

# Produção e aspectos econômicos de milho consorciado com *Crotalaria juncea* L. em diferentes intervalos de semeadura, sob manejo orgânico<sup>1</sup>

Emerson Dalla Chieza<sup>2\*</sup>, José Guilherme Marinho Guerra<sup>3</sup>, Ednaldo da Silva Araújo<sup>3</sup>,  
José Antônio Espíndola<sup>3</sup>, Rodolfo Condé Fernandes<sup>4</sup>

10.1590/0034-737X201764020012

## RESUMO

A busca por sistemas produtivos mais sustentáveis é um desafio necessário. Avaliaram-se formas de manejo do consórcio entre milho e *Crotalaria juncea* L., que possibilitem otimizar a produção “*in situ*” de massa vegetal, sem comprometer o potencial produtivo do cereal. Realizaram-se experimentos em épocas distintas: primavera-verão (experimento 1) e outono-inverno (experimento 2), em Seropédica -RJ, no período de 11/2010 a 09/2011. Os tratamentos para o experimento 1 foram: *C. juncea*, semeada: sete dias antes, simultaneamente com, aos 14 e aos 28 dias após a cultura do milho, respectivamente, para T1, T2, T3 e T4. Além desses, T5-milho em monocultivo e T6-milho em monocultivo + N. Os tratamentos para o experimento 2 foram: *C. juncea* semeada: sete dias antes, simultaneamente com, aos sete e aos 14 dias após a cultura do milho, respectivamente para TA, TB, TC e TD. Além desses, TE-milho em monocultivo e TF-milho em monocultivo + N. Para T1, T2, TA e TB a *C. juncea* foi roçada aproximadamente 30 dias após a emergência e sua palhada utilizada como fonte de N para o milho; já para T3, T4, T6, TC, TD e TF foi utilizada a torta de mamona como fonte de N. Na primavera-verão, em T2, a produção de grãos do cereal não diferiu da produção do monocultivo com adubação nitrogenada, com reflexo positivo no balanço econômico. No outono-inverno, a presença do adubo verde semeado 14 dias após o milho resultou em benefícios ao sistema. A *C. juncea*, quando cultivada na primavera-verão, apresentou potencial para fornecer N ao milho como alternativa à adubação nitrogenada de cobertura.

**Palavras-chaves:** adubo verde; policultivo; torta de mamona; adubação nitrogenada; agricultura familiar; sustentabilidade.

## ABSTRACT

### Yield and economic aspects of corn and sunn hemp intercropped in different seeding intervals under organic management

The search for more sustainable production systems is a necessary challenge. We evaluated different modes of corn and *Crotalaria juncea* L. intercropping management that enables to optimize the *in situ* biomass production, without compromising the cereal productive potential. Experiments were carried out at different times: spring/summer (experiment 1) and autumn/winter (experiment 2), in Seropédica - RJ, Brazil. The treatments for experiment 1 were: *C. juncea* sown seven days before, simultaneously, and 14, and 28 days after corn sowing, respectively for T1, T2, T3, and T4, besides T5-corn monoculture and T6-corn monoculture + nitrogen. The treatments for experiment 2 were: *C. juncea* sown seven days before, simultaneously, and seven and 14 days after corn sowing, respectively for TA, TB, TC, and

Submetido em 01/10/2014 e aprovado em 12/03/2017.

<sup>1</sup> Este Trabalho é parte da tese de doutorado do primeiro autor. Apoio financeiro da FAPERJ.

<sup>2</sup> Universidade Federal do Maranhão, Campus de Bacabal, Bacabal, Maranhão, Brasil. echieza@gmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Agrobiologia, Seropédica, Rio de Janeiro, Brasil. guilherme.guerra@embrapa.br; ednaldo.araujo@embrapa.br; jose.espindola@embrapa.br

<sup>4</sup> Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Roraima, Novo Paraíso, Roraima, Brasil. agrorodolfo@gmail.com

\*Autor para correspondência: echieza@gmail.com

TD, in addition to TE-corn in monoculture and TF-corn in monoculture + N. For T1, T2, TA, and TB, *C. juncea* was mowed approximately 30 days after emergence and its straw was used as nitrogen source for corn; for T3, T4, T6, TC, TD, and TF, castor bean pie was used as nitrogen source. In the spring/summer crop, in T2, the cereal grain production did not differ from monoculture with nitrogen fertilization, with a positive effect on the economic balance. In the autumn/winter crop, the presence of green manure sowed 14 days after corn resulted in benefits to the system. *Crotalaria juncea* cultivated in the summer presented potential to supply Nitrogen to corn as an alternative for nitrogen fertilization.

**Key words:** green manure; polyculture; castor bean pie; nitrogen fertilization; small farming; sustainability.

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.), por sua ampla utilização, que vai do consumo *in natura* até diversos fins industriais, tanto para humanos quanto para animais, tem uma singular importância econômica e social, para o agronegócio e, principalmente, para a agricultura familiar. O milho é o principal cereal produzido no Brasil, com uma área plantada de 14,2 milhões de hectares, em 2012, e produtividade média nacional e do Estado do Rio de Janeiro, de 4,721 e 2,118 Mg ha<sup>-1</sup>, respectivamente (IBGE, 2012).

Essa produtividade média baixa, em relação ao potencial da cultura, está relacionada com a variação edafoclimática brasileira. Além disso, para se obter alta produção é necessário dispor de alto nível tecnológico, com uso intenso de insumos, normalmente externos à propriedade, e que onera o sistema produtivo. Nesse contexto, um dos principais gargalos da produção vegetal é a disponibilidade de nutrientes, sobretudo o nitrogênio, o elemento, de modo geral, requerido em maior quantidade pelas culturas.

A maioria dos produtores rurais, principalmente os pequenos agricultores familiares, não dispõe de condições financeiras para esse investimento, o que contribui para a baixa produtividade média nacional. Para os sistemas orgânicos de produção essa problemática é mais pronunciada, pois para esses sistemas é preconizado o uso de N obtido a partir de fontes renováveis e, assim, não é permitido o uso de fertilizantes sintéticos de alta solubilidade (Brasil, 2011).

Por essas razões, vários autores destacam que nos últimos anos vem crescendo o interesse pela utilização de adubos verdes, com o intuito, dentre outros, de incorporar N a sistemas produtivos. A adubação verde promove melhorias das características físicas do solo (Chieza *et al.*, 2013), favorece a reciclagem de nutrientes e pode incorporar N ao sistema por meio da fixação biológica de nitrogênio (FBN), o que a torna boa alternativa (Castro *et al.*, 2004; Silva *et al.*, 2011; Leal *et al.*, 2012).

Contudo, Pereira *et al.* (2011) destacam que a prática de adubação verde, apesar de suas vantagens, tem sido pouco utilizada pelos agricultores, principalmente para as

espécies de cultivo estival. O não retorno econômico imediato e a ideia de que é necessário dispor de uma área própria para esses cultivos têm sido apontados como uma das principais causas da resistência na adoção dessa prática de manejo. Nesse contexto, o uso de sistemas consorciados tem ganhado espaço nas agendas de pesquisa. Por outro lado, para buscar o máximo de benefícios a partir da adubação verde e evitar competição com os cultivos comerciais, é necessária a observação de alguns critérios técnicos antes do estabelecimento de um consórcio (Pereira *et al.*, 2011).

A utilização de consórcios, além da otimização da área de plantio, pode beneficiar a cultura principal a partir do N fixado por via da FBN, dentre outros meios, a partir do corte da parte aérea, que irá se decompor e liberar nutrientes durante o desenvolvimento da cultura principal (Castro *et al.*, 2004). Por outro lado, Aita *et al.* (2004) alertam que se deve buscar o ajuste entre a liberação do N, a partir dos resíduos vegetais do adubo verde, e a demanda da cultura principal, para evitar perdas desse nutriente, já que significativa parcela do N incorporado aos sistemas pelos adubos verdes pode ser perdida, sobretudo, pela volatilização da amônia (Araújo *et al.*, 2011).

Por isso, em sistemas de consórcios, buscam-se espécies com rápido crescimento inicial, grande capacidade de aporte de massa vegetal, elevada taxa de FBN, além de apresentar liberação de nutrientes em sincronia com a demanda da cultura principal. De acordo com Perin *et al.* (2006) e Pereira (2007), a *Crotalaria juncea* L. mostra-se promissora para compor o consórcio com a cultura do milho na região da Baixada Fluminense, no Estado do Rio de Janeiro.

Autores como Heinrichs *et al.* (2005) e Gitti *et al.* (2012) encontraram resultados promissores para alguns sistemas de consórcios entre milho e espécies de adubos verdes, entre elas a *C. juncea*. Por outro lado, esses mesmos autores reforçam a necessidade de ampliar os estudos em sistemas de consórcios para, assim poder avançar em manejos que possibilitem uma produção de milho voltada para a sustentabilidade.

A partir dessa compreensão, objetivou-se, neste trabalho, estabelecer uma forma de manejo orgânico do consórcio entre as culturas de milho e *Crotalaria juncea*, que possibilite fornecer nitrogênio ao milho, com balanço positivo de N, sem que se estabeleça competição interespecífica capaz de comprometer o potencial produtivo do cereal, na forma de dano econômico.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos, no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, município de Seropédica, RJ, localizado entre os paralelos 22° 49' e 22° 45' S e os meridianos 43° 23' e 43° 42' O, em altitude média de 33 metros, na Baixada Fluminense. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw (Clima tropical com estação seca).

O experimento 1 foi realizado entre novembro de 2010 e março de 2011, sobre um Argissolo Vermelho-Amarelo, série Itaguaí (Embrapa, 2006).

Previamente, foi realizada análise de solo, a qual apresentou os seguintes valores: pH em água 5,3; 8,08 mg dm<sup>-3</sup> de P e 90,0 mg dm<sup>-3</sup> de K trocáveis (Mehlich 1); 0,07 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Al<sup>+++</sup>; 2,30 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Ca e 0,85 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Mg (extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>). A área foi preparada com uma aração e duas gradagens, sendo abertos sulcos com profundidade média de 15 cm, espaçados de um metro, os quais receberam a adubação de base.

De posse dos dados da análise do solo, e com base nas recomendações do manual de adubação do Estado do Rio de Janeiro (Almeida *et al.*, 1988), foi feita adubação de base para a cultura do milho, utilizando-se os seguintes fertilizantes: esterco bovino curtido (1,4% de N, 0,5% de P e 0,5% de K); termofosfato (17,5% de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total) e sulfato de potássio (50% de K<sub>2</sub>O). Também se fez uso do calcário, com o intuito de complementar o fornecimento de cálcio (Ca) e magnésio (Mg).

Foram aplicados, por metro linear: 3 L de esterco bovino curtido, 57 g de termofosfato, 8 g de sulfato de potássio e 10 g de calcário dolomítico, o que correspondeu a 50, 100, 40, 28 e 16 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para N total, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> total, K<sub>2</sub>O, Ca e Mg. Depois da aplicação, procedeu-se à mistura dos fertilizantes com o solo.

O procedimento de semeadura, independentemente da época, foi igual para todos os tratamentos. Para o milho, foram utilizadas sementes do cultivar híbrido AG 1051. Fez-se a semeadura (16/11/2013) nos sulcos, com dez sementes por metro linear, acomodadas de forma pareada a cada 20 cm de distância, em linhas, espaçadas de um metro. Transcorridos dez dias da emergência das plantas, foi efetuado o raleio, deixando-se uma planta a cada 20 cm, obtendo-se população de 50 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A *C. juncea* foi semeada nas entrelinhas do milho e em quatro datas distintas da semeadura do milho: sete dias de antecedência; semeadura simultânea, 14 e 28 dias após a semeadura do cereal. Foram distribuídas em torno de 42 sementes, previamente inoculadas com *Bradyrhizobium* spp. por metro linear. As linhas de semeadura da *C. juncea* estavam distanciadas a 40 cm do sulco do milho e de 20 cm entre si. Dez dias após a emergência das plantas, executou-se o raleio, deixando-se 30 plantas por metro linear, obtendo-se população de 600 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A área experimental contou com sistema de irrigação e, quando se observaram intervalos com mais de uma semana sem precipitação, foram feitas irrigações com aplicação de uma lâmina mínima de 15 mm.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos, quatro repetições e parcela experimental constituída por seis linhas de milho com 5 m cada, totalizando área útil de 12 m<sup>2</sup> (4 linhas com 3 m cada). Sendo os tratamentos: T1–*C. juncea* semeada sete dias antes da cultura do milho e manejada aos 33 dias após emergência (33 DAE); T2–*C. juncea* semeada simultaneamente ao milho (manejo aos 29 DAE); T3–*C. juncea* semeada 14 dias após o milho (manejo aos 102 DAE) + 70 kg N ha<sup>-1</sup>; T4–*C. juncea* semeada 28 dias após o milho (manejo aos 88 DAE) + 70 kg N ha<sup>-1</sup>; T5–milho em monocultivo e T6–milho em monocultivo + 70 kg N ha<sup>-1</sup>. A aplicação de N foi efetuada aos 31 DAE do milho, com de 70 kg de N ha<sup>-1</sup> por meio de torta de mamona, em superfície, na linha de semeadura do milho.

Os tratamentos T1 e T2 receberam a massa da parte aérea de *C. juncea* como fonte de nitrogênio. As plantas de *C. juncea* foram mantidas no consórcio o maior tempo possível, seguindo-se as considerações de Gava *et al.*, (2010). Desta maneira, quando foi identificada a competição, o adubo verde foi manejado, roçando-se ao nível do solo e depositando-se a massa vegetal junto às plantas de milho, numa faixa em torno de 25 cm de largura.

Imediatamente antes do manejo do adubo verde, em todas as unidades experimentais, foram coletadas amostras de plantas, em seis pontos de 0,5 metros linear cada, para que se verificasse a produção de massa da parte aérea em cada tratamento. Para T3 e T4, essas avaliações ocorreram quando as culturas estavam em pleno florescimento. As amostras foram secadas em estufa com circulação forçada de ar, a 65 °C, durante 72 horas.

Para o milho, essas averiguações foram executadas quando se atingiu o estado farináceo dos grãos. Foram contadas as plantas, em seis pontos aleatórios com um metro cada. Em cada ponto, foi colhida a planta que melhor representava a população. Dessa maneira, seis plantas foram secadas, assim como se procedeu para *C. juncea*, das quais apenas folhas e colmos foram considerados para se avaliar a produção de massa do cereal.

Transcorridos 121 DAE do milho, foi realizada a coleta para avaliações da produção de grãos de milho. Desconsideradas as bordas de 1 m, cada parcela contou com uma área útil de 12 m<sup>2</sup> para análise desta variável. As espigas foram debulhadas manualmente e a umidade ajustada a 13%. Em sequência, foi realizada a secagem de uma amostra dos grãos, seguindo-se o mesmo procedimento adotado para secagem da massa da parte aérea.

O segundo experimento foi realizado de abril a setembro de 2011, sobre um Planossolo Háplico, série Ecologia (Embrapa, 2006). Previamente, foi realizada análise do solo, a qual apresentou os seguintes valores: pH em água 5,5; 7,56 mg dm<sup>-3</sup> de P e 36,5 mg dm<sup>-3</sup> de K (Mehlich 1); 2,49 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Al<sup>+++</sup>; 1,09 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Ca e 0,39 cmol<sub>c</sub> kg<sup>-1</sup> de Mg (extraídos com KCl 1 mol L<sup>-1</sup>).

O preparo da área, o tamanho das parcelas, as espécies utilizadas, os cultivares, o procedimento de semeaduras das culturas, as capinas e o sistema de irrigação foram idênticos aos utilizados no primeiro experimento. Apenas, por uma questão de disponibilidade, a quantidade de esterco bovino curtido aplicado diferiu, sendo aplicados 2 L por metro linear. Desta maneira, foram adicionados 38, 100, 40, 28 e 16 kg ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para N<sub>total</sub>, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca e Mg. Também foi adicionado um grama de FTE BR 12 por metro linear, como fonte de micronutrientes.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com seis tratamentos e três repetições.

Com base em observações feitas no primeiro experimento e nas informações levantadas por Pereira (2007), que aferem as influências do fotoperíodo sobre a *C. juncea*, foram modificados os intervalos de semeadura da *C. juncea*, em relação aos adotados no primeiro estudo. O milho foi semeado na mesma data (14/04/2011) para todos os tratamentos e, os adubos verdes, em datas distintas, compondo assim os seguintes tratamentos: TA–*C. juncea* semeada sete dias antes da cultura do milho (manejo aos 43 DAE); TB–*C. juncea* semeada simultaneamente ao milho (manejo aos 37 DAE); TC–*C. juncea* semeada sete dias após o milho (manejo aos 74 DAE) + 70 kg N ha<sup>-1</sup>; TD–*C. juncea* semeada 14 dias após o milho (manejo aos 67 DAE) + 70 kg N ha<sup>-1</sup>; TE- milho em monocultivo e TF–milho em monocultivo + 70 kg N ha<sup>-1</sup>.

A adubação nitrogenada de cobertura foi efetuada aos 35 DAE do milho, e teve como fonte a torta de mamona, aplicada na linha de semeadura do milho. Os tratamentos TA e TB receberam a massa da parte aérea de *C. juncea* como fonte de N.

Os procedimentos adotados para avaliações de população e de produção de massa vegetal do milho e do adubo verde foram similares aos executados no primeiro experimento. Entretanto, por causa do severo ataque de oídio (*Erysiphe cichoraceum*) que comprometeu o crescimento

da *C. juncea*, as avaliações finais para TC e TD foram antecipadas para o início da floração. A colheita das espigas realizou-se 130 DAE do cereal.

Em ambos os experimentos, foram realizadas análises dos custos monetários. Para tanto, usou-se o preço médio pago pelos insumos utilizados e o do milho pago ao produtor rural para o mês de setembro de 2013, acrescido de 30%, seguindo os parâmetros utilizados para produtos oriundos de manejo orgânico e comercializados no Programa de Aquisição de Alimentos (PAA) do governo federal. Esses dados foram coletados junto a empresas estabelecidas no CEASA do Rio de Janeiro.

De posse dos dados dos experimentos, foram realizados testes de normalidade e homogeneidade dos erros. Em seguida, os dados foram submetidos à análise de variância e posteriormente ao teste de médias LSD (5% de significância). Todas as análises foram feitas com o programa estatístico Sisvar 5.3 (Ferreira, 2011).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Quando analisada a produção de grãos de milho, encontraram-se diferenças significativas em ambos os experimentos. Para o experimento realizado na primavera-verão, os maiores valores encontrados foram para o milho cultivado em monocultivo, recebendo N em cobertura por meio de torta de mamona, e quando a *C. juncea* foi semeada simultaneamente ao cereal e manejada aos 29 DAE. Os piores resultados constataram-se para o consórcio em que o adubo verde foi semeado 14 dias após o cereal e mantido no sistema (Tabela 1).

No experimento realizado no outono-inverno, os resultados mostram-se discrepantes com os do primeiro experimento. Os maiores valores para produção de grãos de milho foram observados quando a *C. juncea* foi estabelecida 14 dias após o cereal e mantida no consórcio, superando, inclusive o tratamento em que o milho fora cultivado em monocultivo e recebera N em cobertura. Já os menores valores foram obtidos quando o adubo verde foi semeado sete dias após o cereal e mantido no sistema e quando o milho foi cultivado em monocultivo e sem adubação nitrogenada de cobertura (Tabela 2).

Pereira *et al.* (2011), trabalhando com o mesmo híbrido deste estudo (AG 1051), consorciado com *C. juncea*, com manejo do adubo verde quando o milho estava com a oitava folha expandida, não observaram interferências na produção do cereal. Da mesma forma, Heinrichs *et al.* (2005), em experimento em que o milho foi consorciado com quatro diferentes espécies de adubos verdes, dentre elas a *C. spectabilis* Roth. C, em dois diferentes intervalos de semeadura, também constataram que a presença do adubo verde não influenciou a produção do milho, mesmo quando semeado simultaneamente.

Por outro lado, Gitti *et al.* (2012) relataram que, quando semeado simultaneamente com a *C. juncea*, o milho teve sua produção comprometida. Entretanto, esses autores também observaram que a *C. juncea* semeada posteriormente ao milho não influenciou na produção do cereal.

Provavelmente, essas nuances de efeito sobre a produção estejam relacionadas com o crescimento do adubo verde. Pereira (2007) avaliou o crescimento e desenvolvimento de cinco espécies do gênero *Crotalaria*, na Baixada Fluminense, e comenta que as condições climáticas no outono-inverno são menos favoráveis ao crescimento da *C. juncea*, além disso, sendo uma espécie de dia curto, essa espécie responde ao fotoperíodo, ou seja, nas condições geográficas do experimento, essa planta não floresce no verão, permanecendo em estágio vegetativo e com elevada taxa de crescimento, como demonstrado pelo referido autor.

Quando o consórcio foi estabelecido no verão e o adubo verde foi semeado 14 dias após a semeadura do milho (T3 – experimento I), observou-se queda do rendimento do cereal da ordem de 47% em relação ao do monocultivo que recebeu adubação nitrogenada de cobertura (Tabela

1). Provavelmente, esses resultados estejam atrelados à competição por água, nutrientes e luz, estabelecida entre os cultivos na fase de enchimento de grãos. Chieza *et al.* (2009), estudando consórcio de milho com espécies de adubação verde, relataram efeito adverso à produção de grãos do cereal quando ocorreram situações de restrição hídrica.

A partir das considerações de Duraes *et al.* (1995), que estudaram os fatores ecofisiológicos que afetam a produção de milho e consideraram as condições de outono-inverno subótimas para o desenvolvimento do cereal, em relação às da primavera-verão, esperava-se que a produção de grãos de milho no verão fosse superior à produção obtida no inverno. Entretanto, as produções nas duas épocas de cultivo foram similares (Tabelas 1 e 2). Uma das razões possíveis para que o cereal não tenha expressado todo seu potencial reside na disponibilidade de água. Observaram-se períodos de estiagem durante a realização do experimento de verão, principalmente no estágio de enchimento de grãos. Embora tenha sido utilizada irrigação, as lâminas de água aplicadas podem não ter sido suficientes.

**Tabela 1:** Produção de grãos e de matéria seca da parte aérea de milho, *Crotalaria juncea* e total, para milho em monocultivo ou em consórcio com *C. juncea* sob diferentes intervalos de semeadura e manejadas com diferentes períodos de crescimento, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, na primavera-verão do ano agrícola 2010-11

Tratamentos	Grãos	MS M	MS CJ	MS Total
	kg ha <sup>-1</sup>			
CJ antecedendo M 7 dias (33 DAE)	2657,5bc	4768,9bc	1858,7b	6627,6b
CJ simultâneo M (29 DAE)	4372,6a	5308,7b	1830,0b	7138,7b
CJ sucedendo M 14 dias + TM	2355,7c	3922,8c	9116,0a	13038,8a
CJ sucedendo M 28 dias + TM	3017,1b	4937,1bc	988,4c	5925,5bc
M monocultivo	2716,8bc	5318,1b	--	5318,1c
M monocultivo + TM	4443,8a	6830,0a	--	6830,0b
Coefficiente de variação (%)	11,9	13,4	15,8	11,4

Letras diferentes, na coluna, indicam diferença entre as médias pelo teste LSD a 5% de significância. MS – matéria seca; M – milho; CJ – *Crotalaria juncea*; DAE - dias após a emergência, relativo ao manejo da *C. juncea*; TM – adubação nitrogenada de cobertura via torta de mamona (70 kg de N ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 2:** Produção de grãos e de matéria seca da parte aérea de milho, *Crotalaria juncea* e total, para milho em monocultivo ou em consórcio com *C. juncea* sob diferentes intervalos de semeadura e manejadas com diferentes períodos de crescimento, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, no outono-inverno do ano agrícola 2011

Tratamentos	Grãos	MS M	MS CJ	MS Total
	kg ha <sup>-1</sup>			
CJ antecedendo M 7 dias (43 DAE)	3852,6b	3128,1c	2766,4ab	5894,5b
CJ simultâneo M (37 DAE)	3529,0bc	3073,4c	1793,6bc	4857,0bc
CJ sucedendo M 7 dias + TM	3248,7c	3612,5b	3722,4a	7334,9a
CJ sucedendo M 14 dias + TM	4270,2a	4519,1a	1371,8c	5890,9b
M mono	3291,7c	3998,9b	--	3998,9cd
M mono + TM	3835,7b	3659,8b	--	3659,8d
Coefficiente de variação (%)	5,3	6,5	24,7	11,0

Letras diferentes, na coluna, indicam diferença entre as médias pelo teste LSD a 5% de significância.

MS – matéria seca; M – milho; CJ – *Crotalaria juncea*; DAE - dias após a emergência, relativo ao manejo da *C. juncea*; TM – adubação nitrogenada de cobertura via torta de mamona (70 kg de N ha<sup>-1</sup>).

Os dados relativos à produção de grãos no primeiro experimento mostram um desempenho produtivo, para o consórcio com semeadura simultânea das culturas e manejo do adubo verde aos 29 DAE, igual ao obtido em monocultivo com adubação nitrogenada de cobertura. Esses resultados reforçam a hipótese do potencial fornecimento de N a partir dos resíduos culturais da *C. juncea*. Embora a maioria dos estudos esteja voltada para uso de adubos verdes em pré-cultivo (Balkcom & Reeves, 2005; Nunes *et al.*, 2011), trabalhos têm mostrado sinergismo entre liberação e demanda de nutrientes, sugerindo que adubos verdes podem ser considerados potenciais fontes de N, tanto para olerícolas (Castro *et al.*, 2004) como para grandes culturas (Perin *et al.*, 2006).

Pereira *et al.* (2011) não observaram maiores produções de grãos de milho quando a *C. juncea* foi cortada no momento em que o milho estava com a oitava folha expandida. Contudo, esses autores consideraram que o aproveitamento de nutrientes dos adubos verdes pelo milho está mais relacionado com a época de corte dos mesmos, do que com o ciclo de cultivo do milho.

Nas duas épocas de cultivo, observaram-se diferenças estatísticas significativas e também comportamentos distintos para produção de matéria seca da parte aérea do milho (Tabelas 1 e 2). No experimento de primavera-verão, o milho em monocultivo e que recebeu N em cobertura apresentou os maiores resultados. No experimento realizado no outono-inverno, o consórcio em que a *C. juncea* foi semeada 14 dias após o cereal foi o que proporcionou maior aporte de massa de parte aérea pelo milho.

No primeiro ensaio, quando *C. juncea* foi semeada 14 dias após a semeadura do milho e mantida no sistema, observaram-se os menores valores para matéria seca da parte aérea do milho. Todavia, nesse tratamento, foi observada a maior produção de massa de matéria seca da parte aérea para o adubo verde, o que culminou na maior produção de matéria seca total (Tabela 1).

Quando os cultivos foram estabelecidos no outono-inverno, as menores produções de massa vegetal de milho e valores intermediários desta variável para o adubo verde foram observadas nos tratamentos em que o consórcio se estabeleceu com a semeadura prévia do adubo verde ou simultaneamente à semeadura do milho (Tabela 2).

Gitti *et al.* (2012) não observaram influência da *C. juncea* na produção de matéria seca da parte aérea do milho, entre os consórcios estudados, o que difere dos dados obtidos neste estudo. Heinrichs *et al.* (2005) também observaram que, quando o milho e os adubos verdes foram semeados simultaneamente, isso não acarretou menor produção de matéria seca de milho. Contudo, obtiveram menores valores de massa de matéria seca para adubos verdes semeados 30 dias após o milho.

Para os dois experimentos, observam-se baixos valores de matéria seca da *C. juncea*, nos tratamentos em que o adubo verde foi semeado sete dias antes e simultaneamente ao cereal. Isso se deve ao manejo da *C. juncea*, com interrupção do seu crescimento para atender ao objetivo do estudo e, por isso, aqueles baixos valores devem ser relativizados. Para os demais tratamentos, em que foram estabelecidos os consórcios, as respostas discrepantes para acúmulo de matéria seca da parte aérea devem-se à competição por luz que se estabeleceu entre os dois cultivos, e a dinâmica dessa competição foi ditada pelo intervalo de semeadura entre as espécies e pela época de estabelecimento dos cultivos.

Os dados das Tabelas 1 e 2 explicitam a resposta da *C. juncea* ao fotoperíodo. No outono/inverno, essa espécie apresenta menor crescimento vegetativo, pois a diminuição do período luminoso a induz ao florescimento.

Por essas razões, na avaliação dos custos monetários, observam-se valores negativos para alguns sistemas estudados (tabela 3). Esses valores são reflexo da produção de grãos, a qual é responsável pela receita bruta. No experimento do verão, os dois tratamentos que se destacaram na produção de grãos (Tabela 1) foram os que proveram os melhores resultados monetários.

Para o experimento de outono-inverno, os resultados referentes à análise dos custos monetários mostraram-se mais favoráveis do que os do primeiro experimento (Tabela 4). Somente o consórcio em que a *C. juncea* foi semeada, sucedendo o milho em sete dias (manejada aos 74 DAE) e recebeu N em cobertura apresentou receita líquida negativa. Esse valor negativo é consequência do elevado valor agregado ao custo de produção, o qual acumulou custos com a aquisição de sementes, do adubo verde e também da adubação nitrogenada de cobertura com torta de mamona, sem que isso tenha revertido em rendimento de grãos (Tabela 2).

Leal *et al.* (2005), avaliando sistemas de produção com diferentes espécies de adubos verdes no pré-cultivo do milho, obtiveram produções de grãos e custo operacional total semelhantes aos deste estudo, com as melhores receitas e índice de lucratividade quando a *C. juncea* foi a cultura antecessora ao cereal. Santos *et al.* (2009), avaliando sistema de consórcio entre milho e feijão, apresentaram custos semelhantes, contudo obtiveram receita líquida positiva para todos os sistemas estudados. Entretanto, as produtividades alcançadas e o preço médio do milho para aquela época, favoreceram uma receita bruta capaz de gerar lucro.

Assim como destacado por Heinrichs *et al.*, (2005), num sistema de consórcio, os benefícios técnicos e econômicos são mais bem observados a partir do segundo ano de cultivo. Para os sistemas de consórcio estudados, num segundo ano de cultivo, é possível minimizar

o custo das sementes do adubo verde, que, neste estudo, representaram, em média, 14% do custo final. Chieza (2010), avaliando diferentes consórcios de milho com fabáceas, também observaram que as sementes dos adubos verdes apresentavam considerável contribuição no custo final.

Outro custo que deve ser relativizado para este estudo é o preço pago pelas sementes de milho. Para este estudo, era importante que se utilizassem sementes com menor variabilidade genética, por isso foi utilizado um híbrido. Desta maneira, pode-se lançar mão de uma variedade de polinização aberta, com a qual o próprio agricultor é capaz

de reproduzir suas sementes, desonerando esta variável, que foi responsável por 7 a 11% do custo final de produção para os sistemas estudados.

A constante flutuação dos preços, com tendências de aumentos dos insumos numa escala desproporcional à dos preços pagos aos agricultores, diminui as margens líquidas desses agricultores e aumenta sua vulnerabilidade. Esta condição reforça a importância de os agricultores familiares produzirem parte de seus alimentos e de seus insumos, de modo a ficarem mais protegidos destas flutuações, garantindo desta maneira sua segurança alimentar.

**Tabela 3:** Análise econômica do cultivo de milho, em sistema orgânico de produção, consorciado ou não com *C. juncea* sob diferentes intervalos de semeadura, manejada com diferentes períodos de crescimento, nas condições climáticas da Baixada Fluminense, na primavera-verão do ano agrícola 2010-11

Tratamentos	Adubação		Sementes		Custos Operacionais			Custo	Receita	
	Base	N-TM	M	CJ	Impl.	Cap.	Man.	Final	Bruta	Líquida
Valores expressos em R\$ ha <sup>-1</sup>										
CJ antecedendo M 7 dias (33 DAE)	1236	0	175	267	120	45	30	1873	1728	-145
CJ simultâneo M (29 DAE)	1236	0	175	267	120	45	30	1873	2842	969
CJ sucedendo M 14 dias (102 DAE) + TM	1236	462	175	267	120	90	0	2350	1531	-819
CJ sucedendo M 28 dias (88 DAE) + TM	1236	462	175	267	120	90	0	2350	1962	-388
M mono	1236	0	175	0	90	90	0	1591	1765	174
M mono + TM	1236	462	175	0	90	90	0	2053	2889	836

Custos operacionais: Implantação (Impl), Capina (Cap.) e Manejo do adubo verde (Man)

MS – matéria seca; M – milho; CJ – *Crotalaria juncea*; DAE - dias após a emergência, relativo ao manejo da *C. juncea*; TM – adubação nitrogenada de cobertura via torta de mamona (70 kg de N ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 4:** Análise econômica do cultivo de milho, em sistema orgânico de produção, consorciado ou não com *C. juncea* sob diferentes intervalos de semeadura, manejada com diferentes períodos de crescimento, nas condições climáticas da Baixada Fluminense na primavera-verão do ano agrícola 2011

Tratamentos	Adubação		Sementes		Custos Operacionais			Custo	Receita	
	Base	N-TM	M	CJ	Impl.	Cap.	Man.	Final	Bruta	Líquida
Valores expressos em R\$ ha <sup>-1</sup>										
CJ antecedendo M 7 dias (43 DAE)	1188	0	175	267	120	45	30	1825	2504	679
CJ simultâneo M (37 DAE)	1188	0	175	267	120	45	30	1825	2295	470
CJ sucedendo M 7 dias (74 DAE) + TM	1188	462	175	267	120	90	0	2302	2111	-191
CJ sucedendo M 14 dias (67 DAE) + TM	1188	462	175	267	120	90	0	2302	2776	474
M mono	1188	0	175	0	90	90	0	1543	2140	597
M mono + TM	1188	462	175	0	90	90	0	2005	2493	488

Custos operacionais: Implantação (Impl), Capina (Cap.) e Manejo do adubo verde (Man)

MS – matéria seca; M – milho; CJ – *Crotalaria juncea*; DAE - dias após a emergência, relativo ao manejo da *C. juncea*; TM – adubação nitrogenada de cobertura via torta de mamona (70 kg de N ha<sup>-1</sup>).

## CONCLUSÕES

A *C. juncea* tem potencial para prover nitrogênio ao milho, quando cultivada no verão e manejada no tempo certo, proporcionando produção de grãos de milho igual à do monocultivo do cereal com adubação nitrogenada de cobertura.

Cultivada no outono-inverno, a *C. juncea* apresentou crescimento mais reduzido, com menor aporte de matéria seca da parte aérea que a do cultivo de verão. Todavia, apresentou pouca influência na produção de grãos do cereal, possibilitou saldo de custos monetários positivos.

A presença do adubo verde no consórcio trouxe benefícios ao sistema, mas também pode acarretar efeitos negativos à produção do milho, bem como à produção de massa vegetal, se as espécies que compõem o sistema não forem semeadas e manejadas no intervalo adequado à época e à região.

## AGRADECIMENTO

O autor agradece especialmente à FAPERJ, pelo apoio financeiro para execução do projeto.

## REFERENCIAS

- Aita C, Giacomini SJ, Hübner AP, Chiapinotto IC & Fries MR (2004) Consorciação de plantas de cobertura antecedendo o milho em plantio direto. I - dinâmica do nitrogênio no solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 28:739-749.
- Almeida DL de, Santos GA, De-Polli H, Cunha LH, Freire LR, Amaral Sobrinho NMB do, Pereira NNC, Eira PA da, Bloise RM & Salek RC (1988) Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro. Itaguaí, UFRRJ. 179p. (Coleção Universidade Rural. Ciências Agrárias, 2).
- Araújo ES, Guerra JGM, Espindola JAA, Urquiaga S, Boddey RM, Martelleto LAM & Alves BJR (2011) Recuperação no sistema solo-planta de nitrogênio derivado da adubação verde aplicada à cultura do repolho. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:729-735.
- Balkcom KS & Reeves DW (2005) Sunn-hemp utilized as a legume cover crop for corn production. *Agronomy Journal*, 97:26-31.
- Brasil (2011) Instrução Normativa nº 46, de 6 de outubro de 2011. Normas para a produção de produtos orgânicos vegetais e animais. DOU, 07/10/2011, seção 1, p.4.
- Castro CM de, Alves BJR, Almeida DL de & Ribeiro RLD (2004) Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39:779-785.
- Chieza ED, Lovato T, Araújo ES & Tonin J (2013) Propriedades físicas do solo em área sob milho em monocultivo ou consorciado com leguminosas de verão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 37:1393-1401.
- Chieza ED (2010) Sistemas de cultivos de milho consorciados ou não com plantas de cobertura de solo de verão: aspectos produtivos, socioeconômicos e de qualidade do solo. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal de Santa Maria, Santa Maria. 121p.
- Chieza ED, Lovato T, Rodrigues J, Pizzani R, Piaia Â, Tonin J, Schaefer PE, Joner G & Machado DS (2009) Produtividade do Milho e Produção de Fitomassa em Cultivo Solteiro ou Consorciado com Leguminosas sob Diferentes Formas de Adubação. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4:1932-1934.
- Duraes FOM, Magalhaes RC, Costa JD & Fancelli AL (1995) Fatores ecofisiológicos que afetam o comportamento do milho em semeadura tardia (safrinha) no Brasil Central. *Scientia Agrícola*, 4:491-501.
- Embrapa - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (2006) Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. Rio de Janeiro, Embrapa. 306p.
- Ferreira DF (2011) Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, 35:1039-1042.
- Gava GDC, Oliveira MW de, Silva MA, Jerônimo EM, Cruz JCS & Trivelin PCO (2010) Produção de fitomassa e acúmulo de nitrogênio em milho cultivado com diferentes doses de 15N-uréia. *Semina: Ciências Agrárias*, 31:851-862.
- Gitti DC, Arf O, Vilela RG, Portugal JR, Kaneko FH & Rodrigues RAF (2012) Épocas de semeadura de Crotalaria em consórcio com milho. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 11:156-168.
- Heinrichs R, Vitti GC, Moreira A, Figueiredo PAM, Fancelli AL & Corazza EJ (2005) Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, 29:71-79.
- IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2012) Levantamento sistemático da produção agrícola. Disponível em: <[http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa\\_201212\\_6.shtm](http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/lspa_201212_6.shtm)>. Acessado em: 30 de julho de 2014.
- Leal AJF, Lazarini E, Tarsitano MAA, Sá ME de & Gomes Júnior FG (2005) Viabilidade econômica da rotação de culturas e adubos verdes antecedendo o cultivo do milho em sistema de plantio direto em solo de cerrado. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 4:298-307.
- Leal MAA, Guerra JGM, Peixoto RTG & Almeida DJ de (2012) Desempenho de Crotalaria cultivada em diferentes épocas de semeadura e de corte. *Revista Ceres*, 59:386-391.
- Nunes AS, Souza LCF de, Vitorino ACT & Mota LHS (2011) Adubos verdes e doses de nitrogênio em cobertura na cultura do trigo sob plantio direto. *Semina: Ciências Agrárias*, 32:1375-1384.
- Pereira AJ (2007) Caracterização agrônômica de espécies de Crotalaria L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com Crotalaria juncea no cultivo orgânico de brássicas em sistema plantio direto. Tese de Doutorado. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 72p.
- Pereira LC, Fontanetti A, Batista JN, Galvão JCC & Goulart PL (2011) Comportamento de cultivares de milho consorciado com Crotalaria juncea: estudo preliminar. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 6:191-200.
- Perin A, Santos RHS, Urquiaga SS, Cecon PR, Guerra JGM & Freitas GB de (2006) Sunn hemp and millet as green manure for tropical maize production. *Scientia Agrícola*, 6:453-459.
- Santos NCB dos, Tarsitano MAA, Arf O & Mateus GP (2009) Análise econômica do consórcio feijoeiro e milho-verde. *Revista Brasileira de Milho e Sorgo*, 8:01-12.
- Silva AGB, Guerra JGM, Gonçalves Junior M, Costa JC, Espindola JAA & Araújo ES (2011) Desempenho agrônômico de mucuna-verde em diferentes arranjos espaciais. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 46:603-608.