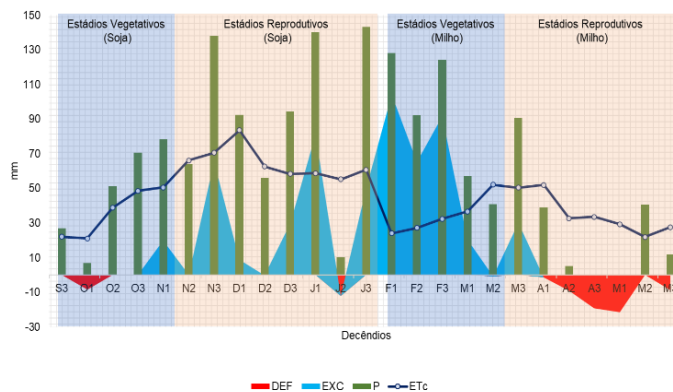


Figura 3 - Balanço hídrico climatológico decendial para o município de Rio Verde, Goiás, no ano agrícola 19/20, com a semeadura no dia 25 de setembro (primeira época).

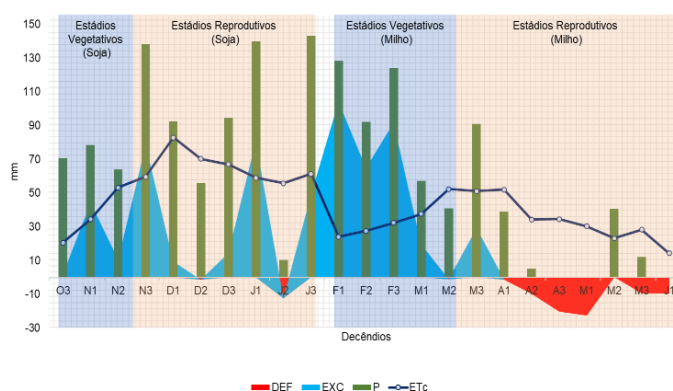


Figura 4 - Balanço hídrico climatológico decendial para o município de Rio Verde, Goiás, no ano agrícola 19/20, com a semeadura no dia 25 de outubro (segunda época).

Em todo o ciclo da cultura da soja semeada na primeira época, houve 20,6 mm de deficiência hídrica acumulada, com maior intensidade no primeiro decêndio de outubro (8,4 mm) e no 2º decêndio de janeiro (12,2 mm) e predominância de excedente hídrico de 254,8 mm nas demais épocas. Com a semeadura na segunda época, houve deficiência hídrica somente de 13,9 mm no segundo decêndio de dezembro (1,4 mm) e janeiro (12,5 mm) e excedente hídrico de 289,1 mm de novembro a janeiro.

Na semeadura da cultura da soja para a primeira simulação (25 de setembro), o armazenamento de água no solo era de 31,03 mm, atingindo a capacidade máxima de armazenamento no primeiro decêndio de novembro, com 19,9 mm de excedente hídrico. Houve leve deficiência hídrica (8,4 mm) no estabelecimento da cultura em campo, o que segundo Farias et al. (2007) a falta de água é um fator prejudicial, afetando negativamente a boa uniformidade na população de plantas, causando reduções na produção.

Na segunda semeadura (25 de outubro), o solo estava com 96,7% (65,3 mm) de água no solo e as

ocorrências de deficiência hídrica por decêndio foram insignificantes, acumulando um total de 11 mm.

Na primeira época de semeadura da cultura da soja, houve excedente hídrico de 330,9 mm e 328,9 mm para a segunda simulação. A demanda hídrica durante a floração da cultura de verão (soja) foi atendida pelo volume de precipitação para ambas simulações (a partir do primeiro decêndio de novembro para o plantio no dia 25 de setembro, e a partir do segundo decêndio de novembro para o plantio dia 25 de outubro).

Em relação a colheita da soja, a mesma ocorreu em torno do terceiro decêndio de janeiro para ambas simulações, momento este marcado com 143,3 mm de precipitação bem distribuídos ao longo do decêndio, afetando diretamente a qualidade do grão e o trânsito de maquinários na área.

O plantio da safrinha (milho) ocorreu na mesma época em função das cultivares utilizadas. Na safrinha, houve registro de 128,2 mm de precipitação e 104,1 mm e 104,2 mm de excedente hídrico para a primeira e segunda simulação,

respectivamente.

Durante os estádios da definição dos componentes de produtividade do milho, observa-se que não houve deficiência hídrica para ambas as simulações durante os estádios (V8 a V17). Entretanto, durante os estádios reprodutivos houve 58,5 e 71,6 mm de deficiência hídrica acumulada para a primeira e segunda simulação, podendo afetar a produtividade da cultura em função do comprometimento do enchimento dos grãos.

A temperatura média no período de cultivo da soja no ano agrícola 19/20 foi de 25,8 °C. Conforme resultados obtidos por Godoy et al. (2008) essa condição é desfavorável ao desenvolvimento de patógenos na cultura da soja.

Já em relação a cultura do milho a temperatura média ficou em torno de 23,4 °C propiciando ao desenvolvimento de algumas doenças como; ferrugem branca (*Physopella zaeae*), helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*) dentre

outras (Casela et al., 2006).

No ano agrícola 20/21, período de influência de La Niña de intensidade moderada, na primeira simulação, durante o ciclo de ambas as culturas o volume precipitado foi de 1.238,3 mm, valor este inferior 22,7% ao ano anterior, concentrados de outubro a abril. Para a segunda simulação, houve uma redução total na precipitação de 21% (1.199 mm). Na primeira época, só foi possível a semeadura da cultura da soja os agricultores que possuem sistemas de irrigação. O período chuvoso só ocorreu no final do mês de outubro e início do mês de novembro. Houve excedente hídrico nos decêndios finais do período de cultivo da soja (R5-R7; Figura 5). Segundo Mundstock e Thomas (2005), a deficiência hídrica no início do ciclo da soja, causa forte redução na emissão de novos ramos reduzindo potencialmente o número de nós que iriam produzir vagens.

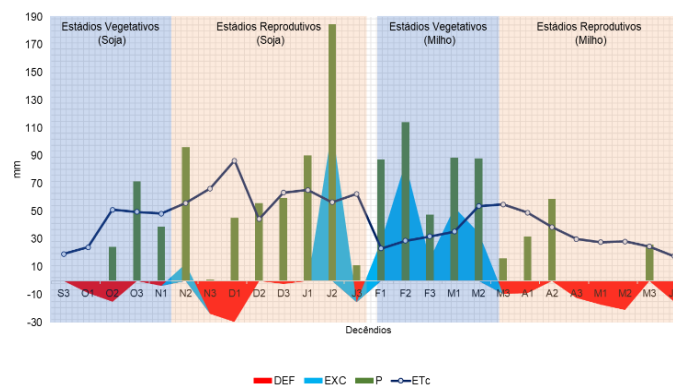


Figura 5 - Balanço hídrico climatológico decendial para o município de Rio Verde, Goiás, no ano agrícola 20/21, com a semeadura no dia 25 de setembro (primeira época).

Soares et al. (2021) avaliando o comportamento de três genótipos de soja, em duas épocas de semeadura, durante duas safras, concluíram que genótipos de 100 a 110 dias de ciclo, a época de semeadura que se mostrou mais promissora para obter maiores rendimentos foi compreendida entre 20 de outubro a 20 de novembro.

Na segunda época, houve melhor disponibilidade na capacidade de armazenamento de água no solo na fase inicial (49,9 mm), excedendo a capacidade máxima de armazenamento no segundo decêndio de novembro (38,3 mm), reduzindo de forma acentuada a disponibilidade de água, chegando a 16,3 mm presente no primeiro decêndio de dezembro. A deficiência hídrica acumulada foi de 69,8 mm (Figura 6). Com as chuvas intensas registradas no

mês de janeiro, houve excedente hídrico (140,6 mm), porém, as chuvas não se mantiveram. Durante o cultivo da cultura do milho, o excedente hídrico foi de 214,3 mm no período de VE-VT.

O florescimento da cultura de verão (soja), ocorreu durante o primeiro e o segundo decêndio de novembro para a primeira simulação. Durante este intervalo houve leve deficiência e excedente hídrico, sendo 3,5 mm e 12,4 mm, respectivamente. Na segunda época de semeadura, na mesma fase de desenvolvimento da cultura, houve moderada deficiência e excedente hídrico, sendo de 18 e 38,3 mm, respectivamente.

A redução das chuvas no terceiro decêndio de janeiro favorece a prática da colheita, o tráfego de veículos e o decréscimo natural na umidade do grão.

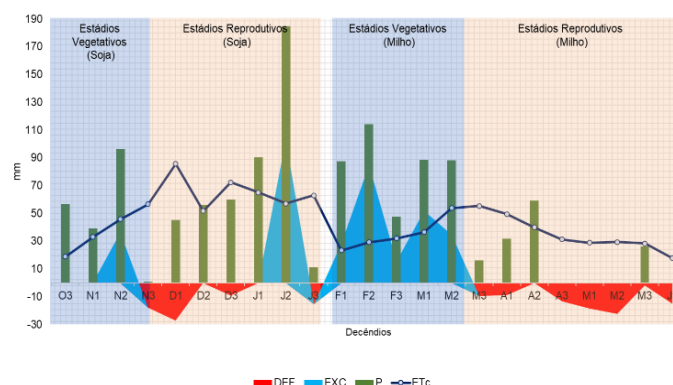


Figura 6 - Balanço hídrico climatológico decendial para o município de Rio Verde, Goiás, no ano agrícola 20/21, com a semeadura no dia 25 de outubro (segunda época).

No período da definição dos componentes de produtividade do milho não houve deficiência hídrica em ambas simulações para os estádios denominados (V8 à V17). Porém, durante os estádios reprodutivos do milho houve deficiência hídrica acumulada de 50,6 mm para primeira simulação e 57,6 mm para a segunda simulação. Deficiência hídrica durante o estágio reprodutivo do milho afeta diretamente o enchimento dos grãos.

A temperatura média no período de cultivo da soja no ano agrícola 20/21 foi de 25,6 °C, reduzindo as chances de doenças na cultura. Para a cultura do milho a temperatura média foi de 24,2 °C, favorecendo algumas doenças como; Ferrugem Tropical ou Ferrugem Branca (*Physopella zae*), Helmintosporiose (*Exserohilum turcicum*), Ferrugem-comum (*Puccinia sorghi*), Mancha de *Bipolaris maydis*, dentre outras (Grigolli, 2016).

Segundo Castro e Santos (2021) o volume médio de chuva anual no município de Rio Verde é de

1.600 mm, sendo que em período de influência dos fenômenos atmosféricos houve menor volume de chuva na região, fica abaixo da média esperada. O ano de EL Niño moderado (18/19) ficou sob maior volume hídrico (1.602 mm), o ano de El Niño fraco (19/20) ficou registrado com o segundo maior volume hídrico (1.329,7 mm), e o ano de La Niña moderado (20/21) foi o mais crítico dos anos estudado (1.238,3 mm), correspondendo a 77,3% do volume total esperado.

Na última safra avaliada, houve atraso no início do período chuvoso na região, se regularizando somente no terceiro decêndio do mês de outubro, o que reduziu a expectativa de altas produtividades na primeira época e elevou na segunda (Tabela 2). Com a ausência de chuvas, houve condições de semeadura somente em áreas irrigadas, prática ainda pouco usual no município para o cultivo de grandes culturas.

Tabela 2 - Ocorrência e intensidade do fenômeno atmosférico e produtividade estimada em função das épocas de semeadura, em Rio Verde, Goiás.

Safra	Fenômeno	Intensidade	Primeira época (25/09)		Segunda época (25/10)	
			Soja	Milho	Soja	Milho
18/19	El Niño	Moderada	80,9%	73,7%	87,1%	73,7%
19/20	El Niño	Fraca	87,9%	70,6%	74,8%	70,6%
20/21	La Niña	Moderada	33,9%	56,7%	97,9%	56,7%

Fonte: Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária (SISDAGRO, 2021).

O cultivo de soja e em sucessão a cultura do milho, é uma prática comum na região Centro-Oeste. Porém, os fenômenos climáticos podem alterar o volume e a distribuição temporal e espacial das chuvas, afetando a produtividade dessas culturas.

Quando o início do período chuvoso ocorre com a chegada da primavera, a cultura da soja é semeada no início da janela de plantio, propiciando a colheita no final do mês de janeiro e logo semeando a cultura do milho, obtendo bom rendimento de ambas as culturas, assim como ocorreu nas safras

18/19 e 19/20. O atraso do início das chuvas no período chuvoso, atrasa a semeadura da cultura da soja, conseqüentemente, da cultura do milho, reduzindo o período de chuva na safrinha (milho).

Resultados semelhantes foram obtidos por Marcuzzo e Romero (2013) avaliando a influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás, concluíram que em anos de El Niño há um aumento médio no volume de chuva no estado e redução quando há influência do fenômeno La Niña.

Contudo, Gava e Leite (2021) descrevem que latitudes em torno de 18°, ou seja, no centro do país, mostram que o comportamento dos denominados fenômenos não é tão característico ou mesmo incerto. Assim, estudo de mais anos agrícolas devem ser realizados para que seja observado a influência real desses fatores no município.

CONCLUSÕES

Em anos com influência do fenômeno El Niño, com intensidade fraca ou moderada, houve antecipação e melhor distribuição temporal das chuvas, propiciando a disponibilidade de água no solo e conseqüentemente a semeadura da cultura da soja após o término do vazio sanitário (25 de setembro), favorecendo ao desempenho da cultura da soja e em sucessão a cultura do milho.

Em anos com influência do fenômeno La Niña, houve irregularidades das chuvas, com atraso do início do período chuvoso e má regularidade temporal, propiciando a deficiência hídrica e conseqüentemente atrasando a semeadura em alguns dias, além de comprometer a produtividade no período de safra (soja) e safrinha (milho).

Como os fenômenos atmosféricos podem variar a sua intensidade, mais anos agrícolas deverão ser levados em consideração para em um futuro breve, ser possível estabelecer a relação direta entre fenômenos climáticos, chuva e produtividade.

AGRADECIMENTOS

A bolsa de estudo concedida ao primeiro autor (PCB202103100014) pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Goiás (FAPEG) a partir da Programa de Concessão de Bolsas de Formação de Mestrado e Doutorado (Nº 01/2021).

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Amado TJC, Schleindwein JÁ, Fiorin JE. Manejo do solo visando à obtenção de elevados rendimentos de soja sob sistema plantio direto. In: Thomas AL, Costa JA (org.). Soja: manejo para alta produtividade de grãos. Porto Alegre, UFRGS, 2010. p.35-97.

Casela CR, Ferreira AS, Pinto NFJA. Doenças na cultura do milho. Circular técnica. v.83, p.1-14, 2006.

Castro PAL, Santos GO. Condições climáticas como ferramenta de planejamento agrícola e urbano, o caso do município de Rio Verde, Goiás. Revista em Agronegócio e Meio Ambiente, v.14, n.3, p.717-732, 2021. <https://doi.org/10.17765/2176-9168.2021v14n3e8119>

CONAB - Companhia Nacional de Abastecimento (2021) Acompanhamento da safra brasileira de grãos; Safra 2020/21 4º Levantamento. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/safra-graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acessado em: Abril, 2021.

Doorenbos J, Kassam AH. Efeito da água no rendimento das culturas. Campina Grande: UFPB, 306 p. 1994.

Doorenbos J, Kassam AH. Yield response to water. Rome, FAO, 172 p.1979.

FAO - Organização das nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura (2017) Representante da FAO Brasil apresenta cenário da demanda por alimentos. Disponível em: <http://www.fao.org/brasil/noticias/detail-events/en/c/901168/>. Acessado em: Abril, 2021.

Farias JB, Nepomuceno AL, Neumaier N. Ecofisiologia da Soja. Circular Técnica, v.48, p.1-9, 2007.

Farias JRB, Almeida IR de, Garcia A. Zoneamento agroclimático da cultura da soja par ao Estado do Paraná. (Embrapa-CNPSo. Documentos, 102) Londrina: EMBRAPA-CNPSo, 84p. 1997.

Fietz CR, Rangel MAS. Efeito da deficiência hídrica e do fotoperíodo no rendimento de grãos da soja semeada na região de Dourados, MS. Embrapa Comunicado Técnico, v.89, 2004.

Gava R, Leite R. Variedade climática e a produtividade da soja. Inovagri, 2021.

Godoy CV, Barros DCM, Xavier SA. Avaliação de regimes de temperatura no desenvolvimento da ferrugem-asiática da soja. Climapest. p.1-4, 2008.

Grigolli JFJ. Doenças do milho safrinha. Tecnologia e Produção Milho Safrinha 2016. p.136-148, 2016.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola - 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acessado em: Abril, 2021.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - Sistema de Recuperação Automática - SIDRA. Levantamento Sistemático da Produção Agrícola. Brasil 2020. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/home/lspa/brasil>. Acesso em Abril, 2021.

Magalhães PC, Durães FOM. Fisiologia da Produção de Milho. Circular Técnica 76, p. 1-10, 2006.

MAPA - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/>. Acesso em: Abril, 2021.

Marcuzzo FFF, Romero V. Influência do El Niño e La Niña na precipitação máxima diária do Estado de Goiás. Revista Brasileira de Meteorologia, v.28, n.4, p.429-440, 2013. <https://doi.org/10.1590/S0102-77862013000400009>

- Marouelli WA, Silva HR da, Silva WL de C. Irrigação por aspersão em hortaliças: qualidade da água. 4. ed. revista atual e ampliada. Brasília, DF: Embrapa, 2017.
- Mundstock CM, Thomas AL. Soja: Fatores que afetam o crescimento e rendimento de grãos. Porto Alegre, Evangraf, 2005. 31p. Organização das Nações Unidas para Agricultura e Alimentação (FAO). Relatórios Disponível em: <<https://www.fao.org.br/ultimosRelatoriosFao.asp>>. Acessado em: Junho, 2021.
- NOAA - Administração Nacional Oceânica e Atmosférica. Cold & Warm Episodes by Season. Disponível em: <<https://origin.cpc.ncep.noaa.gov>>. Acessado em: Maio, 2021.
- Prefeitura de Rio Verde. Localização e Clima. Disponível em: <https://www.rioverde.go.gov.br/localizacao-e-clima/>. Acesso em: Junho, 2021.
- Rocha BG, Amaro HT, Porto EM, Gonçalves CC, David AM, Lopes EB. Sistema de semeadura cruzada na cultura da soja: avanços e perspectivas. Revista de Ciências Agrárias, v.41, n.2, p.376-384, 2017.
<https://doi.org/10.19084/RCA17260>
- Rolim GS, Sentelhas PC. Balanços hídricos e produtividade de culturas v 6.1 para Excel 7.0. In: 2º Congresso da Sociedade Brasileira de Informática Aplicada à Agropecuária e à Agroindústria, SBI-AGRO, Campinas, SP, 1999.
- Santos GV, Oliveira GM, Rocha DF, Almeida LR, Pereira AV, Silva TN. Influência de lâminas de irrigação na produção de milho cultivado na região norte da Bahia. Revista Brasileira de Agricultura Irrigada, v.14, n.5, p.4234-4239, 2020.
<https://doi.org/10.7127/rbai.v14n501208>
- Silveira H, Souza JF de. Estimativa da deficiência e excedente hídrico anual e sazonal nas Bacias Hidrográficas do Parapanema. Revista do Programa de Pós-Graduação em Geografia, v.8, p.3-22, 2016.
<https://doi.org/10.4025/geoinga.v8i1.49324>
- SISDAGRO - Sistema de Suporte à Decisão na Agropecuária. Desenvolvido pelo Instituto Nacional de Meteorologia. 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/servicos/sisdagro>. Acessado em: Junho, 2021.
- Soares SL, Santos GO, Simon GA, Alvares RC. Development of soybean genotypes as a function of water availability and sowing seasons in Rio Verde, State of Goiás. Revista Engenharia na Agricultura, v.29, p.169-178, 2021.
<https://doi.org/10.13083/reveng.v29i1.11758>
- Thornthwaite CW. An approach toward a rational classification of climate. Geographical Review, v.38, n.1, p.55-94, 1948.
- Thornthwaite CW, Mather JR. The water balance. Centerton NJ.: Drexel Institute of Technology - Laboratory of Climatology, 104 p. 1955.
- Tsukahara RY, Fonseca IC de B, Silva MA de A, Kochinski EG, Prestes Neto J, Suyama JT. Produtividade de soja em consequência do atraso da colheita e de condições ambientais. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.51, n.8, p.905-915, 2016.
<https://doi.org/10.1590/S0100-204X2016000800002>
- Várallyay G. The impact of climate change on soils and on their water management. Agronomy Research, v.8, n.2, p.385-396, 2010.