

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DO RIO
GRANDE DO SUL
CAMPUS IBIRUBÁ**

JOÃO HONÓRIO DE OLIVEIRA LIMA

**DESEMPENHO DO FEIJOEIRO CULTIVAR IPR – URUTAU SOB DISTINTAS
POPULAÇÕES DE PLANTAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS**

**IBIRUBÁ
2025**

JOÃO HONÓRIO DE OLIVEIRA LIMA

**DESEMPENHO DO FEIJOEIRO CULTIVAR IPR – URUTAU SOB DISTINTAS
POPULAÇÕES DE PLANTAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS**

Trabalho de conclusão de curso II apresentado junto ao curso de Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul – Câmpus Ibirubá como requisito parcial da obtenção do grau de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Jardel Henrique Kirchner

IBIRUBÁ

2025

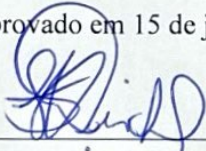
JOÃO HONÓRIO DE OLIVEIRA LIMA

DESEMPENHO DO FEIJOEIRO CULTIVAR IPR – URUTAU SOB DISTINTAS
POPULAÇÕES DE PLANTAS EM DIFERENTES CONDIÇÕES HÍDRICAS

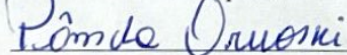
Trabalho de conclusão de curso apresentado junto ao curso de Bacharelado em Agronomia do Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul, como requisito parcial à obtenção do título de Engenheiro Agrônomo.

Orientador: Jardel Henrique Kirchner

Aprovado em 15 de janeiro, 2025.




Prof. Jardel Henrique Kirchner – Orientador

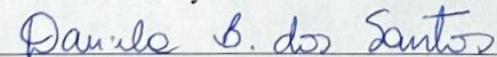


Eng. Agr. Pamela Oruoski

Eng. Agr. Pamela Oruoski



Prof. Daniel Uhry



Prof. Daniela Batista dos Santos – Coordenadora do

Curso de Agronomia do IFRS – Campus Ibirubá

AGRADECIMENTOS

Gostaria de primeiramente agradecer a Deus, que fez com que meus objetivos fossem alcançados durante todos os meus anos de estudo, por ter me garantido saúde para conseguir realizar o trabalho e ter chegado até onde me encontro hoje. A minha família, aos meus pais Cristiana de Oliveira e Eduardo Lima por todo apoio e incentivo ao longo desse período.

Ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá pela oportunidade de cursar o curso de Agronomia, com um ensino público, gratuito e de qualidade, além de disponibilizar a área para a realização do experimento. Ao Laboratório de Irrigação e Agricultura de Precisão do curso de Agronomia da instituição, por todo o suporte durante a realização do experimento, tanto quanto com o material necessário, como os ensinamentos passados a mim pelos integrantes do laboratório, sendo de forma essencial no meu processo de formação profissional.

Ao orientador deste trabalho professor Dr. Jardel Henrique Kirchner, por aceitar ser meu orientador durante a realização deste trabalho, e por todos os ensinamentos destinados a mim ao longo do curso, o que foi de grande importância para a minha formação profissional e pessoal.

Aos meus colegas de curso no qual eu convivi durante todo o período da graduação, pelo companheirismo e troca de experiências durante esse tempo. E a todos os demais que de alguma forma ou outra contribuíram para a realização deste trabalho.

RESUMO

A cultura do feijão caracteriza-se como essencial na dieta da população brasileira, devido sua característica de ser ótima fonte de proteína. Contudo, o principal problema que tem limitado a área cultivada no estado do Rio Grande do Sul, é a ocorrência de déficit hídrico e a variabilidade de novas cultivares no mercado, a cada safra, com distintos intervalos de população de plantas, sendo recomendados. Dessa forma, o objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade produtiva do feijoeiro cultivar IPR – Urutau em distintas populações de plantas e condições hídricas. O experimento foi realizado na área agrícola do IFRS – Campus Ibirubá, Rio Grande do Sul, na safra de 2023/24, utilizando a cultivar IPR – Urutau. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso, com 2 repetições. Os tratamentos testados foram três populações de plantas (200, 250 e 300 mil plantas.ha⁻¹) em duas condições hídricas (irrigado com 100 % da ETc e sequeiro). Foram avaliados os componentes de rendimento (número de vagens por planta, grãos por vagem, massa de mil grãos) além da altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem e produtividade de grãos. Não foi possível observar nenhuma interação entre os fatores estudados. Houve diferença estatística significativa na condição hídrica, para as variáveis altura das plantas, massa de mil grãos, número de vagens por planta e na produtividade. Na condição de sequeiro se teve resultados inferiores, quando comparado aos resultados na condição irrigada, que apresentou produtividade 66,6% superior à condição sem irrigação. As diferentes populações de plantas tiveram efeito sobre a massa de mil grãos e número de vagens por planta, com base nos resultados obtidos no presente trabalho, é possível indicar que a população de 250.000 plantas.ha⁻¹ em condição irrigada, uma produtividade maior.

PALAVRAS-CHAVE: *Phaseolus vulgaris* L., aspersão convencional, parâmetros de rendimento.

ABSTRACT

Beans are an essential part of the Brazilian population's diet, as they are an excellent source of protein. However, the main problem that has limited the area cultivated in the state of Rio Grande do Sul is the occurrence of water deficit and the variability of new cultivars on the market each harvest, with different plant population ranges being recommended. The aim of this study was to assess the productive variability of the IPR - Urutau bean cultivar in different plant populations and water conditions. The experiment was carried out in the agricultural area of IFRS - Campus Ibirubá, Rio Grande do Sul, in the 2023/24 harvest, using the IPR - Urutau cultivar. The experimental design was randomized blocks, with 2 replications. The treatments tested were three plant populations (200, 250 and 300 thousand plants.ha⁻¹) under two water conditions (irrigated with 100% of ET_c and dry). The yield components (number of pods per plant, grains per pod, thousand-grain mass) were evaluated, as well as plant height, first pod insertion height and grain yield. It was not possible to observe any interaction between the factors studied. There was a statistically significant difference in the water condition for the variables plant height, thousand grain mass, number of pods per plant and yield. The rainfed condition produced lower results than the irrigated condition, which showed a 66.6% higher yield than the non-irrigated condition. The different plant populations had an effect on the mass of 1,000 grains and the number of pods per plant. Based on the results obtained in this study, it is possible to indicate that the population of 250.000 plants.ha⁻¹ under irrigated conditions resulted in a higher yield.

KEY WORDS: *Phaseolus vulgaris* L., conventional sprinkling, performance parameters.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	9
2	DESENVOLVIMENTO	11
2.1	REVISÃO DE LITERATURA	11
2.1.1	Caracterização morfológica da cultura	11
2.1.2	Importância socioeconômica	13
2.1.3	Cultivares de feijão	13
2.1.4	População de plantas de feijão.....	14
2.1.5	Déficit hídrico.....	15
2.1.6	Cultivo do feijoeiro irrigado	16
2.1.7	Cultivo de feijoeiro em sequeiro	18
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	18
2.2.1	Localização do experimento.....	18
2.2.2	Semeadura e delineamento experimental	19
2.2.3	Tratos culturais	20
2.2.4	Manejo da irrigação	21
2.2.5	Avaliações.....	23
2.2.6	Análise estatística	25
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	25
3	CONCLUSÃO	34
	REFERÊNCIAS	35

1 INTRODUÇÃO

O gênero *Phaseolus* originou-se das Américas possuindo 55 espécies, das quais cinco são cultivadas e dentre estas, a espécie *Phaseolus vulgaris* (feijão-comum) é a mais importante, por ser a mais antiga e a mais cultivada nos cinco continentes (SANTOS; GAVILANES, 2011). O feijão compõe a dieta dos brasileiros, por fornecer uma excelente fonte proteica, bom conteúdo de carboidratos, ferro, vitaminas, sais minerais e fibras, além, de ser um alimento funcional devido seus benefícios à saúde humana, tornando-se importante constituinte de dietas que atendem novas formas e escolhas de consumo (BORÉM; CARNEIRO, 2011; CHAVES; BASSINELLO, 2014; CARBONELL; CHIORATO; BEZERRA, 2021).

O aprimoramento das técnicas de manejo das plantas nas áreas de cultivo do feijoeiro constitui-se em fator preponderante para a elevação do rendimento de grãos dessa cultura. Dentre as técnicas de manejo recomendadas para a cultura, Grafton *et al.* (1988) destacam a adequação da população de plantas, a fim de proporcionar uma melhor utilização da água, nutrientes e radiação solar. O consumo de água do feijoeiro é afetado pela população de plantas à medida que pode influenciar a arquitetura de plantas (SILVEIRA *et al.*, 1996) e segundo Adams e Weaver (1998 *apud* JADOSKI *et al.*, 2000), a adequação da população de plantas promove um ajuste das relações ambiente-planta para a expressão máxima da produtividade.

Os estresses abióticos são os mais prejudiciais para o feijoeiro, onde o déficit hídrico prolongado durante o ciclo da cultura se torna a principal causa do baixo rendimento de grãos e consequente diminuição da produtividade, devido à baixa capacidade de recuperação da cultura após déficit, em função do sistema radicular ser pouco desenvolvido (RAMALHO *et al.*, 2009; OLIVEIRA *et al.*, 2005 *apud* NHANOMBE, 2019; GUIMARÃES; STONE; BRUNINI, 1996). Nesse contexto, a irrigação suplementar é uma tecnologia que pode reduzir os riscos de baixa produção (PARIZI, 2007).

A irrigação constitui uma alternativa, entre os métodos de manejo, para melhorar o rendimento da cultura do feijoeiro, tendo como objetivo principal fornecer água às plantas, no momento adequado, atendendo às suas necessidades hídricas e possibilitando o aproveitamento dos nutrientes do solo (SANTANA *et al.*, 2008; PARIZI, 2007).

Mondo e Nascente (2015) caracterizam que a população de plantas necessita estar equacionada corretamente para cada cultivar, uma vez que está diretamente relacionada com alguns componentes de produção uma vez que, está diretamente relacionada com os

componentes de produção (número de vagens planta⁻¹, número de sementes por vagem e massa de 1000 grãos). Sendo assim, é necessário que haja maior investimento em pesquisas e estudos, a fim de se aprofundar os conhecimentos acerca dos efeitos da população de plantas sobre os componentes agronômicos da cultura do feijão. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar a variabilidade produtiva do feijoeiro em distintas populações de plantas e condições hídricas.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 REVISÃO DE LITERATURA

2.1.1 Caracterização morfológica da cultura

A planta de feijão é composta por raiz, caule ou haste principal, folhas e hastes axilares, inflorescência, fruto e semente (GAVILANES, 1995). O sistema radicular é pivotante, mas assemelha-se ao sistema fasciculado, pois a raiz primária não é uma raiz pivotante típica, além da grande concentração das raízes nos primeiros 20 cm de solo (VIEIRA, 1967). Em consequência, a planta explora a camada superficial do solo, sendo, por isso muito sensível à baixa de umidade, fazendo com que se adote medidas necessárias assegurando maior disponibilidade de água para cultura.

Na raiz existem nódulos produzidos por bactérias do gênero *Rhizobium* ao penetrar na extremidade do pêlo absorvente. Esta relação de simbiose permanece até a degenerescência do nódulo ou morte da planta (SANTOS; GAVILANES, 2011). Diversos gêneros e espécies de rizóbios são capazes de interagir com o feijoeiro formando nódulos e fixando nitrogênio em taxas variáveis de eficiência, e por conta da presença de rizóbios nativos, altamente competitivos, porém com baixa capacidade fixadora, há uma baixa eficiência da fixação biológica de nitrogênio associada ao feijoeiro no Brasil. (MICHIELS *et al.*, 1998; CARDOSO *et al.*, 2012).

O caule é o eixo principal da planta, é herbáceo e constituído de nós e internódios, que são os pontos de inserção das folhas dos quais saem os ramos. O caule pode apresentar pilosidade e colorações variadas, de acordo com o cultivar, desenvolvimento da planta e as condições ambientais (COSTA, 2023; SANTOS; GAVILANES, 2011).

O feijão apresenta dois tipos de folhas: simples e compostas. As folhas simples são duas e são as primeiras a serem constituídas, possuindo formato cordiforme e caindo antes mesmo da planta completar o ciclo (SANTOS; GAVILANES, 2011). As folhas compostas possuem lâmina foliar formada por três folíolos, sendo classificadas como trifolioladas, além de possuírem formas variadas, de acordo com a cultivar e os fatores ambientais (LEON, 1968).

As flores do feijoeiro não são isoladas, são agrupadas em uma haste que sustenta os botões florais. Esse conjunto é chamado de inflorescência floral ou racimo floral (COSTA,

2023). A morfologia floral favorece a autopolinização, pois as anteras situam-se no mesmo nível do estigma e envolvidas completamente pela quilha. No momento que ocorre a antese, os grãos de pólen caem diretamente sobre o estigma (SANTOS; GAVILAN, 2011).

O fruto é uma espécie de capsula denominada legume (vagem), seco, deiscente, de forma cilíndrico ou achatado, alongado ou comprido, reto ou ligeiramente curvo e de variadas cores, segundo a variedade (JUNIOR, 1960).

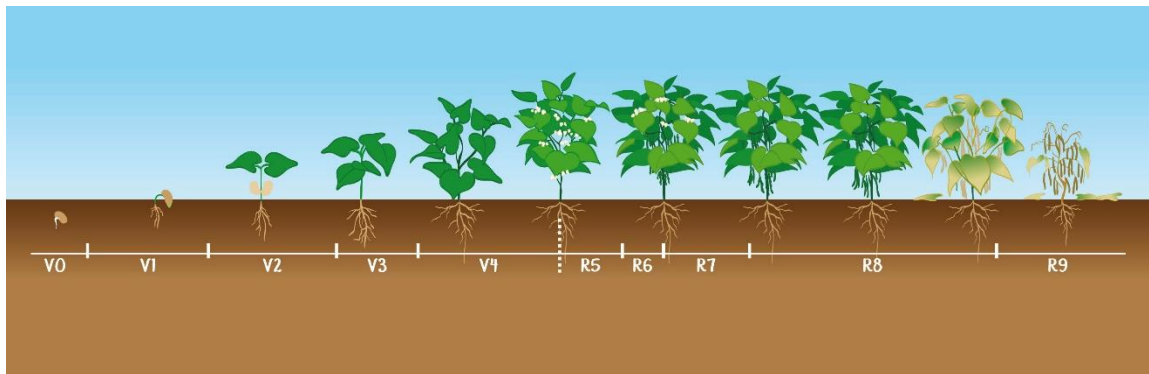
A semente do feijão-comum apresenta formas variadas, desde esféricas a quase cilíndricas (em cultivares mais comuns as sementes possuem forma de rim), com coloração variando do branco ao negro (SANTOS; GAVILANES, 2011). A parte externa da semente é composta das seguintes partes: tegumento, hilo, halo e micrópila; e a parte interna é formada pelo embrião constituído das seguintes partes: hipocótilo, plúmula, radícula e cotilédones (COSTA, 2023).

O feijoeiro possui hábitos de crescimento que variam e são importantes para descrição dos cultivares. Os hábitos de crescimento são agrupados e caracterizados em quatro tipos principais: tipo I com hábito de florescimento determinado e tipos II, III e IV, com hábito de florescimento indeterminado (OLIVEIRA *et al.*, 2018).

As cultivares do tipo I, em geral, florescem e amadurecem em um período menor que as demais cultivares, além de serem mais precoces na maioria dos casos; o tipo II apresenta mais de 12 nós na haste principal e são chamados de ramo curto; os cultivares do tipo III têm hastes mais desenvolvidas do que as plantas do tipo II, pois possuem mais nós e um maior comprimento dos internódios; plantas do tipo IV possuem grande capacidade trepadora, tendo um florescimento mais amplo, observando-se em uma planta desde flores abrindo até vagens já maduras (SANTOS; GAVILANES, 2011).

A escala baseada nas alterações morfológicas e fisiológicas que a planta sofre durante seu ciclo, é muito utilizada para explicar o desenvolvimento da planta de feijão. Essa divide o ciclo biológico nas fases vegetativa e reprodutiva, onde estas fases são subdivididas em dez etapas. A fase vegetativa (V) é constituída das etapas V0, V1, V2, V3 e V4 e a reprodutiva em R5, R6, R7, R8 e R9 (FERNANDEZ; GETPS, LÓPEZ, 1985). A Figura 1 ilustra as fases de desenvolvimento da cultura.

Figura 1 – Estádios de desenvolvimento da planta de feijão.



Fonte: Fábio Nolêto (2023).

2.1.2 Importância socioeconômica

O feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.), é um dos principais constituintes da dieta da população brasileira, pela sua característica de ser uma excelente fonte de proteína, possuindo também conteúdos de carboidratos e alta fonte de ferro (BORÉM; CARNEIRO, 2006). O feijoeiro-comum tem expressiva participação na economia, devido a algumas características desse vegetal, como possuir capacidade de adaptação a diversos climas, possibilita a produção em diferentes épocas durante o ano, além de ser o principal elemento da culinária brasileira (CARBONELL *et al.*, 2021).

Atualmente, o Brasil é o segundo maior produtor mundial de feijão com uma produção total de 2.899.864 toneladas (COÊLHO, 2023). A Região Sul foi a maior produtora nacional com 904,2 mil toneladas de grãos produzidos na safra de 2022/23,

A projeção para safra 2024/25 é de um aumento de 1,2% na área cultivada, em relação à safra anterior, com uma produção total em torno de 3,28 milhões de toneladas. Ainda para a safra 2024/25, projeta-se uma boa recuperação dos estoques de passagem, permitindo a perspectiva de um aumento na estimativa de consumo interno, principalmente, após as inundações no Rio Grande do Sul, onde a demanda por cestas básicas corrobora para esse aumento (CONAB, 2024).

2.1.3 Cultivares de feijão

O objetivo do agricultor é geralmente obter lucratividade máxima, no caso do feijoeiro, isso é conseguido através da redução nos custos de produção e maximização da produtividade por área. A diminuição dos custos pode ser atingida através, por exemplo, da diminuição do uso de fungicidas, adotando-se cultivares resistentes aos principais patógenos. Já o aumento da produtividade poderá ser atingido se com a escolha criteriosa da cultivar junto a utilização correta das variadas práticas de manejo e de fatores ambientais favoráveis ao desenvolvimento da cultura (RAMALHO; ABREU, 2011).

A utilização de cultivares melhoradas pode contribuir decisivamente para mercado do feijão, com aumento da produtividade da cultura, redução de riscos e nos custos de produção, segurança alimentar, redução das importações, aumento de exportação, menor uso de agroquímicos, preservação do meio ambiente viabilizando sua adoção (COSTA *et al.*, 2023).

A obtenção de cultivares que tragam vantagens em relação às já existentes é um desafio crescente, em função das exigências cada vez maiores. Essas exigências estão relacionadas, por exemplo, à resistência às diferentes raças de patógenos, a plantas mais eretas, grãos com formato, cor e tamanho dentro de certos padrões comerciais, com boas propriedades culinárias, tudo isso, associado à alta produtividade de grãos (RAMALHO; ABREU, 2011).

Segundo indicadores do Controle de Produção de Sementes e Mudanças, do Ministério da Agricultura e Pecuária, na safra 2022/23 e 2023/24 foram implantados no Brasil 8.089,5 hectares de campos de sementes de feijão do grupo comercial preto. A cultivar IPR – Urutau lidera com 54% da área de produção de semente no Brasil e juntamente com as cultivares IPR – Urutau, IPR – Tuiuiú e IPR – Uirapuru, o IDR-Paraná tem uma participação de 66,36% no mercado brasileiro (SECRETARIA DE AGRICULTURA DO PARANÁ, 2023).

O setor produtivo de sementes de feijão-comum no Brasil é formado exclusivamente por organizações nacionais, sendo que a maioria são organizações públicas de pesquisa agrícola, uma de âmbito nacional e outras estaduais. No ano de 2015, constavam no banco de dados do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA) a existência de 12 organizações que detinham proteção de cultivares de semente de feijão-comum (CASTRO *et al.*, 2021).

2.1.4 População de plantas de feijão

A distribuição espacial de plantas na área, numa cultura de feijoeiro comum, é de grande importância sob vários aspectos. O controle de doenças, ervas daninhas, colheita, acamamento, aproveitamento de água e fertilizantes, gastos com sementes e tratamentos culturais

são alguns fatores afetados pela quantidade de plantas na área (TEIXEIRA *et al.*, 1999; COLLICCHIO *et al.*, 1997).

As respostas das plantas de feijão às alterações nas condições de competição por recursos ambientais, como radiação solar, água e nutrientes, geradas por modificações na população e espaçamento de plantas, apresentam estreita relação com o tipo e hábito de crescimento da cultivar (NIENHUIS; SINGH, 1985 *apud* JADOSKI *et al.*, 2000). Segundo ALMEIDA e SANGOI (1994), a cultivar de feijão através do seu hábito de crescimento e da capacidade de compensar o espaço disponível, é fator primordial a ser considerado na definição da população e espaçamento de plantas adequado, pois, segundo Azevedo *et al.* (2008) o tipo de hábito de crescimento, normalmente, direciona a definição do número de plantas ha⁻¹.

De acordo com Silva e Silva (2005), o feijoeiro é uma espécie que tem grande capacidade de compensação, ou seja, ocupa espaços vazios na lavoura, quando sua população é reduzida o que origina menor número de plantas por área, permitindo que a planta aumente seus componentes de produção. Porém, segundo os autores, a prática de reduzir a população de plantas depende da cultivar, ambiente de produção e o manejo nutricional empregado na lavoura.

Com a alteração na população de planta, além de modificar o consumo de água pela planta, existem distribuições diferenciadas de luminosidade no dossel vegetal da cultura, proporcionando assim modificações na utilização da energia solar pela planta. Assim, com a redução do número de plantas na área, as folhas inferiores do dossel vegetal possam receber maior taxa luminosa, e conseqüentemente elevando a taxa fotossintética da planta, permitindo que estes fotoassimilados sejam destinados prioritariamente para enchimento do maior número de grãos por planta (TAIZ; ZEIGER, 2009).

2.1.5 Déficit hídrico

A água é o recurso mais demandado pela planta e ao mesmo tempo em que é o mais abundante, frequentemente é o mais limitante, prejudicando a produtividade das culturas. O estresse abiótico pelo déficit hídrico no solo, inicia quando a taxa de transpiração é superior à taxa de absorção de água (TAIZ *et al.*, 2017 *apud* POHLMANN, 2021).

A demanda hídrica do feijoeiro é de cerca de 300 mm de água em todo o ciclo, variando ao decorrer dos estádios fenológicos, com necessidade máxima entre o florescimento e

maturação dos grãos (CEPEF, 2000). O feijoeiro é considerado uma espécie pouco tolerante a déficit hídrico severo por apresentar sistema radicular pouco desenvolvido, onde, pequenos veranicos, ou mesmo irrigações mais espaçadas, podem reduzir o conteúdo de água na camada superficial do solo, reduzindo ou impedindo a sua absorção (MORAES *et al.*, 2010; ANDRADE; CARVALHO; VIEIRA, 2011).

Dentre as primeiras respostas das plantas ao déficit hídrico, está a redução da expansão celular e, conseqüentemente, diminuição da área foliar e radicular (TAIZ *et al.*, 2017 *apud* POHLMANN, 2021). Quando o déficit ocorre após a semeadura diminui a germinação, a emergência e a sobrevivência das plântulas, podendo resultar em baixo estande, reduzindo o rendimento dos grãos (ANDRADE *et al.*, 2006). Na fase vegetativa pode prejudicar o desenvolvimento da planta, altura e área foliar da mesma. No período reprodutivo, o déficit hídrico no florescimento resulta na queda de flores diminuindo o número de vagens. No enchimento de grãos, haverá redução no número e na massa dos grãos (GUIMARÃES, 1996 *apud* NHANOMBE, 2019).

2.1.6 Cultivo do feijoeiro irrigado

A agricultura irrigada é uma prática agrícola intensiva e fortemente dependente de energia e de água, assim como demandante de cuidados quanto à manutenção da qualidade dos solos cultivados. Constitui-se por meio da aplicação racional de água, as necessidades hídricas da cultura, minimizando os impactos do clima sobre o seu rendimento, de maneira a atingir produções que sejam economicamente viáveis (JUNIOR *et al.*, 2017).

O Brasil tem 8,2 milhões de hectares irrigados com potencial para 55 milhões, apenas sobre áreas que já estão em uso (CNA, 2022). Conforme a Agência Nacional de Águas (2022), o Brasil irá expandir sua área irrigada em mais 4,2 milhões de hectares até 2040, chegando a uma área irrigada de aproximadamente 13 milhões de hectares. No Rio Grande do Sul, a área irrigada é de 1.128.687 milhões de hectares, onde, 83,85% da área corresponde a cultura do arroz irrigado, 11,86% às culturas anuais em pivôs centrais e 4,29% referem-se a outras culturas e sistemas (ATLAS DA IRRIGAÇÃO, 2025).

A irrigação consiste basicamente em definir como, quanto e quando irrigar e essas decisões são tomadas diariamente, sendo que geralmente consideram a área irrigada como uma unidade homogênea (JUNIOR *et al.*, 2017). O método de irrigação tem o propósito de maximizar a produtividade das culturas trabalhadas, por fornecer água às culturas de maneira

racional, pois é um elemento essencial em seu ciclo produtivo, tendo por finalidade trabalhar de forma racional diminuindo as perdas de água (BERNARDO *et al.*, 2019). Os métodos de irrigação podem ser agrupados de acordo com a forma de aplicação da água, destacando-se quatro métodos principais: irrigação por superfície, subterrânea, por aspersão e localizada (ANA, 2017).

A seleção do método e do sistema para determinado local passam por uma avaliação integrada de componentes socioeconômicos e ambientais, incluindo a disponibilidade e a qualidade da água, sempre buscando o sistema de irrigação que se encaixe na forma de manejo, fazendo com que não traga riscos para a produtividade ou para a lucratividade (ANA, 2017 EMBRAPA, 2017). Não existe um método de irrigação superior a outro quanto ao rendimento das culturas, mas sim, métodos que se adaptam melhor às condições locais de solo, à topografia e à cultura a ser irrigada (STONE; SILVEIRA; MOREIRA, 2011).

A aspersão, nos seus diferentes sistemas (convencional, autopropelido e pivô central), compreende o maior percentual da área irrigada de feijoeiro. A aspersão é um método que possibilita o bom controle da lâmina de água aplicada e, de modo geral, a eficiência do método é ao redor de 70%, podendo alcançar 90% em alguns sistemas. O sistema de aspersão convencional é considerado o sistema básico de irrigação por aspersão, do qual derivaram todos os demais, podendo ser classificado em portátil, semiportátil e fixo, dependendo do grau de movimentação à campo. Os manômetros (medidores de pressão) são indispensáveis para o bom funcionamento do sistema, o qual é empregado para irrigação de pequenas áreas (STONE, 2023).

Embora o crescimento da atividade resulte, em geral, em aumento do uso da água, alguns benefícios podem ser observados, tais como o aumento da produtividade, a redução de custos unitários, a atenuação de riscos meteorológicos e a otimização de insumos e equipamentos. A irrigação também é fundamental para o aumento e a estabilidade da oferta de alimentos e consequente aumento da segurança alimentar e nutricional da população brasileira (ANA, 2017). As principais contribuições para o crescimento da produtividade agrícola no Brasil são decorrentes da modernização das unidades produtivas, da implantação de sistemas de irrigação e métodos inovadores, do uso de sementes melhoradas, da adoção de variedades de melhores respostas e do manejo sustentável dos sistemas de produção (ROCHA; CHRISTOFIDIS, 2015).

2.1.7 Cultivo de feijoeiro em sequeiro

A agricultura de sequeiro é implantada na lavoura durante o período chuvoso. Torna-se uma agricultura de risco em virtude de o sucesso da safra depender da distribuição das chuvas, pois a estiagem em períodos críticos de desenvolvimento da cultura, como é o caso do florescimento ou enchimento de vagens, pode proporcionar decréscimo no rendimento final (EMBRAPA, 2021).

Boas práticas de manejo do solo, em especial as que facilitam a infiltração e o armazenamento da água, contribuem para o uso eficiente dos recursos naturais em áreas de sequeiro (AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS, 2020). Segundo Wagner *et al.* (2013), o aumento da produtividade no cultivo em sequeiro requer um ajuste das inovações e tecnologias na forma de manejo, de maneira que se encaixe a data de semeadura.

De maneira geral, nos países em desenvolvimento, os sistemas agrícolas baseados no cultivo de sequeiro são caracterizados por baixas produtividades, comprometendo a capacidade de atender aos mercados e de garantir retornos econômicos e sociais. No Brasil, principalmente na região do Planalto Central, do Cerrado, por exemplo, devido ao período de chuvas, a produção situa-se entre os meses de novembro a abril, podendo ser significativamente ampliada se o uso da irrigação for adotado (FAO, 2011).

A produção de feijão no Rio Grande do Sul é desenvolvida principalmente na pequena propriedade familiar e está presente em quase todos os municípios do Estado. Para a safra 2024/2025, a Emater/RS-Ascar projeta o cultivo de 28.896 hectares e a produtividade média estimada é de 1.864 kg.ha⁻¹ (SECRETARIA AGRICULTURA RS, 2024).

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1 Localização do experimento

O trabalho foi conduzido na área agrícola do Instituto Federal do Rio Grande do Sul - Campus Ibirubá no ano agrícola de 2023/24. A área está situada em latitude de 28°38'58" S e 53°06'14" W, com altitude de cerca de 400 metros acima do nível do mar. Segundo a classificação climática de Köppen-Geiger, o clima da região caracteriza-se como "Cfa" subtropical úmido, com precipitações abundantes bem distribuídas ao longo do ano e estações

bem definidas. A precipitação média anual da região é de, aproximadamente, 1650 mm e a temperatura média do município é de 19,1 °C. De acordo com Streck *et al.* (2008), o solo da região é classificado como Latossolo Vermelho Distrófico típico, pertencente à unidade de mapeamento Cruz Alta.

Figura 2 – Local do experimento.



Fonte: Google Maps (2025).

2.2.2 Semeadura e delineamento experimental

A semeadura foi realizada no dia 26 de outubro de 2023, utilizando o sistema de semeadura “plantio direto” sob restos culturais de aveia branca e ervilhaca. Utilizou-se a semeadora-adubadora Phanter SM 7000 da marca Vence Tudo, regulada com espaçamento entre linhas de 45 cm (Figura 3).

Figura 3 – Semeadora-adubadora Phanter SM 7000

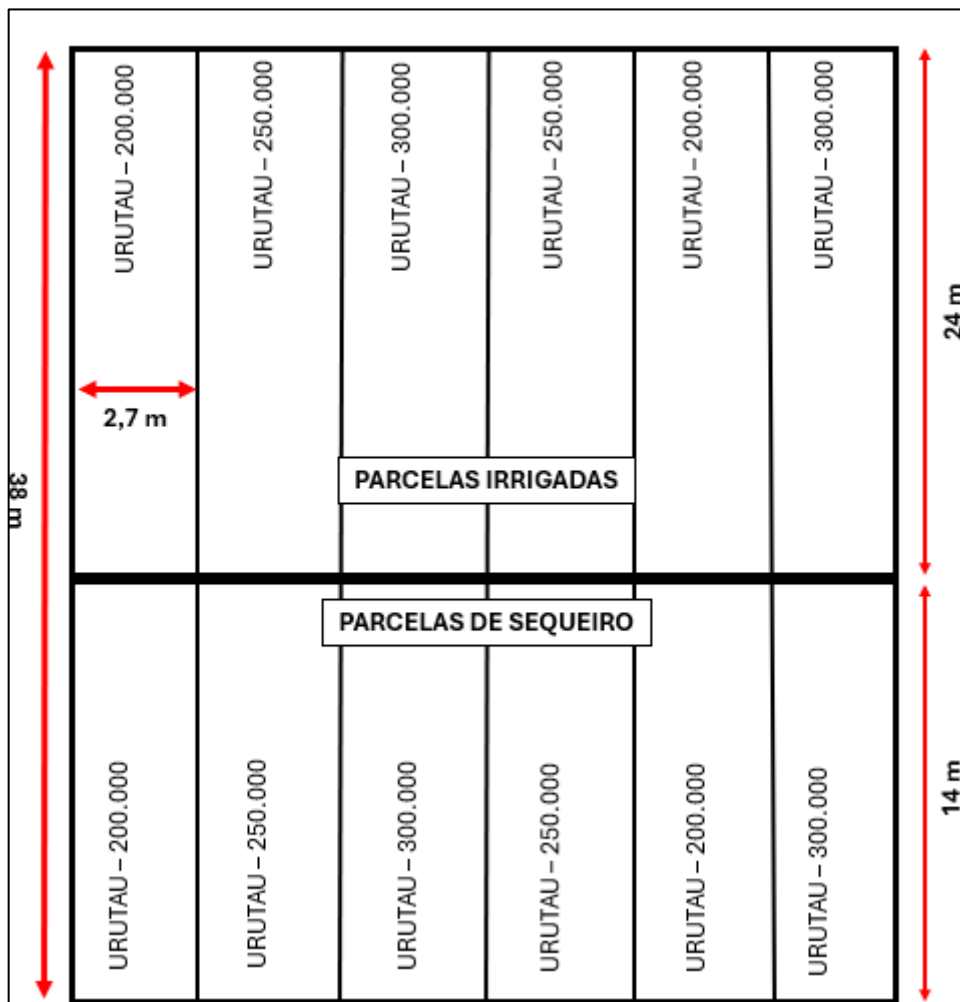


Fonte: IFRS Campus Ibirubá (2024).

A adubação de base utilizada foi de 325 kg.ha⁻¹ da formulação 05-20-20 de NPK.

O delineamento utilizado foi o de blocos ao acaso, com duas repetições. Os fatores estudados foram população de plantas e condições hídricas. Três populações de plantas foram estabelecidas (200, 250 e 300 mil plantas ha⁻¹) em duas distintas condições hídricas, sendo elas, irrigada e sequeiro. Nas parcelas irrigadas ocorreu reposição de 100% da evapotranspiração da cultura (ETc). As parcelas de sequeiro mediam 2,7 m de largura (largura da passada da semeadora) e 14 m de comprimento, cujo comprimento é o mesmo da largura da barra do pulverizador disponível no campus, assim, facilitando o manejo com produtos fitossanitários. As parcelas irrigadas mediam 2,7 m de largura por 24 m de comprimento, onde esse comprimento se deu por conta do sistema de irrigação (Figura 4).

Figura 4 – Croqui representativo da área com as parcelas irrigadas e de sequeiro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

2.2.3 Tratos culturais

Durante o ciclo, buscando manter a sanidade da cultura, foram realizadas aplicações de produtos fitossanitários que ocorreram nos dias 8 de dezembro e 5 de janeiro, 43 e 74 dias após a emergência da cultura, respectivamente. Foi aplicado o Cletodim Nortox® (cletodim), herbicida sistêmico na dosagem de 500 ml/ha; também foi utilizado o fungicida Vessarya® (picoxistrobina + benzovindiflupir) na dosagem de 900 ml/ha; o inseticida Engeo Pleno S® (tiametoxam + lambda-cialotrina) na dose de 125 ml/ha para auxiliar no controle da *Diabrotica speciosa* (Vaquinha-verde-amarela); juntamente com os produtos citados, foi feito o uso do óleo mineral utilizado no momento da aplicação como um adjuvante, maximizando o potencial dos produtos fitossanitários.

O Cletodim Nortox, herbicida utilizado nas aplicações, é eficiente no controle de infestantes da família das *Poaceas*, sendo assim, ele não consegue controlar plantas daninhas que sejam de outra família. Dessa forma, para controle das plantas daninhas que ficaram na área depois da aplicação, foi feita uma capina manual nas entrelinhas da cultura.

Além disso, foram realizadas duas aplicações de nitrogênio de cobertura com ureia nos estádios fenológicos de V3 e V4, seguindo a escala fenológica proposta por Fernandez; Gepts; López (1986), conforme a recomendação indicada pelo Manual de Adubação e Calagem para os estados do Rio Grande do Sul e de Santa Catarina. Em cada uma das aplicações foram aplicados $166 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de ureia, totalizando $332 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de ureia ($150 \text{ kg}\cdot\text{ha}^{-1}$ de nitrogênio) com as duas aplicações realizadas.

2.2.4 Manejo da irrigação

Para suplementação de água, o trabalho contava com um sistema de irrigação por aspersão convencional, dotado de uma linha principal, seguido de duas linhas laterais com quatro tubos de subida (Figura 6) distribuídos em cada linha, totalizando oito dentro de todo o sistema. Os aspersores, Agropolo NY-25, ficaram espaçados a cada 12 metros. Com uma taxa de aplicação de $9,42 \text{ mm}\cdot\text{hora}^{-1}$, com coeficientes de uniformidade de 90% e de distribuição de 85%,

Figura 5 - Tubos de subida com os aspersores em funcionamento realizando aplicação da lâmina de irrigação.



Fonte: Elaborado pelo autor (2023).

A fonte de água para a irrigação era proveniente de uma caixa d'água (a fonte era o poço, a caixa de água era o local de armazenamento) localizada perto da área experimental (aproximadamente 10 metros), dotada uma bomba centrífuga distribuindo água para o sistema, assim realizando a irrigação da lâmina necessária.

A Evapotranspiração de referência (E_{To}) foi determinada através da Planilha de Cálculo de Evapotranspiração de Referência da Embrapa, onde eram inseridos dados climáticos, disponíveis no site do INMET, referentes a temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, velocidade do vento e radiação global, obtendo o valor da E_{To} diária da cultura.

A Evapotranspiração da cultura (E_{Tc}) foi determinada através da multiplicação da E_{To} pelo coeficiente da cultura (K_c) (Tabela 1), sendo, o coeficiente de cultura disponibilizado pela FAO (Boletins 24 e 56).

Tabela 1 – Fases e respectivos valores de K_c para cultura do feijão.

Fase	Valores de K_c
Inicial	0,4
Intermediário	1,15
Final	0,35

Para o manejo da irrigação foi utilizado o turno de rega variável, tendo como ponto de decisão para aplicação da lâmina de irrigação quando o solo atingisse 90% da capacidade real

de água no solo (CRA). Baseando-se em dados de trabalhos realizados no local do experimento, tinha-se o conhecimento de que a CRA era de 88 mm, ou seja, quando o solo estava em capacidade de campo havia esse volume de água. Para a decisão de necessidade de irrigação, fazia-se o monitoramento com base na ETc diária, ou seja, o valor de ETc diária era descontado do valor da CRA, dessa forma era possível saber o volume de água que havia naquele determinado momento no solo. Então quando o solo atingisse 79,2 mm (90% da CRA) de armazenamento, era realizada a irrigação.

2.2.5 Avaliações

As avaliações, tanto para as parcelas de sequeiro, quanto às irrigadas, foram as mesmas, avaliando: a altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta, número de grãos por vagem, peso de mil grãos e a produtividade de grãos em quilogramas por hectare.

Para avaliação altura de plantas, altura de inserção da primeira vagem, número de vagens por planta e número de grãos por vagem, foram selecionadas 5 plantas aleatórias de cada parcela. A altura de plantas e altura de inserção da primeira vagem foram avaliadas utilizando uma trena métrica. A altura de plantas foi considerada a distância desde a base da planta até a sua última folha, a altura de inserção da primeira vagem foi considerada a distância desde a base da planta até a primeira vagem da planta.

Já para avaliação do número de vagens por planta foi realizada de forma manual, destacando todas as vagens presentes na planta e realizada a contagem. Para o número de grãos por vagem, era realizada a abertura das vagens da planta e era feita a contagem total dos grãos.

Todas as avaliações citadas acima, foram feitas com base na metodologia utilizada por Barcellos *et al.* (2020).

Massa de mil grãos: foi feita a contagem manual de oito repetições de 100 grãos para cada uma das parcelas, totalizando 800 grãos e em seguida os grãos foram pesados (BRASIL, 2009). Depois de obter o peso de 1000 grãos fez-se uma regra de três (Figura 6).

Figura 6 – Exemplo mostrando o cálculo utilizado para obter a peso de 1000 grãos.

800 grãos	-	196,8 gramas
1000 grãos	-	X (?)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Para avaliação da produtividade de grãos foram colhidas nos dias 22/01/2024 e 01/02/2024 as parcelas de sequeiro e irrigadas, respectivamente. Nas parcelas de sequeiro foram colhidos dez metros das duas linhas de semeadura centrais das parcelas, tendo uma área útil de colheita de 4,5 m². Para as parcelas irrigadas, foram colhidos vinte metros das duas linhas centrais, totalizando 9 m² de área útil. As parcelas irrigadas tiveram uma área útil maior pelo fato de terem um comprimento maior que as parcelas de sequeiro.

A avaliação da produtividade de grãos foi realizada no Laboratório de Irrigação e Agricultura de Precisão do IFRS - Campus Ibirubá, com auxílio de uma balança de precisão. Após a pesagem de cada amostra, foi feito uma regra de três com a finalidade de extrapolar os valores encontrados, para hectares (Figura 7).

Figura 7 – Exemplo mostrando o cálculo utilizado para extrapolar os valores de produtividade para hectares.

9 m ²	-	5,9895 kg
10.000 m ²	-	X (?)

Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

A determinação da umidade dos grãos foi realizada através de um equipamento medidor de umidade de grãos portátil G650i (Figura 3), e após as amostras pesadas e com a determinação de umidade realizada, a produtividade obtida em cada parcela foi corrigida para 13%.

Figura 8 – Analisador de umidade e impureza G650i



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

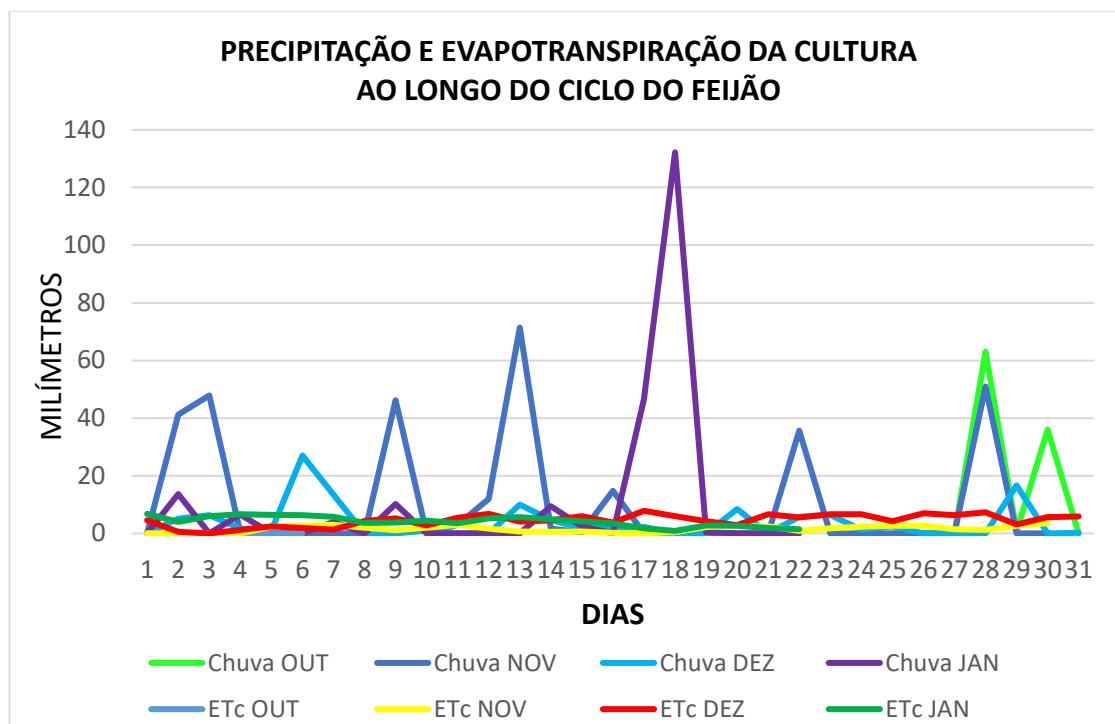
2.2.6 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância (ANOVA) utilizando o programa computacional SISVAR. Quando significativas às médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

No intervalo de tempo de realização do trabalho, o regime de distribuição das precipitações foi regular (Figura 9).

Figura 9 – Gráfico representando a distribuição das chuvas e da evapotranspiração da cultura ao longo do ciclo do feijão.



Fonte: Elaborado pelo autor (2025).

Analisando o gráfico da distribuição das chuvas durante o ciclo da cultura, é possível observar que houve uma distribuição regular durante todo o ciclo, porém, apesar do volume total durante o ciclo do feijão, o volume diário de chuvas não foi tão elevado.

Na Tabela 2 podemos observar o volume de precipitação dos meses e de todo o ciclo do feijoeiro e os valores referentes a lâmina de irrigação aplicada durante a condução do trabalho.

Tabela 2 – Precipitação acumulada e lâmina aplicada na área irrigada durante o ciclo da cultura do feijão em todos os meses, desde a semeadura até a colheita.

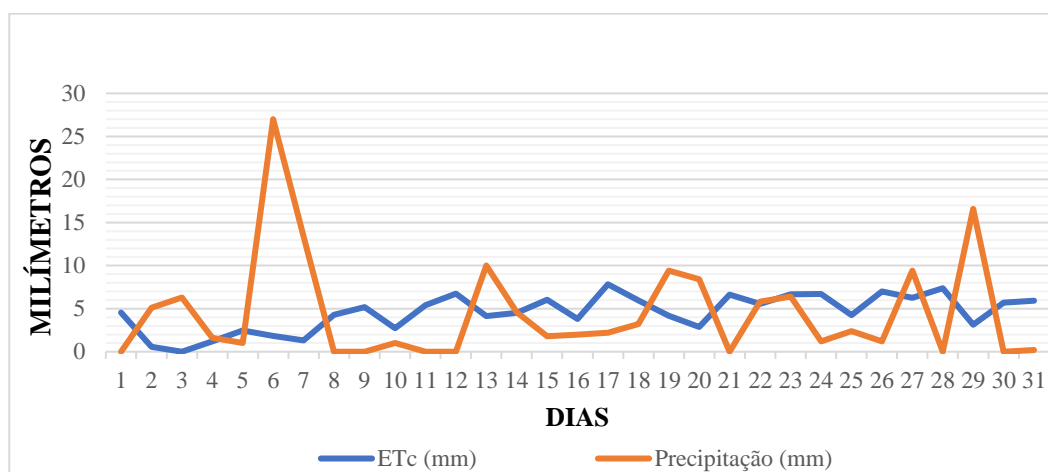
Mês	Precipitação (mm)	Lâmina aplicada (mm)
Outubro*	99,6	0,0
Novembro	327,0	9,4
Dezembro	121,4	51,6
Janeiro	238,6	28,2
Total	786,6	89,2

* No mês de outubro a precipitação se refere ao acumulado dos dias 26 a 30.

O mês de janeiro teve o maior volume de chuva, tendo um total de 238,6 mm acumulados e o volume de 121,4 mm acumulados foi no mês de dezembro, cujo mês, teve o menor volume de precipitação.

A cultura do feijoeiro tem uma demanda de hídrica média de 300 mm (CEPEF, 2000), dessa forma, podemos observar que o volume precipitado durante o ciclo da cultura foi suficiente para atender essa demanda. Porém, mesmo com um volume satisfatório para atender a cultura do feijão, foram necessárias 6 irrigações no mês de dezembro e isso pode ser explicado devido ao fato de que o volume de precipitação foi menor, comparado aos outros meses e em função das altas perdas de água para atmosfera (alta ETc diária), conforme mostra a Figura 10. A partir da Figura 10, nota-se que durante os 31 dias do mês, em 20 deles a perda de água (ETc diária) foi superior à entrada de água e os outros 11 dias a entrada de água foi superior à saída.

Figura 10 – Gráfico referente aos volumes de evapotranspiração da cultura e precipitação diária do mês de dezembro.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Os dados obtidos em relação a cultura do feijoeiro, cultivar IPR – Urutau, estão dispostos na sequência (Tabela 3).

Tabela 3 – Altura de plantas de feijão, cv. IPR – Urutau, para as diferentes populações e distintas condições hídricas. Ibirubá – RS, 2024.

Altura de planta (cm)				
Condição Hídrica	População (plantas/ha)			Média
	200.000	250.000	300.000	
Irigado	73,7	75,1	83,4	77,4 A
Sequeiro	59,3	52,3	53,0	54,9 B
Média	66,5	63,7	68,2	66,1
CV %	19,52			

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

Para variável altura de planta, não se observou diferença significativa para a população de plantas e nem para a interação entre os fatores. Foi observado diferença estatística significativa entre as distintas condições hídricas, onde a condição irrigada resultou na maior altura de plantas. Essa diferença entre as condições hídricas, pode ter ocorrido em consequência da menor área foliar das plantas de sequeiro, pois, uma vez que as plantas percebem a diminuição de água no solo, há produção de ácido abscísico em várias partes das plantas, podendo induzir o processo de abscisão foliar, com o intuito de diminuir a perda de água (AYAN *et al.*, 2014).

A população de plantas não alterou a altura de plantas, com uma altura média de plantas de 66,1 cm. Esse resultado difere do encontrado por Souza, Andrade e Muniz (2003), onde eles apontam que à medida que se aumenta a população de plantas (180, 240 e 400 mil plantas.ha⁻¹), a altura de plantas reduz linearmente.

A condição hídrica apresentou diferença significativa para massa de mil grãos, porém, a interação entre os fatores, condição hídrica e massa de mil grãos, não foi significativa (Tabela 4).

Tabela 4 – Massa de mil grãos de feijão, cv. IPR – Urutau, para as diferentes populações e distintas condições hídricas.

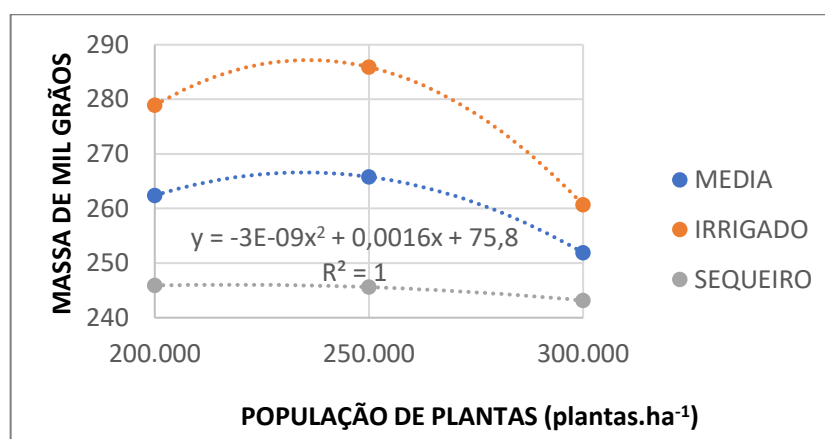
Condição Hídrica	Massa de mil grãos (g)			Média
	População (plantas/ha)			
	200.000	250.000	300.000	
Irrigado	278,9	285,9	260,7	275,2 A
Sequeiro	245,9	245,6	243,2	244,9 B
Média	262,4 AB	265,8 A	251,9 B	260,0
<i>CV%</i>	2,24			

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A massa de mil grãos, foi 11% maior na condição hídrica irrigada, em relação à condição de sequeiro. Apesar das médias de sequeiro serem menores que as médias na condição irrigada, são consideradas boas em função de que a massa de mil grãos da cultivar IPR – Urutau é de 230 g, segundo o IAPAR (2019).

As distintas populações de plantas tiveram efeito sobre a variável massa de mil grãos (Figura 11).

Figura 11 – Efeito das diferentes populações de plantas na massa de mil grãos de feijão, cv. IPR – Urutau.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

A massa de mil grãos dentro das três distintas populações de plantas, se ajustou ao modelo quadrático, onde observa-se, que, a população de 250.000 plantas.ha⁻¹, resultou na maior massa média de mil grãos, com um valor médio de 265,8 g. Diferente de quando aumentou-se a população para 300.000 plantas.ha⁻¹, onde obteve-se uma média de 251,9 g. Esses resultados não concordam com os que foram encontrados por Souza, Andrade e Muniz (2003), onde foi observado que o aumento da população de plantas (180, 240 e 400 mil plantas.ha⁻¹) não afetou a massa de cem grãos.

Para a variável vagens por planta, a condição hídrica e a população de plantas foram significativas, porém, a interação entre os fatores não teve diferença significativa (Tabela 5)

Tabela 5 – Vagens por planta de feijão, cv. IPR – Urutau, para as diferentes populações de plantas e distintas condições hídricas.

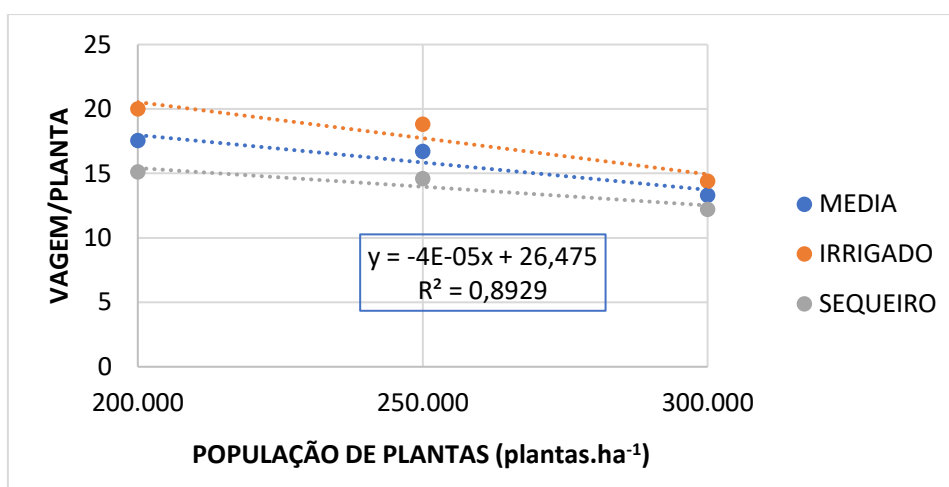
Vagens por planta				
Condição Hídrica	População (plantas/ha)			Média
	200.000	250.000	300.000	
Irrigado	20	19	14	17 A
Sequeiro	15	15	12	14 B
Média	18 A	17 AB	13 B	16
CV%	9.97			

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

O número de vagens por planta foi 17,6% superior para condição irrigada do que sequeiro, podendo ser explicado em função da maior altura de planta, pois em plantas de hábito indeterminado, maior altura de planta significa maior número de nós e maior número de ramos (FERNANDEZ; GEPTS; LÓPEZ, 1985), o que, potencialmente, significa maior número de vagens.

Com relação à população de plantas observou-se diferença significativa, onde ocorreu uma redução linear no número de vagens por planta com o aumento do número de plantas por hectare (Figura 12).

Figura 12 – Efeito das diferentes populações de plantas no número de vagens por planta de feijão, cv. IPR – Urutau.



Fonte: Elaborado pelo autor (2024).

Com uma população de plantas maior, teremos um número maior de plantas na área e consequentemente um maior adensamento de plantas, onde pode-se notar, um ganho em altura e uma diminuição nos ramos laterais, havendo um decréscimo nos nós, estrutura de onde surgem as vagens.

Esses resultados concordam com os que foram encontrados por Arf *et al.* (1996), que verificaram em densidades de semeadura de 8, 12 e 16 plantas/m, que o número de vagens por planta foi um dos componentes afetado negativamente pelo aumento da população de plantas. Para a variável grãos por vagem, não houve diferença significativa da condição hídrica, da população de plantas, bem como da interação entre os fatores (Tabela 6).

Tabela 6: Grãos por vagem de feijão, cv. IPR – Urutau, para as diferentes populações e distintas condições hídricas.

Condição Hídrica	Grãos/vagem			Média
	População (plantas/ha)			
	200.000	250.000	300.000	
Irigado	4,95	4,8	5,07	4,94
Sequeiro	4,11	4,85	4,43	4,46
Média	4,53	4,82	4,75	4,70
CV%	12,57			

Geralmente, na seca, quando é comum cessar as chuvas antes do completo enchimento de grãos, é comum a ocorrência de grãos “chochos”, causando a redução no número de grãos por vagem (ANDRADE, 1998). Nesse caso, onde tivemos um volume de precipitação que conseguiu atender a demanda hídrica da cultura, tanto para as parcelas irrigadas, quanto para as de sequeiro, não foi observado esse problema.

No trabalho realizado por Santos *et al.* (2014), o número de grãos por vagem não foi significativo para as populações de plantas, segundo os mesmos autores, o número médio de grãos por vagem é pouco influenciado pela população de plantas e mais pelas condições ambientais.

Com relação a variável altura de inserção da 1º vagem, para os diferentes fatores e para a interação entre estes, não foi observado diferença estatística (Tabela 7).

Tabela 7 – Altura de inserção da 1^o vagem de feijão, cv. IPR – Urutau, para as diferentes populações e distintas condições hídricas.

Condição Hídrica	Altura inserção 1 ^o vagem (cm)			Média
	População (plantas/ha)			
	200.000	250.000	300.000	
Irigado	17,50	14,65	17,35	16,50
Sequeiro	14,80	16,30	14,90	15,33
Média	16,15	15,48	16,13	15,92
CV%	12,32			

A altura de inserção da primeira vagem é uma característica relevante quando se pensa na viabilidade da colheita mecanizada, além de estar relacionada ao porte ereto, arbustivo e à resistência ao acamamento. De acordo Grigolo *et al.* (2018), a arquitetura do feijoeiro é um problema, considerando a baixa altura de inserção da primeira vagem, pois esta característica inviabiliza a colheita mecanizada.

Com base nos resultados obtidos no presente trabalho para esta cultivar, é possível observar que a altura de inserção da primeira vagem ficou abaixo da média indicada para ela, que é de 19 cm, segundo o IAPAR (2019).

Para produtividade, não houve interação significativa entre os fatores, foi observado diferença significativa somente para as distintas condições hídricas (Tabela 8).

Tabela 8: Produtividade de feijão, cv. IPR – Urutau, para diferentes populações e distintas condições hídricas.

Condição Hídrica	Produtividade (kg.ha ⁻¹)			Média
	População (plantas/ha)			
	200.000	250.000	300.000	
Irigado	6.655,56	7.194,44	6.000,00	6.616,67 A
Sequeiro	4.144,45	3.800,00	3.966,67	3.970,37 B
Média	5.400,00	5.497,22	4.983,33	5.293,52
CV%	11,61			

Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade de erro.

A média de produtividade na condição irrigada foi de 6.616,67 kg.ha⁻¹ e no sequeiro foi de 3.970,37 kg.ha⁻¹, ou seja, a produtividade irrigada foi em torno de 66,6% maior que na condição de sequeiro, mostrando que o uso da irrigação incrementa na produtividade do feijoeiro. Esses resultados corroboram com os resultados encontrados por Oliveira e Prado (2022), onde eles verificaram que no cultivo irrigado a produtividade foi 80,6% maior que na condição sem irrigação. Prado *et al.* (2021) também observaram uma diferença de 47% entre a produtividade do feijão irrigado e não irrigado, cultivado no outono.

A maior produtividade na condição irrigada pode ser explicada em função dos parâmetros de produtividade relacionados a cultura. Como foi possível observar, o número de vagens por planta e da massa de mil grãos foram superiores para esta condição hídrica, fato que auxilia na compreensão da maior produtividade na condição irrigada, pois conforme Guimarães *et al.* (2011) essas mesmas variáveis correspondem aos parâmetros de rendimento que apresentam maior resposta sobre a diminuição no conteúdo de água do solo às plantas.

Com relação às populações, não houve diferença estatística, com uma produtividade média de 5.293,52 kg.ha⁻¹. Esse resultado pode ser apresentado como um ponto positivo ao produtor, tendo em vista que ele poderá reduzir o consumo de semente por área, já que o aumento da população de plantas não teve diferença.

3 CONCLUSÃO

As distintas populações de plantas não tiveram efeito sobre produtividade do feijoeiro, porém, com base nos resultado obtidos no presente trabalho, a população de 250.000 plantas.ha⁻¹ na condição irrigada teve uma elevada produtividade, sendo a mais indicada, frente às demais populações de plantas.

Há uma variabilidade na produção do feijoeiro para cultivar IPR – Urutau em condições de sequeiro e irrigado. Na condição de sequeiro se teve resultados inferiores, quando comparado aos resultados na condição irrigada.

A condição irrigada exerce influência sobre a altura de plantas, na massa de mil grãos, número de vagens por planta e na produtividade. A produtividade obtida na condição irrigada foi 66,6 superior à produção obtida em condições sem irrigação para cultivar IPR – Urutau.

Esse fato evidência a importância de um sistema de irrigação, uma vez que a cultura do feijoeiro se mostrou responsiva à irrigação.

A pesquisa com relação aos componentes de rendimento da cultura do feijão se mostra importante, tendo em vista que são esses parâmetros que explicam as altas produtividades obtidas para condição irrigada.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, M. L.; SANGOI, L. **Manejo de cultivares de feijão de diferentes hábitos de crescimento no planalto catarinense. I. Rendimento de grãos.** Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/Yvvy4XxFsmFz3zmm5FGXqMH/>>. Acesso em: 16 jan. 2025
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Atlas Irrigação: uso da água na agricultura irrigada.** 2017. Disponível em: <<https://www.ana.gov.br/atlasirrigacao/>>. Acesso em: 18 nov. 2024.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DAS ÁGUAS. **Atlas Irrigação atualiza a área irrigada total no Brasil em 8,2 milhões de hectares.** 2022. Disponível em: <<https://www.gov.br/ana/pt-br/assuntos/noticias-e-eventos/noticias/atlas-irrigacao-atualiza-area-irrigada-total-no-brasil-em-8-2-milhoes-de-hectares>>. Acesso em: 21 jan. 2025.
- ANDRADE, M. J. B. Clima e solo. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão: aspectos gerais e cultura no Estado de Minas.** Viçosa: UFV, 1998. p. 83-97.
- ATLAS IRRIGAÇÃO. **Painel de áreas irrigadas.** 2025. Disponível em: <<https://portal1.snirh.gov.br/ana/apps/dashboards/911d339de2944eb79e4f0b8a96e65b8b>>. Acesso em: 21 jan. 2025.
- AYAN, L. R., GONZÁLEZ, L. M., GUERRERO, Y. R., RODRÍGUES, J. D., & VÁZQUEZ, M. N. 2014. **Aspectos fisiológicos, bioquímicos y expresión de genes en condiciones de déficit hídrico. Influencia en el proceso de germinación.** Disponível em: <http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0258-59362014000300003>. Acesso em: 16 jan. 2025.
- BARCELLOS, F. H. R.; SANTOS, C. M. G.; PANTALEÃO, A. A.; SILVA, J. A. S.; CAPRISTO, D. P. **Desempenho agrônômico de genótipos de feijão comum cultivados no ecótono Cerrado-Pantanal.** 2020. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.33448/rsd-v9i8.3668>>. Acesso em: 07 jan. 2025.
- BERNARDO, S.; MANTOVANI, E. C.; SILVA, D. D.; SOARES, A. A. **Manual de irrigação.** 9. ed. atual. e aum. Viçosa: Editora UFV, 2019. 545 p.
- BINOTTI, F. F. S.; ARF, O.; ROMANINI JUNIOR, A.; FERNANDES, F. A.; SÁ, M. E.; BUZETTI, S. **Manejo do solo e da adubação nitrogenada na cultura do feijão de inverno e irrigado.** 2007. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/brag/a/K7Ltdy7MR76F8DptdpvXRJN/?lang=pt>>. Acesso em: 07 jan. 2025.
- BRASIL. **Regras para análise de semente.** 2009. Disponível em: <<https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/lfda/arquivos-publicacoes-laboratorio/regras-para-analise-de-sementes.pdf/view>>. Acesso em: 07 jan. 2025.
- CASTRO, E. C.; PACHECO, A. R.; SOUZA, C. B.; WANDE, A. E. **Estruturas de governança de transações das organizações detentoras de direitos de proteção em cultivares de feijão-comum no Brasil.** 2021. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1137327/1/rref-2021.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2025.

CARBONEL, S. A. M.; CHIORATO, A. F.; BEZERRA, L. M. C. **A planta e o grão de feijão e as formas de apresentação aos consumidores.** 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/226032/1/cap6-2021.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2024.

CEPEF – Comissão Estadual de Pesquisa de Feijão. **Feijão recomendações técnicas para cultivo no Rio Grande do Sul.** 2000. Disponível em: <https://www.bibliotecaagptea.org.br/agricultura/culturas_ anuais/livros/FEIJAO%20RECOMENDACOES%20TECNICAS%20PARA%20O%20CULTIVO%20NO%20RIO%20GRANDE%20DO%20SUL.pdf>. Acesso em: 12 nov. 2024.

CHAVES, M. O.; BASSINELLO, P. Z. **O feijão na alimentação humana.** 2021. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/123450/1/p15.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2024.

CNA. **Brasil tem potencial de ampliar área irrigada com uso de tecnologias.** 2022. Disponível em: <<https://cnabrazil.org.br/noticias/brasil-tem-potencial-de-ampliar-area-irrigada-com-uso-de-tecnologias>>. Acesso em: 21 jan. 2025.

COELHO, J. D. **Feijão.** 2023. Disponível em: <https://www.bnb.gov.br/s482-dspace/bitstream/123456789/1918/1/2023_CDS_322.pdf>. Acesso em: 22 nov. 2024.

CONAB – COMPANHIA NACIONAL DE ABASTECIMENTO. **Perspectivas para a agropecuária: safra 2024/25.** 2024. Disponível em <https://www.conab.gov.br/perspectivas-para-a-agropecuaria/item/download/55013_850c77c9f38f6daa0ed214b4b29241d0>. Acesso em: 20 nov. 2024.

COSTA, J. G. C. **Feijão: morfologia.** 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/morfologia>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

EMBRAPA. **Métodos de irrigação.** 2017. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_16820051>. Acesso em: 26 nov. 2024.

EMBRAPA. **Sistemas de Cultivo.** Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. 2021. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/feijao-caupi/arvore/CONTAG01_17_510200683536.html>. Acesso em: 23 nov. 2024.

FAO. **The stateoftheworld'slandandwaterresources for foodandagriculture (SOLAW): managng systems atrisk.** 2011. Disponível em: <<http://www.fao.org/docrep/017/i1688e/i1688e.pdf>>. Acesso em: 23 nov. 2024.

FERNANDEZ, F.; GETPS, P.; LÓPEZ, M. **Etapas de desarrollo em la planta de frijol.** 1985. Disponível em:

<https://www.researchgate.net/publication/284254397_Etapas_de_desarrollo_en_la_planta_d_e_frijol>. Acesso em: 25 nov. 2024.

FLUMIGNAN, D. L.; ALMEIDA, A.C S.; GARCIA, R. A. **Necessidade de irrigação complementar da soja na região sul de Mato Grosso do Sul**. 2015. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/handle/doc/1024902>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

GRIGOLO, S.; FIOREZE, A. C. C. L.; DENARDI, S.; VACARI, J. **Implicações da análise univariada e multivariada na dissimilaridade de acessos de feijão comum**. 2018. Disponível em: <<https://revistas.udesc.br/index.php/agroveterinaria/article/download/9324/pdf/46111>>. Acesso em: 08 jan. 2025.

GUIMARÃES, C. M.; STONE, L. F.; BRUNINI, O. **Adaptação do feijoeiro (*Pasheolus vulgaris* L.) à seca**. 1996. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/277996784_Adaptacao_do_feijoeiro_Phaseolus_vulgaris_L_a_seca_II_Produtividade_e_componentes_agronicos/download>. Acesso em: 25 nov. 2024.

IAPAR – Instituto Agronômico do Paraná. **Feijão preto IPR – Urutau**. 2019. Disponível em: <<https://www.idrparana.pr.gov.br/system/files/publico/negocios/folders/fejiao/IPR-Urutau.pdf>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

JADOSKI, S. O.; CARLESSO, R. WOISCHICK, D.; PETRY, M. T.; FRIZZO, Z. **População de plantas e espaçamento entre linhas do feijoeiro irrigado. II: rendimento de grãos e componentes de rendimento**. 2000. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cr/a/LvDd7hF53BTwXc45Z5dnFMS/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 16 jan. 2025.

JUNIOR, A. S. A.; ROMERO, A. M.; DOMINGUES, A. F.; CHRISTOFIDIS, D.; TARJUELO, J. M.; RODRIGUES, L. N.; BASSOI, L. H.; SMITH, P.; RESENDE, R. S.; GONDIM, R. S. **Agricultura Irrigada: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável**. 2017. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/1081898/agricultura-irrigada-desafios-e-oportunidades-para-o-desenvolvimento-sustentavel>>. Acesso em: 30 nov. 2023.

JUNIOR, J. B. F. M. **O feijão comum**. 1960. Disponível em: <http://www.ial.sp.gov.br/resources/insituto-adolfo-lutz/publicacoes/rial/60/rial_201-2_1960/b_269.pdf>. Acesso em: 25 nov. 2024.

MANTOVANI, E. C.; MONTES, D. R. P.; VIEIRA, G. H. S.; RAMOS, M. M.; SOARES, A. A. **Estimativa de produtividade da cultura do feijão irrigado em Cristalina-GO, para diferentes lâminas de irrigação**. 2012. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/eagri/a/SnXnRBVN9L3QBtJnJqyxCHq/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 07 jan. 2025.

MENDES, R. S. **Determinação da evapotranspiração por métodos direto e indireto e dos coeficientes de cultura para a soja no Distrito Federal**. Mestrado em Ciências Agrárias – Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília 2006. 58pg.

MONDO, V. H. V.; NASCENTE, A. S. **Produtividade do feijão-comum afetado por população de plantas**. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/1091978>>. Acesso em: 16 jan. 2025.

MORAES W. B.; FILHO, S. M.; GARCIA, G. O.; CAETANO, S. P.; MORAES, W. B. **Seleção de genótipos de feijoeiro à seca**. 2010. Disponível em: <<https://www.scielo.cl/pdf/idesia/v28n2/art06.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2024.

MOROGUELLI, W. A.; SILVA, W. L. C.; SILVA, H. R. **Irrigação e fertilização em fruteiras e hortaliças**. 2011. Disponível em: <<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/handle/doc/907498>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

NHANOMBE, E. A. L. P. **Efeitos de restrição hídrica em feijoeiro cultivado em plantio direto e convencional**. Disponível em: <<https://www.locus.ufv.br/bitstream/123456789/24206/1/texto%20completo.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2024.

NOLETO, F. **Feijão: fenologia**. 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/fenologia>>. Acesso em: 28 nov. 2024.

OLIVEIRA *et al.* **Conhecendo a fenologia do feijoeiro e seus aspectos fitotécnicos**. 2018. Disponível em <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/173690/1/CNPAF-2018-lvfeijoeiro.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2024.

PARIZZI, A. R. C. **Efeito de diferentes estratégias de irrigação sob as culturas de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) e milho (*Zea mays* L.) na região de Santiago, RS**. 2007. Disponível em: <<https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/7579/Ana%20Rita%20Parizi.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>. Acesso em: 16 jan. 2025.

POHLMANN, V. **Transpiração, modelagem do crescimento e tamanho de amostra para feijão comum sob déficit hídrico no solo**. 2021. Disponível em: <https://repositorio.ufsm.br/bitstream/handle/1/23053/DIS_PPGAGRONOMIA_2021_POHLMANN_VALERIA.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 25 nov. 2024.

ROCHA, C. T. D.; CHRISTOFIDIS, D. **Vantagens da opção pela agricultura irrigada**. 2015. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/130611/1/Vantagens-da-opcao.pdf>>. Acesso em: 25 nov. 2024

SANTANA, M. J.; CARVALHO, J.A.; ANDRADE, M. J. B.; BRAGA, J.C.; GERVÁCIO, G. **G. Coeficiente de cultura e análise do rendimento do feijoeiro sob regime de irrigação**. 2008. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/266865397_COEFICIENTE_DE_CULTURA_E_ANALISE_DO_RENDIMENTO_DO_FEIJOEIRO_SOB_REGIME_DE_IRRIGACAO>. Acesso em: 07 jan. 2025.

SECRETARIA DE AGRICULTURA DO PARANÁ. **Cultivares de feijão mais comercializadas no Brasil**. Disponível em: <<https://www.agrolink.com.br/noticias/confira->

as-cultivares-de-feijao-mais-comercializadas-no-brasil_481458.html>. Acesso em: 16 jan. 2025.

SECRETARIA DE AGRICULTURA DO RIO GRANDE DO SUL. **Feijão e mandioca**. 2024. Disponível em: <<https://atlassocioeconomico.rs.gov.br/feijao-e-mandioca>>. Acesso em: 16 jan. 2025.

SILVA, J.G.; SILVA, C.C. **Plantio e Tratos Culturais**. Cultivo do Feijão Irrigado na Região Noroeste de Minas Gerais. 2005. Disponível em: <https://www.researchgate.net/profile/Alcido_Wander/publication/222100018_Coeficientes_tecnicos_custos_rendimentos_e_rentabilidade/links/02bfe50ee04b49f4b4000000/Coeficientes-tecnicos-custos-rendimentos-e-rentabilidade.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

SILVEIRA, P. M.; STONE, L. F.; RIOS, G. P.; COBUCCI, T.; AMARAL, A. M. **A irrigação e a cultura do feijoeiro**. 1996. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/203257/1/doc63.pdf>>. Acesso em 16 jan. 2025.

SORATTO, R. P.; ARF, O.; RODRIGUES, R. A. F.; BUZETTI, S.; SILVA, T. R. B. **Resposta do feijoeiro ao preparo do solo, manejo de água e parcelamento do nitrogênio**. 2003. Disponível em: <<https://periodicos.uem.br/ojs/index.php/ActaSciAgron/article/download/2453/1636/>>. Acesso em: 25 nov. 2024.

SOUZA, A. B.; ANDRADE, M. J. B.; MUNIZ, J. A. **Altura de plantas e componentes do rendimento do feijoeiro em função de população de plantas, adubação e calagem**. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/cagro/a/FRbyS4p7dsQdJRfXDQzk5sn/?format=pdf&lang=pt>>. Acesso em: 12 dez. 2024.

STONE, L. F. **Irrigação por aspersão**. 2023. Disponível em: <<https://www.embrapa.br/agencia-de-informacao-tecnologica/cultivos/feijao/pre-producao/metodos-de-irrigacao/irrigacao-por-aspersao>>. Acesso em: 21 jan. 2025.

STONE, L. F.; SILVEIRA, P. M.; MOREIRA, J. A. A. **Irrigação**. 2011. Disponível em: <<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/bitstream/doc/1015116/1/p97.pdf>>. Acesso em: 16 jan. 2025.

TEIXEIRA, I. R.; ANDRADE M. S. B.; CARVALHO, J. G.; MORAIS, A. R.; CORRÊA, J. B. D. **Resposta do feijoeiro comum (*Phaseolus vulgaris* L. cv. Pérola) a diferentes densidades de semeadura e doses de nitrogênio**. Disponível em: <http://repositorio.ufla.br/bitstream/1/35391/1/TESE_Resposta%20do%20feijoeiro%20%28cvs.%20Carioca%20e%20P%3%A9rola%29%20a%20doses%20de%20nitrog%C3%AAnio%20e%20f%C3%B3sforo.pdf>. Acesso em: 16 jan. 2025.

WAGNER, M. V.; SIDNEI, O.; JADOSKI, S. O.; MAGGI, M. F.; SAITO, L. R.; LIMA, A. S. **Estimativa da produtividade do milho em função da disponibilidade hídrica em Guarapuava, PR, Brasil**. 2013. Disponível em: <<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/ZWJm4bTPMFn5XvP4WkHpFbw/>>. Acesso em: 23 nov. 2024.