



“Abordagem sistêmica e sustentabilidade:  
produção agropecuária, consumo e saúde”.

06 a 08 de Julho de 2016  
Universidade Católica de Pelotas/UCPel  
Pelotas - RS

## AVALIAÇÃO DO CONSÓRCIO DE MAMONA E FEIJÃO NA SERRA DO SUDESTE

### CONSORTIUM EVALUATION OF CASTOR AND BEAN IN SERRA DO SUDESTE

<sup>1</sup>Lucas Griep, <sup>3</sup>Marcel Eicholz, <sup>4</sup>Tamara Foster Acosta, <sup>2</sup>Eberson Diedrich Eicholz

<sup>1</sup> Estudante de graduação em agronomia, FAEM/UFPel, Pelotas – RS. lucasgriepjb@gmail.com

<sup>2</sup> Agrônomo, Pesquisador Embrapa Clima Temperado, Pelotas – RS. eberson.eicholz@embrapa.br

<sup>3</sup> Engenheiro Agrônomo, Doutorando PPGSPAF /UFPel. Pelotas – RS. marcel.eicholz@gmail.com

<sup>4</sup> Engenheiro Agrônomo, Pelotas – RS. tamaraacosta1986@gmail.com

**Grupo de Pesquisa:** Segurança alimentar e agricultura familiar

#### Resumo

A mamona é uma oleaginosa de grande importância econômica e ampla capacidade adaptativa. Apresenta ciclo longo e espaçamentos entre linha relativamente grande, gerando problemas com plantas daninhas e erosão do solo, o que pode ser amenizado pelo cultivo intercalar de culturas de outras espécies. Dentre outras vantagens, o emprego do consórcio pode melhorar o uso de eficiência da terra e reduzir o risco de perda total de produção. O consórcio possibilita utilizar, de forma mais eficiente o solo, principalmente, em pequenas propriedades, entretanto o comportamento da mamona pode ser influenciado pelo ciclo do feijão. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o desempenho produtivo e o uso eficiente da terra (UET), da mamona em associação de diferentes cultivares e períodos de semeadura de feijão nas condições da serra do sudeste. O experimento foi desenvolvido na safra 2014/2015. O delineamento experimental foi de blocos completos casualizados, com três repetições, esquematizados no sistema de parcelas subdivididas. O consórcio de feijão foi eficiente para uso nas entre linhas da mamona, e a cultivar de feijão Cavalão possui a melhor adaptação ao consórcio.

**Palavras-chave:** *Ricinus communis*. Uso eficiente da terra. Sistema de cultivo.

## ***Abstract***

Castor bean is an oilseed of great economic importance and wide adaptive capacity. Displays long cycle and relatively large spacing between lines, causing problems with weeds and soil erosion, which can be mitigated by intermediate growing cultures from other species. Among other advantages, the use of the consortium can improve the use of land efficiency and reduce the risk of total loss of production. The consortium enables use of the soil more efficiently, especially in small farms, however castor behavior can be influenced by the bean cycle. The objective of this study was to evaluate the performance and the efficient use of land (UET), castor beans in combination of different cultivars and bean sowing periods in the southeastern mountain conditions. The experiment was conducted in the 2014/2015 crop. The experimental design was a randomized complete block design with three replications, outlined in a split-plot system. The bean intercropping system was efficient for use between the lines of castor beans, and bean cultivar Cavalão has the best adaptation to the consortium.

**Key words:** *Ricinus communis*. Efficient land use. Cultivation system.

## **1. Introdução**

O sistema de cultivo em consórcio é uma alternativa viável, especialmente na pequena propriedade, por maximizar a utilização da terra (JESEN et al., 2010). Neste contexto, o feijoeiro e a mamona são culturas com potencial de exploração no sistema consorciado, por serem respectivamente, uma fonte alimentícia e outra com finalidade de produção de óleo.

A mamona (*Ricinus communis* L.) é uma oleaginosa da família das euforbiáceas de grande capacidade adaptativa e de importância econômica, encontra-se produzindo ou vegetando do Rio Grande do Sul até a Amazônia (AZEVEDO et al., 2001).

Em virtude de sua inserção em um contexto de rentabilidade econômica, e com o lançamento do Programa Nacional de Produção de Biodiesel (PNPB), em 2004, o governo brasileiro, almejando maior inclusão social do homem do campo, o desenvolvimento regional a partir da geração de emprego, renda para os trabalhadores rurais e concomitantemente, produzir matéria prima para a produção de biodiesel. E a partir do programa desenvolvido pelo Governo Federal percebeu - se um amplo crescimento econômico, garantia de uma segurança alimentar e retorno financeiro ao pequeno produtor, mediante a exploração desta cultura no Brasil. Com esse fim, vários estudos (SEVERINO et al., 2005; AZEVEDO et al., 2007; AIRES et al., 2011) têm sido realizados com o objetivo de conhecer melhor o

crescimento e o desenvolvimento da mamona. Ressalta-se que o seu crescimento é indeterminado e lento na fase inicial, isso dificulta sua capacidade de competição interespecífica, o que tem propiciado sua escolha em arranjos produtivos (GONDIM, 2011).

Todavia, esta espécie apresenta ciclo longo e espaçamento entre linha relativamente grande, gerando problemas com plantas daninhas e desestruturação do solo pelo menor taxa de cobertura vegetal obtida, o que pode ser amenizado pelo cultivo intercalar de culturas de outras espécies. Em geral, por se tratar de uma espécie de ciclo vegetativo longo, de porte avantajado e sistema radicular secundário superficial, torna-se necessário escolher culturas consortes de pequeno porte, ciclo curto, com diferente capacidade de exploração do substrato ecológico. Desta forma, o consórcio de mamona com feijão apresenta vantagens sobre os plantios solteiros, em virtude dessa leguminosa possuir elevado valor socioeconômico para o Brasil, como suprimento alimentar, na fixação de mão-de-obra no campo e como componente da produção agrícola (BEZERRA et al., 2008; ROCHA et al., 2009)

O feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) é uma leguminosa, considerada principal fonte alimentar em regiões tropicais e subtropicais do mundo, além de ser fonte proteica para os brasileiros de baixa renda (SORATTO et al., 2005), sendo uma importante fonte de lisina, um dos aminoácidos fundamentais para a síntese de proteínas (RIBEIRO et al., 2007) e também pelo fato de possuir grande importância socioeconômica para a população das regiões Norte e Nordeste do Brasil (SILVA et al., 2002).

O feijoeiro, por ser fixador do N<sub>2</sub> atmosférico, contribui pelo menos com parte do nitrogênio às plantas, possuem hábito de crescimento pouco agressivo e ciclo curto, características desejáveis para uma cultura consorte com a mamona. Para tanto, faz-se necessário elucidar o comportamento de diferentes genótipos de feijão no consórcio com a mamona. Ademais, diversas indagações são feitas com relação ao consórcio feijão e mamona, quando se busca maximizar a eficiência de ambas as culturas. Desta forma, encontrar cultivares adaptadas aos sistemas de consórcio pode melhorar a eficiência do sistema e a produtividade das culturas consortes. Apesar de existirem publicações sobre mamona consorciada (CORRÊA et al., 2006; BELTRÃO et al., 2010; TEIXEIRA et al., 2011), ainda são poucos os trabalhos conclusivos referentes à consorciação dessa oleaginosa com feijão (BELTRÃO et al., 2010; MACEDO et al., 2010), o qual é fixador do nitrogênio atmosférico e contribui pelo menos com parte desse mineral às plantas.

Nos cultivos em consórcios, também pode ocorrer um aumento na eficiência no uso da terra, aproveitando melhor os fatores abióticos e reduzindo o risco de redução na produção

(BEZERRA NETO & ROBICHAUX, 1997), aliado a possibilidade de redução do ataque de pragas e doenças.

Para tanto, faz-se necessário realizar estudos visando elucidar o comportamento e maximizar a eficiência dessas culturas, frente aos cultivos em diferentes fases fenológicas de semeadura, além de buscar espécies adaptadas ao sistema de consórcio, para melhorar a eficiência do sistema e a produtividade das culturas consortes.

Diante do exposto, o presente trabalho objetiva avaliar o desempenho produtivo e o uso eficiente da terra (UET) da mamona em associação de diferentes cultivares e períodos de semeadura de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) nas condições da serra do sudeste.

## **2. Material e métodos**

O experimento foi conduzido na safra 2014/15 na localidade de Ares Alegre, município de Canguçu, RS. A semeadura da mamona cv. BRS Energia e do genótipo CPACT 12102 foi realizada em sistema de plantio direto, com duas sementes por cova, no dia 29/10/2014 com espaçamento de 1,2 m entre linhas e 0,8 m entre plantas na linha de plantio, a área útil da parcela foi composta por duas linhas de 4,0 metros. Os tratamentos consistiram na semeadura, nas entre linhas da mamona, de duas cultivares de feijão com espaçamento de 0,4 m entre linhas e 12 plantas por metro linear, sendo uma de ciclo normal (BRS Expedito) e uma de ciclo precoce (variedade local “Cavalão”.). Semeados na mesma data da mamona e 18 dias após a semeadura da mamona, e como parâmetro foram semeados, em cultivo solteiros, genótipos de mamona e das variedades de feijão.

Segundo o laudo da análise de solo realizada no laboratório de fertilidade do solo da Embrapa Clima Temperado, a área do experimento corresponde a classe textural 4 (menor que 20% de argila) baixa matéria orgânica (2%), muito baixo fósforo e médio potássio.

A adubação de base foi 250 kg de NPK (fórmula 05 – 20 – 10) aplicados na linha da mamona. Os tratos culturais foram realizados de acordo com as indicações técnicas para as culturas. A adubação de cobertura foi realizada á lanço, na linha da mamona, na forma de uréia, aplicado 40 dias após a emergência da mamona na dose de 60 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio (N) nos cultivos solteiro e consorciado. O controle de plantas daninhas foi realizado através de capina manual.

Foram avaliadas no feijoeiro as variáveis: matéria seca das plantas (kg ha<sup>-1</sup>), obtida a partir da pesagem da matéria seca das plantas da área útil de cada parcela, as plantas foram secas em estufa a 65°C até atingir peso constante; peso de cem grãos, obtida pela medida da

massa de cem grãos limpos em balança com precisão de 0,01 gramas, e produtividade ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), obtida a partir da produção de grãos em cada parcela.

Na mamona foram avaliados: altura de planta, medida do solo até o ápice das plantas (cm); altura de inserção do racemo primário (cm), medida do solo até a inserção do primeiro racemo; peso de cem grãos, obtida pela medida da massa de cem grãos limpos em balança com precisão de 0,01 gramas e produtividade, ( $\text{kg ha}^{-1}$ ), obtida a partir da produção de grãos em cada parcela.

A comparação dos índices de competição dos sistemas de cultivo foi realizada através do Uso Eficiente da Terra (UET), conforme a fórmula proposta por (WILLEY & OSIRU, 1972; MEAD & RILEY, 1981). Onde  $Y_{ab}$  e  $Y_{ba}$  representa a produtividade em consórcio, da mamoneira e do feijoeiro respectivamente, e  $Y_{aa}$  e  $Y_{bb}$  a produtividade em cultivo solteiro.

$$UET = \frac{Y_{ab}}{Y_{aa}} + \frac{Y_{ba}}{Y_{bb}} = UETa + UETb$$

O coeficiente equivalente de terra (CET) foi calculado conforme método proposto por Adetiloye et al., (1983), em que  $UET_a$  e  $UET_b$  representam o uso eficiente da terra parcial, 'a' da mamona e 'b' do feijoeiro.

$$CET = UETa * UETb$$

A razão de área equivalente no tempo foi calculada segundo por Hiebsch & McCollum (1987), sendo  $T_a$  e  $T_b$  o tempo em dias do plantio até a colheita das espécies em cultivo solteiro e  $T_{ab}$  representa o tempo total do sistema de consorciação.

$$REAT = \frac{(UETa * T_a) + (UETb * T_b)}{T_{ab}}$$

O índice de produtividade do sistema (IPS) foi obtido conforme Odo (1991). A vantagem desse índice é que ele propõe a uniformização da produtividade da cultura secundária. No caso o feijão para a cultura principal que seria a mamona possibilitando realizar melhores comparações.

$$IPS = \left( \frac{Y_{aa}}{Y_{bb}} * Y_{ba} + Y_{ab} \right)$$

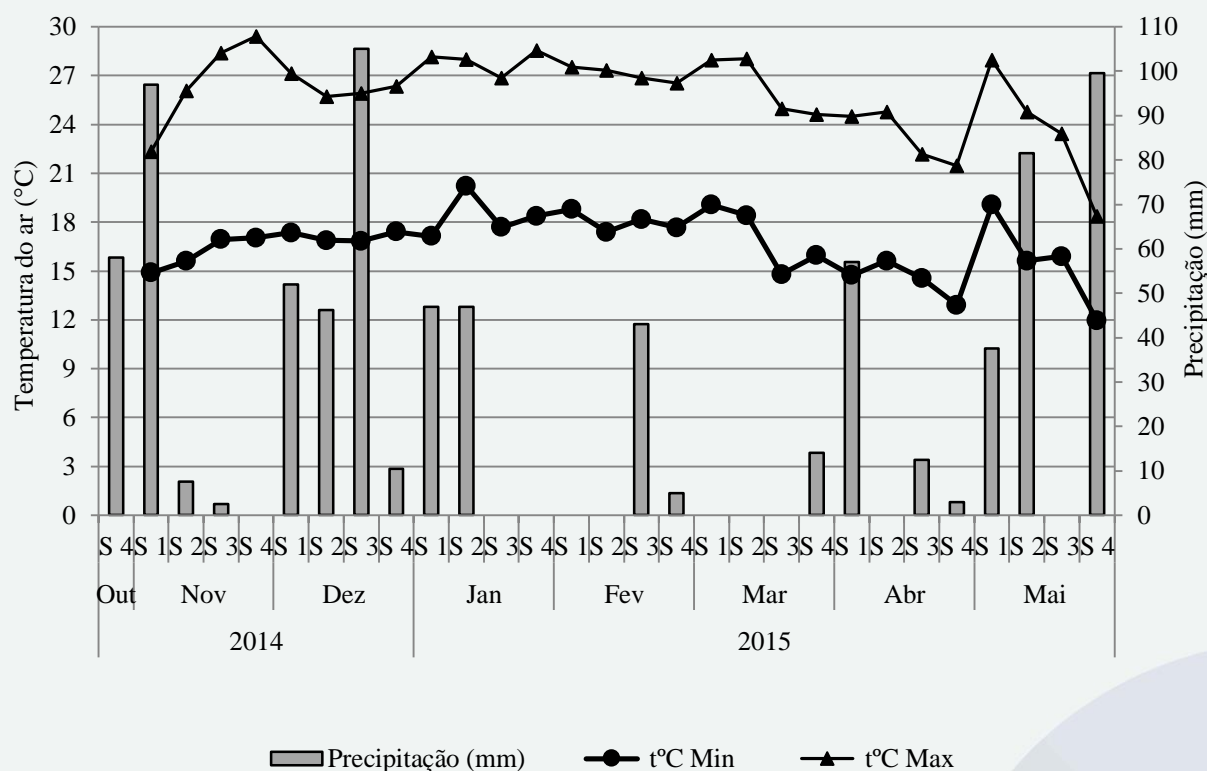
O delineamento experimental utilizado foi de blocos completos casualizados com três repetições, esquematizados no sistema de parcelas subdivididas, alocando-se nas parcelas principais, os sistemas de cultivo e nas subparcelas as doses de nitrogênio.

Para os dados de produtividade e dos índices de competição dos sistemas de cultivo foram realizadas análise de variância utilizando o teste F à 5% e quando significativos às médias foram comparadas utilizando o teste de Duncan ao nível de 5% de significância.

### 3. Resultados e discussão

Na Figura 1 estão apresentadas as temperaturas médias das máximas ( $T^{\circ}\text{C Max}$ ), das mínimas ( $T^{\circ}\text{C min}$ ) e a precipitação durante o período do experimento. Visualiza-se que a média das máximas foi em torno de  $27^{\circ}\text{C}$ , e das mínimas  $18^{\circ}\text{C}$  na maior parte do ciclo das culturas, reduzindo somente no final de março. Observou-se um acréscimo na temperatura no início de maio, porém com rápida redução nestes parâmetros. Estas temperaturas foram adequadas para o crescimento e desenvolvimento da cultura da mamona. Conforme Beltrão e Cardoso (2006); Oliveira (2007), e Vale (2009), a mamoneira necessita de temperatura média do ar em torno de  $25^{\circ}\text{C}$ , variando entre  $20^{\circ}\text{C}$  e  $35^{\circ}\text{C}$ , elevada insolação e baixa umidade relativa do ar.

Quanto à precipitação, ocorreu um volume próximo a 100 mm na implantação, e uma estiagem da metade de janeiro até final de março. As chuvas durante este período não ultrapassaram 60 mm em mais de 2 meses. O volume de chuvas pode ter prejudicado o crescimento e desenvolvimento pleno das culturas testadas, considerando a falta em um período prolongado.



**Figura 1.** Precipitação e média das temperaturas mínimas ( $T^{\circ}\text{C Min}$ ) e máximas ( $T^{\circ}\text{C Max}$ ) semanal (S) durante o ciclo da cultura da mamona na safra 2014/15 em Canguçu, RS.



Na análise de variância dos dados, pode-se observar que não houve efeito significativo do sistema de cultivo sobre o peso de 100 grãos da mamona, que não variou entre as cultivares ou o sistema utilizado, sendo a média de 35,4 gramas.

As demais características avaliadas na mamona como a altura de plantas, altura de inserção do primeiro racemo e produtividade tiveram diferenças significativas na análise estatística o que comprova que existe efeitos da semeadura consorciada sobre a mamona, o que já foi verificado por vários autores como Távora et al., (1988), Corrêa et al., (2006), Furtado et al., (2014), Teixeira et al., (2011), Beltrão et al., (2010) e Kumar et al., (2010). O mesmo se observou para o feijoeiro, quando se verificou diferenças pelo teste de F, para peso da palha por hectare, massa de 100 grãos e produtividade de grãos, conforme o Quadro 01.

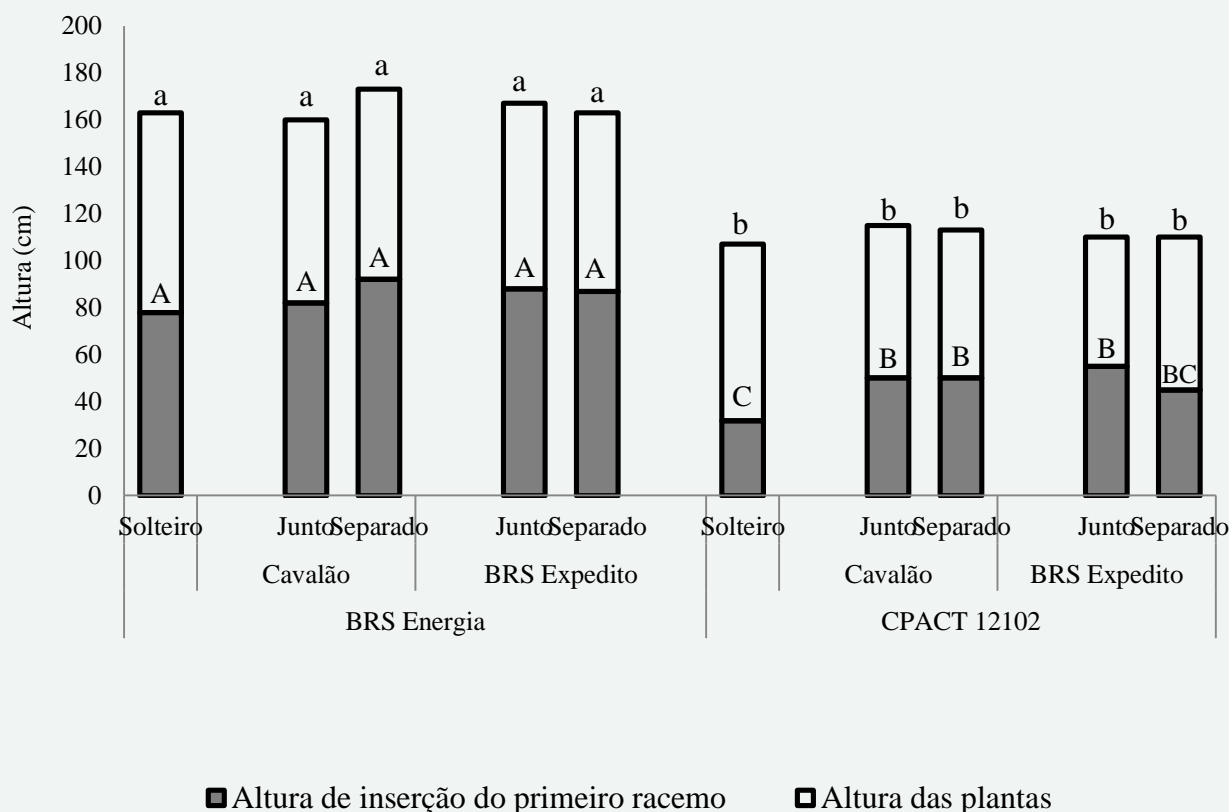
**Quadro 01.** Quadro de análise da variância do experimento de consórcio das culturas mamona e feijão na safra 2014/15 em Canguçu, RS.

Fatores	GL	Quadrado médio							
		Mamona				Feijão			
		AltPl	AIPR	P100	Prod.	Prod. palha	P100	Prod.	
Bloco	2	528,9 *	13,3	0,336	111087,4 *	266,2975	3,591	89384 *	
Sistema	11	2522,4 *	1411,6 *	9,2517	207263,9 *	25849,08 *	307,9 *	496209 *	
Erro	18								
média		138	65,8	35,4	836,7	433,5	32,4	1680	
CV(%)		6,5	13,3	5,1	10,8	14,6	5,3	13,8	

\*Significativo pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

Visualiza-se na Figura 2, que o genótipo CPACT 12102 apresentou estatura de planta significativamente inferior a BRS Energia, o que era esperado, por ser inerente a variedade, tendo a BRS Energia uma altura superior a dois metros, já o genótipo CPACT 12102 uma estatura menor. Este comportamento não se verificou entre os tratamentos testados onde o sistema de cultivo não influenciou nesta característica.

Já para altura de inserção do primeiro racemo, não foram observadas diferenças na cultivar BRS Energia. Entretanto para o genótipo CPACT 12102 houve diferenças, comparadas com o sistema de monocultivo. Portanto pode-se inferir que a altura de inserção do primeiro racemo pode ter relação com o porte da mamona, ocorrendo em genótipos de porte menor, devido a competição por luz.



\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p < 0,05$ ) para altura de plantas; \*\*Médias seguidas de mesma letra maiúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p < 0,05$ ) para altura de inserção do primeiro racemo.

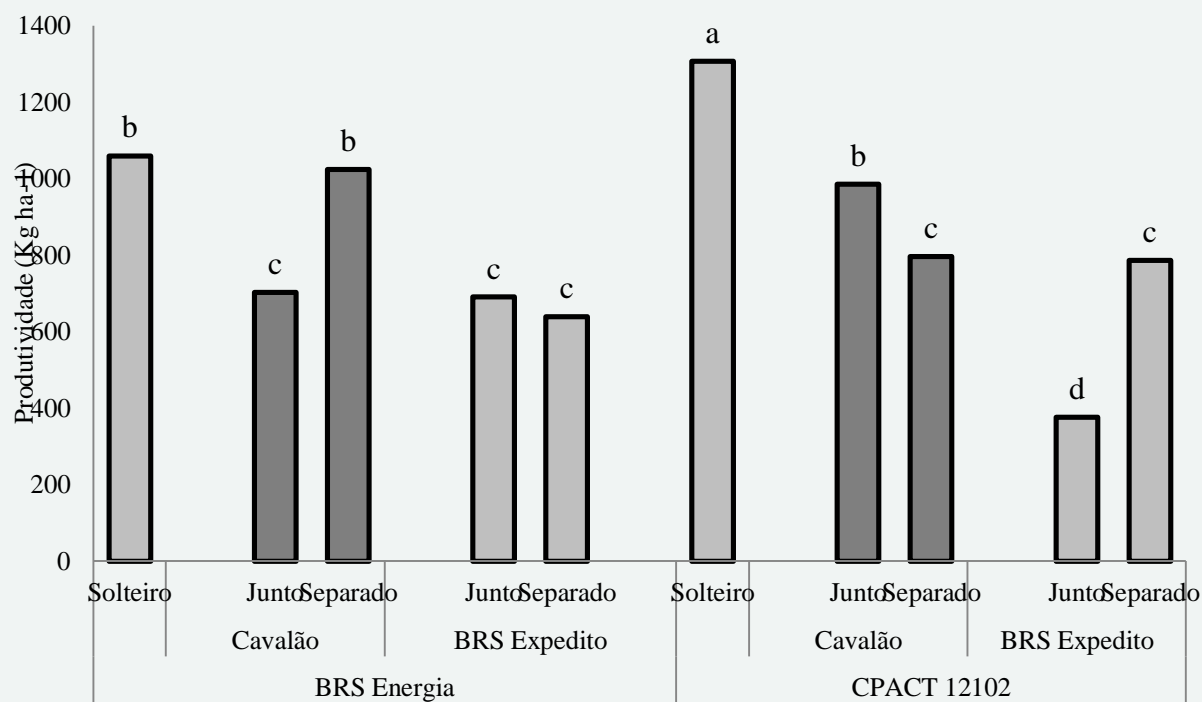
**Figura 2.** Altura de inserção do primeiro racemo e altura de plantas da mamona em cultivo solteiro e consorciado com feijoeiro na safra 2014/15 em Canguçu, RS.

A produtividade da mamona no experimento foi superior a média da região centro oeste, que foi de  $1000 \text{ kg ha}^{-1}$  (CONAB, 2016). Quanto aos tratamentos, visualizou-se superioridade da mamona no cultivo solteiro, principalmente quando comparado aos tratamentos com uso das variedades BRS Expedito, de ciclo normal, e também verificou-se diferenças entre as cultivares de mamona avaliadas (Figura 3). Estes resultados estão de acordo com Távora et al., (1988), Corrêa et al., (2006), Azevedo et al., (2007), Thanunathan et al., (2008), Beltrão et al., (2010) e Kumar et al., (2010), quando verificaram que a produtividade da mamona diminui nos sistemas consorciados, em comparação com monocultivo.

Quando foi utilizada a cultivar de feijão BRS Expedito, a produtividade foi inferior as testemunhas, o que pode estar relacionado a exploração do sistema radicular da planta, a qual não necessitou competir com outra espécie por água, luz e nutrientes (LARCHER, 2004). De acordo com Teixeira et al., (2005), à medida que se aumenta o número de plantas em uma



mesma área, ocorre redução da disponibilidade desses fatores para cada indivíduo ou planta, nesse caso, a mamona em monocultivo, teve área física para sua desenvoltura e crescimento fisiológico. De acordo com Vandermeer (1992), a competição interespecífica é inevitável quando duas culturas são semeadas juntas, e Crawley (1997), salienta que pode ser na redução da sobrevivência, crescimento e reprodução de no mínimo uma das espécies. Porém, com o uso de variedades de feijão de ciclo rápido, a produtividade foi menos afetada, visualizando-se produtividades similares a testemunha, como observado no consórcio do feijão cv Cavalão com a BRS Energia, de porte mais elevado. Provavelmente, após o final do ciclo do feijão possibilitou um crescimento normal da mamona, o que esta associado ao menor período de competição. Quando semeado com a CPACT 12102, por ser de porte menor, houve uma competição maior do que com a cultivar BRS Energia, quando semeado junto, e uma redução maior quando foi semeado 18 dias após.

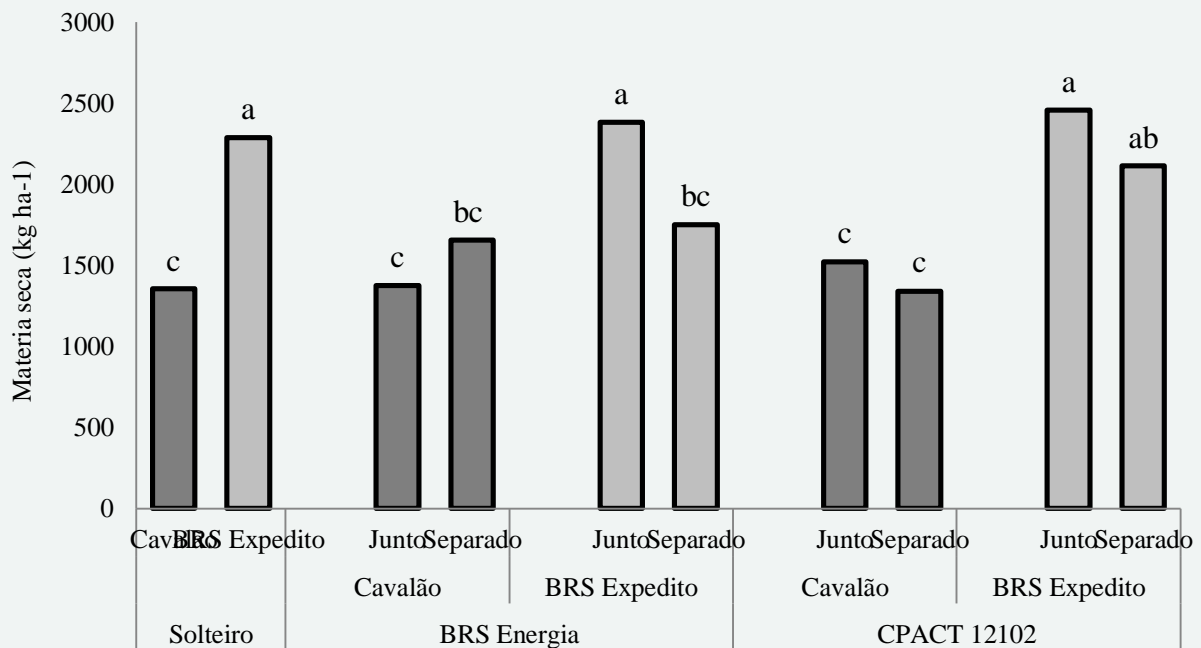


\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p < 0,05$ ).

**Figura 3.** Produtividade da mamona em cultivo solteiro e consorciado com a cultura feijoeiro e na safra 2014/15 em Canguçu, RS.

Na Figura 4 estão apresentados os pesos de matéria seca do feijoeiro. Observa-se que houve diferenças entre os genótipos, sendo superior para BRS Expedito. Não se visualizou diferenças quanto a esta característica entre os sistemas testados para o feijão cv Cavalão. Já

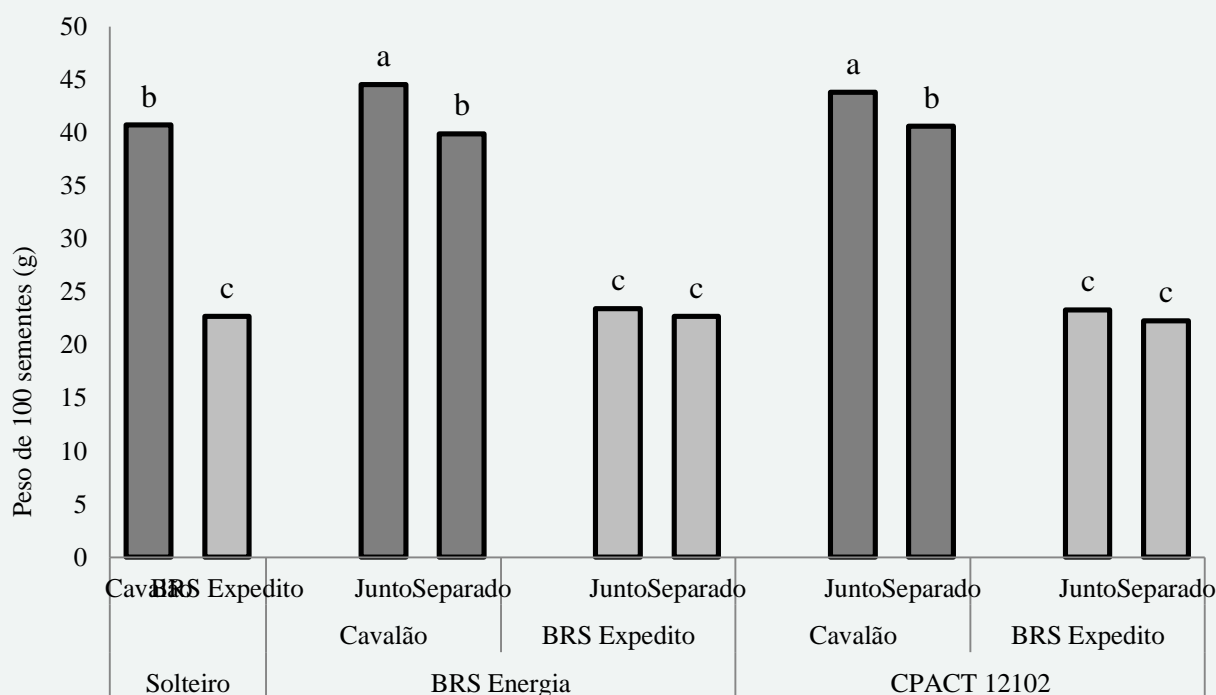
para a BRS Expedito, não se observou diferenças na semeadura na mesma data da mamona, entretanto quando semeado 18 dias após a mamona, obteve-se redução, principalmente quando presente na entre linha da BRS Energia, de porte maior. Não foram observadas diferenças quando semeado junto a CPACT 12102. A concorrência entre as espécies pode ter causado esta diferença, considerando que a mamona neste sistema já havia emergido na data da semeadura do feijão.



\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p < 0,05$ ).

**Figura 4.** Peso da matéria secado feijoeiro em  $\text{kg ha}^{-1}$  nos sistemas solteiro e consorciado com a cultura da mamona na safra 2014/15 em Canguçu, RS.

Para o peso de 100 sementes observou-se diferenças entre os genótipos, o que é inerente à variação dentro da espécie. O peso de cem sementes não variou entre os sistemas testados para variedade de feijão BRS Expedito, fato também observado em trabalhos de outros autores como Távora et al., (1988), consorciando mamona com gergelim, sorgo e caupi, e Azevedo et al., (1988) consorciando mamona e sorgo. Já a variedade de feijão Cavalão foi melhor no consórcio quando semeado na mesma data da mamona, independente do porte desta.



\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p < 0,05$ ).

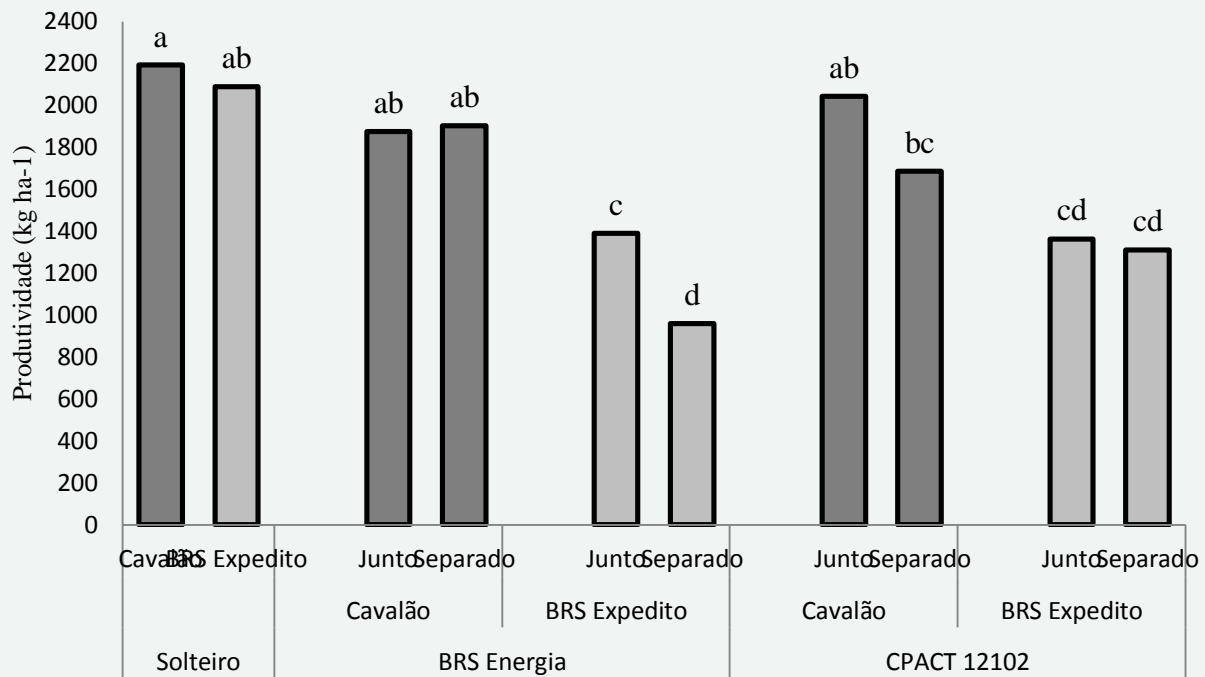
**Figura 5.** Peso de cem sementes de feijão em gramas nos sistemas solteiro e consorciado com a cultura da mamona na safra 2014/15 em Canguçu, RS.

Na Figura 6 visualiza-se que a produtividade do feijão solteiro foi superior a 2000 kg ha<sup>-1</sup>, acima da média do estado do Rio Grande do Sul e do município de Canguçu, RS (IBGE, 2016).

O consórcio não reduziu a produtividade do feijão Cavalão, independente se a semeadura foi realizada na mesma data ou 18 dias após a semeadura da mamona BRS Energia e na mesma data na CPACT 12102. Provavelmente pelo ciclo curto e hábito determinado de crescimento do feijão, considerando que quando a mamona apresentou porte para competir por luz principalmente, o ciclo do feijoeiro já estava avançado.

Já a cultivar de feijão BRS Expedito foi prejudicada quando cultivada no consórcio, independente do sistema e variedade de mamona utilizada. Isto pode ser devido a competição com a mamona, considerando que a cultivar tem um ciclo maior que a variedade cavalão, de forma que a mamona cresceu e competiu de forma mais efetiva. Esse resultado foi verificado também com culturas de gramíneas como milho e cana-de-açúcar (ANDRADE et al., 2001; COSTA & SILVA, 2008), que teoricamente são mais competitivas e por possuírem

metabolismo C4, comparativamente ao feijão que está na classificação de planta C3 (LARCHER, 2004).



\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p < 0,05$ ).

**Figura 6.** Produtividade do feijoeiro em sistema solteiro e consorciado com a cultura da mamona na safra 2014/15 em Canguçu, RS.

A avaliação biológica do sistema de consórcio foi estudada através do uso eficiente da terra (UET), coeficiente equivalente da terra (CET), razão de área equivalente no tempo (REAT) e índice de produtividade do sistema (IPS) mostrando efeito significativo para os sistemas testados (Quadro 2).

**Quadro 2.** Quadro de análise da variância do experimento de consórcio das culturas mamona e feijão para uso eficiente da terra (UET), coeficiente equivalente da terra (CET), razão de área equivalente no tempo (REAT) e índice de produtividade do sistema (IPS) para a safra 2014/15 em Canguçu, RS.

Fatores	GL	Quadrado médio					
		UET mamona	UET Feijão	UET soma	CET	REAT	IPS
Bloco	2	0,000786	0,1025 *	0,126	0,038379 *	0,042204	22247
Sistema	7	0,098847 *	0,0649 *	0,2368 *	0,125614 *	0,112999 *	437612 *
Erro	14						
Média		0,64	0,74	1,38	836,7	1,01	1583
CV(%)		18,0	18,8	14,1	29,6	14,2	15,3

\*Significativo pelo teste de F ( $p < 0,05$ ).

Os valores do UET (Tabela 1) apresentaram variação de 0,30 a 0,96 para a mamona e 0,47 a 0,86 para os seus consórcios, enquanto que a soma apresentou valores entre 0,98 e 1,82, ou seja, o sistema consorciado, independente da semeadura na mesma data da mamona ou 18 dias após, obteve o UET superior a 1, representando que o uso da terra foi eficiente, com exceção do sistema BRS Expedito semeado na mesma data do genótipo de mamona CFACT 12102.

A comprovação da eficiência do consórcio da mamona com outras culturas foi relatado nos trabalhos de pesquisa de Távora et al., (1988), Azevedo et al., (2001), Azevedo et al., (1999), e Corrêa et al., (2006), confirmando assim a superioridade desse sistema para a pequena propriedade rural, por melhorar o aproveitamento do solo e demais recursos disponíveis e, em consequência, melhorando a qualidade de vida do agricultor. A variedade de feijão precoce (Cavalão) apresentou os maiores valores de UET.

**Tabela 1.** Uso eficiente da terra (UET) do cultivo consorciado de mamona e feijoeiro em Canguçu, RS, safra 2014-15.

Variedade		Sistema de produção	UET		
Mamona	Feijão		Mamona	Feijão	Soma
<b>BRS Energia</b>	<b>Cavalão</b>	<b>Junto</b>	0,66 b	0,86 ab	1,51 abc
<b><u>BRS Energia</u></b>	<b><u>Cavalão</u></b>	<b><u>Separado</u></b>	<b><u>0,96 a</u></b>	<b><u>0,86 ab</u></b>	<b><u>1,82 a</u></b>
<b>BRS Energia</b>	<b>BRS Expedito</b>	<b>Junto</b>	0,65 b	0,70 abc	1,35 bcd
<b>BRS Energia</b>	<b>BRS Expedito</b>	<b>Separado</b>	0,60 b	0,47 c	1,07 de
<b><u>CPACT 12102</u></b>	<b><u>Cavalão</u></b>	<b><u>Junto</u></b>	<b><u>0,72 b</u></b>	<b><u>0,92 a</u></b>	<b><u>1,65 ab</u></b>
<b>CPACT 12102</b>	<b>Cavalão</b>	<b>Separado</b>	0,62 b	0,77 ab	1,39 bcd
<b>CPACT 12102</b>	<b>BRS Expedito</b>	<b>Junto</b>	0,30 c	0,69 abc	0,98 e
<b>CPACT 12102</b>	<b>BRS Expedito</b>	<b>Separado</b>	0,62 b	0,64 bc	1,25 cde
<b>Média</b>			<b>0,6</b>	<b>0,7</b>	<b>1,4</b>
<b>CV (%)</b>			<b>18,0</b>	<b>18,8</b>	<b>14,1</b>

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan ( $p < 0,05$ ).

A REAT permite fazer uma avaliação acurada do sistema de consórcio do que o UET, pois compara a vantagem produtiva do consórcio em relação ao monocultivo, levando em consideração o tempo necessário que as plantas, envolvidas no consórcio, passam no campo até a colheita (PINTO et al., 2011).

Analisando a Tabela 2, observa-se que a mamona BRS Energia e CPACT 12102 em consórcio com o feijão precoce (Cavalão), obtiveram valores de REAT superior a 1. Assim, o consórcio de mamona, independente da cultivar, com o feijão Cavalão expressa vantagem biológica na utilização da terra e tempo ( $RAET > 1$ ) (PINTO et al., 2011).

A cultivar de feijão Cavalão apresentou comportamento superior (independente do sistema), se comparado a cultivar BRS Expedito, este fato pode estar relacionado ao menor porte e ciclo da cultivar.

O coeficiente equivalente de terra (CET) máximo obtido foi de 0,83, quando a mamoneira foi consorciada com feijão plantado aos 18 dias após. Por outro lado, o menor CET (0,21) foi encontrado, na semeadura simultânea da mamona e do feijão. (Tabela 2).

Com o uso do CET é possível identificar vantagens no sistema de consorciação, tornado viável, quando seu valor for superior a 0,25 ( $CET > 0,25$ ) (JOSEPH e BALAN, 2008; EGBE et al., 2010), representando um rendimento, de cada cultura, de pelo menos 50% da sua produtividade em monocultivo (GONDIM, 2011). Baseado nesse critério, todos os



tratamentos consorciados obtiveram CET superior a 25%. Gondim (2011) obteve valores menores, quando comparados aos desse trabalho, constatando, na consorciação mamona + feijão-comum (*Phaseolus vulgaris* L.) em diferentes arranjos espaciais, coeficiente equivalente de terra (CET) oscilando de 0,24 a 0,47.

O IPS, o qual padroniza a produtividade da cultura consorte (feijão-comum) tomando como base a cultura principal (mamona), permitiu identificar que os tratamentos mamona + feijão precoce (Cavalão) alcançaram produtividades positivas, sendo a combinação vantajosa para uso em consórcio. Tal fato, provavelmente seja devido a uma melhor utilização de fatores abióticos.

**Tabela 2.** Coeficiente equivalente da terra (CET), razão de área equivalente no tempo (REAT) e índice de produtividade do sistema (IPS) do cultivo consorciado de mamona e feijoeiro em Canguçu, RS, safra 2014-15.

Variedade		Sistema de produção	CET	REAT	IPS
Mamona	Feijão				
BRS Energia	Cavalão	Junto	0,56 bc	1,04 b	1616 bc
<u>BRS Energia</u>	<u>Cavalão</u>	<u>Separado</u>	<u>0,83 a</u>	<u>1,34 a</u>	<u>1944 ab</u>
BRS Energia	BRS Expedito	Junto	0,43 bcd	1,04 b	1425 cd
BRS Energia	BRS Expedito	Separado	0,29 cd	0,87 bc	1136 d
<u>CPACT 12102</u>	<u>Cavalão</u>	<u>Junto</u>	<u>0,69 ab</u>	<u>1,13 ab</u>	<u>2185 a</u>
CPACT 12102	Cavalão	Separado	0,48 bcd	0,97 b	1804 abc
CPACT 12102	BRS Expedito	Junto	0,21 d	0,68 c	1095 d
CPACT 12102	BRS Expedito	Separado	0,40 cd	0,97 b	1459 cd
<b>Média</b>			<b>0,5</b>	<b>1,0</b>	<b>1583</b>
<b>CV (%)</b>			<b>29,6</b>	<b>14,2</b>	<b>15,3</b>

\*Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, não diferem entre si pelo teste Duncan (p<0,05).

#### 4. Conclusões

A cultivar precoce de feijão (Cavalão) possui melhor adaptação ao consórcio;  
O consórcio de feijão é eficiente para uso nas entre linhas da mamona.

#### 5. Agradecimentos:

Ao CNPq pela concessão da Bolsa de Pesquisa;  
À Embrapa Clima Temperado, pela oportunidade e apoio na elaboração deste trabalho.

## 6. Referências bibliográficas

- ADETILOYE, P.O, EZEDIMA, F. O. C.; OKIGBO, B. N. A land equivalent coefficient (LEC) concept for the evaluation of competitive and productive interactions in simple to complex crop mixtures. **Ecological Modeling**, v. 19, n. 1, p. 27 - 39, 1983.
- AIRES, R. F.; ANJOS E SILVA, D. dos.; EICHOLZ, E. D. Análise de crescimento de mamona semeada em diferentes épocas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 41, n. 8, p. 1347-1353, 2011.
- ANDRADE, M. J. B.; MORAIS, A. E.; TEIXEIRA, I. R.; SILVA, M. V. Avaliação de sistemas de consórcio de feijão com milho-pipoca. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 25, n. 2, p. 242 - 250, 2001.
- AZEVEDO, D. M. P. DE; BELTRÃO, N. E. DE, M.; SEVERINO, L. S.; SANTOS, J. W. DOS; LEÃO, A. B. Arranjos de fileiras no consórcio mamoneira com milho no semi-árido paraibano. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 11, n. 2, p.91-105, 2007.
- AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO, N. E. de M, SANTOS, J. W. dos; LIMA, E. E, BATISTA, F. A .S, NÓBREGA, L.B da., PEREIRA, J. R. Efeito de população de plantas na eficiência dos consórcios algodoeiro perene + milho e algodoeiro perene + caupi. **Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas**. Campina Grande, v. 5, n. 2, p. 319 – 330, 2001.
- AZEVEDO, D. M. P. de; BELTRÃO N. E. de M; SEVERINO, L. S. Manejo cultural In: AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. de M. (Ed.). **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2007. p. 223-253.
- BELTRÃO, N. E. M.; VALE, L. S.; MARQUES, L. F.; CARDOSO, G. D.; OUTO, J. S. **Consórcio mamona e amendoim: Opção para a agricultura familiar**. Revista Verde de Agricultura e Desenvolvimento Sustentável Grupo Verde de Agricultura Alternativa, v. 5, n. 4, p. 222 - 227, 2010.
- BELTRÃO, N. E. M. de; CARDOSO, G. D. Informações sobre o sistema de produção utilizados na ricinocultura na região Nordeste, em especial o semiárido e outros aspectos ligados a sua cadeia. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006, 6 p. (**Comunicado Técnico**, 213).

BEZERRA NETO, F.; ROBICHAUX, R. H. Spatial arrangement and density effects on an annual cotton/cowpea/maize intercrop. II. Yield and biomass. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 10, p. 1029-1037, 1997.

BEZERRA, A. A. DE C.; TÁVORA, F. J. A. F.; FREIRE FILHO, F. R.; RIBEIRO, V. Q. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão-caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, v. 8, p. 85 - 93, 2008.

CONAB, Companhia Nacional de Abastecimento. Disponível em <<http://www.conab.gov.br>>. Acesso em abril de 2016.

CORRÊA, M. L. P.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B. Comportamento de cultivares de mamona em sistemas de cultivo isolados e consorciados com caupi e sorgo granífero. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 37, n. 2, p. 200-207, 2006.

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**, Lavras, v. 32, n. 2, p. 663-667, 2008.

CRAWLEY, M. J. Plant-Herbivores Dynamics. In: CRAWLEY, M. J. (ed.). **Plant Ecology**. 2 ed. Oxford: Blackwell Science, 1997, p. 401 - 474.

EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária/Centro Nacional de Pesquisa de Algodão. **Mamona**: cultivares. 2007. Disponível em: <<http://www.cnpa.embrapa.br>> Acesso junho de 2009.

FURTADO, G. de F; SOUSA A DOS S; SOUSA JR, J. R., SOUSA, F. R. M.; LACERDA S.S. DE A.; SILVA S.S. 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.

GONDIM, T. M. S. **Arranjos espaciais e sua influência no consórcio mamoneira precoce e feijão caupi**. Areia, 2011. 177 p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Universidade Federal da Paraíba.

HIEBSCH, C. K; McCollum, R.E. Area x time equivalency ratios: A method for evaluating the productivity of intercrops. **Agronomy Journal**, v 79, n.1, p. 15-22, 1987.

IBGE. Produção agrícola municipal, ano 2014. Disponível em: <http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/pesquisa/pam/default.asp?o=29&i=P>. Acesso abril 2016.

IBGE. Produção agrícola municipal (PAM) 2005. Disponível em:  
<http://www.sidra.ibge.gov.br>. Acesso março 2016.

JENSEN, W. I.; ALLEN, J. P. Naturally occurring and experimentally induced castor bean (*Ricinus communis*) poisoning in ducks. **Avian Diseases**, Ithaca, v. 25, n. 1, p. 184-191. 2010.

KUMAR, H. C. S.; MUDALAGIRIYAPPA; NANJAPPA, H. V.; RAMACHANDRAPPA, B. K. Productive performance of castor (*Ricinus communis* L.) based intercropping systems under rainfed conditions of Central Dry Zone in Karnataka. **Mysore Journal of Agricultural Sciences**, v.44, n.3, p.481- 484, 2010.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. 2. ed., São Carlos: Rima, 2004. 531 p.

MEAD, R.; RILEY, J. A Review of Statistical Ideas Relevant to Intercropping Research. **Journal of the Royal Statistical Society. Series A (General)**, v. 144, n. 4, p. 462-509, 1981.

OLIVEIRA, I. J. de. **Eficiência da seleção recorrente para redução da altura de plantas em mamoneira (*Ricinus communis*L.)**. 2007. 43 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Agricultura) Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2007.

ODO, P. E. Evaluation of Short and Tall Sorghum Varieties in Mixtures with Cowpea in the Sudan Savanna of Nigeria: Land Equivalent Ratio, Grain Yield and System Productivity Index. **Experimental Agriculture**, v. 27, n. 4, p. 435-441, 1991.

PINTO, C. DE M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; CYSNE, J. R.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices de competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde** v. 6, n. 2, p. 75 – 85, 2011.

RIBEIRO, N. D.; LONDERO, P. M. G.; CARGNELUTTI FILHO, A.; JOST, E.; POERSCH, N. L.; MALLMANN, C. A. Composição de aminoácidos de cultivares de feijão e aplicações para o melhoramento genético. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**. v. 42, n. 10, p. 1393-1399, 2007.

ROCHA, M. DE M.; CARVALHO, K. J. M. de; FREIRE FILHO, F. R.; LOPES, A. C. de A.; GOMES, R. L. F.; SOUSA, I. DA S. Controle genético do comprimento do pedúnculo em feijão-caupi. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, p.270-275, 2009.

SEVERINO, L. S.; CARDOSO, G. D.; VALE, L. S. do; SANTOS, J. W. dos. **Método para determinação da área foliar da mamoneira**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2005. 20 p. (Embrapa Algodão. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 55).

SILVA, S. M. DE S.; MAIA, J.; ARAUJO, Z. B.; FILHO, F. R. F. Composição química de 45 genótipos de feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Teresina-PI: EMBRAPA, 2002. 2p. (Comunicado técnico, 149).

SORATTO, R. P.; CRUSCIOL, C. A.; SILVA, L. M. da; LEMOS, L. B. Aplicação tardia de nitrogênio no feijoeiro em sistema de plantio direto. **Bragantia**, Campinas, v. 64, n. 2, p. 211-218, 2005.

TÁVORA, F. J. A. F.; MELO, F. I. O.; SILVA, F. P. DA; BARBOSA FILHO, M. Consorciação da mamona com culturas anuais de ciclo curto. **Revista Ciência Agronômica**, v. 19, n. 2, p. 85-94, 1988.

THANUNATHANM, K.; MALARVIZHI, S.; THIRUPPATHI, M., IMAYAVARAMABAN, V. Economic evaluation of castor-based intercropping systems, **The Madras Agricultural Journal**, v. 95, n. 1- 6, p. 38-41. 2008.

TEIXEIRA, I. R.; SILVA, G. C.; TIMOSSI, P. C.; SILVA, A. G. Desempenho agronômico de cultivares de feijão-comum consorciado com mamona. **Revista Caatinga**, v. 24, n. 4, p. 55 - 61, 2011.

VALE, L. S. do. **Crescimento e produtividade da mamoneira BRS Energia submetida a diversos espaçamentos**. 2009. 31 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal da Paraíba, Campina Grande, 2009.

VANDERMEER, J. The ecology of intercropping. Cambridge University Press, New York. p. 237, 1992.

WILLEY, R. W.; OSIRU, D. S. O. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. **The Journal of Agricultural Science**, v. 79, n. 3, p. 517-529, 1972.