

**UNIVERSIDADE FEDERAL DA GRANDE DOURADOS
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

**PRODUTIVIDADE DA SOJA EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E
IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR**

**JHON LENON ALVES CORRÊA DE SOUZA
JOSÉ ROBERTO GALVÃO**

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

PRODUTIVIDADE DA SOJA EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR

**JHON LENON ALVES CORRÊA DE SOUZA
JOSÉ ROBERTO GALVÃO**

Orientador: PROF. Me. ELTON APARECIDO SIQUEIRA MARTINS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Universidade Federal da Grande Dourados, como
parte das exigências para conclusão do curso de
Engenharia Agrícola.

**DOURADOS
MATO GROSSO DO SUL
2017**

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP).

G182p Galvão, José Roberto

Produtividade da soja em condições de sequeiro e irrigação suplementar. /
José Roberto Galvão, Jhon Lenon Alves Correa de Souza -- Dourados: UFGD,
2017.

36f. : il. ; 30 cm.

Orientador: Elton Aparecido Siqueira Martins

TCC (Graduação em Engenharia Agrícola) -Faculdade de Ciências Agrárias,
Universidade Federal da Grande Dourados.

Inclui bibliografia

1. Déficit hídrico. 2. Glycine Max (L.) Merrill. 3. Variedade BRS 1074. I
Jhon Lenon Alves Correa de Souza II. Título.

Ficha catalográfica elaborada automaticamente de acordo com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

©Direitos reservados. Permitido a reprodução parcial desde que citada a fonte.

PRODUTIVIDADE DA SOJA EM CONDIÇÕES DE SEQUEIRO E IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR

Por

JHON LENON ALVES CORRÊA DE SOUZA
JOSÉ ROBERTO GALVÃO

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como parte dos requisitos exigidos para
obtenção do título de ENGENHEIRO AGRÍCOLA

Aprovado em: 18 de agosto de 2017.



Prof. Me. Elton Aparecido Siqueira Martins
Orientador – UFGD/FCA



Prof. Dr. Luciano Oliveira Geisenhoff
Membro da Banca – UFGD/FCA



Prof. Dr. Fabrício Correia de Oliveira
Membro da Banca – UFGD/FCA

AGRADECIMENTOS

Á Deus pela vida, saúde, proteção, paciência e toda benevolência para com nossas vidas.

Aos nossos pais e familiares em nome de Antônia Pereira de Abreu e Walmir Machuca Galvão, pela inspiração de vida, confiança, suporte, proteção e incentivo inestimável.

Aos nossos orientadores, Prof. Me. Elton Aparecido Siqueira Martins e Prof. Dr. Alessandro Claudio dos Santos Almeida, pela oportunidade de realizar a pesquisa, pela orientação, paciência, amizade, disponibilidade e confiança.

A professora Dr^a. Silvia Corrêa Santos pelas orientações, confiança e todo aprendizado.

Aos professores Dr. Luciano Oliveira Geisenhoff e Dr. Roberto Carlos Orlando por disponibilizar materiais e equipamentos para o desenvolvimento do experimento.

Aos funcionários que ajudaram na implantação, em nome do operador Antônio e do “parça” vulgo Sassá.

A FUNDECT - Fundação de Apoio ao Desenvolvimento do Ensino, Ciência e Tecnologia do Estado de Mato Grosso do Sul, por financiar a pesquisa. Ao CNPq-UFGD pela concessão de bolsa de estudos para desenvolver o projeto. E a EMBRAPA - Agropecuária Oeste por fornecer as sementes das quatro variedades de soja.

Aos amigos de cursos, em especial os que ajudaram na condução e análise do experimento: Bruno Secundino, Fabricio Dantas, Heuler Miranda, Hélio Ramos Borges Jr, Kelvin Savio, Leonardo Estevão, Lucas Mingotti, Luiz Augusto, Nélio Rodrigo, Priscila Jara, Otávio Estevão, Vinícius Argemon e todos que indiretamente nos apoiaram.

Por fim, agradecemos a Universidade Federal da Grande Dourados, em nome dos professores, técnicos administrativos e colaboradores, em especial os da Faculdade de Ciências Agrárias por toda experiência vivida.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE TABELAS	v
LISTA DE FIGURAS	vi
RESUMO.....	vii
ABSTRACT.....	viii
1. INTRODUÇÃO.....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. A cultura da Soja.....	3
2.2. Cultivares utilizadas.....	4
2.3. Déficit hídrico na safra de grãos e demanda hídrica da cultura da soja.....	5
2.4. Irrigação na cultura da soja.....	6
2.5. Uniformidade de distribuição da água.....	7
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	9
3.1. Preparo, amostragem e análise química do solo	10
3.2. Semeadura e instalação do experimento.....	11
3.3. Sistema de irrigação.....	13
3.4. Testes de uniformidade: Aplicação e distribuição da água.....	15
3.5. Manejo da irrigação	16
3.6. Manejo da cultura	18
3.7. Parâmetros avaliados	18
3.8. Análise estatística	19
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	20
4.1 Caracterização climática durante o ciclo da cultura	20
4.2. Avaliações do desenvolvimento da cultura	22
5. CONCLUSÕES	28
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29

LISTA DE TABELAS

	Página
Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área experimental, coletado na profundidade de 0-20 cm.	11
Tabela 2. Valores de Kc (coeficiente da cultura) para as fases da soja	16
Tabela 3. Resumo da condição hídrica para cada fase de desenvolvimento da cultura.	21
Tabela 4. Eventos de irrigação suplementar durante o ciclo da cultura.	21
Tabela 5. Altura final (em cm) de plantas de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.	22
Tabela 6. Altura (cm) de inserção da primeira vagem em quatro variedades de soja.	23
Tabela 7. Número de vagens por planta de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.	24
Tabela 8. Diâmetro (em mm) do caule de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.	25
Tabela 9. Massa de 100 grãos de soja (em g) de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.	26
Tabela 10. Produtividade (em kg ha ⁻¹) de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.	26

LISTA DE FIGURAS

	Página
Figura 1. Croqui da disposição espacial dos tratamentos utilizados no experimento.	9
Figura 2. Implementos utilizados no preparo de solo da área experimental: grade pesada (A) e grade destorroadora-niveladora (B).	10
Figura 3. Adubação e abertura dos sulcos.	12
Figura 4. Distribuição das sementes na linha de semeadura.	13
Figura 5. Sistema convencional de irrigação por aspersão implantado na área experimental para utilização na primeira quinzena após a semeadura das sementes de soja.	13
Figura 6. Distribuição das fitas gotejadoras na área experimental.	14
Figura 7. Captação e recalque de água para irrigar o experimento: reservatório (A) e conjunto moto-bomba (B).	14
Figura 8. Teste de uniformidade de aplicação.	15
Figura 9. Debulha das vagens na trilhadora (A) e limpeza dos grãos de soja (B).	19
Figura 10. Precipitação e evapotranspiração da cultura no período de condução do experimento.	20

GALVÃO, José Roberto; SOUZA, Jhon Lenon Alves Corrêa de. **Produtividade da soja em condições de sequeiro e irrigação suplementar**. 2017. 36p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

RESUMO

A região da grande Dourados apresenta registros de déficit hídrico sazonais no verão que comprometem o rendimento da soja, com isso a irrigação torna-se uma alternativa para garantir o atendimento da demanda hídrica da cultura. Sendo assim, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da irrigação suplementar no desempenho agrônomo de quatro variedades de soja. O experimento foi realizado na safra de verão 2016/2017 na área experimental de Irrigação, da Faculdade de Ciências Agrárias da Universidade Federal da Grande Dourados. O delineamento experimental utilizado foi de blocos casualizados, em esquema bifatorial 4x2 com cinco repetições, totalizando 40 parcelas. As quatro variedades ensaiadas (BRS 7410 IPRÓ, BMX Potência RR, MSOY 6410 e BRS 1003 IPRÓ) refere-se ao fator um (cultivares), e a condição de cultivo (irrigado e sequeiro) corresponde ao fator dois. O manejo da irrigação foi realizado com base no balanço hídrico climatológico. Durante a safra devido às irregularidade da precipitação houve a necessidade de sete eventos de irrigação, totalizando uma lâmina líquida aplicada de 106,04 mm. Os parâmetros avaliados foram: altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem; número de vagens por planta; diâmetro de caule; massa de 100 grãos e produtividade. No cultivo em sequeiro, não houve diferença estatística entre as variedades para a variável produtividade, no entanto, destaca-se que a variedade MSOY 6410 foi numericamente mais produtiva do que as demais, com produtividade média de 3009,52 kg ha⁻¹. No cultivo irrigado observaram-se as maiores médias dos parâmetros avaliados, onde a irrigação proporcionou um incremento de pelo menos 28% na produtividade. As variedades BRS 1074, MSOY 6410 e BRS 1003 foram as mais produtivas sob o cultivo com irrigação suplementar, destacando-se a variedade BRS 1074 a qual produziu 4021,14 kg ha⁻¹.

Palavras-chave: Déficit hídrico. *Glycine max* (L.) Merrill. Variedade BRS 1074.

GALVÃO, José Roberto; SOUZA, Jhon Lenon Alves Corrêa de. **Soybeans productivity under rainfed conditions and supplementary irrigation**. 2017. 36p. Monografia (Graduação em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados – MS.

ABSTRACT

The region of the grande Dourados presents records of seasonal water deficits in the summer that compromise the soybean yield, with this the irrigation becomes an alternative to enure the hydric demand of the crop. Therefore, the objective of this work was to evaluate the effect of supplementary irrigation on the agronomic performance of four soybean varieties. The experiment was carried out in the summer crop 2016/2017 in the experimental area of Irrigation, Faculty of Agrarian Sciences, Federal University of Grande Dourados. The experimental design was a randomized complete block design in a 4x2 two - tailed scheme with five replications, totaling 40 plots. The four tested varieties (BRS 7410 IPRÓ, BMX RR Power, MSOY 6410 and BRS 1003 IPRÓ) refer to factor one (cultivars), and the growing condition (irrigated and dry) corresponds to factor two. Irrigation management was carried out based on the climatic water balance. During the harvest due to the precipitation irregularity, seven irrigation events were required, totaling an applied liquid blade of 106.04 mm. In the experiment the evaluated parameters were: plant height, height of insertion of the first pod; Number of pods per plant; Stem diameter; Mass of 100 grains and productivity. There was no statistically significant difference between the varieties for the productivity variable. It was noted that the MSOY 6410 variety was numerically more productive than the others, with a mean productivity of 3009.52 kg ha⁻¹. In irrigated growing, the highest averages of the evaluated parameters were observed, where irrigation provided an increment of at least 28% in productivity. The varieties BRS 1074, MSOY 6410 and BRS 1003 were the most productive under growing with supplementary irrigation, standing out the BRS 1074 variety which produced 4021.14 kg ha⁻¹.

KEYWORDS: Hydric deficit. *Glycine max* (L.) Merrill. Variety BRS 1074.

1. INTRODUÇÃO

No Brasil o setor agropecuário foi responsável por 48% das exportações totais no ano de 2016, apresentando saldo positivo de US\$ 72,5 bilhões na balança comercial, sendo esse montante equivalente a 3% do Produto Interno Bruto nacional (CNA, 2017). Nesse contexto é de suma importância a participação das commodities agrícolas, com destaque para a produção de grãos, sendo a soja (*Glycine max* (L.) Merrill) a principal cultura cultivada no país.

A soja tem alto potencial de produção de grãos, apresenta ótima adaptação nas mais variadas regiões e épocas de cultivo no Brasil, podendo chegar a 5,5 toneladas por hectare (GAVA et al., 2017). Entretanto apresenta alta variabilidade produtiva entre as cultivares quanto à resposta aos fatores ambientais, justificando a necessidade de pesquisas no sentido de aperfeiçoar o seu cultivo e de reduzir os riscos de prejuízos (CARVALHO et al., 2013).

No Estado do Mato Grosso do Sul é a cultura mais cultivada, sendo semeados anualmente em torno de 2,5 milhões de hectares com soja (CONAB, 2017). Na safra 2016/2017 no município de Dourados/MS foram cultivados em torno de 170 mil ha com produção de aproximadamente 588,53 mil toneladas (FAMASUL, 2017). Na maior parte dessa área se pratica o cultivo em condições de sequeiro, o que torna a produtividade dessa cultura muito dependente das condições climáticas anuais, variando a produção em função da disponibilidade hídrica em cada safra.

No entanto, a região tem um alto potencial para aumentar suas áreas irrigadas, de forma a garantir altas produtividades, produções estáveis e geração de maiores rendimentos econômicos. Como a tecnologia do cultivo irrigado de soja é incipiente na região, são necessárias pesquisas para determinar os genótipos que apresentam maior adaptabilidade neste tipo de cultivo, visando explorar melhor o potencial de produção genética de cada cultivar (GAVA et al., 2017).

Em Dourados/MS a ocorrência de déficit hídrico é uma das principais causas de perdas agrícolas na região, pois na safra de verão ocorrem, com frequência, veranicos e estiagens, devido à distribuição irregular das chuvas (FIETZ et al., 2008). Segundo Vivan et al., (2013) na produção comercial da cultura da soja, a disponibilidade hídrica é o principal fator limitante ao rendimento da cultura. Sendo assim, a irrigação tem como benefícios a obtenção de altos índices de produtividade e da estabilidade interanual da produção, pois evita prejuízos nas lavouras por déficits hídricos e contribui para o melhor planejamento da atividade agrícola (RICHETTI et al., 2015).

A produtividade média da soja cultivada em sequeiro no Brasil é de 2882 kg ha⁻¹, no entanto, em áreas onde há a utilização de irrigação a produtividade média pode alcançar 4800 kg ha⁻¹ (BORGES et al., 2016; GAVA et al., 2016; GAVA et al., 2017). Ao avaliar o efeito da irrigação suplementar em soja, Ibars et al., (2014) obtiveram produtividade média no cultivo irrigado de 3967 kg ha⁻¹, valor esse superior em 872 kg o cultivado em sequeiro, que apresentou produtividade média de 3095 kg ha⁻¹. Segundo Gava et al. (2017) a produtividade da soja irrigada pode ser 60% maior que a cultivada em sequeiro, sendo a produção influenciada pela cultivar usada e pela disponibilidade de água.

De acordo com Richetti et al. (2015), ao realizarem simulações com dados históricos para região da Grande Dourados, concluíram que a irrigação suplementar para produção de soja na região Sul de Mato Grosso do Sul é tecnicamente justificável e deve ser entendida como um fator de produção fundamental para permitir a obtenção de níveis máximos de produtividade. Os autores ressaltam que mesmo em safras com quantidades de distribuição de chuvas mais satisfatórias, as simulações realizadas indicam que sempre houve necessidade de complementação com irrigação para atender a demanda da soja durante o seu ciclo. Em suma, tornam-se fundamentais estudos relacionando o desempenho da produtividade da cultura da soja em cultivos irrigados na região (FLUMIGNAN et al., 2015; RICHETTI et al., 2015; GAVA et al., 2017).

Diante do exposto, objetivou-se com o presente trabalho avaliar o efeito da irrigação suplementar no desempenho agrônômico de quatro variedades de soja.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. A cultura da Soja

A soja (*Glycine max* (L.) Merrill) constitui-se em um dos principais cultivos da agricultura mundial e brasileira, devido ao seu potencial produtivo e a sua composição química e valor nutritivo, que lhe confere multiplicidade de aplicações na alimentação humana e animal, com relevante papel socioeconômico, além de se constituir em matéria-prima indispensável para impulsionar diversos complexos agroindustriais (MAUAD et al., 2010). A soja cultivada comercialmente hoje é uma planta herbácea da família Fabaceae, possui grande variabilidade genética, sendo também influenciada pelo meio ambiente (GOMES, 1990; BORÉM e MIRANDA, 2013).

A cultura é essencialmente uma espécie autógama, ou seja, uma planta polinizada por ela mesma e não por outras plantas, mesmo que vizinhas a ela, com flores perfeitas e órgãos masculinos e femininos protegidos dentro da corola. As flores podem apresentar coloração branca, púrpura diluída ou roxa, de três a oito milímetros de diâmetro. O início da floração dá-se quando a planta apresenta de 10 até 12 folhas trifolioladas, onde os botões auxiliares mostram racemos com duas até 35 flores cada um (GOMES, 1990; BORÉM e MIRANDA, 2013; GAVA et al., 2015).

A cultura da soja é sensível ao fotoperíodo, e a adaptabilidade de cada cultivar varia à medida que se altera o local e a data da semeadura, ou seja, quando varia a latitude. De modo geral, as cultivares brasileiras tem ciclos entre 100 e 160 dias, e podem ser classificados em grupos de maturação precoce, semiprecoce, médio, semitardio e tardio, dependendo da região. Esses fatores podem ser determinantes na produtividade das lavouras de grãos (SANTOS et al., 2013; GAVA et al., 2015).

A produtividade é o parâmetro crucial para determinar o êxito ou não do sistema de manejo. Nos Estados Unidos da América, o maior produtor mundial de soja, a produtividade na safra 2016/2017 foi de 3.177,00 kg ha⁻¹, o que corresponde a 52,95 sc ha⁻¹ (USDA, 2017). Já no Brasil o segundo maior produtor global, a produtividade média nacional de soja cultivada em sequeiro foi de 2.882,00 kg ha⁻¹ o que representa 48,03 sc ha⁻¹. Contudo, existe grande variação entre o máximo valor alcançado e o mínimo, por conta de fatores já citados, tais como a luminosidade (BORGES et al., 2016).

No estado de Mato Grosso do Sul a safra 2016/2017 apresentou recorde histórico na produtividade de soja, atingindo uma média ponderada de 3.372,00 kg ha⁻¹, que corresponde a

3,372 ton ha⁻¹ valor este aproximadamente 15% superior á media nacional. No entanto, na safra 2016/2017 no estado de Mato Grosso do Sul existiu uma variação considerável entre o município que mais produziu (Aral Moreira/MS) e o que menos produziu (Terenos/MS). Sendo que o destaque ficou com Aral Moreira que produziu 3.630,00 kg ha⁻¹, que é equivalente a 60,5 sc ha⁻¹, já o pior índice foi registrado em Terenos, onde produziu 2.718,00 kg ha⁻¹, que representa 45,3 sc ha⁻¹ (APROSOJA, 2017).

Portanto, é evidente que existe variação na produtividade entre os municípios produtores e atenuar essa discrepância por meio de técnicas que visem obter o máximo potencial das culturas torna-se de suma importância (FIETZ e RANGEL, 2008; RICHETTI et al., 2015; GAVA et al., 2017).

2.2. Cultivares utilizadas

A cultivar BMX Potência RR pertence ao grupo de maturação 6.7, e exige de média a alta fertilidade de solo. Sendo a mesma mais cultivada no país, apresentando estabilidade de produção e alta adaptação à antecipação da semeadura. É indicada uma população de 250 a 300 mil plantas ha⁻¹, sendo seu ciclo de aproximadamente 124 dias (FIORESE, 2013; BALBINOT JUNIOR et al., 2014). Ao conduzir experimento avaliando a BMX Potência, Gava et al., (2015) obteve produtividade de 3.307 kg ha⁻¹ no cultivo irrigado e 2.627 kg ha⁻¹ no sequeiro. Para Dourados – MS a produtividade da variedade é de 3.360 kg ha⁻¹ no cultivo sequeiro (FUNDAÇÃO MS, 2016).

A MSOY 6410 IPRÓ é uma cultivar precoce, de ampla adaptação geográfica, com alta resistência ao acamamento e excelente sanidade foliar. Apresenta crescimento indeterminado e está contida no grupo de maturidade 6.4, com ciclo de aproximadamente 120 dias e uma população de 200 a 250 mil plantas ha⁻¹ (MONSANTO, 2016). Para Dourados - MS a MSOY 6410 apresenta potencial de 3.222 kg ha⁻¹ de produtividade cultivada em sequeiro (FUNDAÇÃO MS, 2016).

A cultivar BRS 1003 IPRÓ possui ciclo e porte que viabilizam a segunda safra de milho, tendo como destaque excelente potencial produtivo, ampla adaptação e estabilidade de produção. Apresenta resistência a nematoide de galhas javanica, está inserida no grupo de maturidade relativa 6.3 e possui crescimento indeterminado. É indicada uma população de 250 a 300 mil plantas ha⁻¹, sendo seu ciclo de aproximadamente 98 dias (BORGES et al., 2016). No Estado de Mato Grosso do Sul ao ser cultivada em sequeiro apresenta produtividade média de 4.116 kg ha⁻¹ (FUNDAÇÃO MS, 2016).

A cultivar BRS 1074 IPRÓ é uma tecnologia lançada na safra 2016/2017 pela EMBRAPA juntamente com a Fundação Meridional. É pertencente ao grupo de maturidade 7.4 e apresenta característica de crescimento indeterminado. Destaca-se sua estabilidade produtiva, com ótima sanidade foliar e radicular. Possui elevada resistência ao acamamento e o seu ciclo é de aproximadamente 100 dias. Sendo indicada uma população de 250 a 350 mil plantas ha⁻¹ (BORGES et al., 2016).

2.3. Déficit hídrico na safra de grãos e demanda hídrica da cultura da soja

A ocorrência de déficit hídrico em áreas não irrigadas é uma das principais causas de perdas agrícolas na região sul do Mato Grosso do Sul, pois na safra de verão ocorrem, com frequência, veranicos e estiagens, devido á grande demanda evapotranspirativa e pela distribuição irregular das chuvas (FIETZ e URCHEI, 2002; GAVA et al., 2016).

Sendo assim, a variabilidade na distribuição de chuvas, principalmente durante o período de primavera-verão, é a principal limitação á expressão das características de produção da planta no Sul do Brasil. Quando aumenta a frequência dessas instabilidades nas precipitações em determinadas regiões, busca-se uma maneira para amenizar ou solucionar o problema, como o uso de irrigação, por exemplo, (FIETZ e RANGEL, 2008).

Os efeitos da deficiência hídrica sobre a produção de uma espécie dependem da sua intensidade, duração, época, ocorrência e da sua interação com outros fatores determinantes da produtividade final (SILVA, 2011; PEDROTTI, 2014). Portanto, estudos sobre manejo de déficit hídrico na irrigação aliados aos dados relacionados às características físicas do solo, podem reduzir a utilização de água e energia elétrica pelos sistemas, sem prejudicar a produtividade das culturas (GAVA et al., 2016).

A evapotranspiração da cultura é utilizada como parâmetro para estimar a água liberada pela planta. Segundo Saldanha (2009), na fase inicial do desenvolvimento das plantas, as perdas 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.

A soja atinge a máxima exigência hídrica na floração e no enchimento de grãos (7 a 8 mm dia⁻¹). O estresse hídrico neste período pode ocasionar problemas fisiológicos graves que ocasionam queda prematura de folhas e conseqüentemente redução de produtividade. A necessidade de água durante todo o ciclo para um rendimento máximo varia de 450 a 800 mm

dependendo, principalmente do clima, manejo da cultura e variedade empregada (FIETZ e URCHEI, 2002; GAVA et al., 2015; SOUZA, 2016).

Os dois períodos mais sensíveis da soja ao déficit hídrico são a germinação e a fase de enchimento de grãos, porque envolvem diretamente a formação dos componentes do rendimento. No florescimento a ocorrência de déficit hídrico na soja causa o aborto das flores e impede a antese, enquanto no enchimento dos grãos, afeta a massa dos grãos, e conseqüentemente a produção (FAGERIA, 1989; MELO et al., 2004). Para atender a demanda hídrica da cultura quando não há distribuição regular de chuvas, a fim de alcançar o potencial produtivo, a utilização da irrigação é uma das práticas mais eficazes na melhoria da produtividade e na manutenção da qualidade dos produtos agrícolas (CASAGRANDE, 2001; EMBRAPA, 2013; GAVA et al., 2015).

2.4. Irrigação na cultura da soja

No Brasil a soja é cultivada majoritariamente em sequeiro, no entanto, pesquisas ressaltam que para atingir o seu máximo potencial produtivo pode haver necessidade do uso de irrigação complementar em diferentes regiões brasileiras (FLUMIGAN et al., 2015; GAVA et al., 2017; RICHETTI et al., 2015). A Lei Nº 12.787 de 11 de Janeiro de 2013 define como agricultura irrigada toda e quaisquer atividades econômicas que explorem atividades agrícolas, florestais, ornamentais, pastagens, bem como atividades agropecuária afins, com uso de técnicas de irrigação ou drenagem (BRASIL, 2013). No ano de 2014 a Agência Nacional de Águas foi responsável pela liberação de cerca de 4.350 outorgas válidas para irrigação no país, sendo desse montante 14,7 % destinados à cultura da soja. O método mais utilizado é a aspersão via sistema de pivô central, com 43 % das licenças para uso da água (ANA, 2016).

Os ápices de demanda hídrica da soja ocorrem no início das fases vegetativa e reprodutiva, com isso torna-se de suma importância à suplementação quando não há precipitações suficientes (CARVALHO et al., 2013; VIVAN et al., 2013). Sendo assim, no intuito avaliar a influência da irrigação suplementar em soja utilizando sistema de pivô central, Gava et al., (2017) constataram que ao expor a cultura a déficit hídrico nas fases de emergência e enchimento de grãos proporciona diminuição de até 60 % da produtividade.

Maehler et al., (2003) ressaltam a importância da irrigação complementar em soja, uma vez que, ao estudarem o potencial e rendimento da cultura irrigada no município de Eldorado do Sul – RS, obtiveram no tratamento irrigado uma produtividade média de 5.189 kg ha⁻¹, sendo

superior em 1.749 kg ha^{-1} o tratamento sequeiro que produziu 3.440 kg ha^{-1} , utilizando o método de aspersão sistema convencional para suprir um déficit hídrico de 85 mm.

Em condições ideais de luminosidade e adubação, a irrigação é fator preponderante para obtenção de altas produtividades em soja (VIVAN et al., 2010). Portanto, visando atenuar os efeitos dos déficits hídricos Herzog et al. (2004), afirmam que a irrigação suplementar pelo método de aspersão sistema convencional aumenta em 11% a produtividade quando comparada ao cultivado em sequeiro.

A necessidade do uso eficiente da água é primordial para o sucesso da agricultura irrigada, com isso o método de irrigação localizada pelo sistema de gotejamento é o mais indicado (ANA, 2016; JANNUZZI, 2016). Nesse sentido, ao avaliar a soja irrigada por sistema de gotejamento Nunes et al., (2016) constataram que a irrigação promove melhorias significativas dos parâmetros agrônômicos além de contribuir para o aumento de produtividade.

2.5. Uniformidade de distribuição da água

A irrigação apresenta um papel importante no aumento da produtividade das culturas, contudo, a uniformidade de distribuição de água tem sido um fator limitante para se alcançar um manejo eficiente do uso da água aplicada (ZOCOLER et al., 2004).

Um sistema de irrigação geralmente é dimensionado de acordo com a uniformidade de distribuição de água desejada, a qual geralmente é determinada em função do valor econômico da cultura a ser irrigada. Contudo, deve-se salientar que existem dois tipos principais de uniformidade que devem ser consideradas (BÍSCARO, 2014).

A primeira refere-se à uniformidade de distribuição espacial no campo, que está relacionada ao perfil de distribuição ao longo do seu diâmetro molhado e a necessidade de sobreposição dos jatos ou de bulbos úmidos. A segunda é a uniformidade de aplicação de água ao longo de uma linha lateral, ou seja, a uniformidade da vazão entre os emissores (ALMEIDA et al., 2010; FRIZZONE, 2012; GEISENHOFF et al., 2015). O coeficiente de uniformidade de Christiansen (CUC) foi o primeiro índice proposto para quantificação da uniformidade na distribuição da água em sistemas de irrigação convencional. A uniformidade de distribuição é um indicador da variabilidade da lâmina de água aplicada ao longo da extensão da superfície do terreno. Além do coeficiente de Uniformidade de Christiansen, outro coeficiente bastante utilizado para representação da uniformidade na irrigação é o

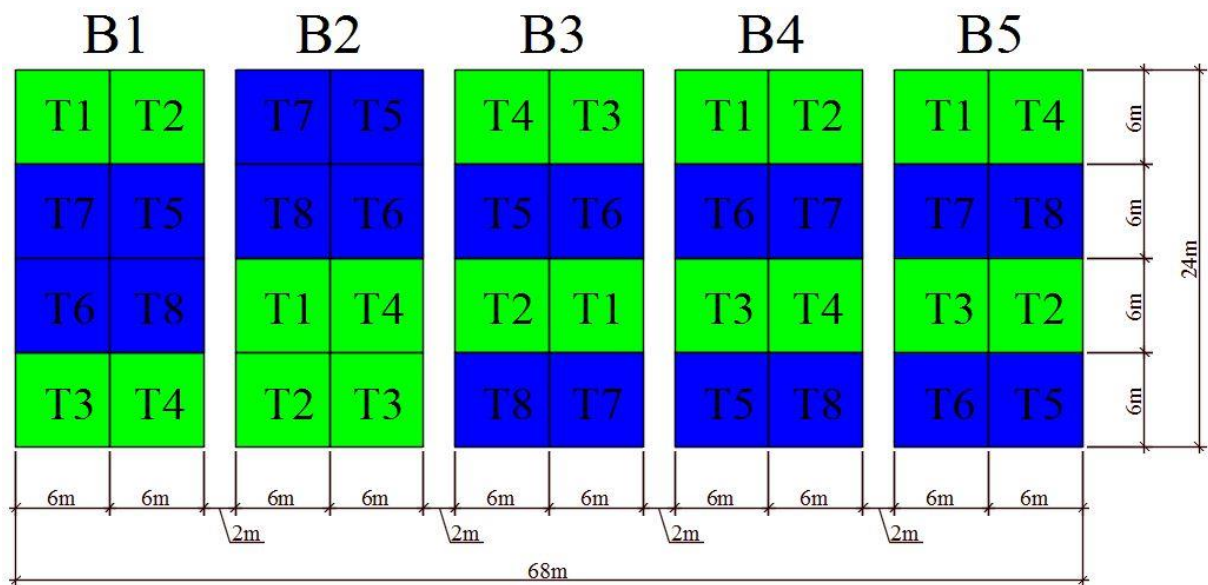
Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD), sendo este método recomendado pelo Serviço de Conservação de Solo dos Estados Unidos (ALMEIDA et al., 2010).

Avaliando cinco sistemas diferentes de irrigação em Dourados – MS, Geisenhoff et al., (2015) alcançaram valores de CUC e CUD iguais á 96,6 % e 96 % respectivamente, em irrigação via gotejamento superficial. Esses valores de Uniformidade de Distribuição são considerados plausíveis, pois, quando o CUC é superior a 90 % e o CUD é superior a 84 % tem-se que a distribuição é excelente, já quando o CUC é menor que 70 % e o CUD é inferior a 52% considera-se uma uniformidade ruim (FRIZZONE et al., 2007).

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi realizado durante a safra de verão 2016/2017 na área experimental de Irrigação, da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados, localizada na Rodovia Dourados – Itahum, km 12, no município de Dourados-MS, cujas coordenadas geográficas são 22° 11' 45'' S e 54° 55' 18'' W, com altitude média de 456 metros. O clima da região é do tipo Cwa (mesotérmico úmido, com verão chuvoso) segundo a classificação de Köppen-Geiger (PEEL et al., 2007), com médias anuais para precipitação pluviométricas e temperatura de 1400 mm e 22°C, respectivamente, sendo o solo da região classificado como Latossolo Vermelho Distroférico (CORTEZ et al., 2013).

A área de cada bloco experimental foi de 288 m² (12 x 24 m), a área de cada parcela foi de 36 m² (6 x 6 m), e por fim a área total utilizada para a implantação do experimento foi de 1632 m² (24 x 68 m), conforme ilustrado na Figura 1.



Legenda:

T1 – BRS 1074 IPRO Sequeiro
 T2 – BMX Potência IPRO Sequeiro
 T3 – MSOY 6410 IPRO Sequeiro
 T4 – BRS 1003 IPRO Sequeiro

T5 – BRS 1074 IPRO Irrigado
 T6 – BMX Potência IPRO Irrigado
 T7 – MSOY 6410 IPRO Irrigado
 T8 – BRS 1003 IPRO Irrigado

Figura 1. Croqui da disposição espacial dos tratamentos utilizados no experimento.

O delineamento experimental utilizado na condução do estudo foi em blocos casualizados, em esquema bifatorial 4x2 com cinco repetições, totalizando 40 parcelas. As quatro cultivares ensaiadas (BRS 7410 IPRÓ, BMX Potência RR, MSOY 6410 e BRS 1003

IPRÓ) refere-se ao fator um (cultivares), e a condição de cultivo (irrigado e sequeiro) corresponde ao fator dois.

3.1. Preparo, amostragem e análise química do solo

Foi realizado o preparo convencional da área, sendo inicialmente gradeada a uma profundidade de aproximadamente 25 cm, com grade pesada de arrasto da marca Baldan, modelo GTA, com 10 discos de 30” e com a largura de trabalho de 1,53 m (Figura 2A). Em seguida, foi realizado mais uma gradagem com uma grade destorroadora-niveladora de arrasto da marca Baldan, modelo NV, com 28 discos de 20” e com largura de trabalho de 2,35 m (Figura 2B).

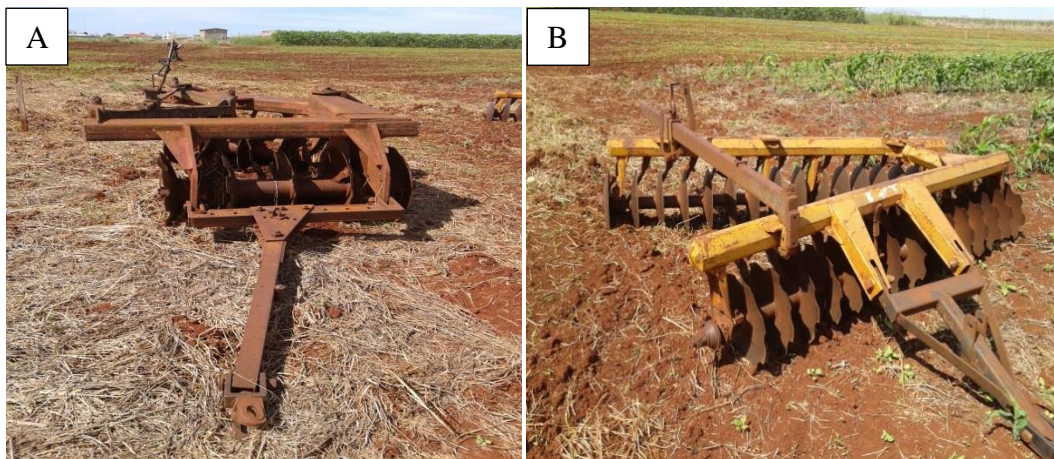


Figura 2. Implementos utilizados no preparo de solo da área experimental: grade pesada (A) e grade destorroadora-niveladora (B).

Para as análises do solo, coletou-se as amostras na profundidade de 0 - 20 cm para cada bloco, e em seguida amostras foram enviadas ao laboratório para ser realizada a análise química do solo. As análises foram realizadas no laboratório de química do solo da Faculdade de Ciências Agrárias (FCA) da Universidade Federal da Grande Dourados, onde foram analisados os seguintes parâmetros: pH em CaCl_2 , pH em H_2O , pH SMP, fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), alumínio mais hidrogênio (H + Al), soma de bases (SB), saturação por bases (V%), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), conforme apresentado na Tabela 1.

Tabela 1. Resultado da análise química do solo da área experimental, coletado na profundidade de 0-20 cm.

Blocos	pH CaCl ₂	pH H ₂ O	P	K	Al	Ca	Mg	H+Al	pH SPM	SB	CTC	V (%)
B1	4,80	5,30	7,80	0,70	0,26	3,80	1,48	4,80	5,90	5,98	10,78	55,47
B2	4,88	5,58	6,20	0,61	0,31	4,51	2,61	5,80	5,78	7,73	13,53	57,13
B3	4,63	5,26	8,10	0,55	0,36	3,98	1,49	5,50	5,45	6,02	11,52	52,26
B4	4,45	5,32	8,70	0,63	0,35	4,20	1,71	5,40	5,77	6,54	11,94	54,77
B5	4,60	5,22	8,20	0,67	0,32	4,05	2,31	6,40	5,54	7,03	13,43	52,34

De acordo com os resultados da análise química (Tabela 1), o solo apresentou um baixo pH e alto teor de alumínio, em que foi necessário realizar a correção do mesmo por meio de calagem, logo calculou-se a necessidade de calcário pelo método baseado na elevação da saturação de bases, visando elevar a saturação por bases a valores de 60% (EMBRAPA, 2013). A necessidade de calcário (NC) foi obtida por meio da Equação 1, sendo calculada a NC para cada bloco em que foi implantado os tratamentos.

$$NC = \frac{CTC \cdot (V2-V1)}{10 \cdot PRNT} \quad (1)$$

em que:

NC - necessidade de calcário, ton ha⁻¹;

V1 - saturação por bases do solo, %;

V2 - saturação por bases requerido pela cultura, %; e

PRNT - poder real de neutralização total; refere-se à qualidade do corretivo.

O calcário utilizado foi o dolomítico com PRNT de 90%, a quantidade aplicada para os blocos B1, B2, B3, B4 e B5 foi de 15,61; 12,41; 28,54; 19,97 e 32,89 kg, respectivamente, com base nas doses de 542,20; 431,07; 991,01; 693,26 e 1142,11 kg ha⁻¹ calculadas, por meio da Equação 1, para esses blocos.

3.2. Semeadura e instalação do experimento

Após o preparo do solo foi realizado a distribuição do fertilizante por meio de uma semeadora-adubadora da marca Seed-MAX, modelo PC 2103, de três linhas com

espaçamento de 0,45 m na entre linha (Figura 3), aplicando uma dose de 350 kg ha⁻¹ de formulado NPK (8-20-20).



Figura 3. Adubação e abertura dos sulcos.

Antes da semeadura, as sementes foram tratadas in loco com fungicida Vita Vax Thiram 200Sc na dose de 200 ml para cada 100 kg de sementes, e as mesma foram submetidas ao inoculante turfoso na proporção de 30% de água para melhorar a aderência. A semeadura foi realizada manualmente nos dias 28 e 29 de Outubro de 2016, após ter sido efetuado a adubação.

A distribuição de sementes (Figura 4) foi com base na porcentagem de germinação e de pureza estabelecida pelo fornecedor, com uma população teórica recomendada de 330 000 plantas ha⁻¹, sendo semeadas aproximadamente 15 sementes por metro.



Figura 4. Distribuição das sementes na linha de semeadura.

3.3. Sistema de irrigação

Na primeira quinzena do experimento utilizou-se do método de aspersão por sistema de irrigação convencional (Figura 5), a fim proporcionar a umidade adequada para o solo e assim padronizar a germinação/emergência da soja em todas as parcelas experimentais. Na aspersão foi utilizado o aspersor da marca Agropolo, modelo NY-25, com pressão de serviço de 30 m.c.a, vazão de $0,441 \text{ m}^3 \text{ h}^{-1}$ e intensidade de aplicação $3,10 \text{ mm h}^{-1}$.



Figura 5. Sistema convencional de irrigação por aspersão implantado na área experimental para utilização na primeira quinzena após a semeadura das sementes de soja.

Após a primeira quinzena foi implantado o método de irrigação localizada (Figura 6), por meio do sistema de gotejamento superficial, com fitas gotejadoras da marca Petroisa, distância de 0,20 m entre emissores, vazão de $1,5 \text{ L h}^{-1}$, e com pressão de serviço de 10 m.c.a. As fitas gotejadoras foram montadas no espaçamento de 0,90 m, e com intensidade de aplicação de $7,5 \text{ mm h}^{-1}$.



Figura 6. Distribuição das fitas gotejadoras na área experimental.

A água utilizada para irrigação deriva de um reservatório (Figura 7A) com volume útil de aproximadamente 160 m^3 , sendo bombeada por um conjunto moto-bomba da marca Schneider, modelo BC-21R, de 7,5 cv de potência e pressão de serviço máxima de 40 m.c.a (Figura 7B).



Figura 7. Captação e recalque de água para irrigar o experimento: reservatório (A) e conjunto moto-bomba (B).

3.4. Testes de uniformidade: Aplicação e distribuição da água

Para determinar a uniformidade de aplicação e distribuição da água, utilizou-se o Coeficiente de Uniformidade de Christiansen (CUC) e o Coeficiente de Uniformidade de Distribuição (CUD). Para determinar o CUC coletou-se em cada bloco amostras de 20 emissores de cada fita gotejadora (Figura 8), sendo cinco emissores ensaiados no início; dez no meio e, cinco no trecho final, por um período de dois minutos.



Figura 8. Teste de uniformidade de aplicação.

De posse dos dados utilizou-se a Equação 2 para calcular CUC. Já o CUD foi obtido utilizando a média de 25 % das menores vazões encontradas no ensaio, onde se obteve o valor calculado por meio da Equação 3 conforme recomendado por BÍSCARO (2014).

$$CUC = 100 \cdot \left(1 - \frac{\sum_{i=1}^n |q_i - q_m|}{n \cdot q_m} \right) \quad (2)$$

$$CUD = \frac{q_1}{q_{total}} \cdot 100 \quad (3)$$

em que:

CUC - coeficiente de uniformidade de Christiansen, %;

q_i - vazão de cada gotejador, $L h^{-1}$;

q_m - vazão média dos gotejadores, $L h^{-1}$; e

n - número de emissores ensaiados.

CUD - coeficiente de uniformidade de distribuição, %;

q_{1/4} - média de 25 % das vazões que apresentaram os menores valores;

q total = média de todas as vazões.

Após o ensaio dos emissores obteve-se o valor de 92,0% para o coeficiente de uniformidade de Christiansen e de 87,0% para o coeficiente de uniformidade de distribuição.

3.5. Manejo da irrigação

O manejo da irrigação foi realizado com base no balanço hídrico climatológico calculado em planilha eletrônica. Os dados da ETo (evapotranspiração de referência, em mm) e Kc (coeficiente da cultura) (Tabela 2) foram coletados na plataforma guia clima EMBRAPA-CPAO. Esses dados são coletados da estação meteorológica da Embrapa Agropecuária Oeste, localizada em Dourados/MS.

Para calcular a evapotranspiração da cultura (ETc, em mm), por meio da Equação 4, foram utilizados os valores de Kc para cada fase de desenvolvimento da soja, conforme Tabela 2.

$$ETc = ETo \cdot Kc \quad (4)$$

Tabela 2. Valores de Kc (coeficiente da cultura) para as fases da soja

Fase	Sub Período	Kc
I	S - V2	0,39
II	V2 - R1	1,09
III	R1 - R5	1,61
IV	R5 - R7	1,28

Fonte: Embrapa Agropecuária Oeste (2017).

Com os valores da ETc, precipitação, eficiência operacional e intensidade de aplicação das fitas, determinava-se a lâmina e o tempo de irrigação a ser aplicada em um turno de rega variável. A irrigação foi realizada simultaneamente nos tratamentos irrigados. Para determinar a lâmina líquida foi utilizada a Equação 5:

$$LL = (Prec - Etc) \quad (5)$$

em que:

LL - lâmina líquida, mm;

PREC - precipitação, mm; e

ETc - evapotranspiração da cultura, mm

Na determinação da LL levava-se em consideração a seguinte condição:
Se $Prec > ETc$, então LL será igual a 0.

A lâmina bruta que leva em consideração a eficiência operacional do sistema de irrigação, pelas quais todo sistema sofre uma perda, seja por deriva, evaporação ou outros fatores, foi calculada pela Equação 6:

$$LB = \frac{LL}{Ef} \quad (6)$$

em que:

LB - Lâmina bruta, mm; e

Ef - Eficiência operacional do sistema, decimal (0,78).

A eficiência operacional do método localizado de irrigação, ao qual se enquadra o sistema de gotejamento superficial foi obtido de acordo com MERRIAN e KELLER (1978), por meio da Equação 7.

$$Ef = 0,9 \cdot CUD \quad (7)$$

O tempo de irrigação foi calculado pela Equação 8:

$$TI = \frac{LB}{IA} 60 \quad (8)$$

em que:

TI - Tempo de irrigação, minutos; e

IA - Intensidade de aplicação, $mm\ h^{-1}$.

3.6. Manejo da cultura

Durante a condução do experimento (outubro de 2016 a fevereiro de 2017) foi necessário à adoção do manejo integrado de pragas, visando subsidiar a tomada de decisão quanto às aplicações a serem realizadas para evitar que os ataques causassem danos a níveis econômicos.

Sendo assim, nos tratos culturais da cultura foram necessárias duas aplicações via costal de herbicida sistêmico (Gliphosate) na dose de 2,0 L ha⁻¹ para controle de ervas daninhas, duas aplicações para prevenção e controle da ferrugem asiática (*Phakopsora pachyrhizi*) de fungicida Priori Xtra (200 g L⁻¹ Azoxistrobina 80 g L⁻¹ Ciproconazol) na dose de 300 ml ha⁻¹ + 10 ml de adjuvante específico Assisti® (óleo mineral para boa performance); três aplicações de inseticida de ação sistêmica Urge 750 SP na dose de 0,4 kg ha⁻¹ de pó solúvel para controle dos percevejos marrom (*Euschistus heros*), verde (*Nezara viridula*) e percevejo verde pequeno (*Piezodurus guil dinii*).

3.7. Parâmetros avaliados

Para a avaliação da cultura no final do seu ciclo foram colhidas, aleatoriamente, cinco plantas em cada parcela, em que foi mensurado o número de vagens por planta, altura da planta, altura de inserção da primeira vagem e diâmetro do caule.

Para quantificar a produtividade da cultura foram colhidas as plantas de uma área amostral correspondente a 9,9 m², sendo quatro linhas de 5,50 m de comprimento no espaçamento de 0,45 m, no meio de cada parcela. A colheita foi realizada manualmente, e em seguida procedeu-se a debulha dos grãos em uma trilhadora elétrica da marca Imack, com motor de 7,5 cv (Figura 9A). Posteriormente a debulha, a massa de grãos apresentava alta quantidade de matéria estranha devido ao processo de colheita e processamento, sendo assim houve a necessidade de proceder à limpeza do material para retirar parte das impurezas (Figura 9 B).



Figura 9. Debulha das vagens na trilhadora (A) e limpeza dos grãos de soja (B).

Após a debulha e limpeza determinou-se a massa dos grãos em balança eletrônica, e o teor de água dos grãos em um determinador de umidade da marca Gehaka, modelo G800. Uma vez determinado o teor de água dos grãos, foi realizado a correção da massa de grãos para o teor de água de 14% (SMANIOTTO et al., 2014), por meio da Equação 9.

$$M_{14\%} = \frac{100 - U_i}{100 - 14} \cdot M_i \quad (9)$$

em que:

$M_{14\%}$ - Massa de produto com 14% de umidade, kg;

M_i - Massa inicial do produto, kg; e

U_i - Umidade inicial do produto, % b.u..

Após corrigir a umidade do produto colhido, determinou-se a produtividade de cada tratamento por meio da razão da massa corrigida de produto colhido por unidade de área, expressando assim em kg ha^{-1} .

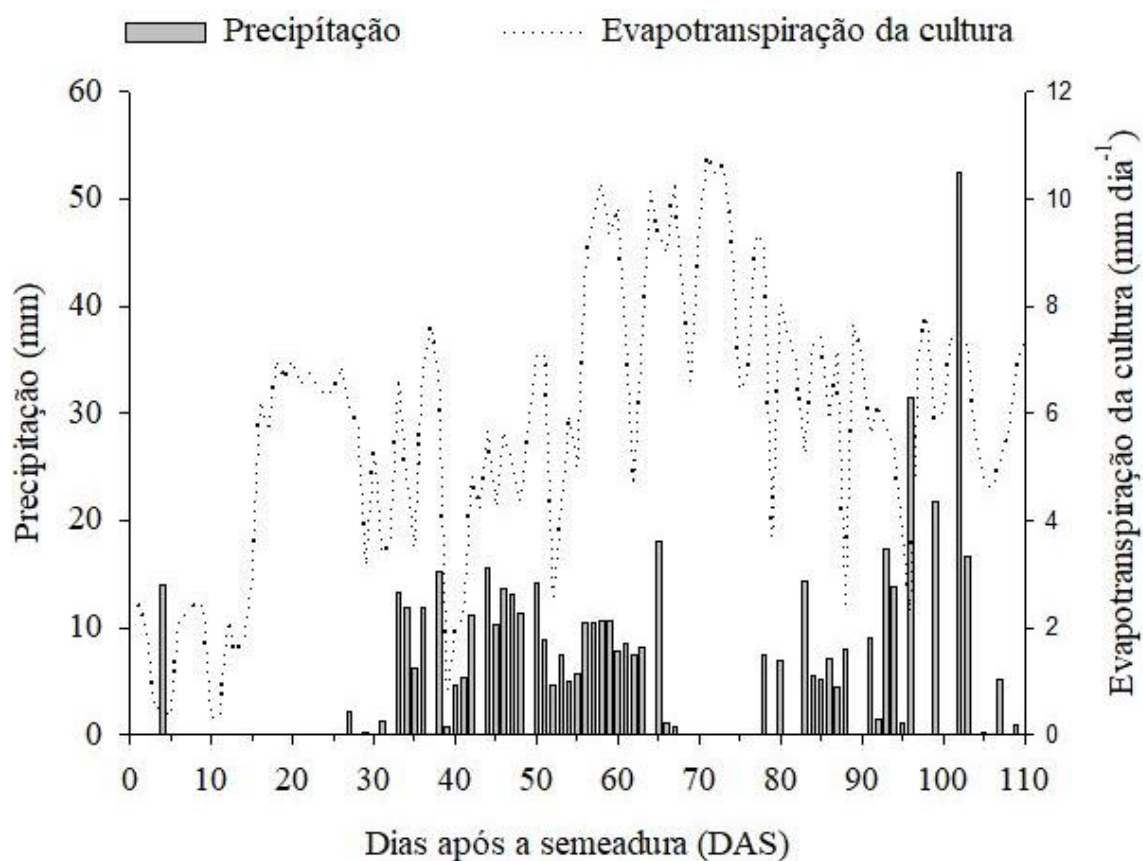
3.8. Análise estatística

As avaliações (altura final de plantas, altura de inserção da primeira vagem, diâmetro de caule, número de vagens por planta, massa de 100 grãos e produtividade) foram submetidas à análise de variância, e quando significativos ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F, foi realizado o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, utilizando-se o programa estatístico Assistat versão 7.7 (SILVA e AZEVEDO, 2016).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização climática durante o ciclo da cultura

A contribuição hídrica referente à precipitação pluviométrica ocorrida durante todo o ciclo da cultura (110 dias) foi de 532,13 mm (Figura 10). No mesmo período a evapotranspiração da cultura atingiu 633,35 mm, evidenciando a importância do uso da irrigação suplementar como uma alternativa para atenuar os efeitos provocados pelos fenômenos climáticos.



Fonte: CPAO-EMBRAPA AGROPECUARIA OESTE: Guia Clima.

Figura 10. Precipitação e evapotranspiração da cultura no período de condução do experimento.

A necessidade hídrica da soja varia de acordo com seu estágio de desenvolvimento, sendo a germinação, o florescimento e o enchimento de grãos os períodos de maior demanda por água (GAVA et al., 2016). No presente trabalho, nas fases I, II e III houve a necessidade de irrigação suplementar devido à irregularidade de distribuição da precipitação, fato que não

se observou na fase IV. O início do florescimento da cultura (fase III) foi o período mais crítico em relação à disponibilidade hídrica (Tabela 3), uma vez que a evapotranspiração da cultura foi superior em 70,72 mm à precipitação ocorrida no período. Na mesma fase (florescimento), Souza (2016) estudando a resposta da soja a irrigação na safra 2014/2015 em Dourados - MS constatou déficit hídrico de 160 mm, que representou 70% do déficit total ocorrido no ciclo da cultura.

Tabela 3. Resumo da condição hídrica para cada fase de desenvolvimento da cultura.

Fase	Precipitação (mm)	Etc (mm dia⁻¹)	Prec - Etc (mm)
I	13,90	21,22	-7,32
II	162,10	190,10	-28,00
III	169,17	239,89	-70,72
IV	186,96	182,14	4,81
Ciclo	532,13	633,35	-101,22

Em Dourados - MS a ocorrência de déficit hídrico é uma das principais causas de perdas agrícolas na região, pois na safra de verão ocorrem, com frequência, veranicos e estiagens, devido à distribuição irregular das chuvas (FIETZ et al., 2008). Sendo assim, visando atenuar os efeitos da má distribuição da precipitação, foram realizados sete eventos de irrigação suplementar (Tabela 4) na cultura da soja nas fases I, II e III (Tabela 3).

Tabela 4. Eventos de irrigação suplementar durante o ciclo da cultura.

Eventos	Data	LL (mm)	LB (mm)	Tempo (h)
1	15/11/2016	11,34	14,54	1,93
2	18/11/2016	13,95	17,89	2,40
3	21/11/2016	10,03	12,86	1,71
4	05/01/2017	17,68	22,67	3,02
5	08/01/2017	15,50	19,87	2,65
6	11/01/2017	17,68	22,67	3,02
7	08/01/2017	19,86	25,46	3,40
TOTAL	--	106,04	135,96	18,13

No total foram aplicados 135,96 mm de lâmina bruta no decorrer da safra de verão 2016/2017, esse valor vai de encontro a afirmação de Flumignan et al. (2015), que ao

realizarem trabalho de simulação utilizando série histórica de dados climáticos entre os anos de 2001 e 2013 para Dourados – MS, constataram necessidade de irrigação em todas as safras avaliadas, variando de 132,9 mm a 416,8 mm de lâmina bruta. Isso mesmo em safras onde a precipitação foi superior a média da necessidade hídrica da cultura, devido à irregularidade de distribuição das chuvas durante a safra.

4.2. Avaliações do desenvolvimento da cultura

A altura das plantas estudadas variou de 92,0 cm (MSOY 6410) á 108,2 cm (BMX Potência) no cultivo irrigado e de 84,8 cm á 105,6 cm no sequeiro (Tabela 5).

Tabela 5. Altura final (em cm) de plantas de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.

Variedades	Sequeiro	Irigado
BRS 1074	89,6 Bb	94,6 Ba
BMX Potencia	105,6 Ab	108,2 Aa
MSOY 6410	84,8 Bb	92,0 Ba
BRS 1003	90,2 Bb	94,6 Ba
Média	92,55	97,35
CV(%)	5,01	

Nota: Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey á 5% de probabilidade.

Na Tabela 5 pode-se observar que a BMX Potência destacou-se no fator variedade, onde a mesma apresentou diferença significativa em relação às outras variedades no parâmetro avaliado. As plantas submetidas à irrigação obtiveram as maiores médias de alturas em todas as variedades estudadas, quando comparadas com as cultivadas em sequeiro, corroborando com Gava et al. (2016), que obtiveram médias de 110 cm e 87 cm para irrigado e sequeiro respectivamente. Souza (2016) ao realizar experimento na mesma área do presente trabalho na safra 2014/2015, verificou as maiores médias de alturas nas plantas submetidas à irrigação. Corroborando com Karst e Silva (2016) que na safra 2015/2016 obtiveram resultados semelhantes.

No Brasil, variedades comerciais normalmente apresentam altura média de 60 a 120 cm (BORÉM e MIRANDA, 2013; HAMAWAKI et al., 2005). Para reduzir perdas de produtividade na colheita, Barros et al., (2003) ressaltam que a altura das plantas de soja não podem ser inferiores a 50 cm. Portanto, as variedades utilizadas no presente trabalho estão

dentro das características agrônômicas desejáveis para a cultura. Em suma as maiores médias de altura foram encontradas nos tratamentos submetidos à irrigação suplementar.

O conhecimento da altura de inserção das vagens é de suma importância para viabilizar a colheita mecanizada dos grãos. Sendo assim, por meio de acompanhamento e avaliações a campo registrou-se esse parâmetro.

As variedades BMX Potência e BRS 1003 não diferiram estatisticamente entre si em ambos os tratamentos avaliados (Tabela 6), porém, as mesmas apresentaram diferença significativa no fator sequeiro em relação à BRS 1074 e MSOY 6410. Sendo a maior altura de inserção da primeira vagem de 18,42 cm observada na BMX Potência na condição irrigada, e a menor altura igual a 14,70 cm foi registrada no cultivo sequeiro com a variedade BRS 1074.

Tabela 6. Altura (cm) de inserção da primeira vagem em quatro variedades de soja.

Variedades	Sequeiro	Irrigado
BRS 1074	14,70 Bb	17,94 Aa
BMX Potencia	17,30 Aa	18,42 Aa
MSOY 6410	14,96 Bb	17,33 Aa
BRS 1003	16,32 Aa	17,58 Aa
Média	15,82	17,82
CV(%)	17,72	

Nota: Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey à 5% de probabilidade.

A altura de inserção da primeira vagem de soja é uma característica agrônômica importante à operação de colheita mecânica dos grãos, pois determina a regulagem da altura da barra de corte da plataforma da colhedora, visando obter a máxima eficiência durante esse processo (MEDINA et al., 1997).

Segundo Sedyama (1996), para que não haja perda na colheita pela barra de corte, a altura mínima da primeira vagem deve ser de 10 a 12 cm, em solos de topografia plana e de 15 cm, em terrenos mais inclinados. Portanto, na análise dos dados da Tabela 6, independente dos tratamentos aplicados as variedades não apresentariam limitação à colheita mecanizada, pois, o tratamento onde foi registrado a menor altura de inserção da primeira vagem ocorreu na variedade BRS 1074 sob cultivo sequeiro com 14,7 cm.

No geral, as variedades obtiveram uma maior quantidade média de vagens nos tratamentos submetidos à irrigação suplementar, onde o maior valor obtido foi de 50,6 vagens verificadas na cultivar BRS 1074 quando submetida ao sistema de cultivo irrigado (Tabela 7).

Tabela 7. Número de vagens por planta de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.

Variedades	Sequeiro	Irrigado
BRS 1074	41,60 Ab	50,60 Aa
BMX Potencia	40,00 Aa	45,40 Aa
MSOY 6410	37,20 Ab	45,40 Aa
BRS 1003	39,60 Aa	43,60 Aa
Média	39,6	46,25
CV(%)	20,02	

Nota: Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey á 5% de probabilidade.

De acordo com a análise do número de vagens por planta, evidencia-se que as variedades BMX Potência e BRS 1003 não diferiram estatisticamente entre os tipos de cultivo (sequeiro e irrigado). Contudo, a BRS 1074 e a MSOY 6410 apresentaram diferença estatística significativa entre os cultivos. A variedade que apresentou o menor número de vagens (37,2) por planta foi a MSOY 6410 e estava em condição de sequeiro.

Souza (2016) e Karst e Silva (2016), realizando trabalho semelhante ao presente estudo e na mesma área experimental, verificaram que a irrigação suplementar na soja aumenta o número de vagens por planta em até 50 %.

Ao realizarem trabalhos semelhantes, Vivan et al. (2013), Ibars et al. (2014), Pedrotti (2014), Gava et al. (2016) e Gava et al. (2017), observaram que a irrigação permitiu a formação de maior número de vagens, atingindo uma média de aproximadamente 50 vagens por planta em sistema de cultivo com irrigação suplementar.

No presente estudo foi utilizada uma densidade de semeadura de 15 sementes por metro, com uma população teórica de 330 000 plantas ha⁻¹. Segundo Mauad et al., (2010) com esse número de 15 sementes de soja por metro linear, estima-se um número médio ideal de 42 vagens por planta, número próximo aos valores encontrados para as variedades deste experimento.

Na avaliação entre variedades não houve diferença significativa á nível de 5% de probabilidade. Como não se utilizou de diferentes populações de plantas de soja, atribui-se essa resposta às características de cada variedade conforme (NAKAGAWA et al., 1988).

Na avaliação do diâmetro das plantas (Tabela 8), não se constatou nenhuma diferença significativa tanto para os sistemas de cultivo, quanto para as variedades ensaiadas.

Tabela 8. Diâmetro (em mm) do caule de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.

Variedades	Sequeiro	Irrigado
BRS 1074	6,40 Aa	7,08 Aa
BMX Potencia	6,84 Aa	7,14 Aa
MSOY 6410	6,52 Aa	6,52 Aa
BRS 1003	6,98 Aa	7,08 Aa
Média	6,685	6,955
CV(%)	13,25	

Nota: Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey á 5% de probabilidade.

O diâmetro do caule depende muito das características individuais de cada variedade de soja e da população de plantas ha⁻¹. Gewehr et al. (2013) citam que existe uma redução no diâmetro do caule conforme o aumento da população, o mesmo ressalta que o aumento de 60 000 para 600 000 plantas ha⁻¹, faz com que o diâmetro reduza-se em até 50%.

Na Tabela 8 observa-se uma pequena variação nas médias de diâmetros dos caules por planta, com diâmetro médio de 6,955 mm para o cultivo irrigado e 6,685 mm para o sequeiro. Segundo Mauad et al., (2010) o diâmetro das plantas está relacionado ao stand populacional das mesmas. Portanto, como não foram adotadas diferentes densidades de plantas no experimento, atribui-se os valores encontrados as características intrínsecas de cada variedade conforme os seguintes autores (NAKAGAWA et al., 1988; PAIVA et al., 1992; TORINO et al., 2002; LUDWIG et al., 2010; LUDWIG et al., 2011).

No que se refere à massa de 100 grãos, as quatro variedades não apresentaram diferença significativa em ambos os sistemas de cultivo (Tabela 9). No entanto ao avaliar separadamente a massa de 100 grãos de cada variedade nos dois sistemas de cultivo, verifica-se que as variedades BMX Potência e a BRS 1003 não diferiram estatisticamente, porém as variedades BRS 1074 e MSOY 6410 diferiram estatisticamente, em que apresentaram maior massa de 100 de grãos no sistema de cultivo irrigado, sendo essas duas variedades mais responsivas a irrigação suplementar.

Tabela 9. Massa de 100 grãos de soja (em g) de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.

Variedade	Sequeiro	Irrigado
BRS 1074	15,04 Ab	17,26 Aa
BMX Potencia	17,12 Aa	18,08 Aa
MSOY 6410	14,80 Ab	17,34 Aa
BRS 1003	16,20 Aa	16,46 Aa
Média	16,87	16,20
CV(%)	9,63	

Nota: Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey á 5% de probabilidade.

A massa dos grãos individuais é um bom parâmetro para estimar produtividade, pois, ao ser expressa na forma de massa média de 100 grãos, apresenta pequenas variações causadas pelas próprias características intrínsecas de cada variedade (IBARS et al., 2014). Gava et al. (2017) afirmam que existe diferença na resposta de cada variedade a utilização da irrigação, contudo, ressaltam que para uma mesma tecnologia de semente a utilização da irrigação proporciona incremento na massa de 100 grãos.

A produtividade da soja é o parâmetro fundamental para mensurar a viabilidade ou não do uso de métodos de irrigação. No presente trabalho o uso da irrigação suplementar proporcionou incremento de produtividade em todas as variedades estudadas, conforme exposto na Tabela 10.

Tabela 10. Produtividade (em kg ha⁻¹) de quatro variedades de soja sob dois sistemas de cultivo.

Variedade	Sequeiro	Irrigado	Incremento (%)
BRS 1074	2990,48 Ab	4021,14 Aa	34,46
BMX Potencia	2656,30 Ab	3546,84 Ba	33,53
MSOY 6410	3009,52 Ab	3852,90 ABa	28,02
BRS 1003	2893,48 Ab	3723,94 ABa	28,70
Média	2887,445	3786,205	31,18
CV(%)	8,02		

Nota: Letras maiúsculas diferentes na coluna e minúsculas na linha indicam diferenças estatísticas significativas pelo teste de Tukey á 5% de probabilidade.

Na condição de sequeiro a produtividade das quatro variedades estudadas não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 10), já quando cultivadas em sistema de cultivo

irrigado apenas a variedade BMX Potencia apresentou diferença estatística significativa com relação às demais, apresentando produtividade inferior.

Quando comparado a produtividade da mesma variedade em ambos os sistemas de cultivo (sequeiro e irrigado), todas as variedades apresentaram produtividade, estatisticamente, superior quando cultivadas em sistema de sob irrigação suplementar (Tabela 10).

Estudando o efeito da irrigação suplementar na cultura da soja, Ibars et al. (2014) e Netafim (2016), alcançaram resultado semelhante ao obterem um aumento de produtividade de 870 kg ha^{-1} ante ao sistema de sequeiro. Souza (2016) ao realizar experimento semelhante na mesma área do presente trabalho, na safra 2014/2015, observou aumento de $614,9 \text{ kg ha}^{-1}$ na produtividade da cultura quando cultivado com irrigação suplementar. No entanto, Karst e Silva (2016), ao realizarem estudo semelhante na mesma área experimental, na safra 2015/2016, em um período com precipitação recorde (900 mm) não observaram diferença estatística significativa na produtividade da cultura para ambos os sistemas de cultivo.

Analisando a Tabela 10, evidencia-se a importância da utilização da técnica de irrigação suplementar, pois, a variedade BMX Potência apresentou produtividade de $2656,3 \text{ kg ha}^{-1}$ quando cultivada em sequeiro, valor esse inferior à média nacional de $2880,0 \text{ kg ha}^{-1}$. No entanto, quando irrigada a mesma variedade obtivera $3546,84 \text{ kg ha}^{-1}$ de produtividade, superando em mais de 11 sc ha^{-1} da média produzida no país. Vale ressaltar que as quatro variedades quando irrigadas produziram em média mais 28% em relação às cultivadas em sequeiro (Tabela 10), corroborando com Vivan et al. (2013) e Gava et al. (2015) que afirmam que a irrigação suplementar na soja incrementa em até 60% a produtividade.

Apesar das variedades BRS 1074, MSOY 6410 e BRS 1003 não apresentarem diferença estatística na produtividade quando cultivadas sob o regime de irrigação suplementar (Tabela 10), a variedade BRS 1074 destacou-se com relação às demais, pois numericamente, apresentou maior produtividade dentre o cultivo sob regime de irrigação suplementar, com incremento de aproximadamente 168 kg ha^{-1} com relação segunda variedade mais produtiva na mesma condição. Ainda pode-se destacar que a variedade BRS 1074 foi a mais responsiva a irrigação suplementar (Tabela 10).

Por fim, ao comparar os parâmetros avaliados (altura final de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, diâmetro do caule, massa de 100 grãos e produtividade final) verifica-se que mesmo quando não estatisticamente diferente, as médias obtidas nos tratamentos irrigados foram numericamente superiores ao cultivo em sequeiro. Estes resultados são semelhantes aos encontrados por Nunes et al. (2016).

5. CONCLUSÕES

A irrigação suplementar proporcionou incremento positivo em todos os parâmetros avaliados nas quatro variedades estudadas.

O cultivo irrigado proporcionou as maiores médias dos parâmetros avaliados, onde a irrigação proporcionou um incremento médio de pelo menos 28% na produtividade.

As variedades BRS 1074, MSOY 6410 e BRS 1003 foram as mais produtivas sob o cultivo com irrigação suplementar, destacando-se a variedade BRS 1074 a qual produziu 4021,14 kg ha⁻¹.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (ANA), Brasil. Relatório síntese: **Levantamento da Agricultura Irrigada por Pivôs Centrais no Brasil - 2014**. ANA – EMBRAPA - MAPA, 2016, 33 p.

ALMEIDA, A. C. S.; BOTREL, T. A.; SOUZA, W. J.; OLIVEIRA, M. F.; CAMARGO, A. P. Desenvolvimento de protótipos de microaspersores através de prototipagem rápida e torneamento mecânico. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 14, n. 7 p. 686-691, 2010.

APROSOJA. Associação dos Produtores de Soja e Milho de Mato Grosso do Sul. **A importância da tecnologia de irrigação em período de chuva**. Informativo APROSOJA, v. 1, p. 7, 2017.

BALBINOT JUNIOR, A. A.; AGUIAR E SILVA, M. A.; DEBIASI, H.; FERREIRA, A. S.; FRANCHINI, J. C.; IWASAKI, G. S.; MANDAINO, J. M. G.; PROCOPIO, S. O.; WERNER, F.; ZUCARELI, C. **Produtividade e crescimento de cultivares de soja em diferentes espaçamentos entre fileiras e densidades de semeadura**. In: XXXIV Reunião de Pesquisa de Soja. Londrina, 2014. p.36-40.

BARROS, H. B.; PELUZIO, J. M.; SANTOS, M. M. dos; BRITO, E. L.; ALMEIDA, R. D. de. Efeito das épocas de semeadura no comportamento de cultivares de soja, no sul do estado do Tocantins. **Revista Ceres**, v. 1, n. 291, p. 565-572, 2003.

BÍSCARO, G. A. **Sistemas de irrigação localizada**. 1. ed. UFGD, 2014. 256 p.

BORÉM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de plantas**. 6. ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2013. 523 p.

BORGES, R. S.; DALBOSCO, M.; DENGLER, R. U.; FOLONI, J. S. S.; GOMIDE, F. B.; LIMA, D.; MELO, C. L. P.; MIRANDA, L. C.; MOREIRA, J. U. V.; PETEK, M. R.; PIPOLO, A. E. EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja** – Região Central do Brasil 2014. In: Sistemas de Produção. Londrina: Embrapa Soja, 2016. n. 16., 265p.

BRASIL. **Lei nº 12.787, de 11 de Janeiro de 2013**. Dispõe sobre a Política Nacional de irrigação; altera o art. 25 da Lei nº 10.438, de 26 de Abril de 2002. Casa Civil. Disponível em: < http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2011-2014/2013/lei/112787.htm>. Acessado em: 20/05/2017.

CARVALHO, I. R.; HANUS, A. D.; KORCELSKI, C.; PELISSARI, G.; ROSA, G. M. da. Demanda hídrica das culturas de interesse agrônômico. **Enciclopédia Biosfera**, v. 9, n. 17, p. 969-985, 2013.

CASAGRANDE, E. C.; BRETON, M. C.; FARIAS, J. R. B.; MARTINS, P. K.; NEPOMUCENO, A. L.; OYA, T. Expressão gênica diferencial durante déficit hídrico em soja. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v. 13, n. 2, p. 168-184, 2001.

CONAB - COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Levantamentos de safras 2016/2017**. Disponível em: < http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_06_08_09_02_48_boletim_graos_junho_2017.pdf>. Acessado em 20/06/2017.

CNA - CONFEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO BRASIL. **Agronegócio deve ter crescimento de 2% em 2017**. Disponível em: <<http://www.brasil.gov.br/economia-e-emprego/2016/12/agronegocio-deve-ter-crescimento-de-2-em-2017>>. Acessado em 21 de março 2017.

CORTEZ, J. W.; ORLANDO, R. C.; SOUZA, C. M. A. **Análise da semeadora pneumática e discos horizontais por capacidade do processo**. Anais do XII Seminário Nacional Milho Safrinha: Estabilidade e Produtividade. EMBRAPA, Novembro 2013.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja – Região Central do Brasil 2012 e 2013**. In: Sistemas de Produção. Londrina: Embrapa Soja, 2013. n. 15., 261p.

EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA: Agropecuária Oeste. **Guia-Clima para Dourados – MS**. Disponível em: < <http://mob.cpa0.embrapa.br/>>. Acessado de out 2016 á mar 2017.

FAGERIA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. 1 ed. Brasília: Departamento de Publicações EMBRAPA-DPU, 1989. 425p.

FEDERAÇÃO DA AGRICULTURA E PECUÁRIA DO MATO GROSSO DO SUL - FAMASUL. **Acompanhamento da safra 2016/2017**. Circular técnico nº205, Campo Grande, Abril 2017.

FIETZ, C. R.; URCHEI, M. A. Deficiência hídrica da cultura da soja na região de Dourados, MS. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 6, n. 2, p. 262-265, 2002.

FIETZ, C. R.; RANGEL, M.A.S. Época de semeadura da soja para a região de Dourados-MS, com base na deficiência hídrica e no fotoperíodo. **Engenharia Agrícola**, v. 28, n. 4, p. 666-672, 2008.

FIORESE, K. F. **Avaliação das características agronômicas e produtividade de cultivares de soja em diferentes sistemas de semeadura**. Brasília, 2013. 32 f.

FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, A. C. S.; GARCIA, R. A. **Necessidade de irrigação complementar da soja na região sul de Mato Grosso do Sul**. Embrapa Agropecuária Oeste, 2015. 8p. (Circular técnica, 34).

FRIZZONE, J. A.; GONÇALVES, A. C. A.; HEBEL JUNIOR, C.; REZENDE, R. Produtividade do feijoeiro sob diferentes uniformidades de distribuição de água na superfície e na subsuperfície do solo. **Engenharia Agrícola**, n. 2, v. 27, p. 414-425, 2007.

FRIZZONE, J. A. **Microirrigação: gotejamento e microaspersão**. Maringá, 2012. 356 p.

FUNDAÇÃO MS. **Avaliação de cultivares de soja safra 2015/2016 e sugestões para safra 2016/2017.** Disponível em

<http://www.fundacaoms.org.br/base/www/fundacaoms.org.br/media/attachments/210/210/57629ae1644d4998a23709836f05d6c062d328eb751ed_palestra-pesq.-carlos-pitol.pdf>.

Acessado em: out/2016.

GAVA, R.; FRIZZONE, J. A.; SNYDER, R. L.; JOSE, J. V.; FRAGA JUNIOR, E. F.; PERBONI, A. Estresse hídrico em diferentes fases da cultura da soja. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada**, Fortaleza, v. 9, n. 6, p. 349-359, 2015.

GAVA, R.; ALMEIDA, B. M. de.; FREITAS, P. S. L. de.; FRIZZONE, J. A.; REZENDE, R. Estratégias de manejo de déficit hídrico na irrigação da cultura da soja. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, n.3, v. 10, p. 305-315, 2016.

GAVA, R.; ANSELMO, J. L.; FRIZZONE, J. A.; LEAL, A. J. F.; NEALE, C. M. U., Different soybean plant populations under central pivot irrigation. **Engenharia Agrícola**, n. 3, v. 37, p. 441-452, 2017.

GEISENHOFF, L. O.; De OLIVEIRA, F. C.; ALMEIDA, A. C. S.; SCHWERZ, F. Produtividade do brócolis-de-cabeça sob diferentes sistemas de irrigação. **Engenharia Agrícola**, n. 5, v. 35, p.863-874, 2015.

GEWEHR, E.; CHAGAS, H. L.; CORRÊA, O. O.; FONSECA, D. A. R.; JUNIOR, F. J. V.; KONZEN, L. H.; RODRIGUES, G. F.; SCHUCH, L. O. B. **Influência da população de plantas: Caracterização morfológica de cultivares de soja em solos de várzea sob irrigação por aspersão.** 40ª Reunião de Pesquisa de Soja da Região Sul – Atas e Resumos, p. 145-150, 2013.

GOMES, P. **A soja.** 5. ed. São Paulo: Nobel, 149p, 1990.

HAMAWAKI, O. T.; AMORIM, F. A.; HAMAWAKI, C. L.; JULIATTI, F. C.; POLIZEL A. P.; SHIGIHARA, D.; SANTOS, M. A. dos. UFUS Impacta: nova cultivar de soja para o Estado de Minas Gerais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 5, p.523-524, 2005.

HERZOG, R. L. S.; LEVIEN, R.; TREIN, C. R. Produtividade de soja em semeadura direta influenciada por profundidade do sulcador de adubo e doses de resíduo em sistema irrigado e não irrigado. **Engenharia Agrícola**, v. 24, n. 3, p. 771-780, 2004.

IBARS, R. F., CÁCERES, S. H. R., CANO, V. R. E., GONZÁLEZ, R. M. T. **Efeito da irrigação complementar na cultura da soja**. XLIII Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, p. 2-6. 2014.

JANNUZZI, C. **A importância da tecnologia de irrigação**. Informativo APROSOJA, 9. ed. Campo Grande, 2016.

KARST, T. C.; SILVA, W. F. da. **Crescimento e desenvolvimento de duas variedades de soja cultivadas em condições de sequeiro e irrigado**. Dourados, 2016. 36f.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; JAUER, A.; LISBOA, J. I.; LUCCA FILHO, O. A.; UHRY, D.; ZABOT, L. Características morfológicas de cultivares de soja convencionais e Roundup ReadyTM em função da época e densidade de semeadura. **Ciência Rural**, v. 40, n. 4, p. 759-767, 2010.

LUDWIG, M. P.; DUTRA, L. M. C.; JAUER, A.; LUCCA FILHO, O. A.; UHRY, D.; ZABOT, L. Populações de plantas na cultura da soja em cultivares convencionais e Roundup ReadyTM. **Revista Ceres**, v. 58, n. 3, p. 305-313, 2011.

MAEHLER, A. R.; COSTA, J. A.; FERREIRA, F. G.; PIRES, J. L. F. Potencial e rendimento da soja durante a ontogenia em razão da irrigação e arranjo de plantas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 225-231, 2003.

MAUAD, M.; ABREU, V. G.; NETO, A. I. A.; SILVA, T. L. B. Influência da densidade de semeadura sobre características agronômicas na cultura da soja. **Revista Agrarian**, v. 3, n. 9, p. 175-181, 2010.

MELO, R. W.; FONTANA, D. C.; BERLATO, M. A. Indicadores de produção de soja no Rio Grande do Sul comparados ao zoneamento agrícola. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 12, p. 1167-1175, 2004.

MEDINA, P. F.; BORTOLETTO, N.; MARCOS FILHO, J.; RAZERA, L. F. Produção de sementes de cultivares precoces de soja em duas épocas e dois locais paulistas: II. Qualidade Fisiologica. **Bragantia**, v. 56, n. 2, p. 1110-1117, 1997.

MERRIAM, J. L.; KELLER, J. **Farm irrigation system evaluation: a guide for management**. 3. ed. Utah State University. Ed. Logan, 1978. p. 130-141.

MONSANTO. **Características fenotípicas da soja Msoy 6410**. Disponível em: <http://www.monsoy.com.br/variedades_monsoy/m6410-ipro/>. Acessado em: nov/2016.

NAKAGAWA, J.; MACHADO, J. R.; ROSOLEM, C. A. Efeito da densidade de plantas no comportamento de cultivares de soja, em duas épocas de semeadura. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 23, n. 9, p. 1003-1014, 1988.

NETATIM. **Sistema de irrigação por gotejamento para grãos**. Disponível em: <<http://www.hidrosistemas.com/irrigacao-agricola/gotejamento/>>. Acessado em: jan/2017.

NUNES, A. C.; BEZERRA, F. M. L.; GONÇALVES, F. B.; SILVA, R. A.; SILVA JUNIOR, J. L. C.; SANTOS, G. A. Agronomic aspects of soybean plants subjected to déficit irrigation. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 20, n. 7, p. 654-659, 2016.

PAIVA, J. B.; MARTINS, J. B. P.; TEOFILLO, E. M. Densidade de plantio da cultura da soja, *Glycine max* (L.) MERRIL, no Estado do Ceará. **Ciência Agrônômica**, v.1, n. 23, p. 103-107, 1992.

PEDROTTI, M. C. **Produtividade de soja e milho em função de épocas de semeadura sob irrigação e sequeiro**. 2014. 37 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal da Grande Dourados – UFGD, Dourados, 2014.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; McMAHONT, A. Update world map of the Köppen-Geiger climate classification. **Hydrology and Earth System Sciences**, European Union, v. 4, n. 2 p. 439-472, 2007.

RICHETTI, A.; FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, S. C. A. **Viabilidade econômica da soja irrigada na safra 2015/2016, na região sul de Mato Grosso do Sul**. Comunicado técnico 203, Setembro 2015.

SALDANHA, G. S. **Evaporação de água do solo na fase inicial de desenvolvimento das culturas de milho e soja**. 2009. 116f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria - UFSM, Santa Maria, 2009.

SANTOS, E. L. dos.; CATTELAN, A. J.; FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMAIER, N.; OLIVEIRA, M. C. N. de.; PRETE, C. E. C. Competitividade nodular de estirpes de *Bradyrhizobium* spp. em cultivares de soja sob diferentes disponibilidades hídricas. **Global Science and Technology**, v. 06, n. 03, p. 116-123, 2013.

SEDIYAMA, T. **Cultura da soja: I parte**. 3. ed. UFV, 1996. 75 p.

SILVA, D. F. da. **Uso de modelos agrometeorológicos de estimativa de produtividade e de risco climático para a soja no Vale do médio Paranapanema – SP**. 2011. 80 f. Dissertação (Mestrado em Gestão de Recursos Agroambientais) – Instituto Agrônomo de Campinas – IAC, Campinas, 2011.

SILVA, F. de A. S. e.; AZEVEDO, C. A. V. de. The Assistat Software Version 7.7 and its use in the analysis of experimental data. **Jornal Africano de Pesquisa Agrícola**, v. 11, n. 39, p. 3733-3740, 2016.

SMANIOTTO, T. A. S.; MARÇAL, K. A. F.; OLIVEIRA, D. E. C.; RESENDE, O.; SIMON, G. A. Qualidade fisiológica das sementes de soja armazenadas em diferentes condições. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 4, p. 446-453, 2014.

SOUZA, J. M. T. de. **Resposta á irrigação de duas variedades de soja cultivadas em Dourados – MS**. Dourados, 2016. 46f.

TORINO, M. C. C.; REZENDE, P. M. de.; SALVADOR, N. Espaçamento, densidade e uniformidade da semeadura na produtividade e características agrônômicas da soja. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 8, p. 1071-1077, 2002.

UNITED STATES. Department of Agriculture. **A produção mundial de soja na safra 2015/2016**. Disponível em: <<http://usdabrazil.org.br/pt>>. Acessado em: 10 jun. 2017.

VIVAN, G. A. **Resposta da irrigação suplementar em diferentes cenários para a cultura da soja na microrregião de Passo Fundo, RS.** 2010. 88 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria.

VIVAN, G. A.; PEITER, M. X.; ROBAINA, A. D.; BARBOZA, F. S.; BUSKE, T. C. Rendimento relativo da cultura da soja em função da lâmina de irrigação. **Irriga**, n. 2, v. 18, p. 282-292, 2013.

ZOCOLER, J. L.; CESAR, L. E. V.; VANZELA, L. S. E. Efeito da posição relativa da linha lateral de um equipamento de irrigação do tipo pivô central na uniformidade de distribuição de água e eficiência da irrigação. **Engenharia na agricultura**, v. 12, n. 4, p. 290-297, 2004.