

Câmpus
Ipameri



Universidade
Estadual de Goiás



Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal

**SISTEMA DE ARRANJO DO FEIJOEIRO EM CONSÓRCIO COM
HÍBRIDO DE MAMONA DE PEQUENO PORTE**

MARYELLE BARROS DA SILVA

M E S T R A D O

**Ipameri-GO
2020**

MARYELLE BARROS DA SILVA

**SISTEMA DE ARRANJO DO FEIJOEIRO EM CONSÓRCIO COM
HÍBRIDO DE MAMONA DE PEQUENO PORTE**

Orientador: Itamar Rosa Teixeira

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Goiás – UEG, Unidade Universitária de Ipameri como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação Stricto Sensu em Produção Vegetal para obtenção do título de MESTRE.

Ipameri-GO
2020

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UEG
com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

B	<p>Barros da Silva, Maryelle SISTEMA DE ARRANJO DO FEIJOEIRO EM CONSÓRCIO COM HÍBRIDO DE MAMONA DE PEQUENO PORTE / Maryelle Barros da Silva; orientador Itamar Rosa Teixeira. -- Ipameri, 2020. 38 p.</p> <p>Dissertação (Mestrado - Programa de Pós-Graduação Mestrado Acadêmico em Produção Vegetal) -- Unidade de Ipameri, Universidade Estadual de Goiás, 2020.</p> <p>1. Consorciamento de culturas. 2. Arranjo de plantas; . 3. Rendimento. 4. Phaseolus vulgaris. 5. Ricinus communis. I. Rosa Teixeira, Itamar , orient. II. Título.</p>
---	--

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

TÍTULO: "SISTEMA DE ARRANJO DE FEIJOEIRO EM CONSÓRCIO COM HÍBRIDO DE MAMONA DE PEQUENO PORTE"


AUTOR(A): Maryelle Barros da Silva

ORIENTADOR: Itamar Rosa Teixeira

Aprovado(a) como parte das exigências para obtenção do Título de MESTRE(A) EM PRODUÇÃO VEGETAL, pela comissão Examinadora:




Prof. Dr. Itamar Rosa Teixeira (orientador)
Universidade Estadual de Goiás/Câmpus Anápolis-GO


Prof. Dr. Emmerison Rodrigues de Moraes
Instituto Federal Goiano/Câmpus Morrinhos-GO


Prof. Dr. Nei Peixoto
Universidade Estadual de Goiás/Unidade Universitária Ipameri-GO

Registro de Declaração	
Número: 022	
Livro: R-01	Folhas: 1
Data: 21/02/2020	
Assinatura:	

Data da realização: 21 de Fevereiro de 2020

DEDICATÓRIA

A Deus pela realização de mais um sonho, aos meus pais Mariete Barros da Silva e Valber Monteiro da Silva, aos meus irmãos Mayelle, Danielle e João Pedro, que foram minha base de força para a realização de mais essa conquista.

DEDICO

“Agradeço a meu Deus toda vez que me lembro de vocês.”- Filipenses 1:3

AGRADECIMENTOS

A Deus por me abençoar e cuidar de cada passo dado até a realização dessa conquista.

A minha família, que nunca mediu esforços para me ajudar e motivar a querer sempre o melhor para minha vida.

Aos amigos que conheci na graduação e hoje considero como irmãos, Alex Sanches, Elaine Gleice, Jaqueline Macedo, Terezinha Silva, pessoas que estiveram comigo durante a jornada da realização do meu primeiro sonho, a graduação em agronomia.

Ao Prof. Dr. Carlos Cordeiro, que me orientou na graduação e me incentivou a seguir na vida acadêmica.

Aos amigos do mestrado em especial, Natália Faria, Jéssica Mello, Cecilia Leão, Rogério Lamin e Luciana Maria, Westefann Santos que foram em muitos momentos mais que amigos, irmãos, e aos demais colegas da turma, que conheci nessa jornada da pós-graduação.

Agradeço em especial também ao Valter Vaz que me ajudou incansavelmente na realização desse trabalho, não tinha dia, nem hora, chuva ou sol, estava sempre comigo na condução do experimento.

Ao meu orientador Dr. Itamar Rosa Teixeira pelo apoio, conselhos e contribuições ao meu crescimento científico.

Aos docentes do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da UEG – Unidade Universitária de Ipameri, em especial ao prof. Dr. Nei Peixoto, com quem tive o privilégio de poder realizar o estágio docência em sua disciplina.

A Capes pela oportunidade da bolsa de estudo, o presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001.

A todos que, mesmo não citados aqui, colaboraram de alguma forma para a realização deste trabalho. Os meus mais sinceros agradecimentos!

SUMÁRIO

RESUMO.....	viii
ABSTRACT.....	ix
1. INTRODUÇÃO.....	01
2. OBJETIVO.....	05
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	06
3.1 Informações gerais.....	06
3.2 Delineamento experimental e tratamentos.....	07
3.3 Detalhes das parcelas, implantação e condução.....	08
3.4 Análises realizadas.....	09
3.5 Análise estatística.....	10
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	11
4.1 Componentes agronômicos do feijão.....	11
4.2 Componentes agronômicos da mamona.....	19
4.3 Índice de equivalência de área.....	25
5. CONCLUSÕES.....	26
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	27

RESUMO

Pesquisas voltadas a investigar o sistema de arranjos de plantas ideal de feijão-comum sob consórcio com híbrido de mamona são necessárias, pois o comportamento morfofisiológico de ambas as culturas é alterado sob consórcio, visando propiciar ao produtor maiores informações no uso da técnica. Objetivo do trabalho foi avaliar os sistemas de arranjo de plantas de feijão comum em consórcio com híbrido de mamona de pequeno porte, nas condições edafoclimáticas do Cerrado goiano. Nos três experimentos foram empregados o delineamento de blocos casualizado com quatro repetições, envolvendo a combinação de cinco sistemas de semeadura simultânea: feijão semeado na linha da mamona, na entrelinha, na linha + entrelinha, feijão e mamona em monocultivo. A cultivar de feijão utilizada foi o Pérola; para a mamona foi utilizado o híbrido Agima. Avaliou-se a altura de planta e os componentes de rendimento primários do feijão (número de vagens por plantas, número de grãos por vagem e massa média de 100 grãos) o rendimento de grãos, enquanto na mamona foi avaliado o diâmetro de caule, número de racemos por planta, mais o rendimento de grãos, além do índice de equivalência de área (IEA) para verificar a eficiência do consórcio. O arranjo feijão na entrelinha da mamona sob sistema consorciado propiciou os melhores resultados comparando a todas as variáveis analisadas das características agronômicas do feijoeiro. A produtividade de grãos de feijão não foi influenciada pelo consórcio com o híbrido de mamona, e vice-versa. Os valores do índice de equivalência de área para os diferentes sistemas de arranjo do feijão comum cv. Pérola em sistema consorciado com o híbrido Agima 110204 de pequeno porte, foram superiores a 1,0, por isto, foi considerado viável o consorciamento das referidas culturas em comparação com os seus respectivos monocultivos o híbrido Agima 110204.

Palavras-chave: Consorciamento de culturas; Arranjo de plantas; Rendimento; *Phaseolus vulgaris*; *Ricinus communis*.

ABSTRACT

Research aimed at investigating the ideal plant arrangement system of common bean under intercropping with castor hybrid is necessary, since the morphophysiological behavior of both crops is altered under intercropping, in order to provide the producer with more information on the use of the technique. Objective of the work was to evaluate the systems of arrangement of common bean plants in intercropping with a small castor hybrid, in the edaphoclimatic conditions of the Cerrado of Goiás, Brazil. In the three experiments, a randomized block design with four replications was used, involving the combination of five simultaneous sowing systems: common bean sown in the castor, between the lines, in the + line between lines, common bean and castor in monoculture. The common bean cultivar used was Pérola; for castor the Agima hybrid was used. The plant height and the primary yield components of the common bean (number of pods per plant, number of grains per pod and average mass of 100 grains) and grain yield were evaluated, while the castor diameter, number of racemes per plant, grain yield, in addition to the area equivalence index (IEA) to verify the efficiency of the intercropping. The arrangement of common bean between the hybrid of the castor under the intercropped system provided the best results when comparing all the analyzed variables of the agronomic characteristics of the common bean. The common bean of grain yield was not influenced by the intercropping with the castor hybrid, and contrariwise. The values of the area equivalence index for the different common bean arrangement systems cv. Pérola in a system intercropped with the Agima 110204 hybrid, were greater than 1.0, for this reason, it was considered viable the intercropping of the referred crops in comparison with their respective monocultures, the Agima 110204 hybrid.

Keywords: Intercropping of crop; Plant arrangement; Yield; *Phaseolus vulgaris*; *Ricinus communis*

INTRODUÇÃO

O feijão comum (*Phaseolus vulgaris* L.) pertencente à família Fabaceae, com capacidade de fixar N₂ atmosférico, contribuindo pelo menos com parte do nitrogênio às plantas, apresenta ciclo curto e com hábito de crescimento pouco agressivo, características desejáveis para a consorciação com culturas como a mamoneira (TEIXEIRA et al., 2011). Ambas as culturas têm diferentes necessidades nutricionais e ciclos, sendo o feijão um alimento básico dos brasileiros, enquanto a mamona é valorizada pelos múltiplos usos de seu óleo na indústria química para uma extensa lista de produtos, incluindo a produção de biodiesel (LISBOA et al., 2018; ARAÚJO et al., 2016; MESQUITA et al., 2012), e em razão disso é historicamente mais caro que os principais óleos vegetais (SEVERINO et al., 2015).

O Brasil é o maior produtor mundial do feijão comum, tendo produzido de 3.022,2 mi. de toneladas de grãos na safra 2018/19 em 2.933,1 mi. hectares, e produtividade média de 1.031 kg ha⁻¹. Os maiores produtores nacionais de feijão comum são: Paraná, Minas Gerais, Mato Grosso e Goiás, juntos, estes Estados obtêm altos patamares de produtividades, com emprego de alto nível tecnológico na atividade (CONAB, 2019).

Com relação a cultura da mamona (*Ricinus communis* L.), na safra 2018/19 foi produzida 30,6 mil toneladas do grão, concentrada basicamente na Bahia (90%), mas com baixo patamar de produtividade, em torno de 649 kg ha⁻¹, mas relativamente igual a média nacional que é estimada em 658 kg ha⁻¹, mostrando assim os problemas existentes na cadeia produtiva da cultura, que se deve principalmente ao agravamento de problemas climáticos ocorridos no Nordeste (NE) a cada ano.

Contudo, nos últimos cinco anos a cultura tem expandido a sua área cultivada para outras regiões do país, a exemplo do Centro-Oeste, onde tem enfrentado mudança neste patamar de rendimento, sobretudo no Mato Grosso que na safra de 2018/19 cultivou 2,5 mil hectares e produz 2,4 mil toneladas, com produtividade de 958 kg ha⁻¹, ou seja, acima da média brasileira, mostrando assim o potencial da oleaginosa em questão na referida região (CONAB, 2019). Todavia, Sá et al. (2015) considera que na região a cultura apresenta potencial de produtividade acima de 1.500 kg ha⁻¹.

O feijoeiro pode apresentar ciclos de 65 a 100 dias, sendo uma cultura apropriada para compor tanto os sistemas agrícolas altamente tecnificados, como os sistemas com baixo uso tecnológico, principalmente na agricultura familiar. As chuvas e temperaturas são os elementos climáticos que mais influenciam na produção do feijoeiro. As altas temperaturas prejudicam o

florescimento e a frutificação do feijoeiro, enquanto as baixas podem provocar a perda das flores. Alta temperatura acompanhada de baixa umidade relativa do ar e ventos fortes têm maior influência na retenção de vagens (ANDRADE et al., 2017).

A mamoneira tem em sua fisiologia, morfologia e fenologia a capacidade de se adequar e ser produzida acompanhada de outras culturas, sejam elas leguminosas, gramíneas ou outras culturas, contudo o cuidado a ser tomado ao usar o sistema consorciado é não haver competição entre as culturas pelos fatores do meio, como luminosidade, nutrientes e água. A utilização do consórcio pode melhorar o uso deficiente da terra e reduzir o risco de perda total da produção, onde, o cultivo em consórcio de diferentes espécies em um mesmo local pode contribuir no balanceamento da dieta e na economia do produtor, porém ainda há poucas informações relacionadas ao cultivo da mamoneira em consórcio (BELTRÃO et al., 2010).

O consorciamento de culturas é de uso comum no Brasil, especialmente na pequena propriedade rural, adotado também em larga escala atualmente nas médias e grandes propriedades que adotam os sistemas de integração lavoura-pecuária (ILP) e integração lavoura-pecuária-floresta (ILPF). A vantagem efetiva desta técnica em relação ao sistema monocultivo torna-se mais evidente quando as culturas envolvidas apresentam diferenças entre suas exigências quanto aos recursos disponíveis, seja em quantidade e/ou qualidade (TEIXEIRA et al., 2012).

O consórcio entre culturas oleaginosas e alimentícias é uma alternativa possível para atender a demanda energética, sem prejudicar a produção de alimentos. Na seleção das culturas que vão compor o sistema, a escolha do melhor arranjo de plantio e a definição da população de plantas devem ser considerados como os aspectos mais importantes para que o sistema de consórcio atinja níveis tecnológicos desejados, garantindo bons rendimentos (OLIVEIRA FILHO et al., 2016; VIEGAS NETO et al., 2012).

O cultivo de feijão comum e de mamona com as mais diversas culturas em sistemas consorciados, a exemplo de feijão + mamona (LISBOA et al., 2018), mamona + milho (OLIVEIRA FILHO et al., 2016), feijão + café (CARVALHO et al., 2010), dentre outros, resulta em aumento do rendimento de ambas as culturas, maximização do consumo de recursos e aumento da produtividade do sistema de cultivo.

No cultivo convencional da mamona é utilizado grandes espaçamentos e tem menor taxa de cobertura vegetal, que expõem a cultura a problemas de erosão e interferência de plantas daninhas. Esses impasses podem ser minimizados com o cultivo intercalar de outras espécies, desde que seja de forma racional e com tecnologias adequadas, associadas ao uso de cultivares adaptadas à região (FURTADO et al., 2014). No Estado do Mato Grosso, apesar da área de

cultivo ainda incipiente a cultura da mamona tem despertado o interesse dos produtores como cultivo de safrinha, utilizando as mesmas máquinas usadas para colher milho e soja (SÁ et al., 2015). Entretanto, poucos estudos são realizados para essa cultura, havendo necessidade de pesquisas avançadas para definir os melhores sistemas de cultivo para a região.

Para o sucesso do sistema de consorciação é necessário que sejam realizadas várias considerações antes do cultivo das espécies, dentre elas o espaçamento e densidade de plantio e a configuração de fileiras nos sistemas consorciados (PINTO et al., 2012). Muitos agricultores ainda utilizam arranjos e populações de plantas inadequadas, seja por desconhecimento ou por falta de pesquisas na área, o que torna o uso da eficiência da terra inadequado e o consórcio menos rentável (OLIVEIRA FILHO et al., 2013). Ademais, nos poucos trabalhos realizados sobre o cultivo da mamona em sistema consorciado na região Centro-Oeste, foram empregados materiais genéticos de médio e grande porte (com alturas superiores a 2,0 m), com maturação desigual e colheita manual, adaptados ao cultivo para região Nordeste, a exemplo de estudos conduzidos por Santos et al. (2017), Cunha et al. (2014), Cardoso et al. (2013), Teixeira et al. (2012) e Bizinoto et al. (2010), com os referidos materiais genéticos BRS Paraguaçu e Guarany.

As diferenças no rendimento obtido em consórcio e o monocultivo são resultantes de inúmeros fatores como densidade e arranjo de plantas e todas as interações entre as culturas do sistema consorciado (BELTRÃO et al., 2010). Em arranjos espaciais para o consórcio de milho pipoca BRS Ângela e Zélia e o feijão BRS MG Pioneiro, Viegas Neto et al. (2012) obtiveram maior produtividade de feijão para os arranjos linha + entrelinha ($885,49 \text{ kg ha}^{-1}$) e entrelinha ($618,98 \text{ kg ha}^{-1}$). Já para a mamona são raros estes estudos, mas em trabalho conduzido por Teixeira et al. (2012) em Ipameri-GO, avaliando sistemas de arranjos de plantas de feijão-comum em área consorciada de mamona cv. Paraguaçu (altura superior a 2,5 m), constatou-se que a presença da mamona propiciou a redução de 40,9% na produtividade do feijoeiro cv. Pérola, contudo o Índice de Equivalência de Área (IEA) do sistema consorciado foi significativo em relação ao monocultivo, e o sistema de arranjo de feijão na linha + entrelinha da mamona foi o mais produtivo entre os sistemas consorciados.

Destaca-se que os referidos materiais genéticos adaptados ao cultivo no NE diferem completamente dos híbridos de mamona que possuem baixo porte, altura média de planta em torno de 1,5 m, e que foram criados para cultivo no Centro-Oeste. Além disso, o aprimoramento genético dos híbridos de mamona, possibilitou a obtenção de plantas com ciclo precoce, homogeneidade de maturação, aumento e estabilidade da produtividade em diversos ambientes e melhoraria da composição e o rendimento do óleo, bem como o farelo das sementes para utilização diversificada (SINGH et al, 2015).

Diante disso, tem-se a necessidade de realização de pesquisas voltadas a investigar o sistema de arranjos de plantas ideal de feijão-comum sob consórcio com híbrido de mamona, pois o comportamento morfofisiológico de ambas as culturas é alterado sob consórcio, visando propiciar ao produtor maiores informações no uso da técnica.

2. OBJETIVO

Avaliar os sistemas de arranjo de plantas de feijão comum em consórcio com híbrido de mamona de pequeno porte, em três anos agrícolas, nas condições edafoclimáticas do Cerrado goiano.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Informações gerais

Os experimentos foram conduzidos na safra das “águas” dos anos agrícola 2017/2018 e 2018/2019 e “inverno” 2019, na área experimental da Universidade Estadual de Goiás (UEG), Unidade Universitária de Ipameri. As coordenadas geográficas da área são: 17°43' latitude Sul e 48°09' longitude Oeste, com altitude média de 820m. O clima regional é classificado como Aw, com precipitação e temperatura média anual de 1750 mm e 25°C, respectivamente. Os dados climáticos dos períodos em que os experimentos foram conduzidos são apresentados na Figura 1.

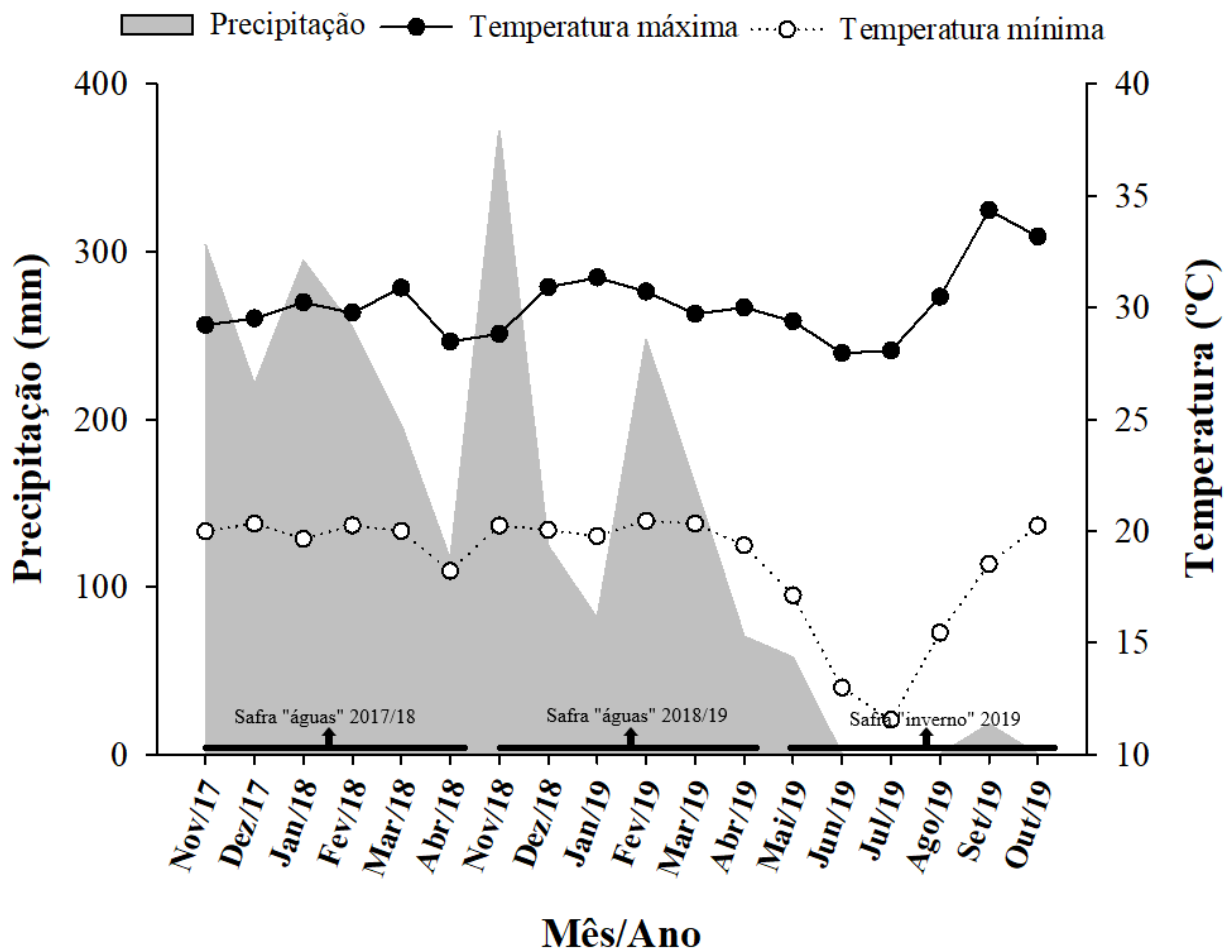


Figura 1. Dados climáticos mensais referentes à precipitação (mm), temperatura máxima (°C) e temperatura mínima (°C) durante o período de condução das safras das “águas” de 2017/2018 e 2018/2019 e “inverno” 2019 em Ipameri-GO (INMET-GO, 2019). UEG, Ipameri-GO, 2020.

Foram retiradas amostras de solo classificado como Latossolo Vermelho Amarelo distroférrico (EMBRAPA, 2013), na camada de 0-20 cm, e enviadas ao laboratório para a realização da análise físico-química, as quais apresentaram os seguintes resultados nas áreas nas quais as safras foram conduzidas:

Tabela 1. Resultados da análise química de amostras (0-20 cm de profundidade) de material dos solos utilizados, antes de cada período de semeadura. UEG, Ipameri-GO, 2020.

ATRIBUTOS	SAFRAS	
	“Águas” 2017/18 e 2019/19	“Inverno” 2019
pH (CaCl ₂)	5,9	5,2
P (mg dm ⁻³)	6,7	11,2
K (cmol _c dm ⁻³)	0,28	0,48
Ca (cmol _c dm ⁻³)	3,5	5,0
Mg (cmol _c dm ⁻³)	1,7	1,2
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,0	0,0
H + Al (cmol _c dm ⁻³)	1,9	3,4
V(%)	74,54	66,39
B (mg dm ⁻³)	0,18	0,19
Cu (mg dm ⁻³)	1,5	1,1
Fe (mg dm ⁻³)	42,6	27,9
Mn (mg dm ⁻³)	18,8	33,8
Zn (mg dm ⁻³)	7,5	9,3
Matéria orgânica (g dm ⁻³)	24,0	40,0
Areia (g kg ⁻¹)	670,0	570,0
Silte (g kg ⁻¹)	70,0	90,0
Argila (g kg ⁻¹)	260,0	340,0

3.2. Delineamento experimental e tratamentos

Nos três experimentos foram empregados o delineamento de blocos casualizado com quatro repetições, envolvendo a combinação de cinco sistemas de semeadura simultânea:

- Feijão semeado na linha da mamona;
- Feijão na entrelinha da mamona;
- Feijão na linha + entrelinha da mamona;

- Feijão em monocultivo;
- Mamona em monocultivo.

A cultivar de feijão utilizada foi a Pérola, pertencente ao grupo carioca, ciclo normal de 85-95 dias, hábito de crescimento indeterminado tipo II/III, arquitetura semiprostrada, com potencial produtivo de 3.903 kg ha⁻¹ (EMBRAPA-CNPAF, 2017). Para a mamona foi utilizado o híbrido Agima 110204, ciclo de 140 dias, altura de 1,7 m, ciclo de 140 dias, com potencial produtivo de 1.500 kg ha⁻¹ (SÁ et al., 2015).

3.3. Detalhes das parcelas, implantação e condução

As parcelas da mamona sob consórcio com feijão foram constituídas de quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas em 1,0 m. No tratamento envolvendo feijão na entrelinha da mamona foi empregada uma única linha da leguminosa, assim como nos tratamentos feijão na linha e feijão na linha + entrelinha. Na área útil das parcelas foram tomadas as duas linhas centrais contendo a cultivar de feijão e o híbrido de mamona. Para os sistemas de monocultivo de feijão e mamona, as parcelas tiveram quatro fileiras de 5,0 m de comprimento, espaçadas de 0,5 e 1,0 m entre si respectivamente, colhidas as duas linhas centrais como área útil.

Inicialmente a área foi dessecada com Glifosato Nortox[®] (Glyphosato - 2,5 L pc ha⁻¹) e feito o preparo convencional do solo, com uma aração e duas gradagens. A calagem foi dispensada. A adubação básica foi realizada de acordo com os resultados da análise de solo, para feijão e mamona, empregando a formulação 08-28-18 na dose de 400 kg ha⁻¹ nas três safras de cultivo. O plantio das sementes de feijão e do híbrido de mamona foi realizado simultaneamente nas três safras. Utilizou-se 20% a mais de sementes na semeadura das duas culturas, e aos 20 dias após a emergência (DAE) efetuou-se o desbaste, com o objetivo de atingir densidades de feijão e mamona de 12 e 2 plantas por metro linear, respectivamente. Aos 30 dias após a emergência (DAE) realizou-se a adubação de cobertura com 40 kg ha⁻¹ de nitrogênio, em filete contínuo ao longo das linhas do semeio, tendo a ureia como fonte para ambas as culturas nas três áreas de cultivo (RIBEIRO et al., 1999).

O controle de plantas daninhas, foi feito com capinas manuais dentro das parcelas nas três áreas experimentais. Em todos os locais foi necessário fazer o controle de formigas (*Atta* sp.) com distribuição de iscas granuladas Mirex – S (Sulfluramina). Foi utilizado o inseticida Connect[®] (Imidacloroprido + Betaciflutrina - 750 mL pc ha⁻¹) no controle de mosca branca (*Bemisia tabaci*) e vaquinha (*Diabrotica speciosa*). Para o controle da antracnose (*Colletotrichum lindemuthianum*) e mancha angular (*Phaeoisariopsis griseola*) foi aplicado o fungicida Nativo[®] (Trifloxistrobina e Tebuconazol - 700 mL pc ha⁻¹). Na cultura da mamona foi

aplicado o produto Sumilex 500 WP® (Procimidona - 500 g pc ha⁻¹) para o controle de mofo cinzento (*Amphobotrys ricini*).

As safras das “águas” foram conduzidas sem irrigação. Na safra de “inverno” utilizou-se irrigação por aspersão durante todo o ciclo do feijão, conforme exigência da cultura. Os demais tratos culturais empregados foram os normalmente aplicados a cultura.

3.4. Análises realizadas

Na colheita do feijoeiro, na aérea útil de cada unidade experimental, nas três safras de cultivo, foram colhidas aleatoriamente 10 plantas para a avaliação dos componentes do rendimento primários (número de vagens por plantas, número de grãos por vagem e massa média de 100 grãos), além da altura de planta com auxílio de uma trena, medindo-se a região compreendida entre o colo e ápice da haste principal da planta. Com as plantas restantes colhidas da área útil efetuou-se a determinação do rendimento de grãos. Tanto a massa média de 100 grãos, em gramas (g), quanto o rendimento de grãos, em kg ha⁻¹ foram corrigidos para 13% de umidade (base úmida).

Na mamoneira, na área útil das parcelas nas três safras de cultivo, foram colhidas 10 plantas para a avaliação de altura de planta, diâmetro de caule, número de racemos por planta e rendimento de grãos. A altura de planta foi mensurada utilizando uma trena, medindo-se a partir do colo até o ápice da planta; o diâmetro de caule foi avaliado com o auxílio de um paquímetro digital com precisão de 0,01 mm, cerca de 2 cm a partir do colo da planta; o número de racemos foi obtido pela contagem dos racemos presentes na parte aérea da planta; o rendimento foi expresso em kg ha⁻¹ de grãos, com os teores de água corrigidos para 10% (base úmida).

O índice de equivalência de área foi calculado conforme metodologia utilizada por Vieira et al. (2006), utilizando a seguinte fórmula:

$$IEA = AC/AM + BC/Bm$$

Em que:

AC = rendimento da cultura A consorciada;

BC = rendimento da cultura B consorciada;

AM = rendimento da cultura A em cultivo solteiro;

BM = rendimento da cultura B em cultivo solteiro.

O consórcio será eficiente quando o IEA for superior a 1,0 e ineficiente para a produção quando inferior a 1,0.

3.5. Análise estatística

O conjunto de dados das safras de cultivo foram analisados individualmente e submetidos a ANAVA, posteriormente foi realizada a análise conjunta dos dados, segundo critérios estabelecidos por Banzatto e Kronka (2006). Os efeitos dos tratamentos foram discriminados pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. A comparação do consórcio com o monocultivo foi feito pelo teste t a 5% de probabilidade. As análises foram realizadas pelo programa SISVAR 5.6 (FERREIRA, 2011). O IEA foi calculado conforme a metodologia utilizada por Vieira et al. (2006). A plotagem dos gráficos, foram realizadas com o programa SigmaPlot 10.0 (SYSTAT SOFTWARE, 2006).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Componentes agronômicos do feijão

A análise conjunta apresentou valores significativos para safra em todas as variáveis analisadas sob sistema consorciado de feijão comum com híbridos de mamona (Tabela 1), enquanto para o sistema de arranjo de plantas, somente as variáveis número de vagens por planta e rendimento de grãos. A interação dos fatores safra x arranjo de planta, influenciou significativamente somente o número de vagens por planta dentre as variáveis avaliadas. As demais características avaliadas não foram influenciadas pelos tratamentos. Em consórcio x monocultivo as variáveis altura de plantas e rendimento apresentaram valores significativos.

Com relação a precisão experimental do estudo, pode-se verificar que os coeficientes de variação (CV%) das variáveis analisadas para o consórcio e monocultivo (Tabela 1) estão dentro dos limites máximos proposto por Oliveira et al. (2009) em experimentos para a cultura do feijão, quais são: altura de planta - (min% 6,05; max% 19,04), número de vagem por planta (min% 5,6; max% 36,33), número de grãos por vagem (min% 2,96; max% 26,70), massa de cem grãos (min% 1,4 max% 22,7) e rendimento de grãos (min% 1,8; max% 40,9), o que confirma uma boa precisão experimental na obtenção dos dados analisados.

As condições edafoclimáticas das safras das “águas” 2017/2018 e 2018/2019 (Figura 1) foram semelhantes com temperaturas médias mínima de 19°C e máxima de 30°C, enquanto na safra de “inverno” 2019 obteve mínimas de 11°C e máxima 34°C. Frisa-se que essas variações são comuns para a região do sudeste goiano, onde esta localizado o município de Ipameri. A maior parte da produção do feijoeiro ocorre geralmente na faixa de temperatura compreendida entre 10 a 34°C, faixa térmica considerada propícia ao cultivo (EMBRAPA, 2012). Dessa maneira, pode-se averiguar que as temperaturas ocorridas durante a condução dos experimentos, enquadra-se nesta faixa.

Tabela 1. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) de altura de planta (AP), número de vagens por planta (NVP), número de grãos por vagem (NGV), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (REND) de feijão comum consorciado com híbrido de mamona e em monocultivo, em três safras agrícolas (“águas” 2017/18 e 2018/19 e “inverno” 2019). UEG, Ipameri-GO, 2020.

Fonte de variação	Quadrados Médios					
	GL	AP	NVP	NGV	MCG	REND
Consórcio						
Blocos d. safras	3	12,7208 ^{ns}	4,8793 ^{ns}	0,4352 ^{ns}	5,4834 ^{ns}	48006,08 ^{ns}
Safra (S)	2	382,5424 ^{**}	158,9933 ^{**}	4,1176 ^{**}	233,8009 ^{**}	697923,76 [*]
Arranjo (AR)	2	48,0573 ^{ns}	58,1768 ^{**}	0,3746 ^{ns}	2,3326 ^{ns}	954390,07 ^{**}
S x AR	4	67,76030 ^{ns}	43,5471 ^{**}	0,1797 ^{ns}	2,7489 ^{ns}	76330,79 ^{ns}
Resíduo	24	54,2658	7,0464	0,1955	2,6890	153531,07
C.V. (%)	-	13,50	19,02	9,64	6,15	33,68
Monocultivo						
Blocos d. safras	3	70,6500 ^{ns}	3,6919 ^{ns}	0,2558 ^{ns}	2,9437 ^{ns}	8262,7927 ^{ns}
Safra (S)	2	72,3175 ^{ns}	12,0208 ^{ns}	1,2398 ^{ns}	75,4114 ^{**}	45760,9545 ^{ns}
Resíduo	6	85,9308	7,9486	0,8527	6,0314	128812,5142
C. V. (%)	-	17,5	22,7	20,6	9,0	26,6
Consórcio x Monocultivo	-	1,4450 [*]	1,2012 ^{ns}	0,0050 ^{ns}	0,1922 ^{ns}	16773,79 [*]

GL – Graus de Liberdade; C.V. – Coeficiente de Variação; ** - significativo p<0,01; * - significativo p<0,05; ns – não significativo.

Para a variável altura de planta verificou-se que na safra de “inverno” 2019 foram produzidas plantas de porte mais elevado - 59,9 cm, seguido da safra das “águas” 2017/2018 - 55,1 cm (Figura 2) justificado pela boa disponibilidade hídrica ocorrida durante o ciclo da cultura, em ambas as safras, no caso da safra de inverno garantida pelo uso da irrigação. Em contrapartida, na safra das “águas” de 2018/2019, as plantas de feijão apresentaram menor porte (48,7 cm). Este é um fato atribuído a ocorrência de um forte veranico no mês de janeiro (Figura 1), foram aproximadamente 15 dias sem chuva, o que acabou por limitar o crescimento e desenvolvimento das plantas.

Sob sistema de arranjo consorciado obteve-se maior média de altura de planta (54,6 cm) em relação ao monocultivo (52,8 cm). Assim, pode-se averiguar que plantas de feijão comum cv. Pérola cultivadas em consórcio com o híbrido de mamona Agima 110204 apresentam maior altura em comparação com monocultivo (Figura 3), atribuído ao fator competição por luz entre plantas no sistema consorciado (LARCHER, 2006).

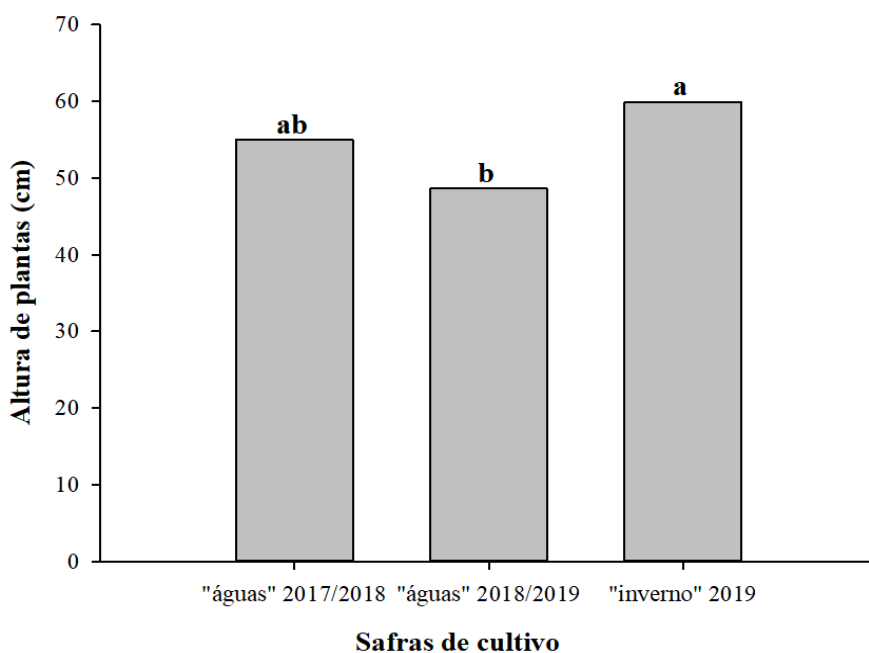


Figura 2. Valores médios de altura de planta de feijão comum consorciado com híbrido de mamona em diferentes safras de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

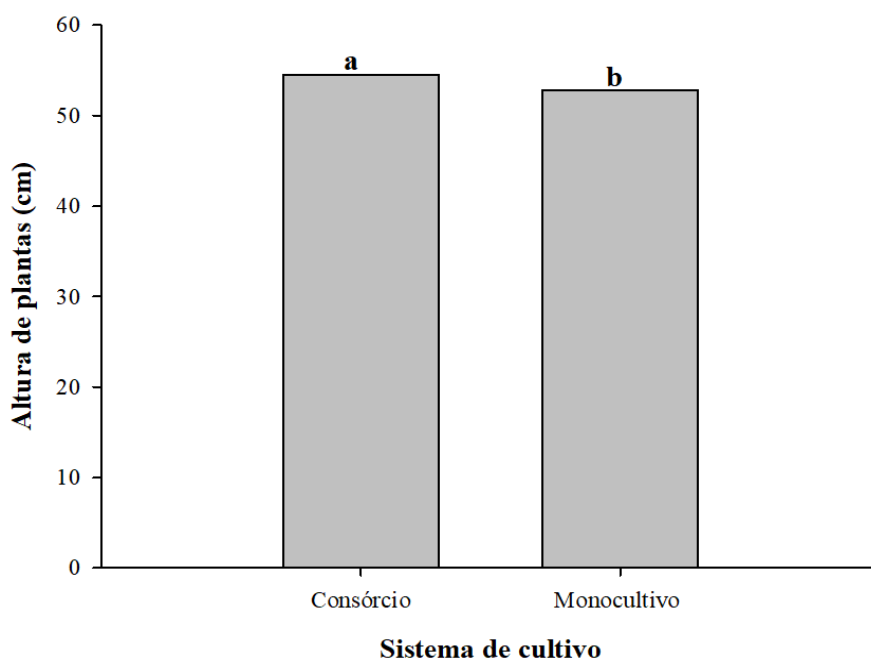


Figura 3. Valores médios de altura de planta de feijão comum consorciado com híbrido de mamona e em monocultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Houve interação significativa do número de vagens por planta (Tabela 2) entre safra x arranjo, a safra “águas” de 2017/2018 sob os arranjos de plantas de feijão na linha e na entrelinha da cultura da mamona, obtido as maiores médias, 22,3 e 17,8, respectivamente, diferenciando dos demais tratamentos (Tabela 2). Tal resultado pode ser explicado pelas condições climáticas (Figura 1) prevalecente na safra das “águas” de 2017/2018, com precipitação bem distribuída e temperatura adequadas nos distintos estádios fenológicos do feijoeiro, não havendo veranicos ou excessos de chuvas para prejudicar a safra.

Condições distintas, aconteceram na safra das “águas” 2018/2019, havendo registros de chuvas abundantes entre novembro e dezembro de 2018, acarretando alguns prejuízos em lavouras de feijão, sobretudo na fase inicial da floração, como também na fase de enchimento de reservas dos grãos devido a ocorrência de veranico no mês de janeiro de 2019. Quanto a safra de “inverno” 2019, apesar da ausência de problema hídrico em razão do uso da irrigação, a ocorrência de temperaturas mais baixas (Figura 1), nos meses de junho e julho, prejudicaram o desenvolvimento da cultura no início da fase reprodutiva, ocasionou também o aumento do ciclo da cultura, corroborando a afirmação de Andrade et al. (2006), ao considerarem que o feijoeiro tem ciclo prolongado quando cultivado em regiões mais frias na safra de inverno.

O número de vagens por planta é um dos componentes agrônômicos mais afetados pela variação da população de feijão (COSTA e SILVA, 2008; SCHMILDT et al., 2010). Guimarães et al. (2019) ao avaliar os componentes agrônômicos da cultivar de feijão BRS FC104 sob diferentes arranjos espaciais, constataram que o número de vagens por planta foi afetado significativamente pelo

espaçamento 0,50 m entrelinhas e pela população de plantas, obtendo valores médios de 17,6 vagens por planta, próximo, portanto dos valores médios obtidos neste estudo na safra das “águas” de 2017/2018.

Tabela 2. Valores médios do número de vagem por planta (NVP) de feijão comum consorciado com híbrido de mamona em função da interação safras de cultivo x arranjos de plantas. UEG, Ipameri-GO, 2020

Safras de cultivo	Arranjos de plantas		
	Feijão na linha	Feijão na entrelinha	Feijão na linha + entrelinha
“Águas” 2017/18	22,2Aa	17,8Aab	14,4Ab
“Águas” 2018/19	8,9Bb	16,8Aa	9,3ABb
“Inverno” 2019	11,5Ba	13,4Aa	11,1Ba

Médias seguidas pela mesma letra, maiúsculas na coluna e minúsculas na linha, não diferem entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

O número de grãos por vagem de feijão foi influenciado significativamente pela safra sob sistema consorciado com o híbrido de mamona, sendo que nas “águas” de 2017/2018 foi detectada a maior média - 5,3 (Figura 4), ocorrendo também no monocultivo - 4,4, apesar de não ter observado diferença estatística entre os dois sistemas na referida safra. Por outro lado, nas safras “inverno 2019” e “águas” de 2018/2019, foram produzidas vagens com menor número de grãos por vagem, que não diferiram estatisticamente entre si.

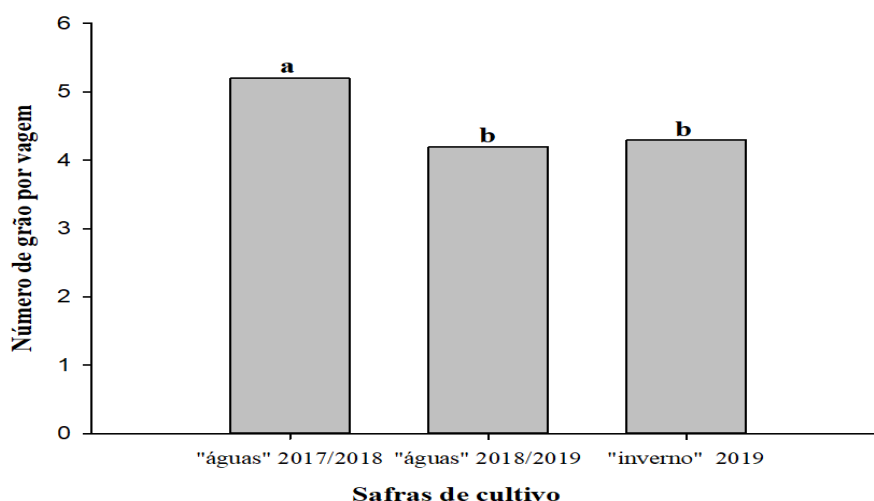


Figura 4. Valores médios de número de grãos por vagem de feijão comum consorciado com híbrido de mamona em função das safras de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Foi observado significância do fator safra sobre a massa de cem grãos de feijão consorciado com híbrido de mamona (Figura 5), nas “águas” de 2017/2018 foi produzido sementes de feijão de

maior peso (31,7 g), comparado as demais safras, de “inverno” 2019 seguido da safra “águas” 2018/2019, com valores médios respectivos de 25,3 e 23,3 g. O peso de cem grãos foi também influenciado pelo fator safras sob monocultivo (Tabela 3) e produziu sementes com maior peso na safra das “águas” de 2017/2018, em comparação as outras duas safras de cultivo “inverno 2019” e “águas” 2018/2019.

Aqui vale as ressalvas feitas para as características avaliadas anteriormente, de que na safra das “águas” de 2017/2018 não houve condições estressante que prejudicasse o crescimento e desenvolvimento da cultura de feijão, a exemplo da limitação hídrica e/ou baixas temperatura durante o ciclo, contrariamente as duas outras safras analisadas, ou seja, “águas” 2018/2019 e “inverno” 2019.

Destaca-se, que o peso de cem grãos de feijão juntamente com o número de grãos por vagem apresenta pouca influência do meio externo, pois são características inerentes à cv. Pérola, que possui peso médio de massa de cem grãos em torno de 27,0 g (EMBRAPA-CNPAF, 2017), e de 3-4 grãos por vagens.

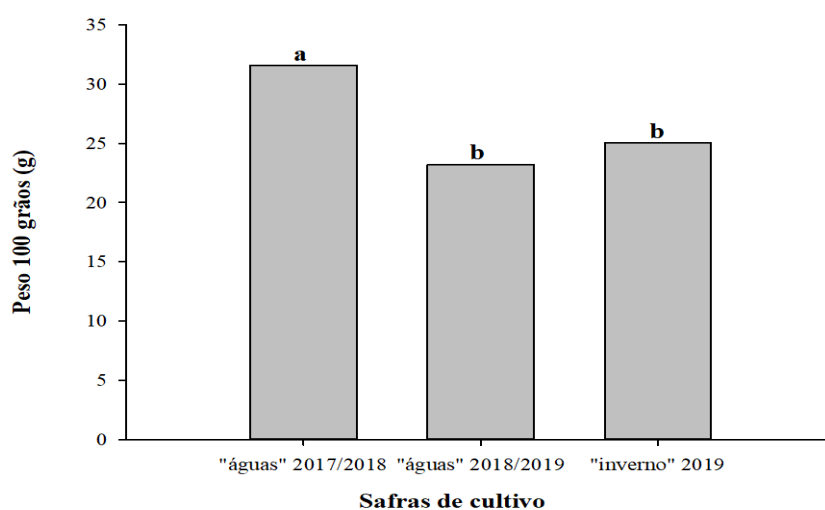


Figura 5. Valores médios de massa de cem grãos de feijão comum consorciado com híbrido de mamona em função das safras de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Tabela 3. Valores médios do peso de 100 grãos de feijão em monocultivo, em função das safras de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020

Safras de Cultivo	Sistema
	Monocultivo
“Águas” 2017/2018	
“Águas” 2018/2019	32,1 a
“inverno” 2019	23,6 b
	26,0 b

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

A variável rendimento de grãos do feijoeiro em sistema consorciado com híbrido de mamona foi influenciada significativamente pelos fatores safras de cultivo e arranjos de plantas, as maiores produtividades foram obtidas nas safras de “inverno” de 2019 e das “águas” de 2017/2018 (Tabela 4), com produtividades médias respectivas de 1.351,2 e 1.247,3 kg ha⁻¹. Em contrapartida, na safra das “águas” de 2018/2019 foi obtida a menor produtividade média de grãos (891,3 kg ha⁻¹). Estes resultados são condizentes, em grande parte, aos componentes do rendimento e o rendimento propriamente dito avaliados, no tocante ao fato das safras “águas” de 2017/2018 seguido da safra de “inverno” 2019 terem se destacado em relação à safra das “águas” de 2018/2019, atribuído sobretudo a restrição hídrica provocado pelo um forte veranico ocorrido na fase de enchimento de reservas dos grãos nesta última safra.

O rendimento de grãos foi influenciado também pelos arranjos de plantas de feijão sob consorciamento com mamona híbrida, tendo o arranjo de feijão na entrelinha da mamona propiciado a obtenção de maior produtividade de plantas (1.420,7 kg ha⁻¹). Porém não diferenciando estatisticamente do arranjo feijão na linha e na entrelinha da mamona (1.207,2 kg ha⁻¹). Por outro lado, o plantio de feijão na linha de mamona propiciou o menor patamar de produtividade média de feijão (861,9 kg ha⁻¹), comparando aos arranjos citados anteriormente.

Quando se compara as produtividades médias de grãos de feijão obtidas nas safras das “águas” de 2017/2018 e “inverno” de 2019 (Tabela 4), cujos valores médios foram de 1.247,3 e 1.351,2 kg ha⁻¹, verifica-se que estas sobressaíram ou estiveram próximo em relação a produtividade média nacional do feijão comum obtida na safra 2017/2018, cuja média foi de 1.216,0 kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Ao contrário, notou-se na safra das “águas” de 2018/2019 foi verificado a menor produtividade de feijão, aquém portanto da produtividade média nacional, atingido valores de redução em torno de 50%.

Tabela 4. Valores médios do rendimento de feijão comum consorciado com híbrido de mamona em função de safras de cultivo e arranjos de plantas. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Safras de cultivo	Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)
“Águas” 2017/2018	1.247,3 ab
“Águas” 2018/2019	891,3 b
“Inverno” 2019	1.351,2 a
Arranjos de plantas	
Feijão na entrelinha da mamona	1.420,7 a
Feijão na linha + entrelinha da mamona	1.207,2 ab
Feijão na linha de mamona	861,9 b

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

Quanto ao sistemas de cultivo (Figura 6), averigou-se que sob monocultivo de feijão obteve-se maior produtividade de grãos (1.346 kg ha⁻¹), sendo estatisticamente diferente do consórcio com média de 1.163 kg ha⁻¹. Este resultado pode ser explicado em razão das plantas de feijão quando consorciadas com mamona, sofrerem redução da produtividade de até 50%, devido a competitividade dentro do sistema consorciado (TEIXEIRA et al. 2012). Todavia, isso não permite afirmar que o consórcio foi ineficiente em comparação com o monocultivo. Portanto, no momento da escolha de culturas a serem utilizadas em sistema consorciado é necessário avaliar todos os componentes agrônômicos das mesmas, como também o uso eficiente da terra (UEA) para auxiliar na escolha do melhor arranjo para o consórcio (OLIVEIRA FILHO et al, 2016), afim de minimizar a competição dentro do sistema.

Resultado semelhantes para produtividades de grãos em sistemas consorciados também foram encontrados por Lisboa et al. (2018), que avaliaram as características agrônômicas de cultivares de das cultivares de feijão BRS Pérola, BRS Pitanga, BRS Esteio, BRSMG Realce consorciadas com os híbridos de Agima 110204 e Tamar, onde obtiveram média de produtividade de grãos de feijão de 2.675 kg ha⁻¹ e de 2.212 kg ha⁻¹ para o monocultivo.

Baseado nos pressupostos acima descritos, pode-se dizer que o feijão cv. Pérola e híbrido de mamona Agima 0110204 são culturas viáveis quando cultivado sob consorciamento, pois apresentaram rendimentos compatíveis com patamares de produtividades obtidas nacionalmente em sistema de monocultivo.

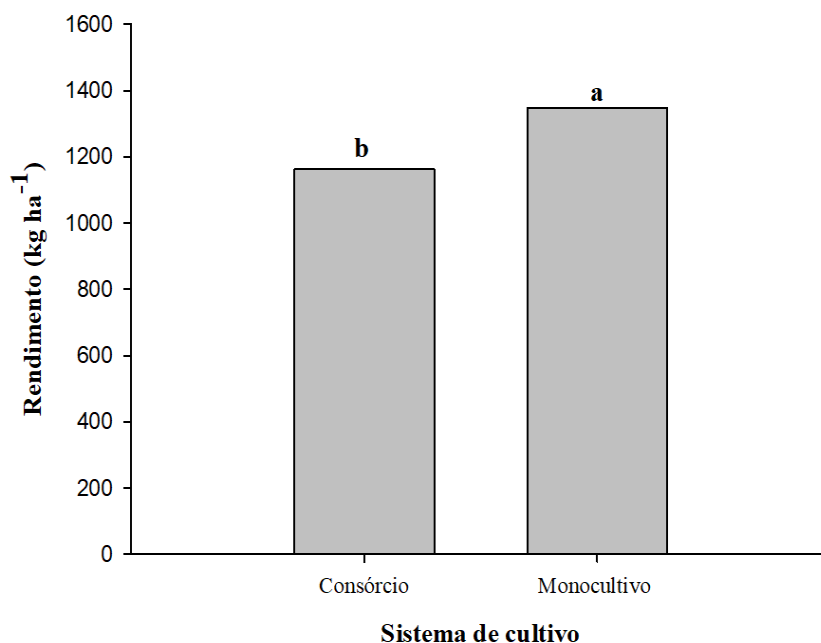


Figura 6. Valores médios de rendimento de feijão comum para sistemas de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

4.2 Componentes agronômicos da mamona

Pelo resultado da análise conjunta da mamona pode-se verificar que as variáveis diâmetro de caule, número de racemos por planta e rendimento de grãos foram influenciadas significativamente, de forma isolada pelo fator safras, como também o rendimento de grãos que foi influenciado pelo fator arranjos de plantas. A interação safra de cultivo x arranjo de planta não influenciou qualquer variável de mamona analisada (Tabela 5). As demais variáveis testadas não foram influenciadas pelos tratamentos. Em relação ao consórcio x monocultivo a variável rendimento apresentou valor significativo.

Os coeficientes de variação (CV%) das variáveis analisadas para o consórcio e monocultivo - entre 9,0 a 25,9% (Tabela 5) estão de acordo aos observados em estudos conduzidos por Cargnelutti Filho et al. (2010) e Soratto et al. (2011) para a mamoneira, sendo, respectivamente: altura de planta (17,3%; 9,5%), diâmetro de caule (15,3%; 8,7%), número de racemos por planta (79,5%; 7,1%) e rendimento de grãos (45,5%; 9,6%), confirmando a boa precisão experimental dos dados analisados.

Tabela 5. Resumo da análise de variância conjunta (quadrados médios) para altura de planta (AP), diâmetro do caule (DIAM), número de racemos por planta (NRP), massa de cem grãos (MCG) e rendimento de grãos (REND) de híbrido de mamona consorciado com feijão comum e em monocultivo, em três safras agrícolas (Águas 2017/18, 2018/19 e inverno 2019). UEG, Ipameri-GO, 2020.

Fonte de variação	Quadrados Médios				
	GL	AP	DIAM	NRP	REND
Consórcio					
Blocos d. safras	3	134,7095 ^{ns}	10,4313 ^{ns}	2,0674 ^{ns}	26782,37 ^{ns}
Safra (S)	2	619,7408 ^{ns}	45,2046 ^{**}	61,9558 ^{**}	965566,33 ^{**}
Arranjo (AR)	2	559,0687 ^{ns}	0,8725 ^{ns}	1,0525 ^{ns}	515932,33 [*]
S x AR	4	454,8011 ^{ns}	7,1976 ^{ns}	1,6033 ^{ns}	80550,66 ^{ns}
Resíduo	24	407,4539	7,1125	1,37032	113598,37
C.V. (%)	-	20,2	14,9	24,2	23,7
Monocultivo					
Blocos d. safras	3	86,1286 ^{ns}	5,9127 ^{ns}	0,7744 ^{ns}	603289,22 ^{ns}
Safras (S)	2	31,7898 ^{ns}	20,3128 ^{ns}	20,4175 ^{ns}	524592,00 ^{ns}
Resíduo	6	77,4120	4,1667	0,8152	185331,55
C. V. (%)	-	9,0	10,7	18,2	25,9
Consórcio x Monocultivo	-	1,9404 ^{ns}	3,5644 ^{ns}	0,006 ^{ns}	45451.1 [*]

GL – Graus de Liberdade; C.V. – Coeficiente de Variação; ** - significativo $p < 0,01$; * - significativo $p < 0,05$; ns – não significativo.

A variável diâmetro de caule (Figura 7) do híbrido de mamona sob consórcio em feijão comum apresentou maior valor médio - 19,4 mm na safra de “inverno” 2019, seguido da safra das “águas” 2018/2019 com 18,4 mm e safra das “águas” 2017/2018 cuja média foi de 15,7 mm. Quanto ao arranjo de plantas, estes foram considerados estatisticamente iguais em sistema consorciado, com valores médios de diâmetro de plantas da mamona respectivamente de 18,1, 18,0 e 17,5 mm para os arranjos de feijão na linha, na entrelinha e na linha + entrelinha. O diâmetro de caule de mamona também não sofreu influência no sistema de monocultivo como também pela interação consorcio x monocultivo. Estes resultados confirmam que o feijoeiro cv. Pérola sob consórcio não influenciou o crescimento/desenvolvimento do híbrido de mamona Agima 110204.

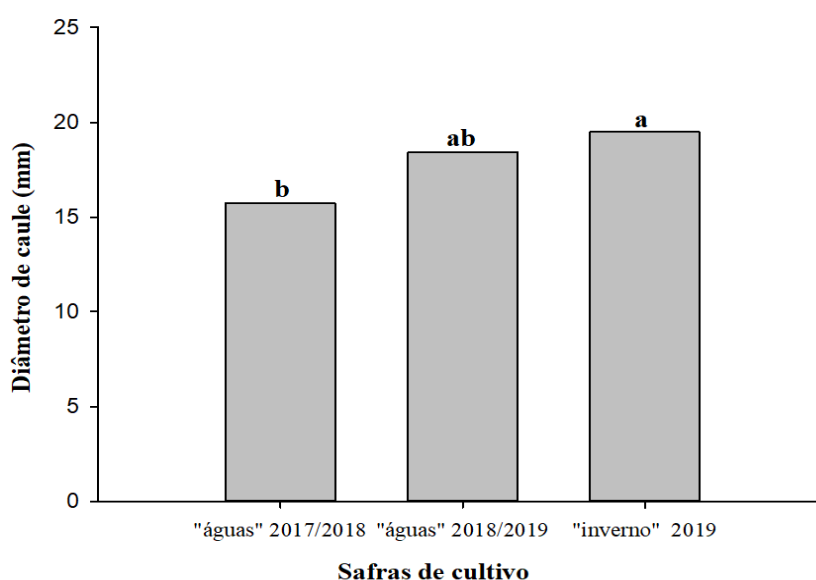


Figura 7. Valores médios de diâmetro (mm) de híbrido de mamona consorciado com feijão comum em função das safras de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Soratto et al. (2011) ao analisar espaçamentos para a cultura da mamona, utilizando espaçamento de 90 cm entre fileiras, obtiveram valores médios de 23,1 a 25,8 mm no diâmetro do caule de mamona de grande porte cv. FCA-PB no ano agrícola 2007/2008 e 2008/2009, valores que se aproximam dos encontrados no presente trabalho utilizando espaçamento de 1,0 m empregado materiais híbridos de mamona.

Em altas densidades populacionais, pode ocasionar baixa disponibilidade de energia luminosa por conta da competição entre as plantas, com isso, têm-se menor capacidade de armazenamento de fotoassimilados no caule (CARVALHO et al., 2010), diminuição de produção de números de racemos e conseqüentemente baixa produtividade da mamoneira.

Porém, isto não foi observado nos dois sistemas de cultivo, pois o sistema consorciado e o monocultivo não diferiram estatisticamente para diâmetro de planta (Figura 8A), apresentando médias de 17,8 e 18,9 mm e número de racemos por planta (Figura 8B) com médias de 4,8 e 4,9, respectivamente. Comprovando assim, que o feijoeiro não afetou o crescimento em diâmetro de caule e número de racemos por planta para o híbrido de mamona sob consorciamento.

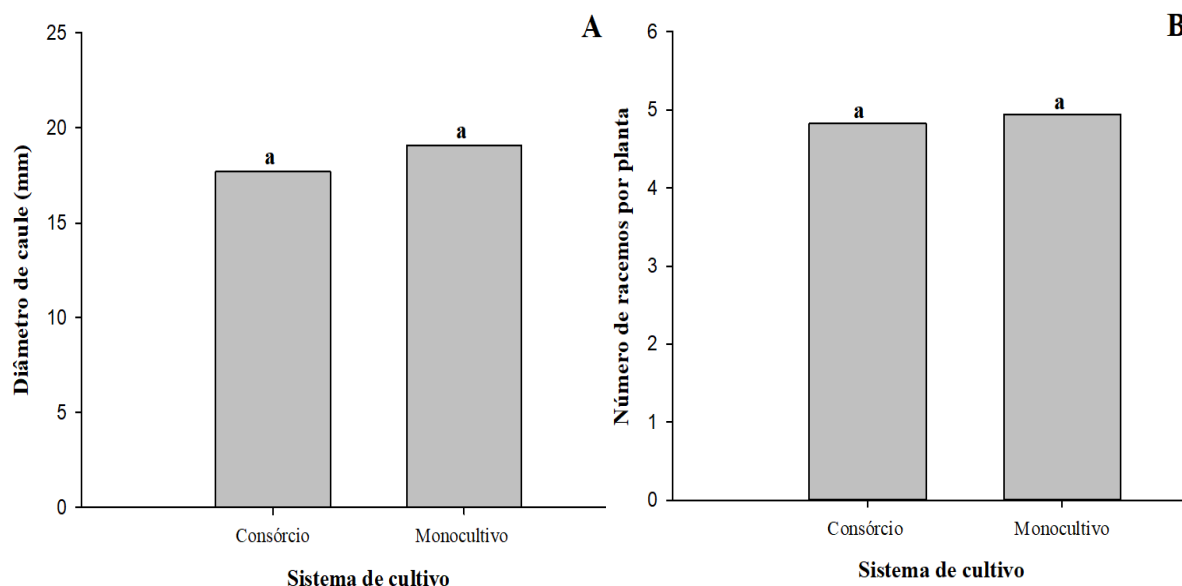


Figura 8. A - Valores médios de diâmetro (mm) de híbrido de mamona consorciado com feijão comum e B - Valores médios de número de racemos por planta de híbrido de mamona consorciado com feijão comum em função dos sistemas de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

O número de racemos por planta do híbrido de mamona consorciado com feijão (Figura 9) apresentou maior valor médio de 7,3 na safra “inverno” 2019 em relação às safras das “águas” de 2018/2019, cuja média foi de 4,3, enquanto na safra de “águas” 2017/2018 este valor foi 2,8. Sob condições de monocultivo o número de racemos por planta não foi influenciado nas diferentes safras avaliadas, como também na interação consórcio x monocultivo. Os valores do número de racemos por planta obtidos também são semelhantes aos obtidos por Soratto et al. (2011), que obtiveram em seu estudo média de 5,2 racemos por planta na safra 2007/2008 e de 3,6 na safra 2008/2009 com a cultivar FCA-PB.

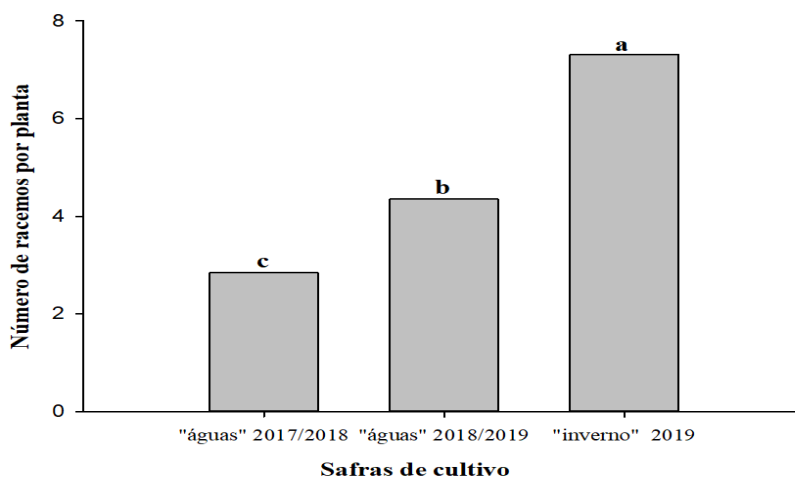


Figura 9. Valores médios de número de racemos por planta de híbrido de mamona consorciado com feijão comum em função de safras de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Houve diferença estatística no rendimento de grãos de mamona para safras de cultivo e arranjos de plantas de feijão, de forma isolada (Tabela 6). A maior média de produtividade grãos foi obtida na safra de “inverno” de 2019 – 1.729,5 kg ha⁻¹, em relação as safras das “águas” de 2018/2019 e 2017/2018, com valores respectivos de 1.364,7 e 1.170,8 kg ha⁻¹, que que não diferiram entre si.

Estes resultados concordam em parte aos rendimentos obtidos para a cultura de feijão em sistema de consórcio quanto as safras de cultivo, quando foram obtidas as maiores produtividades nas safras das “águas” de 2017/2018 e inverno de 2019, em relação à safra das “águas” de 2018/2019. Para a mamona os maiores rendimentos foram obtidos na safra de “inverno” de 2019, em comparação as duas outras safras analisadas. Este resultado pode ter ocorrido em razão das diferenças de ciclos existente entre o feijão comum cv. Pérola e o híbrido de mamona Agima 110204, em torno de 30 dias, especialmente na safra das “águas” de 2018/2019 quando ocorreu o forte veranico, tendo este prejudicando menos a cultura da mamona em comparação com o feijão. Ademais, as baixas temperaturas verificadas na safra de “inverno” de 2019 certamente prejudicou menos o crescimento/desenvolvimento da mamona, fazendo com que estas apresentassem maior produtividade nesta safra (Figura 1).

Sob o arranjo de plantas de feijão na linha + entrelinha do híbrido de mamona, foi obtida a maior média de produtividade de grãos - 1.661 kg ha⁻¹, diferindo estatisticamente dos demais arranjos, feijão na entrelinha – 1.308 kg ha⁻¹ e feijão na linha - 1.296 kg ha⁻¹. Estes resultados também são satisfatórios, pois ficaram acima da produtividade média nacional da mamona, que na safra 2017/2018 foi 631kg ha⁻¹ (CONAB, 2019). Rendimentos próximos aos encontrados nesta pesquisa foram obtidos em estudo de Moro et al. (2011) com os híbridos de

mamona Lyra e Sara, cujas produtividades médias foram 1.415 kg ha⁻¹ e 1.342 kg ha⁻¹, respectivamente.

Tabela 6. Valores médios do rendimento de híbrido de mamona consorciado com feijão comum em diferentes safras de cultivo e sistemas de arranjos de feijão. UEG, Ipameri-GO, 2020.

Safras de cultivo	Rendimento de grãos (kg ha⁻¹)
Águas 2017/2018	1.170,8 b
Águas 2018/2019	1.364,7 b
Inverno 2019	1.729,5 a
Arranjos de plantas	
Feijão na linha + entrelinha da mamona	1.661,0 a
Feijão na entrelinha da mamona	1.307,8 b
Feijão na linha da mamona	1.296,2 b

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

Nos sistemas de cultivo de mamona, consórcio e monocultivo (Figura 10), foram obtidos médias de produtividades de 1.421 kg ha⁻¹ e 1.656kg ha⁻¹ e, ambas maiores que a média nacional (631kg ha⁻¹) da cultura para a safra 2017/2018. Este resultado confirma que o feijoeiro cv. Pérola não interfere na produtividade do híbrido de mamona Agima 110204 sob consorciamento.

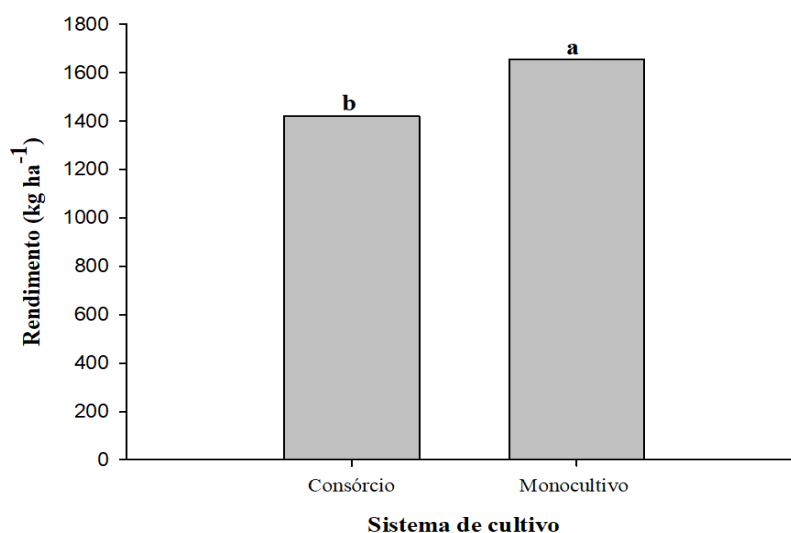


Figura 10. Valores médios de rendimento de híbrido de mamona para sistemas de cultivo. UEG, Ipameri-GO, 2020.

4.3 Índice de equivalência de área

O Índice de Equivalência de Área (IEA), também conhecido por uso eficiente da terra (UET), é utilizado para medir a eficiência do consórcio entre culturas em comparação ao sistema de monocultivo. Em relação a este índice, pode-se verificar que todos os arranjos de plantas de feijão foram considerados eficientes para o consórcio com híbridos de mamona (Tabela 7), pois todos obtiveram valores superiores a 1,0.

Tabela 7. Relação entre rendimento de grãos das cultivares de feijão-comum em consórcio e em monocultivo (C/M FEIJÃO), relação entre rendimento de grãos de híbrido de mamona em consórcio e em monocultivo (C/M MAMONA) e Índice de Equivalência de Área (IEA), em três safras agrícolas (“águas” 2017/18, 2018/19 e “inverno” 2019). UEG, Ipameri, 2020.

SISTEMAS DE ARRANJOS	C/M FEIJÃO	C/M MAMONA	IEA
Feijão na linha da mamona	0,68	0,78	1,46
Feijão na entrelinha da mamona	1,10	0,61	1,71
Feijão na linha + entrelinha da mamona	1,00	1,02	2,02

Resultado semelhante foi alcançado por Teixeira et al. (2012), avaliando o consórcio de feijão comum com mamona cv. Paraguaçu, e obterem índice de 1,55 para o arranjo na linha + entrelinha da mamona, 1,18 na linha e 1,26 na entrelinha. Albuquerque et al. (2012) obtiveram valores semelhantes no consórcio de feijão com mandioca com IEA variando de 1,28 a 1,54. Oliveira Filho et al. (2016) avaliando o consórcio de mamona com feijão-caupi também obteve resultados superiores a 1,0 considerando assim eficiente o uso da terra o consórcio dessas culturas. Assim, pode-se confirmar que o consórcio do feijão comum cv. Pérola e o híbrido de mamona Agima 110204 é mais eficiente que o monocultivo de ambas as culturas de forma isolada.

5. CONCLUSÕES

1. O rendimento de feijão comum e híbrido de mamona, em consórcio ou monocultivo, em geral, é influenciado pela safra de cultivo.

2. O arranjo das plantas de feijão cv. Pérola na linha e na linha + entrelinha do híbrido de mamona Agima 110204 propicia maiores rendimento da leguminosa em questão.

3. O rendimento do feijoeiro não sofre influência do híbrido de mamona em sistema consorciado, e vice-versa.

4. O cultivo de feijão comum e o híbrido de mamona em sistema consorciado mostra-se mais eficiente que o monocultivo de ambas as culturas.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, J. A. A., et al. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, v. 43, n. 3, p. 532-538, 2012.
- ANDRADE, M. J. B.; CARVALHO, A. J.; VIEIRA, N. M. B. Exigências edafoclimáticas. In: Vieira C, Paula Júnior, T.J.; Borém, A. (Eds.). **Feijão**. 2. ed. Viçosa, UFV. p. 67-86, 2006.
- ANDRADE, A. R., et al. Disponibilidade térmica para diferentes culturas agrícolas em região de clima subtropical úmido obtida pela utilização de índice bioclimático. **Geosul**, Florianópolis, v. 32, n. 64, p. 66-83, 2017.
- ARAÚJO, J. L. P., et al. Caracterização do custo e determinação do desempenho econômico de sistemas de produção de mamona na região de Irecê-BA. **Revista Sodebras**, v. 11, n. 132, p. 171-175, 2016.
- BANZATTO, D. A.; KRONKA, S. N. **Experimentação agrícola**. 4. ed. Jaboticabal: FUNEP, 237p, 2006.
- BELTRÃO, N. E. M., et al. Consórcio mamona e amendoim: opção para a agricultura familiar. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 5, n. 4, p. 222-227, 2010.
- BIZINOTO, T. K. M. C., et al. Cultivo da mamoneira influenciada por diferentes populações de plantas. **Bragantia**, v. 69, n. 2, p. 367-370, 2010.
- CARDOSO, F. R. et al., Fontes e doses de zinco na nutrição e produção de feijão-comum e mamona em consórcio. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 8, n. 4, p. 602-609, 2013.
- CARGNELUTTI-FILHO, A., et al. Tamanho de amostra de caracteres em híbridos de mamoneira. **Ciência Rural**, v. 40, n. 2, p. 953-962, 2010.
- CARVALHO, E. V., et al. Densidade de plantio em duas cultivares de mamona no Sul do Tocantins. **Revista Ciência Agronômica**, v. 41, p. 387-392, 2010.
- CARVALHO, A. J., et al. Sistemas de produção de feijão intercalado com cafeeiro adensado em período de formação ou após recepa. **Revista Ceres**, v. 57, n. 3, p. 383-392, 2010.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 6, safra 2018/2019, n. 4, quarto levantamento. Janeiro 2019. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 12 fev. 2019.
- CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**, v. 7, safra 2019/2020, n. 2. Novembro 2018. Disponível em: <<https://www.conab.gov.br/info-agro/safra/graos/boletim-da-safra-de-graos>>. Acesso em: 15 dez. 2019.

- COSTA, A. S. V.; SILVA, M. B. Sistemas de consórcio milho feijão para a região do vale do Rio Doce, Minas Gerais. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, n. 4, p. 663-667, 2008.
- CUNHA, D. A., et al. Adubação fosfatada e produção de feijão-comum e mamona em consórcio. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 617-628, 2014.
- EMBRAPA. Informações técnicas para o cultivo do feijoeiro-comum na Região Central-Brasileira: 2012-2014. Santo Antônio de Goiás: **Embrapa Arroz e Feijão**, 247 p., 2012.
- EMPRAPA. Classificação Brasileira de Solos. **Centro Nacional de Pesquisa de Solos**: Rio de Janeiro, 2013.
- EMBRAPA/CNPAF – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão. **Catálogo de cultivares de feijão comum**. Safra 2016/2017, 2017. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/154713/1/catalogoFeijao-safra2016-2017-web1.pdf>>. Acesso em: 23 mai. 2018.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: um sistema computacional de análises estatística. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FURTADO, G. F., et al. Rendimento e correlações da mamoneira consorciada com feijão-caupi e gergelim no semiárido paraibano. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 18, n. 9, p. 892-898, 2014.
- GUIMARÃES, C. M., et al. Componentes agronômicos do feijoeiro superprecoce BRS FC104 em diferentes arranjos espaciais e adubações fosfatadas. **Colloquium Agrariae**, v. 15, n.3, p. 40-48, 2019.
- INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. **Agrometeorologia**. Balanço hídrico climatológico. Brasília - DF. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/>> Acesso em: 10 nov. 2019.
- LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: RIMA Artes e Textos, 532 p. 2006.
- LISBOA, C. F., et al. Agronomic characteristics of common bean and castor bean hybrids in intercropping and monocropping. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e ambiental**, v. 22, n. 3, p. 200-205, 2018.
- MESQUITA, E. F., et al. Crescimento e produção de duas cultivares de mamoneira sob fertilização NPK. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 35-43. 2012.
- MORO, E.; CRUSCIOL, C. A. C.; CARVALHO, L. L. T. Épocas de aplicação de nitrogênio para híbridos de mamona no sistema plantio direto em safrinha. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 32, n. 2, p. 391-410, 2011.
- OLIVEIRA FILHO, A. F., et al. Contribuição dos racemos na produção de mamoneira em consórcios com culturas alimentícias. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 7, n. 2, p. 114-124, 2013.
- OLIVEIRA FILHO, A. F., et al. Eficiência agronômica e biológica nos consórcios da mamoneira com feijão-caupi ou milho. **Revista Ciência Agronômica**, v. 47, n. 4, p. 729-736, 2016.

- OLIVEIRA, R. L., et al. Precisão experimental em ensaios com a cultura do feijão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, n. 1, p. 113-119, 2009.
- PINTO, C. M.; PINTO, O. R. Avaliação da eficiência biológica e habilidade competitiva nos sistemas de consorciação de plantas. **Enciclopédia biosfera**, Centro Científico Conhecer, v. 8, n. 14, p. 105-122, 2012.
- RIBEIRO, A. C. et al. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5º Aproximação**. Viçosa: CFSEMG, p. 306-307 e 311, 1999.
- SÁ, R. O., et al. **Mamona**: opção para rotação de cultura visando a redução de nematoides de galha no cultivo do algodoeiro. Primavera do Leste: Instituto Mato-grossense do Algodão, (Instituto Mato-grossense do Algodão. Circular Técnica, 15) 12p., 2015.
- SANTOS, F. L. S., et al. Phytosociological survey of weed plants in intercrops of common beans and castor beans. **Planta Daninha**, v. 35, p. 1-12, 2017.
- SCHMILDT, E. R., et al. Influência de desfolhas artificiais para simular perdas na produção do feijoeiro (*phaseolus vulgaris* L. Cv. Xamego. **Arquivos Instituto Biológico**, v. 77, n. 3, p. 457-463, 2010.
- SEVERINO, L. S.; MENDES, B. S. S.; LIMA, G. S. Seed coat specific weight and endosperm composition define the oil content of castor seed. **Industrial Crops and Products**, v. 75, n. 1, p. 14–19, 2015.
- SINGH, A. S., et al. Role of conventional and biotechnological approaches in genetic improvement of castor (*Ricinus communis* L.). **Industrial Crops and Products**, v. 74, p. 55-62, 2015.
- SYSTAT SOFTWARE. Inc. For windows, version 10.0. SigmaPlot, 2006.
- SORATTO, R. P., et al. Espaçamento e população de plantas de mamoneira de porte baixo para colheita mecanizada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 3, p. 245-253, 2011.
- TEIXEIRA, I. R., et al. Arranjos de plantas do feijoeiro-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 25, n. 2, p. 85-91, 2012.
- TEIXEIRA, I. R., et al. Desempenho agrônômico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 55-61, 2011.
- VIEGAS NETO, A. L., et al. Milho pipoca consorciado com feijão em diferentes arranjos de plantas. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 42, n. 1, p. 28-32, 2012.
- VIEIRA, C. Cultivos consorciados. In: VIEIRA, C.; PAULA JÚNIOR, T. J.; BORÉM, A. **Feijão**. 2 ed., Viçosa: UFV, p. 493-528, 2006.