

JULIANO DE CASTRO MAIA

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA CULTIVADA SOB
ADUBAÇÃO VERDE, ASSOCIADA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado em Ciências Agrárias, concentração em Agroecologia, do Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, como requisito parcial para a obtenção do grau de Mestre em Ciências Agrárias.

Orientadora: **Prof.^a Gevany Paulino de Pinho**

Montes Claros
2012

M217c **Maia, Juliano de Castro.**
2012 **Crescimento e produtividade da mamoneira sob adubação verde, associada à adubação orgânica / Juliano de Castro Maia. Montes Claros, MG: ICA/UFMG, 2012.**

76 f: il.

Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias, área de concentração em Agroecologia) Universidade Federal de Minas Gerais, 2012.

Orientadora: Prof.^a Gevany Paulino de Pinho.
Banca examinadora: Delacyr da Silva Brandão Junior, Cândido Alves da Costa, Antônio Carlos Fraga, Gevany Paulino de Pinho.

Inclui bibliografia: f. 66-72.

1. Fitotecnia. 2. Mamoneira. 3. Adubação verde. I. Pinho, Gevany Paulino de. II. Universidade Federal de Minas Gerais, Instituto de Ciências Agrárias. III. Título.

CDU: 631.8

Elaborada pela BIBLIOTECA COMUNITÁRIA DO ICA/UFMG

JULIANO DE CASTRO MAIA

**CRESCIMENTO E PRODUTIVIDADE DA MAMONEIRA SOB ADUBAÇÃO
VERDE, ASSOCIADA À ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

Aprovada em 30 de abril de 2012.

Prof. Antônio Carlos Fraga
(UFLA)

Prof. Delacyr da Silva Brandão Junior
(ICA/UFMG)

Prof. Cândido Alves da Costa
(ICA/UFMG)

Prof.^a Gevany Paulino de Pinho
Orientadora (ICA/UFMG)

Montes Claros
2012

AGRADECIMENTOS

Agradecer é sempre difícil, pois podemos esquecer pessoas que nos ajudaram. Cito aqui aquelas pessoas e instituições, sem as quais esta pesquisa não seria concluída com êxito. Agradeço:

A Deus, em primeiro lugar, por me proporcionar forças e vontade de prosseguir na minha busca pessoal pela felicidade.

Aos meus pais, por me darem a vida e uma educação que me trouxe até este ponto.

À minha filha querida, Maria Clara, por nunca deixar de acreditar no meu amor e capacidade de vencer desafios.

À Érika, o apoio neste sonho.

À professora Gevany, minha orientadora, a paciência, a confiança e a amizade durante o tempo desta pesquisa.

Ao professor Delacyr, a amizade, os conselhos e a fé neste trabalho e no seu autor.

Ao professor Cândido, a amizade e os conselhos estatísticos que possibilitaram a finalização deste trabalho.

Ao professor Paulo Sérgio, a amizade, os conselhos e a confiança.

Aos professores Antônio Carlos Fraga e Pedro Castro Neto os conselhos, a amizade e as oportunidades de divulgar o trabalho.

Ao programa de Pós-Graduação da UFMG, ao seu corpo docente e aos seus funcionários, por proporcionar não só ao autor, mas a tantos outros a oportunidade de gerar tecnologia para uma região carente de soluções específicas.

À FAPEMIG e à SOMAI NORDESTE S.A., a ajuda financeira e material, sem a qual esta pesquisa não teria êxito.

RESUMO

A mamoneira, em função da versatilidade do uso do seu óleo, vem despertando interesse de produtores e empresários de todo o país. Trata-se de uma cultura rústica, adaptada às diversas condições de clima e solo do Brasil. Diversos estudos demonstram que essa cultura responde bem à adubação do solo e à irrigação. A presente pesquisa foi desenvolvida com o objetivo de avaliar a produtividade da mamoneira cultivada sob adubação verde, associada à adubação orgânica. O experimento foi desenvolvido na Fazenda Riacho, município de Claro dos Poções – MG, sendo a área do experimento irrigada. O delineamento experimental usado foi o de blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial, com 2 tratamentos adicionais $2 \times 5 + 2$, sendo o primeiro fator o uso ou não de adubo verde, o segundo fator 5 doses de esterco de galinha, equivalentes a 0, 50, 100, 150 e 200% da dose de nitrogênio recomendada para a cultura e 2 tratamentos adicionais, compostos de adubação química recomendada e vegetação espontânea como planta de cobertura. Foram avaliados parâmetros de crescimento e produtividade da mamoneira. Os resultados obtidos demonstram efeito positivo da adubação verde sobre as características de crescimento avaliadas e sobre a produtividade das plantas, a qual é equivalente à obtida com a adubação química e com a adubação orgânica recomendadas.

Palavras-chave: *Ricinus communis* L. Mucuna-preta. Oleaginosa. Esterco de galinha.

ABSTRACT

Mamoneira due to the versatility of the use of its oil, come arousing the interest of producers and entrepreneurs from all the country. It is a rustic culture, adapted to the different conditions of climate and soil of Brazil. Several studies have shown that this culture responds well to soil fertilization and irrigation. The present research was developed with the objective to evaluate the productivity of mamoneira grown under green manure, associated with organic manure. The experiment was conducted at the Fazenda Riacho, municipality of Claro dos Poções - MG, being the experiment area irrigated. The experimental design used was the randomized blocks with treatments arranged in a factorial design, with 2 additional treatments 2 x 5 + 2, being the first factor the use or not of green manure, the second factor 5 doses of chicken manure, equivalent to 0, 50, 100, 150 and 200% of recommended dose of nitrogen for the crop and 2 additional treatments, compounds of recommended chemical fertilization and spontaneous vegetation as cover plant. We evaluated growth and productivity parameters of mamoneira. The obtained results demonstrate the positive effect of green manure about the growth characteristics evaluated and about the productivity of plants, which is equivalent to that obtained with chemical manure and with organic manure recommended.

Keywords: *Ricinus communis* L. Mucuna-preta. Oleaginosa. Chicken manure.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

GRÁFICO 1 -	Área plantada e produtividade média da mamoneira no Brasil, no período de 2002 a 2012.....	17
GRÁFICO 2 -	Média mensal de precipitação pluvial, no município de Claro dos Poções – MG, no ano de 2011.....	25
GRÁFICO 3 -	Diâmetro médio do caule das plantas aos 120 DAG	34
GRÁFICO 4 -	Altura média das plantas aos 30 DAG.....	36
GRÁFICO 5 -	Altura média das plantas aos 90 DAG.....	37
GRÁFICO 6 -	Número de folhas aos 30 DAG.....	39
GRÁFICO 7 -	Número de folhas aos 90 DAG.....	39
GRÁFICO 8 -	Número de folhas aos 120 DAG.....	40
GRÁFICO 9 -	Área foliar das plantas de mamoneira aos 30 DAG..	41
GRÁFICO 10 -	Área foliar das plantas de mamoneira aos 90 DAG..	41
GRÁFICO 11 -	Nível de fósforo nas folhas da mamoneira.....	46
GRÁFICO 12 -	Teor de ferro nas folhas da mamoneira.....	50
GRÁFICO 13 -	Teor de manganês nas folhas da mamoneira.....	51
GRÁFICO 14 -	Teor de cobre nas folhas da mamoneira.....	52
GRÁFICO 15 -	Altura do rácemo primário da mamoneira.....	57
GRÁFICO 16 -	Comprimento do rácemo primário da mamoneira.....	59
GRÁFICO 17 -	Comprimento do rácemo secundário da mamoneira	61
GRÁFICO 18 -	Número de frutos do rácemo secundário da mamoneira.....	62
QUADRO 1 -	Identificação dos tratamentos de adubação verde associados à adubação orgânica.....	27

LISTA DE TABELAS

1 -	Quantidade média de nutrientes incorporados ao solo pelo cultivo da mucuna-preta nos anos agrícolas 1989/1990 e 1992/1993.....	22
2 -	Características físico-químicas do solo da área do experimento em outubro de 2010.....	26
3 -	Resumo da análise de variância dos diâmetro do caule, altura das plantas, área foliar e número de folhas aos 30, 90 e 120 dias e altura do rácemoe número de nós.....	32
4	Contrastes ortogonais dos diâmetro médio do colmo, da altura média das plantas, do número de folhas por planta e da área foliar.....	33
5 -	Biomassa seca, teor de nutrientes e quantidade de nutrientes incorporados ao solo pela adubação verde e vegetação espontânea (Média de 4 repetições).....	35
6 -	Quantidade média de nutrientes incorporados ao solo pelas diferentes coberturas de solo (Média de 4 repetições)	35
7 -	Resumo da análise de variância dos níveis foliares de N, P, de K, de Ca, de Mg, de S, de B, de Zn, de Fe, de Mn e de Cu.....	44
8 -	Contrastes ortogonais dos níveis foliares de N, de P, de K, de Ca, de Mg, de S, de B, de Zn, de Fe, de Mn e de Cu.....	47
9 -	Resultados analíticos do esterco de galinha utilizado na área do experimento, em outubro de 2010.....	48
10 -	Resumo da análise de variância da altura do rácemo primário, do número de nós, do comprimento, da porcentagem de flores femininas e do número de frutos do rácemos primário, secundário e terciário da mamoneira.....	53
11 -	Contrastes ortogonais do número de nós, da altura do rácemo primário, do comprimento, da porcentagem de flores femininas e número de frutos do rácemos primários, secundário e terciário da mamoneira.....	54
12 -	Resumo da análise de variância da produtividade, do fator fruto semente da produtividade de sementes, da produtividade de grãos por planta, e produtividade de sementes por planta.....	55

13 -	Contrastes ortogonais da produtividade, da produção de grãos e sementes, do fator fruto / semente e da produção de grãos e sementes por planta.....	56
14 -	Médias obtidas para os tratamentos de teores macro e micronutrientes na folha da mamoneira.....	73
15 -	Médias obtidas para os tratamentos de diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas e área foliar aos 30, 90 e 120 dias da mamoneira.....	74
16 -	Médias obtidas para os tratamentos de número de ráculos, do comprimento do ráculo, da porcentagem de flores femininas e do número de frutos para os ráculos primários, secundário e terciário da mamoneira.....	75
17 -	Médias obtidas para os tratamentos de número de nós, da altura do ráculo primário, da produtividade de grãos, do fator fruto semente, da produtividade de sementes, do fator fruto/sememente, da produção de grãos e de sementes por planta.....	76

ABREVIATURAS E SIGLAS

- CFSEMG** – Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais
- CTC** – Capacidade de troca de cátions
- DAG** – Dias após germinação
- EMBRAPA** – Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
- IBGE** – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
- M.O.** – Matéria Orgânica
- NNC** – Necessidade de nitrogênio da cultura

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	11
2	REFERENCIAL TEÓRICO.....	13
2.1	A cultura da mamoneira.....	13
2.1.1	Origem, descrição botânica e importância econômica.....	13
2.1.2	Adubação da mamoneira.....	17
3	MATERIAL E MÉTODOS.....	25
4	ANÁLISE DOS DADOS.....	30
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	31
5.1	Crescimento da mamoneira.....	31
5.2	Nutrição mineral.....	42
5.3	Produção e produtividade da mamoneira.....	52
6	CONCLUSÃO.....	65
	REFERÊNCIAS.....	66
	APÊNDICES.....	73

1 INTRODUÇÃO

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) se destaca por ser uma planta oleaginosa, que se adapta às diversas condições de clima e solo e pelo óleo produzido a partir das suas sementes. O óleo, produto de maior interesse da planta, é composto basicamente do ácido ricinoleico, cujas características, únicas dentre os óleos vegetais, são amplamente usadas pela indústria química.

No Brasil, a demanda criada pelo Programa Nacional de Produção e Uso do biodiesel - PNPB, que busca, dentre as suas metas, incluir a agricultura familiar como fornecedora de matérias-primas para a produção de biodiesel, despertou o interesse de produtores familiares, de indústria de combustíveis e de pesquisadores em relação ao potencial dessa espécie (SAVY FILHO, 2005).

Nos últimos cinco anos, a produtividade média brasileira foi de 661 kg ha⁻¹, bem abaixo do potencial produtivo da cultura e das necessidades de mercado existentes, evidenciando o baixo nível tecnológico que caracteriza a atividade e um mercado ainda instável e pouco atrativo aos produtores (IBGE, 2011).

A melhoria de produtividade decorre de diversos fatores, dentre eles, a fertilidade do solo e o suprimento adequado de água, os quais são preponderantes para se atingir elevados rendimentos com consequente retorno econômico. Segundo Severino *et al.* (2006a), a mamoneira é uma espécie que responde positivamente à fertilização do solo, por meio da adubação química, a qual promove aumento na altura das plantas, no número médio de ramos e no número de frutos por ramo, favorecendo maiores produtividades.

Entretanto o uso da adubação química tem sido questionado devido ao custo dessa tecnologia para o pequeno produtor rural e da quantidade de energia demandada no processo de produção de fertilizantes. Há ainda, consequências negativas para as culturas, já que o uso indiscriminado desses fertilizantes favorece a ocorrência de pragas e de doenças (POLITO, 2006).

A adubação verde é uma alternativa a essa modalidade de fertilização do solo. Trata-se de uma técnica usada pelo homem desde os primórdios da agricultura, por meio da qual plantas de cobertura são incorporadas ao solo, com o objetivo de melhorar as suas características físicas e químicas. Normalmente, são utilizadas espécies da família das leguminosas, em função de sua capacidade de associação a bactérias do gênero *Bradyrhizobium*, possibilitando a fixação do nitrogênio atmosférico, nutriente esse essencial para a obtenção de altas produtividades.

A adubação orgânica é também uma opção viável, pois possui efeitos positivos sobre a produção e oportuniza, para os pequenos produtores, uma forma de adubação barata e eficiente. Um dos entraves a esse tipo de adubação são os baixos resultados, quando a mesma é aplicada em condições de baixo regime pluviométrico, não permitindo a mineralização e decomposição dos restos orgânicos e consequente mineralização dos nutrientes.

Outra técnica utilizada para aumentar a rentabilidade é a irrigação, que vem sendo usada em diversos países produtores, como Índia e Rússia, com resultados consistentes, contribuindo não só para elevar a produtividade, mas também para possibilitar uma oferta do produto durante todo o ano. No Brasil, apesar dos resultados promissores, essa técnica ainda é pouco utilizada na ricinocultura, contudo configura-se uma oportunidade de obtenção de altas produtividades e melhoria da qualidade do óleo (BELTRÃO, 2006).

O estudo dessas técnicas de adubação em separado e das possíveis interações entre elas, em uma condição de área com alto potencial produtivo, configura-se como uma possibilidade de busca de novos patamares de produtividade e de desenvolvimento para a oleaginosa, que vem, ao longo do tempo, sendo produzida de forma rudimentar, com baixa produtividade e rentabilidade pelo produtor brasileiro e do norte de Minas Gerais.

Objetivou-se, então, com esta pesquisa avaliar o efeito da adubação verde, associada a diferentes doses de esterco de galinha no crescimento e na produtividade da cultura da mamoneira irrigada do norte de Minas Gerais.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A cultura da mamoneira

2.1.1 Origem, descrição botânica e importância econômica

A mamoneira (*Ricinus communis* L.) pertence à família *Euforbiaceae*. É uma espécie de clima tropical, mas produz satisfatoriamente em regiões de temperaturas mais amenas. Daí a sua ampla distribuição mundial, sendo cultivada das latitudes 52° N até 40° S. É uma planta heliófila, ou seja, produz bem em condições de alta luminosidade, mas vegeta em excesso em condições de sombra, comprometendo a produção. É tolerante ao déficit hídrico, mas pouco resistente ao excesso de água. Atualmente, a maioria dos pesquisadores considera a Etiópia como centro de origem, sendo essa posição ainda discutida, pois pesquisas indicam que a planta pode ser originária da Índia, já que, naquele país, encontra-se um grande número de variedades da espécie (CHIERICE; CLARO NETO, 2007).

Os gregos a conheciam como *aporano* e *cróton*. Já os romanos a chamavam de *ricinus*, denominações essas que significam carrapato, em alusão à forma das suas sementes. Na América do Norte e na Europa, é conhecida por *castor bean*, *castor oil* e *castor plant* e, na América Latina, por *tartago* e *castor*. No Brasil, é comumente chamada por carrapateira, palma christi, palma de cristo, bafureira, figueira do inferno e enxerida (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007; RODRIGUES *et al.*, 2002). O gênero *Ricinus* é monoespecífico, mas apresenta seis subespécies, sendo a maioria das variedades cultivadas pertencente à subespécie *Ricinus communis communis*.

É uma espécie polimórfica, com grande variação de hábito de crescimento, coloração de caule e folhas, tamanho de sementes, teor de óleo e porte. O sistema radicular é pivotante, ramificado e com raízes fistulosas. Nos tipos comerciais, pode atingir até 3 metros de profundidade, mas, em condições de áreas irrigadas, pode ter um arranjo mais denso das

ramificações, explorando uma área menor do solo (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

As folhas são digitolobadas, com margens denteadas, coloração variando do verde até o vermelho e as suas nervuras mais claras podem medir até 60 cm. Apresentam filotaxia 2/5, ou seja, duas folhas a cada 5 voltas no caule. O pecíolo apresenta coloração semelhante às folhas e o seu tamanho pode variar de 20 a 50 cm de comprimento (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007; SILVA, 2007).

O caule apresenta cor variando do vermelho até o verde, podendo apresentar vários graus de cerosidade. Possui crescimento simpodial, ou seja, os ramos e racemos não se desenvolvem na mesma época. Os nós são bem definidos e a haste principal termina com o surgimento da primeira inflorescência, que é uma panícula de forma cônica, cilíndrica ou oval, chamada rácemo, no qual as flores masculinas estão na porção inferior e as femininas, na superior, sendo a proporção dessas no rácemo dependente do genótipo e do ambiente em que a planta cresce (SEVERINO, 2006a). Após surgir o rácemo primário, o caule principal para de crescer e surgem ramificações que darão origem aos racemos secundários e desses aos terciários. Trata-se de uma planta monoica, de polinização anemófila, com taxa de alogamia de até 40%. Os frutos apresentam estruturas semelhantes a espinhos, mas são inermes. São classificados como tricocas, com 3 sementes, sendo uma em cada loja. Podem ter vários graus de deiscência e a sua coloração varia conforme a cor das demais estruturas da planta. A semente possui uma grande variação de coloração, de tamanho e de dormência. Estudos comprovam um maior potencial de germinação das sementes pequenas, apesar de formarem plântulas com menor teor de fitomassa (AZEVEDO; BELTRÃO, 2007).

Do processamento industrial dos grãos, são obtidos o óleo e a torta da mamona. O óleo é o mais importante produto obtido das sementes, representando de 43% a 49% do seu peso. Trata-se de um produto único, composto basicamente do ácido ricinoleico, cuja cadeia carbônica contém três grupos funcionais altamente reativos, quais sejam: no carbono 1, apresenta um grupo carboxila; no carbono 9, apresenta uma dupla ligação e

uma hidroxila ligada ao carbono 12. Essa estrutura química confere viscosidade, estabilidade ao calor, solubilidade em álcool e uma enorme gama de reações químicas possíveis com outras substâncias químicas. Tais características são usadas pela indústria que obtém do óleo dessa planta produtos utilizados na para a fabricação de tintas, de vernizes, de sabões e de cosméticos. Também a indústria de lubrificantes usa a propriedade desse óleo de manter a sua viscosidade em altas temperaturas para fabricar lubrificantes especiais, utilizados na indústria aeronáutica e automobilística. O óleo ainda pode ser usado como matéria-prima para a produção de biodiesel. Essa possibilidade de utilização proporciona, pelas características agrônômicas da cultura da mamoneira, uma oportunidade para a agricultura familiar, que pode produzir a oleaginosa praticamente em todo o território nacional (CHIERICE; CLARO NETO, 2007; COSTA, 2006).

Em alguns acessos mutantes da espécie, Rojas-Barros *et al.* (2004) identificaram uma maior quantidade de ácido oleico na composição do óleo. Essa variabilidade pode, no futuro, ser utilizada para produzir plantas, cujo óleo, na sua composição, apresente baixo teor de ácido ricinoleico, atendendo assim à indústria química e de cosméticos.

A torta, por sua vez, é uma massa orgânica obtida após a prensagem dos grãos. É rica em proteínas e fibras, entretanto apresenta, na sua composição, a ricina e a ricinina, que são compostos tóxicos, que dificultam a sua utilização como ração animal e também o alergogênico CB-1, que é um agente causador de alergias aos trabalhadores da indústria e da agricultura.

A ricina é um componente proteico extremamente tóxico, que está presente no endosperma da semente, mas, pelo fato de ser insolúvel em óleo, é livre do composto. Possui baixa estabilidade térmica e é solúvel em água, podendo ser denaturada da torta por um processo de cozimento com vapor de água saturado, desde que devidamente realizado (CHIERICE; CLARO NETO, 2007; SEVERINO, 2005).

Já a ricinina, um alcalóide tóxico, é encontrado em todas as partes da planta, mas, na torta, o seu nível e a atividade tóxica são baixos. Como sublima a 152 °C, processos utilizados para a eliminação da ricina, por meio

de calor, acabam por eliminá-lo total ou parcialmente (CHIERICE; CLARO NETO, 2007; SEVERINO, 2005).

O alergogênico CB-1 é composto de associações complexas de proteínas e de glicosídeos de baixo peso molecular, que podem causar alergias aos trabalhadores da indústria da extração de óleo e até mesmo aos trabalhadores rurais que manipulam a torta nas atividades agrícolas. É termicamente estável e, para a sua eliminação, utilizam-se processos que envolvem o uso de hidróxido de sódio em condições de pressão e temperaturas elevadas (CHIERICE; CLARO NETO, 2007; SEVERINO, 2005).

Diante do exposto e dos custos envolvidos nos processos de detoxicação, a torta de mamona tem sido usada como adubo orgânico. É um material rico em nitrogênio e de mineralização não tão rápida como os fertilizantes químicos e nem tão lenta como os esterco animais. Apresenta também propriedades nematicidas e inseticidas (AKTAR; MAHMOOD, 1996; CARLINI; SÁ, 2002; SEVERINO, 2004).

O maior produtor mundial dessa oleaginosa é a Índia, com uma produção total, no ano de 2010, de 1.150.000 toneladas de mamona em baga. A produção é essencialmente feita por agricultores familiares, com bom nível de escolaridade e que possuem tecnologias que favorecem produtividades elevadas, tais como: irrigação, sementes híbridas de alta qualidade, materiais resistentes às principais doenças e adaptados às condições ambientais do país. A produtividade média do principal estado produtor, Gujarat, chega a 2000 kg ha⁻¹ (FAOSTAT, 2012; SEVERINO *et al.*, 2006c). A China, por sua vez, ocupa a segunda posição, com 180.000 toneladas e o Brasil é o terceiro maior produtor mundial dessa oleaginosa, com uma produção, no ano de 2010, de 93.025 toneladas de mamona em baga.

A produtividade média para o Brasil, em 2011, foi de 567 kg ha⁻¹, para uma área colhida de 157.187 há, como pode ser visualizado no GRAF. 1. A região Nordeste responde por 94% de toda a produção, sendo que o estado da Bahia é responsável por 77,33% de toda a produção nacional. A produtividade é extremamente baixa na região citada, chegando a 555 kg ha⁻¹ e a maior produtividade média foi do estado de São Paulo, que chegou a

1544 kg ha⁻¹, mas em uma área plantada de apenas 500 há, que corresponde a 0,002% da área total. Para o ano de 2012, ocorreu em redução da área plantada e uma diminuição da produtividade média das lavouras brasileiras para 530 kg ha⁻¹ conforme apresentado no GRAF. 1 (IBGE, 2012).

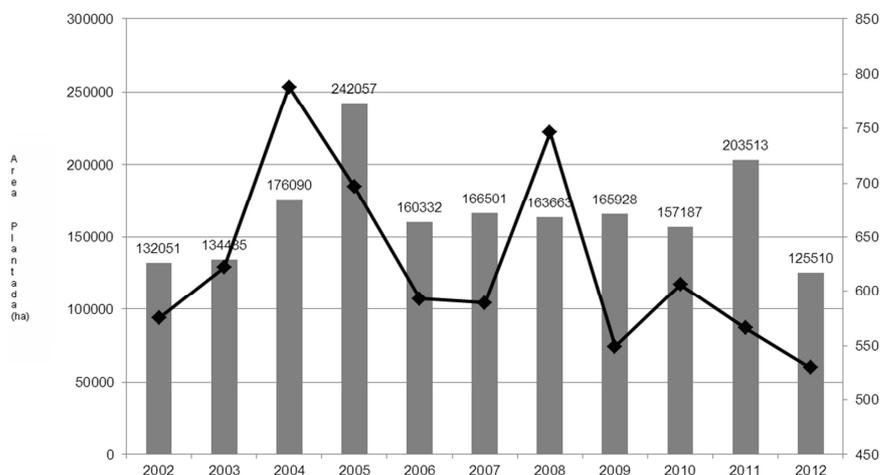


GRÁFICO 1 – Área plantada e produtividade média da mamoneira no Brasil, no período de 2002 a 2012

Fonte: Do autor.

As baixas produtividades obtidas com essa cultura estão relacionadas à desorganização da cadeia produtiva, ao uso de sementes impróprias, às práticas culturais inadequadas, como espaçamento e adubação deficiente, ao baixo valor de mercado do produto, à falta de crédito e de assistência técnica (SOUZA *et al.*, 2007a).

2.1.2 Adubação da mamoneira

Adubação química

A mamoneira responde positivamente ao fornecimento de nutrientes via adubos minerais ou orgânicos, com aumento significativo de produtividade. Esse comportamento reforça a característica dessa planta ser

resistente ao estresse hídrico, mas exigente na disponibilidade de nutrientes no solo (SEVERINO *et al.*, 2005).

A quantidade de nutrientes extraídos por essa planta para a produção de 2000 kg ha⁻¹ chega a 156, 12, 206, 19 e 21 kg ha⁻¹ de N, de P₂O₅, de K₂O, de CaO e de MgO, respectivamente, sendo que, desse total, é exportado da área de cultivo o equivalente a 80 kg ha⁻¹ de N, 18 kg ha⁻¹ de P₂O₅ e 32 kg ha⁻¹ de K₂O, 13 kg ha⁻¹ de CaO e 10 kg ha⁻¹ de Mg (CANECCHIO FILHO;FREIRE, 1958; NAKAGAWA; NEPTUNE, 1971).

Em experimento realizado com a cultivar BRS, em solo de baixa fertilidade, no município de Quixeramobim – CE, Severino (2006b), variando doses de N em 0, 25, 50 e 100 kg ha⁻¹, P em 0, 30, 60, 120 kg ha⁻¹ e K em 0, 20, 40 e 80 kg ha⁻¹, na presença de calcário e de micronutrientes, encontrou resposta significativa à adubação da mamoneira na expressão sexual das flores, no comprimento do cacho, na altura das plantas e na produtividade. Já para o teor de óleo, houve resposta linear às doses de P aplicadas.

Reddy e Matcha (2008), no estado do Missisipi, E.U.A., trabalhando com plantas de mamoneira do cultivar *Hale* em vasos com areia e com solução nutritiva como fornecedora de nutrientes, testaram doses de N de 0, 20 e 100% do requerido pela solução nutritiva de Hoagland. Os resultados mostram acúmulo de até 41% a mais de N nas folhas das plantas, quando cultivadas sob a solução nutritiva, com a concentração normal de N, em relação aos outros tratamentos. A fotossíntese teve incremento linear com o aumento da quantidade de N na solução nutritiva e as plantas apresentaram um maior desenvolvimento.

Em solos férteis, no município de Não-Me-Toque no Rio Grande do Sul, Doneda *et al.* (2007) encontraram resposta positiva à adubação com nitrogênio, obtendo a dose para máxima eficiência técnica de 61,4 kg ha⁻¹ de N. Para P e K, não foi encontrada resposta significativa, em função da fertilidade do solo, sendo recomendada pelos autores apenas a adubação de manutenção.

Já Pacheco *et al.* (2008a), em trabalho realizado no Vale do Jequitinhonha, em Minas Gerais, com o cultivar IAC 226 e adubação NPK, obtiveram as melhores produtividades com as doses de P e K de 61 Kg ha⁻¹ e

30 kg ha⁻¹, respectivamente. Já para o N, não foi encontrada resposta significativa, uma vez que o solo supriu a demanda por esse nutriente.

A mamoneira apresenta também resultados significativos com fontes alternativas de nutrientes. Guimarães *et al.* (2008), em Campina Grande – PB, utilizando diferentes fontes de N, como lodo de esgoto, torta de mamoneira e adubo químico em diferentes doses de N e com correção para as dose de P e K, encontraram maior número e tamanho de folhas em relação à adubação química e à resistência ao ataque de pragas para as plantas adubadas com os fertilizantes orgânicos.

Adubação orgânica

O uso de esterco bovino como fonte de nutrientes para a mamoneira vem sendo feito principalmente no semiárido nordestino, importante produtor da oleaginosa, onde o uso de fertilizantes químicos é bastante reduzido, em função do seu alto custo, do baixo poder aquisitivo da maioria dos agricultores e do risco advindo da variabilidade do regime de chuvas. Nessa região, o aproveitamento dos fertilizantes orgânicos de origem animal surge então como alternativa para a agricultura, em função do seu baixo custo (SANTOS *et al.*, 2009; SILVA, 2007).

Resultados positivos dessa modalidade de adubação foram encontrados por Lima (2008), que utilizou esterco bovino como fonte de matéria orgânica em ensaios com mamoneira submetida a diferentes teores de Al no solo, podendo comprovar que a matéria orgânica do esterco diminuiu o efeito tóxico do alumínio sobre as plantas, pois as mesmas apresentaram maior crescimento, maior área foliar e a maior produção de matéria seca em relação às plantas onde não se adicionou matéria orgânica.

Severino (2006b), utilizando esterco bovino, encontrou aumentos significativos na produtividade e alterações positivas nas características de crescimento da planta, mesmo em condições de limitação hídrica, com exceção para o teor de óleo, que não variou, em função da adubação aplicada. Esse trabalho evidencia o potencial da adubação orgânica como fornecedora de nutrientes, melhorando a produtividade e a rentabilidade para o produtor.

Também Garrido *et al* (2009), em Pernambuco, utilizando esterco de caprinos, associado ou não à gliricídia (*Gliricidiasepium* (Jacq.) Stend), para as culturas da mamoneira e algodão, puderam comprovar maior disponibilidade de P e K, nos tratamentos com esterco. Quando utilizaram o esterco em combinação com e gliricídia, ocorreu também uma maior disponibilidade de N no solo, demonstrando ser essa prática importante para a melhoria da adubação orgânica, já que o N fixado pela leguminosa supre as deficiências naturais desse elemento no esterco.

O uso do esterco de galinha é ainda pouco estudado para a cultura da mamoneira, em função da disponibilidade, pois normalmente só está disponível em regiões que possuem uma grande instalação de avicultura de postura e também em função do custo desse coproduto. Entretanto, em função da maior quantidade de N, de P, de K, de Ca, de Mg e de Zn, presente na composição química desse resíduo, o mesmo possui um grande potencial para ser usado como fertilizante orgânico (KIEHL, 1985). Moretiet *al.* (2007), trabalhando em latossolo vermelho com diferentes sistemas de preparo de solo (semeadura direta e convencional) e de adubações e plantas de cobertura de solo (esterco de galinha, esterco de galinha + adubação mineral, adubação mineral, crotalária, milheto e testemunha), comprovaram que o uso desse fertilizante orgânico, independentemente do sistema de preparo do terreno, melhorou os seguintes atributos químicos do solo: pH (Ca Cl₂), teor de P, teor de Ca, Teor de M.O. e valores de CTC.

Resultados semelhantes foram encontrados por Scherer e Nesi (2009), em solo que recebeu, por um período de quatro anos, esterco de aves, esterco de suínos e nitrato de amônio em sistema de plantio direto. Nesse experimento, foi encontrado aporte significativo de P, K, Ca e Mg, nas camadas superficiais do solo, em função da sua composição química ser mais rica em nutrientes do que a do esterco suíno.

Adubação verde

Um dos impactos do uso intensivo do solo para a produção de alimentos e energia é a redução de sua atividade biológica e seu consequente empobrecimento. A utilização de plantas condicionadoras de solo como adubos verdes vem, então, melhorar a qualidade deste solo e

contribuir para a melhoria do agroecossistema como um todo. A adubação verde é uma técnica agrônômica utilizada há pelo menos 5.000 anos pelo homem, a qual, com o advento dos adubos minerais, foi perdendo espaço na agricultura (CARVALHO *et al.*, 2006).

São utilizadas diversas espécies para esse fim, sendo as plantas da família das leguminosas as mais indicadas, por apresentarem capacidade de fixar o nitrogênio atmosférico e promover a ciclagem de nutrientes que se encontram nas camadas mais profundas do solo (CARVALHO *et al.*, 2006). O fornecimento de N pelas leguminosas, muitas vezes, supre, de forma satisfatória a demanda por nitrogênio de plantas como berinjela (CASTRO *et al.*, 2004) e trigo (ARF *et al.*, 1999). Dentre as diversas espécies de leguminosas utilizadas, a mucuna-preta (*Mucuna atterima* Piper & Tracy) tem sido uma excelente opção como cultura para a adubação verde, em função da sua alta produtividade, aliada ao baixo custo de produção (BUENO *et al.*, 2007).

Trata-se de uma leguminosa de ciclo anual, com hábito de crescimento indeterminado, ramos trepadores, raiz principal pivotante e raízes secundárias horizontais frequentemente encontradas na superfície, podendo alcançar comprimento médio até um metro de comprimento (CARVALHO *et al.*, 2006).

As folhas trifoliadas são compostas de folíolos grandes e membranosos. Floresce dos 140 aos 150 dias. A inflorescência ocorre em racemos axilares, com grande quantidade de flores, sendo as brácteas caducas. O cálice é campanulado com quatro 4 lóbulos e a corola, violácea. A vagem é alargada, pubescente, deiscente após a maturação, com três a seis grãos, globosas ou elípticas e compridas; as sementes são exalbuminadas, duras, de coloração preta e com hilo branco (MIYASAKA, 1984).

A produção de matéria seca pela mucuna-preta é bastante variável e foram encontrados por Favero *et al.* (2000) valores de até 6,901 Mg ha⁻¹ e por Andrade Neto *et al.* (2010), de 10,30 Mg ha⁻¹. A quantidade de nitrogênio presente nessa matéria seca chega até 24,00 g kg⁻¹ o que garante um fornecimento de 85,44 a 199,78 kg ha⁻¹ de nitrogênio (SILVA *et al.*, 2002).

Em Uganda, Kaizziet *et al.* (2004) obtiveram 230 kg ha⁻¹ de fornecimento de nitrogênio, quando fertilizaram solos pobres com fósforo, com a dosagem de 25 kg ha⁻¹ de P₂O₅, evidenciando, assim, que esses valores de fornecimento de nitrogênio podem ser ainda maiores, caso existam condições ambientais para maior desenvolvimento da planta e fixação de nitrogênio.

Os demais nutrientes também são extraídos do solo e aparecem em quantidades significativas na matéria seca. O conhecimento desses teores de nutrientes é de fundamental importância para uma correta avaliação e recomendação agrônômica. Silva *et al.* (2002) realizaram um estudo em que relatam os níveis médios de nutrientes presentes em algumas leguminosas. Para a mucuna-preta, a quantidade média de nutrientes encontrada na sua parte aérea está descrita na TAB.1.

Esses dados comprovam o potencial dessa leguminosa como planta para a adubação verde, conforme já havia sido confirmado por outros autores (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2008).

TABELA 1

Quantidade média de nutrientes incorporados ao solo pelo cultivo da mucuna-preta nos anos agrícolas 1989/1990 e 1992/1993, adaptado de SILVA (2002).

N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn
Kg ha ⁻¹						g ha ⁻¹				
85,6	18,8	72,6	39,2	14,2	6,4	93	64	8.095	612	103

Fonte: Adaptada de SILVA, 2002, p. 228.

O uso da adubação verde com mucuna-preta tem sido relatada com resultados positivos para diversas culturas com importância econômica. No caso do sorgo forrageiro, Andrade Neto *et al.* (2010), em experimento utilizando mucuna-preta, lab-lab e crotaláreajuncea, concluiu que a primeira espécie proporcionou ao sorgo os melhores resultados com relação à massa fresca por parte aérea, à altura das plantas e ao número de folhas.

Na cultura do amendoim, a adubação verde com mucuna-preta em experimento em que essa planta foi intercalada aos plantios e a adubação de plantio feita com esterco de galinha por 8 anos, observou-se um aumento de até 64% na produção (2497 kg ha⁻¹) de amendoim em casca quando

comparadas ao sistema de plantio contínuo dessa planta (RODRIGUES FILHO *et al.*, 1996).

A cana-de-açúcar, por sua vez, quando plantada em sistema de plantio direto e na presença de adubação verde com mucuna-preta, apresentou teores foliares de N e de K maiores que os encontrados no plantio convencional e maior produção por área. O feijão de porco e a mucuna-preta proporcionaram, em sistema de plantio direto, um incremento de até 26% de N na folha em relação ao sistema de plantio convencional (DUARTE JÚNIOR; COELHO, 2008).

Estudando a reciclagem e a incorporação de nutrientes por adubos verdes em cultivo intercalar em pomar de laranja, Silva *et al.* (2002) concluíram que os adubos verdes possibilitaram a reciclagem e a incorporação de N, de K, de Ca e de P ao solo, com conduções de substituir parte da adubação química, sem prejuízos à cultura. A mucuna-preta nesse experimento não foi a espécie vegetal que mais forneceu nutrientes, mas forneceu 85,6 kg ha⁻¹ de N, 72,6 kg ha⁻¹ de K₂O, 39,2 kg ha⁻¹ de Ca e 18,8 kg ha⁻¹ de P₂O₅, evidenciando aporte significativo de nutrientes fundamentais à produção dessas plantas.

Além desses efeitos positivos para as culturas, a utilização da adubação verde por longos períodos altera características físicas e químicas do solo. Em solos onde se cultivaram plantas do gênero *Mucuna* em Honduras por 16 anos, encontraram-se diferenças pequenas, mas significativas nos teores de N e C, evidenciando a melhoria lenta e gradual desses solos (BUCLKES, 1998).

Irrigação da mamoneira

Da área com atividade agrícola do mundo, 18% correspondem a áreas irrigadas e são responsáveis por 40% da produção mundial de alimentos (SILBERT *et al.*, 2006). Essa técnica visa a complementar as necessidades hídricas das plantas em períodos normais de chuva ou suprir totalmente essa demanda em períodos de entressafra, obtendo, com isso, preços e produtividades compensadoras para o produtor, além de proporcionar diminuição do ciclo e alterações significativas nos componentes de produção das plantas (SOUZA, 2007). A mamona, apesar de ser uma planta que

produz em condições de déficit hídrico, responde positivamente a essa técnica.

Koutroubaset *al.* (2000), trabalhando com plantas de mamoneira em clima mediterrâneo submetidas a sistema de sequeiro e irrigado, encontraram alterações significativas para o comprimento da planta, para a altura de inserção do primeiro rácemo e para o número de rácemos para as plantas irrigadas. A produtividade total e o teor de óleo em uma das localidades estudadas foram também afetados positivamente pela técnica de irrigação.

Lauretiet *al.* (1998), na Itália, por dois anos nas regiões de Orsino, cultivaram a mamoneira sob condições de sequeiro e irrigado e obtiveram resultados significativos de produtividade, com o uso da irrigação, obtendo médias superiores de produção nas áreas irrigadas por dois anos consecutivos.

No Brasil, vários são os trabalhos que relatam a viabilidade dessa técnica. Rodrigues *et al.* (2009), trabalhando com água residuária doméstica, observaram diminuição de área foliar, de número de folhas, de diâmetro do caule e da produção de bagas, quando a mamoneira foi submetida a condições de baixa disponibilidade de água.

Freitas *et al.* (2011) realizaram experimento com 3 cultivares de mamoneira (IAC Guarani, Mirante e Paraguaçu) e comprovaram a resposta positiva à irrigação dos cultivares. Ocorreu aumento de massa seca do pecíolo, condutância estomática e fotossíntese, ao se usarem 125% da lâmina evaporada do tanque classe A.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Riacho, município de Claro dos Poções, estado de Minas Gerais. O clima da região norte de Minas Gerais, de acordo com a classificação climática de Köppen, é do tipo Aw – clima tropical de savana, com inverno seco e verão chuvoso, também classificado como semiárido.

Os dados climáticos da precipitação pluvial da região de Claro dos Poções estão apresentados no GRAF. 2. A semeadura foi efetuada no dia 02 de fevereiro de 2011. As plantas foram irrigadas até o início de março, mês em que ocorreram chuvas significativas sem necessidade de irrigação. A partir de abril, voltou-se a irrigar normalmente a cultura até a colheita.

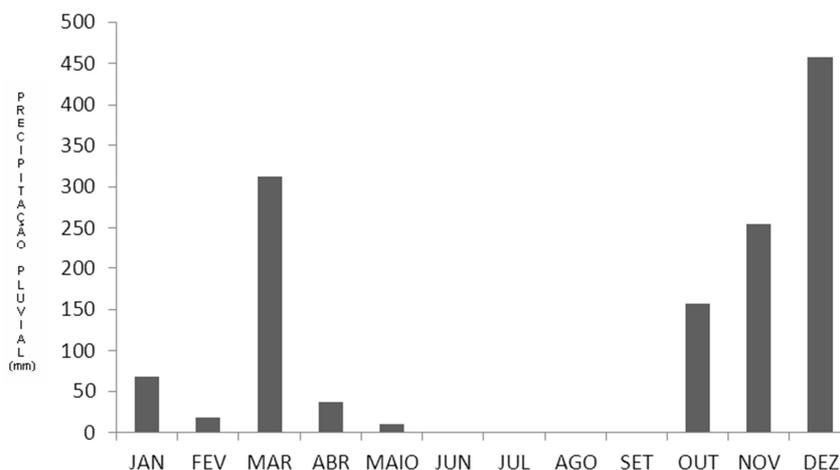


GRÁFICO 2 – Média mensal de precipitação pluvial, no município de Claro dos Poções – MG, no ano de 2011
Fonte: EMATER – MG, 2012.

O solo da área experimental foi classificado como latossolo vermelho amarelo. Trata-se de uma área que foi cultivada com cana de açúcar por 7 anos, sem receber adubação química ou orgânica. Os resultados da análise química e física, realizada conforme as recomendações da Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA (1979), estão descritos na TAB. 2.

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados, dispostos em arranjo fatorial $2 \times 5 + 2$, com 4 repetições, totalizando 12 parcelas, sendo os tratamentos descritos conforme QUADRO 1. O primeiro fator refere-se ao uso da mucuna-preta como planta de cobertura e posteriormente incorporada como adubo verde e manutenção das parcelas limpas e sem qualquer vegetação, configurando, nas mesmas, o pousio no limpo.

TABELA 2
Características físico-químicas do solo da área do experimento em outubro de 2010

Atributos do solo	Valor	Nível
pH em água	6,1	A
Fósforo Mehlich (mgKg^{-1})	21,48	M
Fósforo remanescente (mgL^{-1})	39,00	
Potássio (mgkg^{-1})	196	MB
Cálcio (cmolc dm^{-3})	3,10	B
Magnésio (cmolc dm^{-3})	1,30	B
Alumínio (cmolc dm^{-3})	0,00	MBx
Hidrogênio + Alumínio (cmolc dm^{-3})	1,63	Bx
Soma de bases trocáveis (cmolc dm^{-3})	4,90	B
Capacidade de troca de cátions efetiva (cmolc dm^{-3})	4,90	B
Saturação de Alumínio (%)	0	MBx
Capacidade de troca de cátions potencial (cmolc dm^{-3})	6,53	M
Saturação de bases (%)	75	B
Matéria orgânica (dagkg^{-1})	2,64	M
Areia grossa (dagkg^{-1})	28,00	
Areia fina (dagkg^{-1})	44,00	
Silte (dagkg^{-1})	16,00	
Argila (dagkg^{-1})	12,00	Ar

Fonte: LABORATÓRIO DE ANÁLISES DE SOLOS DA UFMG, 2012.

Notas: MBx=muito baixo, Bx=Baixo, B=bom, M=médio, A= alto, MB=muito bom, MA=muito alto, Ar=arenoso, Tme=textura média, Arg=argiloso, Marg=muito argiloso.

QUADRO 1
Identificação dos tratamentos de adubação verde, associados à adubação orgânica

Tratamento	Descrição dos tratamentos	
	Sistema de adubação / cobertura do solo	Esterco de galinha % da necessidade de nitrogênio da cultura
1	Pousio no limpo (PL0)	0
2	Pousio no limpo (PL 50)	50
3	Pousio no limpo (PL 100)	100
4	Pousio no limpo (PL 150)	150
5	Pousio no limpo (PL 200)	200
6	Adubo verde (AV0)	0
7	Adubo verde (AV 50)	50
8	Adubo verde (AV 100)	100
9	Adubo verde (AV 150)	150
10	Adubo verde (AV 200)	200
11	Vegetação espontânea (VE)	-----
12	Adubação química (AQ)	-----

Fonte: Do autor.

O segundo fator foram doses crescentes de esterco de galinha correspondentes a 0%, 50%, 100%, 150% e 200% da necessidade de nitrogênio pela cultura (NNC). Os tratamentos adicionais foram compostos por uma parcela mantida no limpo até a incorporação do adubo verde. Essa parcela recebeu, no momento do plantio, a adubação química recomendada com base na análise de solo, pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais – CFSEMG (RIBEIRO, 1999), constituída de 40 kg ha⁻¹ de N, 90 kg ha⁻¹ de P₂O₅, 60 kg ha⁻¹ de K₂O, 20 kg ha⁻¹ de S e 5 kg ha⁻¹ de ZnO. O outro tratamento adicional foi composto por parcela onde a vegetação espontânea pôde se desenvolver ao mesmo tempo em que o adubo verde, sem qualquer interferência, sendo, posteriormente, incorporada na mesma ocasião do adubo verde.

As parcelas experimentais foram constituídas de 6 fileiras com 6 plantas cada uma, totalizando 36 plantas por parcela. O espaçamento utilizado foi de 1 metro entre plantas e 1 metro entre fileiras, com área útil de 16 m² cada uma. A vegetação espontânea foi controlada por capinas nas parcelas mantidas no sistema de pousio no limpo, sendo, portanto, estas parcelas mantidas sem vegetação, com exceção do tratamento adicional

denominado vegetação espontânea, o qual foi mantido sob irrigação e sem capina.

O cultivar utilizado foi o AI Guarani 2002, em todos os tratamentos, por ser recomendado para o norte de Minas Gerais. As sementes foram fornecidas pelo escritório local da EMATER-MG, proveniente do mesmo material distribuído aos produtores rurais do município.

Noventa dias após da germinação das plantas de adubo verde, época de plena floração da mucuna-preta, toda a área foi gradeada para a incorporação do adubo verde e da vegetação espontânea. O terreno foi então sulcado com espaçamento de 1m entre sulcos e as adubações de plantio foram realizadas, conforme descritas no QUADRO 1.

No momento da incorporação do adubo verde, foram retiradas, aleatoriamente, quatro amostras de mucuna-preta e quatro de vegetação espontânea relativas à 1m² de cada parcela, sendo esse material pesado para a determinação da massa fresca. Posteriormente, o material foi seco em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C, por 72 horas, para determinação da massa seca. Foram também retiradas das parcelas com adubação verde e com vegetação espontânea amostras de cerca de 250 gramas de folhas para a determinação da composição química das coberturas de solo. Esse material foi pré-seco à sombra e enviado ao laboratório da empresa Campo Análises Agrícolas em Paracatu-MG. No laboratório, as folhas foram lavadas em água destilada e secas em estufa com circulação forçada de ar a uma temperatura de 65 °C, por 72 horas. Após a secagem, as amostras foram trituradas em moinho tipo Wiley, com peneira com malha de diâmetro de malha 0,5 mm. Em seguida, o material foi pesado, submetido à digestão nitroperclórica, segundo metodologia descrita por Bataglia *et al.* (1983). Foram determinados os níveis de N, pelo método Kjeldahl e P, K, Ca, Mg, S, B, Cu, Fe, Mn e Zn, por espectroscopia de emissão atômica com plasma.

A semeadura foi efetuada, no dia 2 de fevereiro de 2011, colocando-se três sementes a cada metro linear de sulco. Após a germinação, procedeu-se ao desbaste, sendo deixada apenas uma planta por metro linear, garantindo, assim, uma população de 10.000 plantas por hectare. A adubação de

cobertura do tratamento adicional foi feita aos 40 dias após a germinação da cultura. Foram feitas as capinas necessárias e não houve necessidade de controle de insetos ou de doenças durante todo o ciclo da cultura.

Aos 30, 90 e 120 após a germinação (DAG), foram feitas avaliações biométricas, nas quatro plantas centrais de cada parcela. Utilizou-se um paquímetro digital para as medições do diâmetro do caule e uma trena para a altura da planta. A área foliar foi estimada, utilizando-se metodologia desenvolvida por Severino *et al.* (2005), sem destruição ou arranquio das folhas, na qual mediu-se o comprimento da nervura principal de todas as folhas desenvolvidas e estimou-se esse parâmetro por meio da seguinte equação:

$$S = 1,0655 \times P^2$$

Onde: S= área foliar e P=comprimento da nervura principal de cada folha.

Por ocasião do início do florescimento, foi retirada a quarta folha a partir do ápice das quatro plantas situadas no centro de cada parcela (MALAVOLTA *et al.*, 1997). Esse material foi enviado fresco ao laboratório da empresa Campo Análises Agrícolas em Paracatu-MG para análise dos teores foliares de N, de P, de K, de Ca, de Mg, de S, de B, de Cu, de Fe, de Mn e de Zn, no tecido foliar.

Aos 90 dias, além das medições relatadas anteriormente, foi efetuada a medida da altura do rácemo primário, com a trena e a contagem do número de nós das plantas.

A colheita foi efetuada, quando cada rácemo apresentava 2/3 dos frutos secos. Essa operação foi iniciada a partir dos 150 dias após o plantio (rácemo primário) e finalizada aos 210 dias após plantio (rácemo terciário). Todos os rúcemos tiveram o seu comprimento medido e também a porção onde se encontravam os frutos para a determinação da porcentagem da inflorescência ocupada por flores femininas. Todos os frutos foram retirados dos rúcemos, pesados, contados, secos à sombra e debulhados. Após essa última operação, pesaram-se as sementes para determinação do fator fruto semente, que é a razão entre o peso das sementes e o peso das bagas. Os resultados foram submetidos ao teste de normalidade e à análise de variância.

4 ANÁLISE DOS DADOS

Os dados foram analisados quanto à homogeneidade das variâncias pelo teste de Bartlett e, quando necessário, os dados de porcentagem foram transformados para $y = \arcsen(\sqrt{x + 100})$ e os dados de contagem para $y = \sqrt{x + 0,50}$. Foi efetuada, então, a análise de variância, com a decomposição dos graus de liberdade dos tratamentos em contrastes ortogonais. Já com relação aos dados quantitativos, foi efetuada a análise de regressão verificada quanto à significância pelo teste t, até 5% de probabilidade. Todas as análises foram realizadas com o auxílio do programa de análises estatísticas Saeg v. 9.1 (UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV, 2007).

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1 Crescimento da mamoneira

Na TAB. 3, estão apresentados os resultados da análise de variância do crescimento da mamoneira dos seguintes parâmetros: diâmetro médio do caule, altura da planta, número de folhas e área foliar obtido aos 30, 90 e 120 dias após a germinação (DAG) da planta. Na TAB. 4, estão apresentados os resultados dos contrastes ortogonais para os mesmos parâmetros.

TABELA 3

Resumo da análise de variância dos diâmetro do caule, altura das plantas, área foliar e número de folhas aos 30, 90 e 120 dias e altura do ráculo e número de nós

Fontes de variação	Graus de liberdade	Quadrados médios		
		Diâmetro médio do colmo		
		aos 30 dias	aos 90 dias	aos 120 dias
Bloco	3	14,78602333 ^{n.s}	106,5638 ^{**}	5,848523333 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	11,025 ^{n.s}	54,63906 ^{n.s}	41,51406 ^{n.s}
Adubo orgânico	4	31,4547 ^{**}	34,30625 ^{n.s}	14,75547 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	2,415625 ^{n.s}	8,90469 ^{n.s}	11,0570325 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	9,570312 ^{n.s}	22,78125 ^{n.s}	24,5 ^{n.s}
Trat. adic. x demais	1	0,6773437 ^{n.s}	25,18776 ^{n.s}	28,18776 ^{n.s}
Resíduo	33	7,806857576	14,86115152	16,19795758
C.V.		14.598	11.509	9.931
		Altura das Plantas		
		aos 30 dias	aos 90 dias	aos 120 dias
Bloco	3	256,5152 ^{n.s}	1821,217 [*]	114,7478333 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	190,3141 ^{n.s}	3222,025 [*]	3900,625 ^{**}
Adubo orgânico	4	525,1055 ^{**}	1177,72425 [*]	767,057 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	66,67735 ^{n.s}	116,763275 ^{n.s}	48,613275 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	1,125 ^{n.s}	657,0312 ^{n.s}	755,6328 ^{n.s}
Trat. adic. x demais	1	2,35026 ^{n.s}	436,051 ^{n.s}	552,8253 ^{n.s}
Resíduo	33	107,638303	432,8760606	385,1815152
C.V.		15.383	12.478	8.446
		Número de folhas		
		aos 30 dias	aos 90 dias	aos 120 dias
Bloco	3	0,01199015 [*]	0,169306367 [*]	0,046096667 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	0,01233071 ^{n.s}	0,1409557 ^{n.s}	0,05636941 ^{n.s}
Adubo orgânico	4	0,006015928 ^{n.s}	0,026349275 ^{n.s}	0,014775988 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	0,01712002 ^{**}	0,024278793 ^{n.s}	0,003537095 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	0,000284114 ^{n.s}	0,04584824 ^{n.s}	0,06312198 ^{n.s}
Trat. adic. x demais	1	2,35497E-05 ^{n.s}	0,000157489 ^{n.s}	0,0369966 ^{n.s}
Resíduo	33	0,003967591	0,039034515	0,034730121
C.V.		2,333	5,501	4,649
		Área Foliar		
		aos 30 dias	aos 90 dias	aos 120 dias
Bloco	3	6992350 ^{**}	98141666,67 ^{**}	18802923,33 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	2513092 ^{n.s}	101113900 [*]	116265800 [*]
Adubo orgânico	4	5002040 ^{**}	16180587,5 ^{n.s}	8780827,5 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	320569,75 ^{n.s}	16180587,5 ^{n.s}	5605362,5 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	591880,2 ^{n.s}	58009710 ^{n.s}	53074370 ^{n.s}
Trat. adic. x demais	1	416293,8 ^{n.s}	20147770 ^{n.s}	27127450 ^{n.s}
Resíduo	33	959732,1212	20705539,39	22942033,33
C.V.		21.753	21.533	19.680

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste F, respectivamente.

TABELA 4

Contrastes ortogonais do diâmetro médio do colmo, da altura média das plantas, do número de folhas por planta e da área foliar

Contrastes	Médias											
	Diâmetro médio do colmo											
	aos 30 dias			aos 90 dias			aos 120 dias					
AO 0 vrs VE	14,380	- 18,310	= -3,930	n.s	29,060	- 30,190	= -1,130	n.s	37,000	- 37,060	= -0,060	n.s
AO 0 vrs AQ	14,380	- 20,500	= -6,120	**	29,060	- 33,560	= -4,500	n.s	37,000	- 40,560	= -3,560	n.s
AO 0 vrs AV	14,380	- 19,610	= -5,230	**	29,060	- 34,990	= -5,930	**	37,000	- 41,890	= -4,890	*
AO 100 vrs VE	19,750	- 18,310	= 1,440	n.s	33,310	- 30,190	= 3,120	n.s	40,440	- 37,060	= 3,380	n.s
AO 100 vrs AQ	19,750	- 20,500	= -0,750	n.s	33,310	- 33,560	= -0,250	n.s	40,440	- 40,560	= -0,120	n.s
AO 100 vrs AV	19,750	- 19,610	= 0,140	n.s	33,310	- 34,990	= -1,680	n.s	40,440	- 41,890	= -1,450	n.s
PL vrs VE	18,560	- 18,310	= 0,250	n.s	32,650	- 30,190	= 2,460	n.s	39,850	- 37,060	= 2,790	n.s
PL vrs AQ	18,560	- 20,500	= -1,940	n.s	32,650	- 33,560	= -0,910	n.s	39,850	- 40,560	= -0,710	n.s
PL vrs AV	18,560	- 19,610	= -1,050	n.s	32,650	- 34,990	= -2,340	n.s	39,850	- 41,890	= -2,040	n.s
AV vrs VE	19,610	- 18,310	= 1,300	n.s	34,990	- 30,190	= 4,800	*	41,890	- 37,060	= 4,830	*
AV vrs AQ	19,610	- 20,500	= -0,890	n.s	34,990	- 33,560	= 1,430	n.s	41,890	- 40,560	= 1,330	n.s

Contrastes	Altura média da planta											
	aos 30 dias											
	aos 30 dias			aos 90 dias			aos 120 dias					
AO 0 vrs VE	46,440	- 67,560	= -21,120	**	140,000	- 150,940	= -10,940	n.s	207,130	- 215,060	= -7,930	n.s
AO 0 vrs AQ	46,440	- 68,310	= -21,870	**	140,000	- 169,060	= -29,060	n.s	207,130	- 234,500	= -27,370	n.s
AO 0 vrs AV	46,440	- 69,530	= -23,090	**	140,000	- 177,060	= -37,060	**	207,130	- 243,760	= -36,630	**
AO 100 vrs VE	70,690	- 67,560	= 3,130	n.s	169,000	- 150,940	= 18,060	n.s	225,000	- 215,060	= 9,940	*
AO 100 vrs AQ	70,690	- 68,310	= 2,380	n.s	169,000	- 169,060	= -0,060	n.s	225,000	- 234,500	= -9,500	n.s
AO 100 vrs AV	70,690	- 69,530	= 1,160	n.s	169,000	- 177,060	= -8,060	n.s	225,000	- 243,760	= -18,760	n.s
PL vrs VE	65,160	- 67,560	= -2,400	n.s	159,110	- 150,940	= 8,170	n.s	224,010	- 215,060	= 8,950	n.s
PL vrs AQ	65,160	- 68,310	= -3,150	n.s	159,110	- 169,060	= -9,950	n.s	224,010	- 234,500	= -10,490	n.s
PL vrs AV	65,160	- 69,530	= -4,370	n.s	159,110	- 177,060	= -17,950	*	224,010	- 243,760	= -19,750	**
AV vrs VE	69,530	- 67,560	= 1,970	n.s	177,060	- 150,940	= 26,120	*	243,760	- 215,060	= 28,700	*
AV vrs AQ	69,530	- 68,310	= 1,220	n.s	177,060	- 169,060	= 8,000	n.s	243,760	- 234,500	= 9,260	n.s

Contrastes	Número de folhas por planta (dados transformados)											
	aos 30 dias											
	aos 30 dias			aos 90 dias			aos 120 dias					
AO 0 vrs VE	2,620	- 2,690	= -0,070	n.s	3,440	- 3,440	= 0,000	n.s	4,000	- 3,860	= 0,140	n.s
AO 0 vrs AQ	2,620	- 2,700	= -0,080	n.s	3,440	- 3,600	= -0,160	n.s	4,000	- 4,040	= -0,040	n.s
AO 0 vrs AV	2,620	- 2,720	= -0,100	**	3,440	- 3,670	= -0,230	*	4,000	- 4,060	= -0,060	n.s
AO 100 vrs VE	2,690	- 2,690	= 0,000	n.s	3,660	- 3,440	= 0,220	n.s	3,970	- 4,060	= -0,090	n.s
AO 100 vrs AQ	2,690	- 2,700	= -0,010	**	3,660	- 3,600	= 0,060	n.s	3,970	- 4,060	= -0,090	n.s
AO 100 vrs AV	2,690	- 2,720	= -0,030	n.s	3,660	- 3,670	= -0,010	n.s	3,970	- 4,060	= -0,090	n.s
PL vrs VE	2,680	- 2,690	= -0,010	n.s	3,550	- 3,440	= 0,110	n.s	3,980	- 4,060	= -0,080	n.s
PL vrs AQ	2,680	- 2,700	= -0,020	n.s	3,550	- 3,600	= -0,050	n.s	3,980	- 4,060	= -0,080	n.s
PL vrs AV	2,680	- 2,720	= -0,040	n.s	3,550	- 3,670	= -0,120	n.s	3,980	- 4,060	= -0,080	n.s
AV vrs VE	2,720	- 2,690	= 0,030	n.s	3,670	- 3,440	= 0,230	*	4,060	- 4,060	= 0,000	n.s
AV vrs AQ	2,720	- 2,700	= 0,020	n.s	3,670	- 3,600	= 0,070	n.s	4,060	- 4,060	= 0,000	n.s

Contrastes	Área foliar											
	aos 30 dias											
	aos 30 dias			aos 90 dias			aos 120 dias					
AO 0 vrs VE	2590,36	- 4439,74	= -1849,38	*	15119,15	- 16990,41	= -1871,26	n.s	21640,87	- 20081,51	= 1559,36	n.s
AO 0 vrs AQ	2590,36	- 4983,74	= -2393,38	**	15119,15	- 22376,02	= -7256,87	*	21640,87	- 25232,93	= -3592,06	n.s
AO 0 vrs AV	2590,36	- 4712,51	= -2122,15	**	15119,15	- 23011,57	= -7892,42	**	21640,87	- 26379,31	= -4738,44	n.s
AO 100 vrs VE	4715,80	- 4439,74	= 276,06	n.s	22626,19	- 16990,41	= 5635,78	n.s	24611,07	- 20081,51	= 4529,56	n.s
AO 100 vrs AQ	4715,80	- 4983,74	= -267,94	n.s	22626,19	- 22376,02	= 250,17	n.s	24611,07	- 25232,93	= -621,86	n.s
AO 100 vrs AV	4715,80	- 4712,51	= 3,29	n.s	22626,19	- 23011,57	= -385,38	n.s	24611,07	- 26379,31	= -1768,24	n.s
PL vrs VE	4211,20	- 4439,74	= -228,54	n.s	19831,73	- 16990,41	= 2841,32	n.s	22969,54	- 20081,51	= 2888,03	n.s
PL vrs AQ	4211,20	- 4983,74	= -772,54	n.s	19831,73	- 22376,02	= -2544,29	n.s	22969,54	- 25232,93	= -2263,39	n.s
PL vrs AV	4211,20	- 4712,51	= -501,31	n.s	19831,73	- 23011,57	= -3179,84	*	22969,54	- 26379,31	= -3409,77	*
AV vrs VE	4712,51	- 4439,74	= 272,77	n.s	23011,57	- 16990,41	= 6021,16	*	26379,31	- 20081,51	= 6297,80	*
AV vrs AQ	4712,51	- 4983,74	= -271,23	n.s	23011,57	- 22376,02	= 635,55	n.s	26379,31	- 25232,93	= 1146,38	n.s

Fonte: Do autor.

Notas: AO 0: Sem adubação orgânica - Pousio no limpo / AO 100: 100 % de adubação orgânica - Pousio no limpo.

PL: Pousio no limpo / AV: Adubação verde100 / VEVegetação espontânea / AQ: Adubação química

n.s (P>0,05), * (P<0,05), ** (p<0,01).

Para os resultados dos diâmetros médios do caule tomados aos 30, 90 e 120 dias, pôde-se verificar, pela análise de variância, que há diferença significativa apenas em relação às doses de esterco aplicadas como adubação orgânica nas medidas tomadas aos 30 dias. Foi efetuada a análise de regressão, mas não foi encontrada relação entre as doses de esterco de galinha e o diâmetro caulinar nesse período inicial. Ao ser realizada análise por contrastes ortogonais apresentados na TAB. 4, encontrou-se diferença significativa entre o diâmetro do caule, tomado aos 30 dias das plantas cultivadas sem adubação (AO 0), equivalente a 14,38 mm e o diâmetro do caule das plantas que receberam adubação verde (AV) e adubação química (AQ), com 20,50 mm e 19,61 mm, respectivamente. Resultado semelhante foi obtido na mesma medida tomada aos 90 e 120 dias no tratamento sem adubação AO 0 (29,06 mm aos 90 dias e 37,00 mm aos 120 dias) e com vegetação espontânea (30,19 mm aos 90 dias e 37,06 mm aos 120 dias), os quais se diferiram das obtidas nos tratamentos com adubo verde (34,99 mm aos 90 dias e 41,56 aos 120 dias). Na análise de regressão feita para os resultados do diâmetro do caule aos 120 dias, encontrou-se resposta linear crescente à aplicação do esterco de galinha nas parcelas que foram mantidas no pousio no limpo.

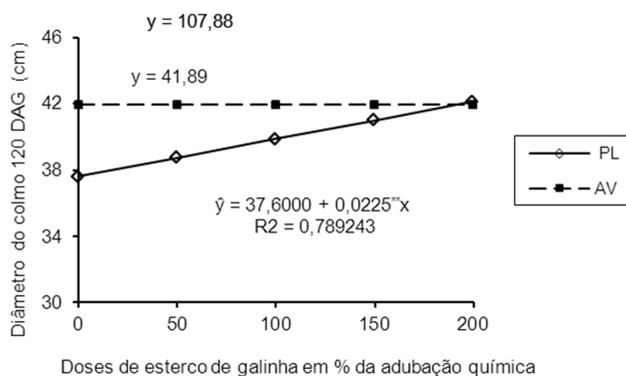


GRÁFICO 3 – Diâmetro médio do caule das plantas aos 120 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Dos resultados apresentados, pôde-se observar que o uso da adubação verde, em todos os períodos analisados, proporcionou acréscimo no diâmetro do caule em relação às plantas que não receberam adubação (AO 0). Já com relação ao tratamento com vegetação espontânea, essa diferença ocorreu aos 90 e 120 dias, provavelmente em função da pequena quantidade de nutrientes incorporados ao solo pela vegetação espontânea, que supriu, satisfatoriamente, apenas a demanda inicial de nutrientes, como pode ser visto nas TAB. 5 e 6.

TABELA 5

Biomassa seca, teor de nutrientes e quantidade de nutrientes incorporados ao solo pela adubação verde e vegetação espontânea (média de 4 repetições)

	Biomassa seca (kg.ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Fe	Mn	Cu
		(g kg ⁻¹)						(mg kg ⁻¹)				
Mucuna-preta	8980,00	24,1	2,4	21,3	9,5	1,8	1,8	33	42	99	90	13
Veg. espontânea	3560,00	20,6	3,4	25,8	15,7	3,1	2,9	39	68		226	10

Fonte: Do autor.

TABELA 6

Quantidade média de nutrientes incorporados pelas diferentes coberturas de solo (média de 4 repetições)

	Biomassa seca (kg.ha ⁻¹)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Fe	Mn	Cu
		(kg ha ⁻¹)						(kg.ha ⁻¹)				
Mucuna-preta	8980.00	216.42	21.55	191.27	85.31	16.16	16.16	0.30	0.38	0.89	0.81	0.12
Veg. espontânea	3560.00	73.34	12.10	91.85	55.89	11.04	10.32	0.14	0.24	0.73	0.80	0.04

Fonte: Do autor.

A resposta ao uso de diferentes doses de adubação orgânica ficou evidente aos 120 dias, no período final do crescimento da planta, mas apenas para os tratamentos conduzidos no pousio no limpo, conforme GRAF. 3. O tratamento com a dose recomendada de adubação orgânica (AO 100) para a cultura não se diferiu da média dos tratamentos com adubação verde e do tratamento com adubação química. Quanto ao tratamento com adubação química, encontrou-se diferença apenas em relação ao tratamento que não recebeu adubação aos 30 dias, proporcionando um crescimento inicial maior do diâmetro caulinar, o que não foi observado nas outras épocas de amostragem. Esses resultados corroboraram os estudos de Albuquerque *et al.* (2006) e Nascimento *et al.* (2006), os quais obtiveram diferenças significativas no diâmetro das plantas de mamoneira, a partir dos 80 dias

após a germinação, quando variaram as doses de adubação química e orgânica.

Com relação à altura média das plantas aos 30 dias, para os tratamentos com adubação verde, não foi encontrada resposta significativa à aplicação de diferentes doses de adubação orgânica, o que pode ser explicado pelo aporte de nutrientes ao solo pela incorporação da mucuna-preta, suficiente para um maior crescimento da planta, independentemente da aplicação do esterco de galinha. Já para os tratamentos no pousio no limpo, observou-se, pela análise de regressão apresentada no GRAF. 4, resposta positiva à aplicação de diferentes doses de esterco de galinha. Nos resultados dos contrastes ortogonais, para essa época, descritos na TAB. 4, observa-se que houve diferença significativa entre as parcelas com adubação verde (69,53cm), adubação química (68,31cm) e vegetação espontânea (67,56cm) em relação às que não receberam nenhum tipo de adubação (46,44cm).

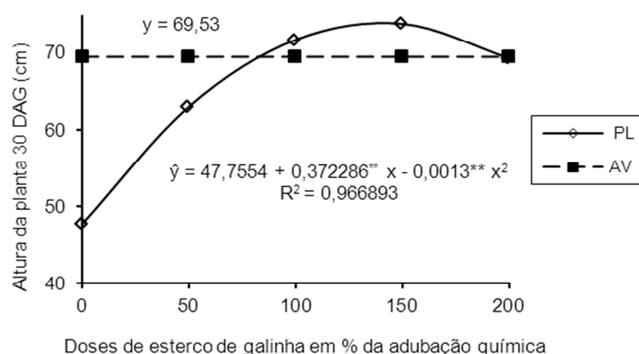


GRÁFICO 4 – Altura média das plantas aos 30 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Para a altura média da planta aos 90 dias, foi encontrada diferença significativa, pela análise de variância, entre os tratamentos que receberam adubação verde (177,06cm) e os que foram mantidos no pousio no limpo

(159,11cm), evidenciando o efeito benéfico da adubação verde também nessa época de amostragem. Com relação à adubação orgânica, as plantas mantidas no pousio no limpo responderam positivamente ao aumento das doses, conforme o GRAF. 5. Pelos contrastes ortogonais, foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos com adubação verde e o tratamento que não recebeu nenhuma adubação (AO 0) e o tratamento VE. Nessa análise, também não foi encontrada diferença entre as médias dos tratamentos com adubação verde, do tratamento com adubação orgânica recomendada (AO 100) e do tratamento com adubação química, indicando o bom suprimento de nutrientes pela adubação orgânica, quando usada na dose recomendada.

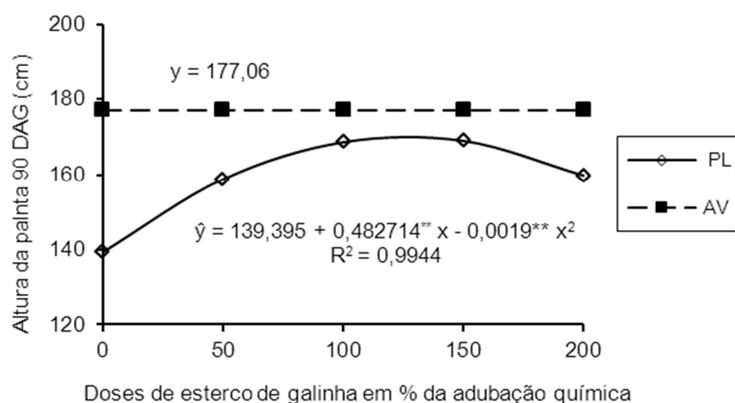


GRÁFICO 5 – Altura média das plantas aos 90 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Para a altura das plantas aos 120 dias, encontrou-se diferença entre os dois sistemas de cobertura do solo: adubação verde (243,76 cm) e pousio no limpo (224,01 cm). Não foi encontrada relação entre as doses de esterco de galinha e a altura das plantas aos 120 dias, tanto para os tratamentos no pousio no limpo, como para sob adubação verde. Os contrastes ortogonais demonstram que houve diferença entre as parcelas que não receberam

nenhum tipo de adubação (207,13 cm) ou tiveram a vegetação espontânea como cobertura do solo (215,06 cm) e as com adubo verde (243,76 cm), conforme a TAB. 4. Observa-se, nesse resultado, o mesmo padrão encontrado para o diâmetro do caule, no qual o efeito inicial do tratamento com vegetação espontânea que, aos 30 dias, não se diferia do tratamento com adubação verde, com o desenvolvimento da cultura, passa a não suprir adequadamente a planta, comprometendo, assim, o seu crescimento. A média do tratamento com adubação química não se diferiu da média dos tratamentos com adubação verde e do tratamento com adubação orgânica recomendada e foi superior à média do tratamento VE.

Nesta pesquisa, o adubo verde incorporado ao solo disponibilizou uma quantidade de 216,42 kg ha⁻¹ de N, que contribuiu para o aumento da altura das plantas e de outras características avaliadas, como pode ser observado na TAB. 5. É importante observar que a adubação química visou a suprir as plantas com 40 kg ha⁻¹ de N, segundo a recomendação para a cultura. Esses resultados corroboram os encontrados por Garrido *et al.* (2009) em que os autores analisaram esterco de gado e gliricídia e constataram diferença significativa de altura das plantas entre a testemunha e os tratamentos com esterco e esterco + gliricídia.

Outra característica avaliada foi o número de folhas, mas, pela análise de variância, não foi encontrada diferença significativa entre os tratamentos. Entretanto, ao ser feita a análise de regressão para as três épocas, encontrou-se relação positiva entre as doses de esterco de galinha e o número de folhas aos 30 e 90 dias conforme GRAF. 6 e 7. Guimarães *et al.* (2008) também encontraram resposta positiva entre o uso de diferentes fontes de nitrogênio, associadas a fertilizantes orgânicos (esterco bovino, torta de mamona e biossólito) e o número de folhas das plantas avaliando esse parâmetro em diferentes épocas. Os resultados obtidos mostraram superioridade das plantas adubadas com torta de mamona, rica em N, sobre a adubação NPK. Em contrapartida, aos 120 dias, como pode ser observado no GRAF. 8, encontrou-se, para o tratamento AO100, um menor número de folhas, resultado provavelmente explicado pela senescência e pelo autossombreamento, como observaram Rodrigues *et al.* (2009).

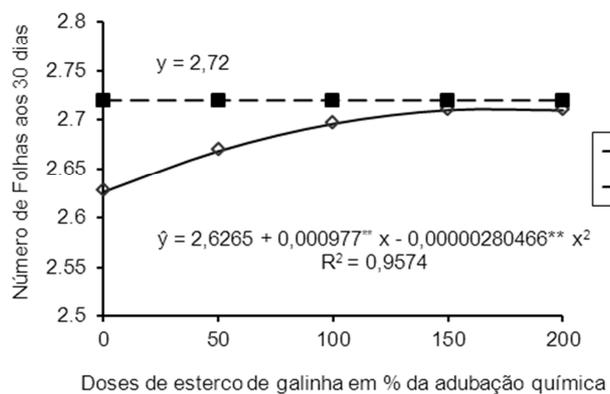


GRÁFICO 6 – Número de folhas aos 30 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

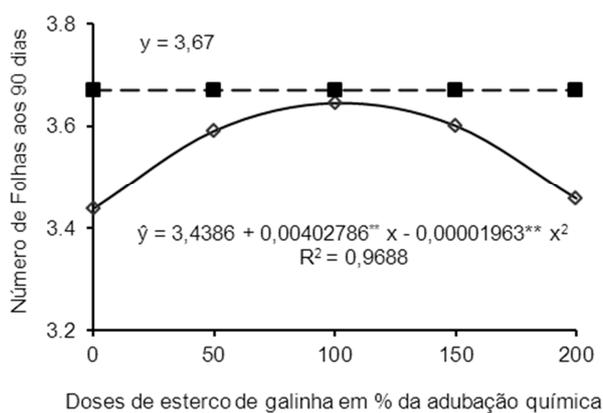


GRÁFICO 7 – Número de folhas aos 90 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

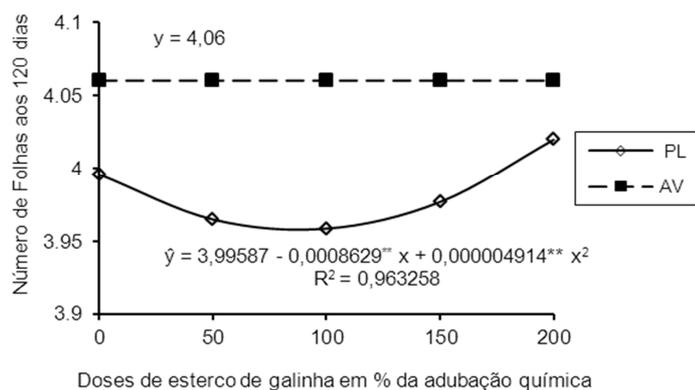


GRÁFICO 8 – Número de folhas aos 120 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Quanto à estimativa de área foliar, a análise de regressão evidencia resposta positiva às doses de adubação orgânica apenas para a plantas em pousio no limpo, conforme GRAF. 9. Já pelos contrastes ortogonais apresentados na TAB. 4, observa-se que os tratamentos com adubação verde tiveram uma área foliar maior aos 30 dias (4712,51 cm²) do que o tratamento AO 0, que não recebeu adubação(2590,36 cm²) e o tratamento AO 100,apresentou área foliar semelhante às das plantas conduzidas com adubação verde. Este resultado confirmam os obtidos na análise de variância. É importante ressaltar que as plantas que receberam adubo verde e adubação orgânica equivalente a 100% da dose de adubação química responderam tão bem quanto as adubadas quimicamente.

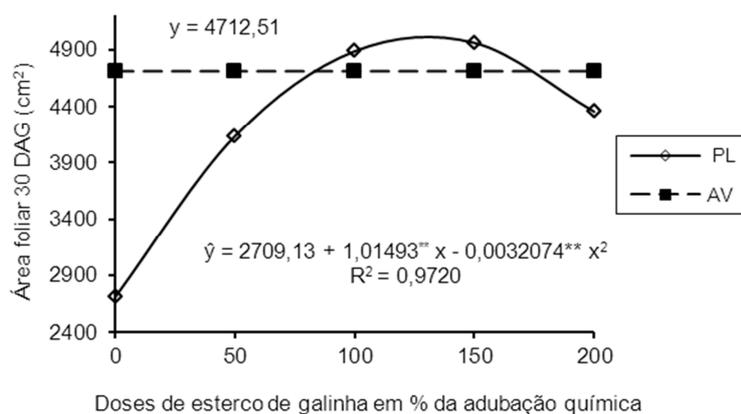


GRÁFICO 9 – Área foliar das plantas de mamoneira aos 30 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Aos 90 dias, resultados semelhantes foram obtidos para essa estimativa, tanto pela análise de regressão (GRAF. 10), como pelos contrastes ortogonais com valores de 23011,57 cm², para os tratamentos com adubação verde e 19831,73 cm², para os tratamentos mantidos no pousio no limpo.

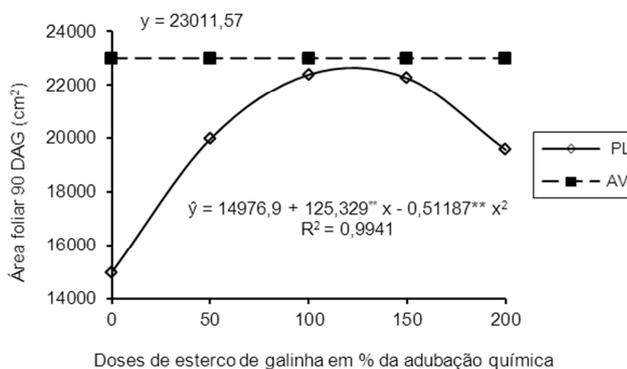


GRÁFICO 10 – Área foliar das plantas de mamoneira aos 90 DAG

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Já as estimativas de área foliar da mamoneira aos 120 se dias diferem entre as plantas que receberam adubação verde (26379,31 cm²) e química (25232,93 cm²) e as que foram mantidas no pousio no limpo (22969,54 cm²). Nessa época de amostragem, não foi encontrada diferença significativa entre a adubação química, adubação verde e a adubação orgânica recomendada, comprovando a eficácia dessas formas alternativas de fertilização do solo como fornecedoras de nutrientes para as plantas.

O número de folhas e a área foliar definem, segundo Guimarães *et al.* (2008), o tamanho do aparelho fotoassimilatório da planta, o qual influenciará no índice de área foliar, considerada uma das mais importantes características para o crescimento da planta. Lima *et al.* (2008), ao estudarem os efeitos da adubação orgânica, tendo a torta e da casca da mamoneira como fertilizantes, encontraram relação positiva entre o fertilizante orgânico com maior teor de N, que é a torta de mamona e a área foliar das plantas. Em contrapartida, os tratamentos que receberam a casca de mamona não apresentaram um desenvolvimento foliar equivalente, em função da alta relação C/N do material, que dificulta a sua decomposição e exige imobilização do N do solo para esse processo. Oliveira *et al.* (2010), estudando diferentes doses de esterco bovino e ovino sobre o desenvolvimento da mamoneira, em condições controladas, encontraram também resposta significativa à aplicação desses dois fertilizantes orgânicos no aumento da área foliar das plantas.

5.2 Nutrição mineral

O teor médio dos nutrientes encontrados nas folhas para todos os tratamentos é considerado adequado em relação aos parâmetros descritos pela Comissão de Fertilidade do Solo do Estado de Minas Gerais (RIBEIRO *et al.*, 1999), com exceção do K, evidenciando que as plantas foram supridas de nutrientes para os seus processos metabólicos ou se adaptaram à quantidade de nutrientes presentes no solo. Ao ser feita a análise de variância, apresentada na TAB. 6, não foi encontrada diferença significativa entre tratamentos para os níveis foliares de nitrogênio, de potássio, de cálcio,

de magnésio, de boro e de cobre. Resultados semelhantes encontraram Severino *et al.* (2008), utilizando diferentes composições de materiais orgânicos misturados à areia, como substratos para produção de mudas de mamoneira. Nesta pesquisa, não foi encontrada correlação entre a composição do substrato e os teores foliares dos nutrientes. Apenas o teor de K apresentou relação com a massa seca da parte aérea das plantas. Chiaradia *et al.* (2009) também não encontraram diferença significativa entre tratamentos constituídos de doses equivalentes a 0, 50%, 100% e 200% do N necessário à cultura, sob a forma de lodo de esgoto e adubação NPK recomendada para a mamoneira quando cultivada em área de reforma de canavial.

Tabela 7

Resumo da análise de variância dos níveis foliares de
N, de P, de K, de Ca, de Mg, de S, de B, de Zn, de Fe, de Mn e de Cu

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios		
		N	P	K
Bloco	3	35,93026667 ^{n.s}	0,863611 ^{n.s}	22,43861 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	38,61225 ^{n.s}	0,676 ^{n.s}	0,729 ^{n.s}
Adubo orgânico	4	51,072125 ^{n.s}	0,3385 ^{n.s}	6,840875 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	16,916625 ^{n.s}	1,32725 [*]	0,985875 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	63,28125 ^{n.s}	0,72 ^{n.s}	0,72 ^{n.s}
Trat. adic. x demais	1	34,05067 ^{n.s}	0,2535 ^{n.s}	47,34817 [*]
Resíduo	33	47,22875758	0,467550606	10,91088485
C.V.		15.891	16.831	14.876

		Ca	Mg	S
Bloco	3	13,89465333 ^{n.s}	0,235 ^{n.s}	1,379444333 [*]
Cobertura do solo	1	113,2323 ^{n.s}	0,256 ^{n.s}	0,256 ^{n.s}
Adubo orgânico	4	18,084625 ^{n.s}	0,453875 ^{n.s}	0,423375 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	53,784125 ^{n.s}	0,249125 ^{n.s}	0,160375 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	0,98 ^{n.s}	0,72 ^{n.s}	2,205 [*]
Trat. adic. x demais	1	16,06837 ^{n.s}	0,864 ^{n.s}	8,664 ^{**}
Resíduo	33	32,3827	0,4502	0,4004
C.V.		17.247	20.178	15.155

		B	Zn	Fe
Bloco	3	68,30556667 ^{n.s}	81,44443333 ^{n.s}	922,3543333 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	102,4 ^{n.s}	7,225 ^{n.s}	4347,225 [*]
Adubo orgânico	4	102,4375 ^{n.s}	51,75 ^{n.s}	423,2125 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	143,0875 ^{n.s}	64,1 ^{n.s}	784,2875 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	760,5 ^{n.s}	1081,125 ^{**}	2812,5 ^{n.s}
Trat. adic. x demais	1	120,4167 ^{n.s}	510,4167 ^{**}	697,0042 ^{n.s}
Resíduo	33	209,3812	58,3990	775,7633
C.V.		26,092	26,092	14,396

		Mn	Cu
Bloco	3	8933,853333 ^{n.s}	3,57639 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	5244,1 ^{n.s}	6,4 ^{n.s}
Adubo orgânico	4	8892,0375 ^{n.s}	1,9125 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	109,9125 ^{n.s}	0,9625 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	82215,12 [*]	6,152 ^{n.s}
Trat. adic. x demais	1	8201,704 ^{n.s}	0,2041667 ^{n.s}
Resíduo	33	16719,8242	2,1824
C.V.		25,064	21,042

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste F, respectivamente.

A análise de variância para o fósforo indicou significância para a interação sistema de cobertura x adubação orgânica, conforme TAB. 7. Foi efetuada, então, análise de regressão, cujos resultados estão apresentados no GRAF. 11. Encontrou-se resposta linear crescente às doses de adubo orgânico apenas quando esse estava associado ao adubo verde. Já para os tratamentos mantidos sob pousio no limpo, verificaram-se valores mais elevados de P foliar, sem contudo apresentar relação entre as doses de esterco e os teores foliares do nutriente. Provavelmente, parte do fósforo presente no solo por ocasião do plantio foi absorvido pela mucuna-preta e ficou na forma orgânica, não totalmente disponível para as plantas até a completa decomposição do material. Os resultados obtidos por Matos *et al.* (2006), estudando as formas de P no solo, mostram a importância da forma orgânica do nutriente na dinâmica do solo, funcionando, muitas vezes, como um reservatório do mesmo para as plantas. Em contrapartida, nas parcelas mantidas em pousio no limpo, o P do solo estava disponível e a ele foi adicionada uma quantidade significativa do nutriente, sob forma de esterco de galinha, garantindo, assim, um suprimento mais adequado às plantas. Os contrastes ortogonais, apresentados na TAB. 8, indicam diferença significativa apenas entre o tratamento que recebeu esterco de galinha na dose recomendada (AO 100), com um teor de $4,75 \text{ g kg}^{-1}$ e a média das parcelas que receberam adubação verde (AV) com $3,90 \text{ g kg}^{-1}$. Esse resultado pode ser explicado pelo alto teor do nutriente no esterco, que chegou a 3,35%, conforme a TAB. 9 e pela indisponibilidade inicial de P no solo, como foi relatado anteriormente. Pacheco *et al.* (2008b), avaliando teores de nutrientes na folha de mamoneira, concluíram que, dentre as concentrações foliares, as que apresentaram maiores variações foram para os tratamentos que tiveram adição de P e de K.

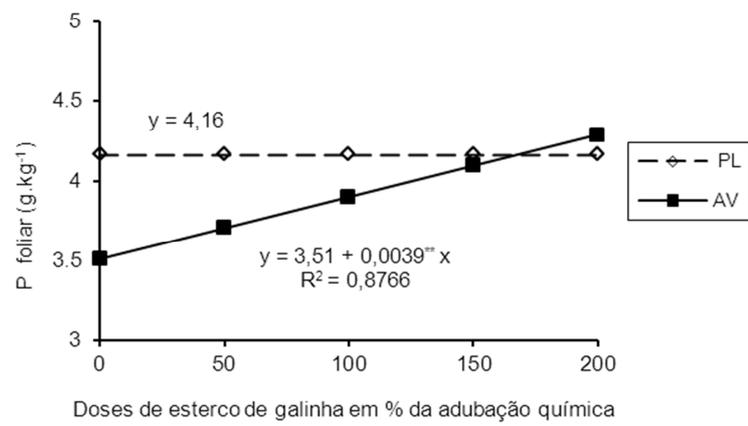


GRÁFICO 11– Nível de fósforo nas folhas da mamoneira

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% tebeste t, respectivamente

TABELA 8

Contrastes ortogonais dos níveis foliares de N, de P, de K, de Ca, de Mg, de S, de B, de Zn, de Fe, de Mn e de Cu

Contrastes	Médias																	
	Macronutrientes na folha (g.kg ⁻¹)																	
	N				P				K									
AO 0 vrs VE	44,90	-	38,55	=	6,35	n.s.	3,88	-	4,53	=	-0,65	n.s.	21,35	-	24,73	=	-3,38	n.s.
AO 0 vrs AQ	44,90	-	44,18	=	0,72	n.s.	3,88	-	3,93	=	-0,05	n.s.	21,35	-	24,13	=	-2,78	n.s.
AO 0 vrs AV	44,90	-	44,61	=	0,29	n.s.	3,88	-	3,90	=	-0,02	n.s.	21,35	-	21,63	=	-0,28	n.s.
AO 100 vrs VE	40,90	-	38,55	=	2,35	n.s.	4,75	-	4,53	=	0,22	n.s.	22,75	-	24,73	=	-1,98	n.s.
AO 100 vrs AQ	40,90	-	44,18	=	-3,28	n.s.	4,75	-	3,93	=	0,82	n.s.	22,75	-	24,13	=	-1,38	n.s.
AO 100 vrs AV	40,90	-	44,61	=	-3,71	n.s.	4,75	-	3,90	=	0,85	*	22,75	-	21,63	=	1,12	n.s.
PL vrs VE	42,64	-	38,55	=	4,09	n.s.	4,16	-	4,53	=	-0,37	n.s.	21,90	-	24,73	=	-2,83	n.s.
PL vrs AQ	42,64	-	44,18	=	-1,54	n.s.	4,16	-	3,93	=	0,23	n.s.	21,90	-	24,13	=	-2,23	n.s.
PL vrs AV	42,64	-	44,61	=	-1,97	n.s.	4,16	-	3,90	=	0,26	n.s.	21,90	-	21,63	=	0,27	n.s.
AV vrs VE	44,61	-	38,55	=	6,06	n.s.	3,90	-	4,53	=	-0,63	n.s.	21,63	-	24,73	=	-3,10	n.s.
AV vrs AQ	44,61	-	44,18	=	0,43	n.s.	3,90	-	3,93	=	-0,03	n.s.	21,63	-	24,13	=	-2,50	n.s.

Contrastes	Médias																	
	Macronutrientes na folha (g.kg ⁻¹)																	
	Ca				Mg				S									
AO 0 vrs VE	29,930	-	32,050	=	-2,120	n.s.	3,900	-	2,730	=	1,170	*	4,300	-	4,600	=	-0,300	n.s.
AO 0 vrs AQ	29,930	-	31,350	=	-1,420	n.s.	3,900	-	3,330	=	0,570	n.s.	4,300	-	5,650	=	-1,350	**
AO 0 vrs AV	29,930	-	34,940	=	-5,010	n.s.	3,900	-	3,470	=	0,430	n.s.	4,300	-	4,070	=	0,230	n.s.
AO 100 vrs VE	30,550	-	32,050	=	-1,500	n.s.	2,880	-	2,730	=	0,150	n.s.	3,730	-	4,600	=	-0,870	n.s.
AO 100 vrs AQ	30,550	-	31,350	=	-0,800	n.s.	2,880	-	3,330	=	-0,450	n.s.	3,730	-	5,650	=	-1,920	**
AO 100 vrs AV	30,550	-	34,940	=	-4,390	n.s.	2,880	-	3,470	=	-0,590	n.s.	3,730	-	4,070	=	-0,340	n.s.
PL vrs VE	31,570	-	32,050	=	-0,480	n.s.	3,310	-	2,730	=	0,580	n.s.	3,910	-	4,600	=	-0,690	*
PL vrs AQ	31,570	-	31,350	=	0,220	n.s.	3,310	-	3,330	=	-0,020	n.s.	3,910	-	5,650	=	-1,740	**
PL vrs AV	31,570	-	34,940	=	-3,370	n.s.	3,310	-	3,470	=	-0,160	n.s.	3,910	-	4,070	=	-0,160	n.s.
AV vrs VE	34,940	-	32,050	=	2,890	n.s.	3,470	-	2,730	=	0,740	n.s.	4,070	-	4,600	=	-0,530	n.s.
AV vrs AQ	34,940	-	31,350	=	3,590	n.s.	3,470	-	3,330	=	0,140	n.s.	4,070	-	5,650	=	-1,580	**

Contrastes	Médias																	
	Micronutrientes na folha (mg.kg ⁻¹)																	
	B				Zn				Fe									
AO 0 vrs VE	56,50	-	68,80	=	-12,30	**	34,50	-	32,80	=	1,70	n.s.	186,00	-	183,30	=	2,70	n.s.
AO 0 vrs AQ	56,50	-	49,30	=	7,20	**	34,50	-	56,00	=	-21,50	**	186,00	-	220,80	=	-34,80	n.s.
AO 0 vrs AV	56,50	-	56,40	=	0,10	n.s.	34,50	-	36,10	=	-1,60	n.s.	186,00	-	202,20	=	-16,20	n.s.
AO 100 vrs VE	61,00	-	68,80	=	-7,80	**	40,80	-	32,80	=	8,00	n.s.	192,30	-	183,30	=	9,00	n.s.
AO 100 vrs AQ	61,00	-	49,30	=	11,70	**	40,80	-	56,00	=	-15,20	**	192,30	-	220,80	=	-28,50	n.s.
AO 100 vrs AV	61,00	-	56,40	=	4,60	**	40,80	-	36,10	=	4,70	n.s.	192,30	-	202,20	=	-9,90	n.s.
PL vrs VE	53,20	-	68,80	=	-15,60	**	35,20	-	32,80	=	2,40	n.s.	181,40	-	183,30	=	-1,90	n.s.
PL vrs AQ	53,20	-	49,30	=	3,90	**	35,20	-	56,00	=	-20,80	**	181,40	-	220,80	=	-39,40	*
PL vrs AV	53,20	-	56,40	=	-3,20	**	35,20	-	36,10	=	-0,90	n.s.	181,40	-	202,20	=	-20,80	*
AV vrs VE	56,40	-	68,80	=	-12,40	**	36,10	-	32,80	=	3,30	n.s.	202,20	-	183,30	=	18,90	n.s.
AV vrs AQ	56,40	-	49,30	=	7,10	**	36,10	-	56,00	=	-19,90	**	202,20	-	220,80	=	-18,60	n.s.

Contrastes	Médias																	
	Micronutrientes na folha (mg.kg ⁻¹)																	
	Mn						Cu											
AO 0 vrs VE	552,800	-	443,800	=	109,000	n.s.	7,300	-	6,000	=	1,300	n.s.						
AO 0 vrs AQ	552,800	-	646,500	=	-93,700	n.s.	7,300	-	7,800	=	-0,500	n.s.						
AO 0 vrs AV	552,800	-	521,500	=	31,300	n.s.	7,300	-	7,500	=	-0,200	n.s.						
AO 100 vrs VE	475,800	-	443,800	=	32,000	n.s.	6,800	-	6,000	=	0,800	n.s.						
AO 100 vrs AQ	475,800	-	646,500	=	-170,700	n.s.	6,800	-	7,800	=	-1,000	n.s.						
AO 100 vrs AV	475,800	-	521,500	=	-45,700	n.s.	6,800	-	7,500	=	-0,700	n.s.						
PL vrs VE	498,600	-	443,800	=	54,800	n.s.	6,700	-	6,000	=	0,700	n.s.						
PL vrs AQ	498,600	-	646,500	=	-147,900	*	6,700	-	7,800	=	-1,100	n.s.						
PL vrs AV	498,600	-	521,500	=	-22,900	n.s.	6,700	-	7,500	=	-0,800	n.s.						
AV vrs VE	521,500	-	443,800	=	77,700	n.s.	7,500	-	6,000	=	1,500	n.s.						
AV vrs AQ	521,500	-	646,500	=	-125,000	n.s.	7,500	-	7,800	=	-0,300	n.s.						

Fonte: Do autor.

Notas: AO 0: Sem adubação orgânica - Pousio no limpo / AO 100: 100 % de adubação orgânica - Pousio no limpo.

PL: Pousio no limpo / AV: Adubação verde 100 / VE: Vegetação espontânea / AQ: Adubação química

n.s (P>0,05), * (P<0,05), ** (p<0,01).

TABELA 9

Resultados analíticos do esterco de galinha utilizado na área do experimento, em outubro de 2010

Atributo	Valor	Unidade
pH em CaCl ₂ 0,001 mol L ⁻¹	8,6	
Umidade a 65°C	19,5	%
Relação C/N	5,1	
Carbono orgânico	18,6	%
Matéria orgânica	32,1	%
N total	2,91	%
P ₂ O ₅ total	3,35	%
K ₂ O	1,84	%
Ca	12,87	%
Mg	0,38	%
S	0,24	%
B	0,007	%
Zn	0,03	%
Fe	0,14	%
Mn	0,04	%
Cu	0,004	%
N- NH ₄	2100	mg kg ⁻¹
N- NO ₃ +NO ₂	866	mg kg ⁻¹

Fonte: Do autor.

O K apresentou na análise de variância apenas diferença entre a média do fatorial e a média dos demais tratamentos, resultado esse pouco conclusivo, já que não se detectou nenhuma diferença pelos contrastes ortogonais.

O Mg não apresentou diferença significativa pela análise de variância entre os tratamentos, mas, ao se analisarem os contrastes ortogonais, encontrou-se diferença entre as plantas que não receberam nenhuma adubação (AO 0) com 3,9 mg kg⁻¹ e as que estavam sob a vegetação espontânea (VE) com 2,73 mg kg⁻¹. A movimentação e disponibilidade de Mg para as plantas em função da cobertura vegetal e incorporação de material orgânico ainda é pouco explicada, mas, segundo trabalho realizado por Amaral *et al.* (2004), esses parâmetros podem ser influenciados pela natureza do resíduo orgânico incorporado, já que cada resíduo possui diferentes concentrações de ácidos orgânicos que poderão disponibilizar ou complexar esse elemento e pela quantidade de Mg existente no solo. Esses

autores encontraram variação na quantidade de Mg disponível para as plantas, em função do tipo de cobertura morta que existia no solo, o que provavelmente aconteceu no tratamento com vegetação espontânea.

Quanto aos teores de enxofre e Zinco nas folhas, as análises de regressão (TAB. 7) indicam diferenças entre os tratamentos adicionais, ou seja, (adubação química e vegetação espontânea) e entre as médias dos tratamentos adicionais e as médias dos demais tratamentos. Pelos contrastes ortogonais (TAB. 8), pode-se observar teores mais altos de S e Zn, no tratamento com adubação química em relação aos tratamentos que receberam esterco (AO 100 e PL), aos tratamentos com adubação verde (AV) e ao tratamento sem adubação (AO 0). Esse resultado deve-se à adição de enxofre e zinco na composição da fórmula da adubação química, exigida pela recomendação para a cultura e aos baixos teores desses dois nutrientes presentes na vegetação espontânea e no esterco de galinha, como pode ser visto nas TAB. 6 e 9. Zeittouniet *al.* (2007), aplicando diferentes doses de zinco no solo, encontraram relação positiva entre a quantidade aplicada no solo e o teor do nutriente nas folhas da mamoneira. Para o enxofre, Costa *et al.* (2009), trabalhando com diferentes fontes de adubação orgânica e mineral, não encontraram variação significativa nos teores foliares desse nutriente.

Para os teores foliares de ferro, a diferença encontrada pela análise de variância foi entre os tratamentos com adubação verde ($202,20 \text{ mg kg}^{-1}$) e os tratamentos sob pousio no limpo ($181,40 \text{ mg kg}^{-1}$). Pelos resultados dos contrastes ortogonais, observa-se diferença entre a média das plantas mantidas em pousio no limpo do tratamento com adubação química ($220,80 \text{ mg kg}^{-1}$). Ao analisar as TAB. 6 e 9, pode-se observar o baixo teor de Fe no adubo verde incorporado e no esterco de galinha. Entretanto, ao se variarem as doses de esterco de galinha, obteve-se uma resposta significativa apenas para os tratamentos com adubação verde (GRAF. 12), provavelmente em função da associação dos teores de Fe dos dois materiais usados. O aumento de ferro pelo uso de adubação verde foi também relatado por Teixeira *et al.* (2008), ao alternarem diversas coberturas mortas na cultura do feijoeiro, encontrando níveis foliares mais altos do nutriente no tratamento

que usou o guandu-anão como cobertura do solo esses autores concluíram que a leguminosa, em função da sua composição mais rica em Fe, supriu adequadamente a cultura com o nutriente.

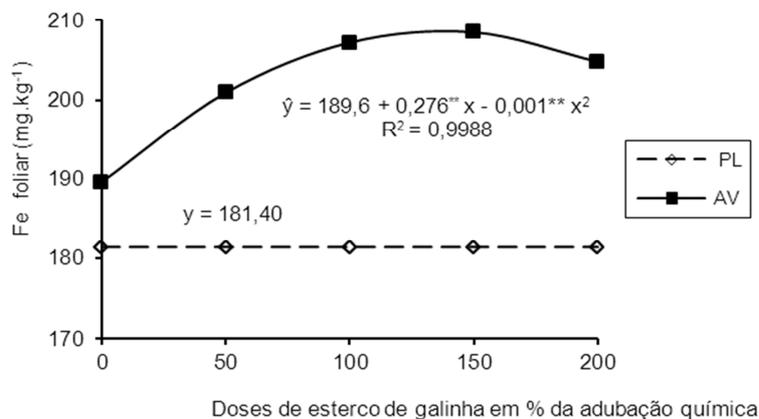


GRÁFICO 12 – Teor de ferro nas folhas da mamoneira

Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Os níveis foliares de manganês, pela análise de variância, são mais altos no tratamento com adubação química, quando comparados com o tratamento com vegetação espontânea. Já nos contrastes ortogonais, observa-se diferença significativa entre a média do tratamento AQ e a média dos tratamentos que foram mantidos no pousio no limpo. Foi efetuada também a análise de regressão, que, por sua vez, mostrou queda acentuada nos níveis foliares de manganês (GRAF. 13), em função do aumento das doses de esterco de galinha, quando associado à adubação verde. Os resultados podem estar ligados à elevação de pH do solo proporcionada pelas doses de esterco, já que esse fertilizante orgânico recebe a adição de cal virgem para evitar a proliferação de moscas nas dependências do aviário.

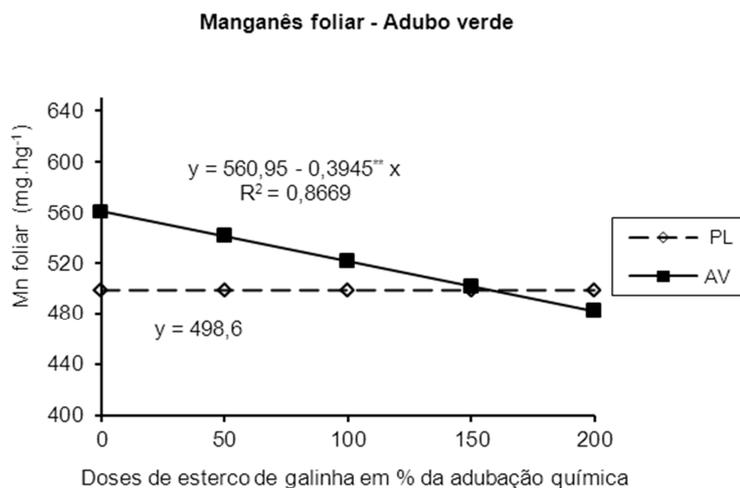


GRÁFICO 13 – Teor de manganês nas folhas da mamoneira
Do autor.
Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Para os teores de cobre, não se encontrou nenhuma diferença entre os tratamentos. Com a análise de regressão, pôde-se observar que, ao se aumentar a dose de esterco de galinha, tem-se uma diminuição no teor de Cu foliar nos tratamentos feitos no pousio no limpo, conforme apresentado no GRAF. 14. O nível de 7 mg kg^{-1} , considerado mínimo por Léles (2008) para a mamoneira, começa a ser atingido a partir do tratamento AO 100, podendo comprometer a produtividade da cultura. A interação entre a matéria orgânica, adubação verde e teor foliar de cobre é complexa, como relatou Pegoraro *et al.* (2006) e depende do material de cobertura e da textura do solo. Esses autores, estudando a biodisponibilidades do Cu no solo e o seu fluxos difusivo, concluíram que a presença de restos vegetais no solo aumentou a biodisponibilidade desse nutriente para as plantas, resultado esse que difere do encontrado na presente pesquisa. Já Fernandes (2011), ao adicionar torta de mamona no plantio da mamoneira, não encontrou alteração significativa nos teores de Cu foliar em relação à testemunha.

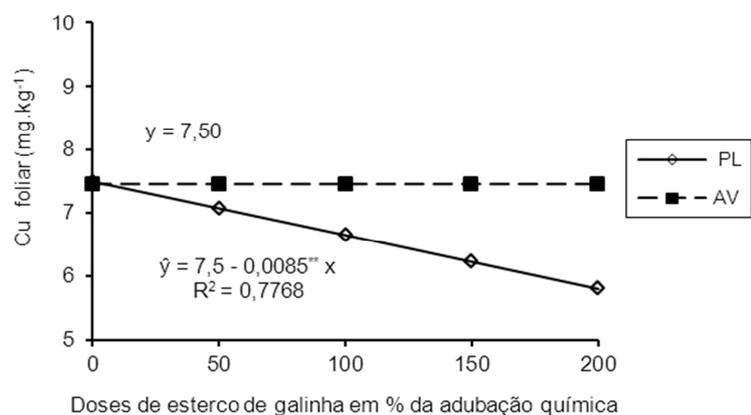


GRÁFICO 14 – Teor de cobre nas folhas da mamoneira
Do autor.
Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

5.3 Produção e produtividade da mamoneira

Os resultados da análise de variância, para os parâmetros altura do rácimo primário, número de nós, comprimento, número de frutos e a porcentagem de flores femininas nos rácimos primário, secundário e terciário, estão apresentados na TAB. 10. Na TAB. 11, são apresentados os resultados dos contrastes ortogonais relativos a esses parâmetros. Da mesma forma, nas TAB. 12 e 13 são apresentados os resultados dessas análises para produção, produtividade e fator fruto semente para grãos e sementes da mamoneira.

TABELA 10

Resumo da análise de variância da altura do rácemo primário, do número de nós, do comprimento, da porcentagem de flores femininas e do número de frutos dos ramos primário, secundário e terciário da mamoneira

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios	
		Altura Rácemo	Número de nós
Bloco	3	809,331 *	0,300339067 **
Cobertura do solo	1	900,1266 *	0,005063601 n.s
Adubo orgânico	4	518,232 n.s	0,020525743 n.s
Cob. X ad. org.	4	116,2789 n.s	0,005597403 n.s
Trat. Adicionais	1	136,125 n.s	0,009284536 n.s
Trat. adic. x demais	1	518,469 n.s	0,000157489 n.s
Resíduo	33	204,9826667	0,016697842
C.V.		14.083	2.967

Comprimento dos ramos				
		Primário	Secundário	Terciário
		Bloco	3	89,5376 n.s
Cobertura do solo	1	123,084 n.s	7,14205 n.s	2,903656 *
Adubo orgânico	4	51,045825 n.s	39,5018 n.s	0,2598345 n.s
Cob. X ad. org.	4	27,45555 n.s	61,986075 *	1,0909285 n.s
Trat. Adicionais	1	107,5556 n.s	213,5079 **	4,840958 **
Trat. adic. x demais	1	506,051 **	56,73505 n.s	3,137821 *
Resíduo	33	60,9257	17,2061	0,4587
C.V.		10.765	15.121	25.324

Porcentagem de flores femininas nos ramos				
		Primário	Secundário	Terciário
		Bloco	3	132,8460667 *
Cobertura do solo	1	20,90434 n.s	146,2123 *	2,753903 *
Adubo orgânico	4	134,07525 *	44,48145 n.s	1,2328635 *
Cob. X ad. org.	4	115,5619 *	33,692075 n.s	0,57288525 n.s
Trat. Adicionais	1	313,5424 **	171,0933 *	3,475712 **
Trat. adic. x demais	1	39,88067 n.s	9,023371 n.s	0,004020645 n.s
Resíduo	33	38,2275	22,9940	0,4245
C.V.		6.837,000	8.460,000	18.284,000

Número de frutos nos ramos				
		Primário	Secundário	Terciário
		Bloco	3	11,69963 n.s
Cobertura do solo	1	1121,628 **	467,6897 **	8,532138 **
Adubo orgânico	4	34,870125 n.s	14,3013875 n.s	0,3315715 n.s
Cob. X ad. org.	4	75,373525 n.s	48,299525 n.s	1,13721275 n.s
Trat. Adicionais	1	111,0878 n.s	26,93031 n.s	0,5934387 n.s
Trat. adic. x demais	1	1,5196 n.s	5,886119 n.s	0,2630539 n.s
Resíduo	33	53,2543	26,5906	0,815276364
C.V.		7.855,000	8.757,000	22.022

Fonte: Do autor.

Notas: * e **, 5 e 1% teste F, respectivamente.

TABELA 11

Contrastes ortogonais do número de nós, da altura do rãcemo primário, do comprimento, da porcentagem de flores femininas e do número de frutos dos rãcemos primários, secundários e terciários da mamoneira

Contrastes	Médias											
	Número de nós						Altura do rãcemo primário					
AO 0 vrs VE	4,280	-	4,320	=	-0,040	n.s.	87,130	-	90,190	=	-3,060	n.s.
AO 0 vrs AQ	4,280	-	4,390	=	-0,110	n.s.	87,130	-	98,440	=	-11,310	n.s.
AO 0 vrs AV	4,280	-	4,370	=	-0,090	n.s.	87,130	-	107,880	=	-20,750	*
AO 100 vrs VE	4,350	-	4,320	=	0,030	n.s.	104,750	-	90,190	=	14,560	n.s.
AO 100 vrs AQ	4,350	-	4,390	=	-0,040	n.s.	104,750	-	98,440	=	6,310	n.s.
AO 100 vrs AV	4,350	-	4,370	=	-0,020	n.s.	104,750	-	107,880	=	-3,130	n.s.
PL vrs VE	4,350	-	4,320	=	0,030	n.s.	98,390	-	90,190	=	8,200	n.s.
PL vrs AQ	4,350	-	4,390	=	-0,040	n.s.	98,390	-	98,440	=	-0,050	n.s.
PL vrs AV	4,350	-	4,370	=	-0,020	n.s.	98,390	-	107,880	=	-9,490	*
AV vrs VE	4,370	-	4,320	=	0,050	n.s.	107,880	-	90,190	=	17,690	*
AV vrs AQ	4,370	-	4,390	=	-0,020	n.s.	107,880	-	98,440	=	9,440	n.s.

	Comprimento do rãcemo																	
	Primário				Secundário				Terciário									
AO 0 vrs VE	67,375	-	61,583	=	5,792	n.s.	29,875	-	36,667	=	-6,792	n.s.	24,163	-	24,693	=	-0,530	n.s.
AO 0 vrs AQ	67,375	-	68,917	=	-1,542	n.s.	29,875	-	49,188	=	-19,313	**	24,163	-	32,146	=	-7,983	n.s.
AO 0 vrs AV	67,375	-	75,717	=	-8,342	n.s.	29,875	-	41,204	=	-11,329	**	24,163	-	31,466	=	-7,303	*
AO 100 vrs VE	72,708	-	61,583	=	11,125	n.s.	42,542	-	36,667	=	5,875	n.s.	26,642	-	24,693	=	1,949	n.s.
AO 100 vrs AQ	72,708	-	68,917	=	3,791	n.s.	42,542	-	49,188	=	-6,646	n.s.	26,642	-	32,146	=	-5,504	n.s.
AO 100 vrs AV	72,708	-	75,717	=	-3,009	n.s.	42,542	-	41,204	=	1,338	n.s.	26,642	-	31,466	=	-4,824	n.s.
PL vrs VE	72,208	-	61,583	=	10,625	*	39,758	-	36,667	=	3,091	n.s.	24,627	-	24,693	=	-0,066	n.s.
PL vrs AQ	72,208	-	68,917	=	3,291	n.s.	39,758	-	49,188	=	-9,430	**	24,627	-	32,146	=	-7,519	*
PL vrs AV	72,208	-	75,717	=	-3,509	n.s.	39,758	-	41,204	=	-1,446	n.s.	24,627	-	31,466	=	-6,839	**
AV vrs VE	75,717	-	61,583	=	14,134	**	41,204	-	36,667	=	4,537	n.s.	31,466	-	24,693	=	6,773	*
AV vrs AQ	75,717	-	68,917	=	6,800	n.s.	41,204	-	49,188	=	-7,984	*	31,466	-	32,146	=	-0,680	n.s.

	Porcentagem de flores femininas no rãcemo																	
	Primário				Secundário				Terciário									
AO 0 vrs VE	55,352	-	57,936	=	-2,584	n.s.	49,459	-	51,085	=	-1,626	n.s.	27,274	-	27,151	=	0,123	n.s.
AO 0 vrs AQ	55,352	-	68,268	=	-12,916	**	49,459	-	60,334	=	-10,875	**	27,274	-	30,821	=	-3,547	n.s.
AO 0 vrs AV	55,352	-	60,607	=	-5,255	*	49,459	-	58,785	=	-9,326	**	27,274	-	31,466	=	-4,192	n.s.
AO 100 vrs VE	60,422	-	57,936	=	2,486	n.s.	56,182	-	51,085	=	5,097	n.s.	22,838	-	27,151	=	-4,313	n.s.
AO 100 vrs AQ	60,422	-	68,268	=	-7,846	*	56,182	-	60,334	=	-4,152	n.s.	22,838	-	30,821	=	-7,983	*
AO 100 vrs AV	60,422	-	60,607	=	-0,185	n.s.	56,182	-	58,785	=	-2,603	n.s.	22,838	-	31,466	=	-8,628	**
PL vrs VE	59,762	-	57,936	=	1,826	n.s.	54,961	-	51,085	=	3,876	n.s.	24,627	-	27,151	=	-2,524	n.s.
PL vrs AQ	59,762	-	68,268	=	-8,506	**	54,961	-	60,334	=	-5,373	**	24,627	-	30,821	=	-6,194	*
PL vrs AV	59,762	-	60,607	=	-0,845	n.s.	54,961	-	58,785	=	-3,824	*	24,627	-	31,466	=	-6,839	**
AV vrs VE	60,607	-	57,936	=	2,671	n.s.	58,785	-	51,085	=	7,700	**	31,466	-	27,151	=	4,315	n.s.
AV vrs AQ	60,607	-	68,268	=	-7,661	**	58,785	-	60,334	=	-1,549	n.s.	31,466	-	30,821	=	0,645	n.s.

	Número de frutos no rãcemo																	
	Primário				Secundário				Terciário									
AO 0 vrs VE	8,445	-	7,273	=	1,172	*	6,280	-	6,801	=	-0,521	n.s.	4,408	-	4,161	=	0,247	n.s.
AO 0 vrs AQ	8,445	-	8,829	=	-0,384	n.s.	6,280	-	8,120	=	-1,840	**	4,408	-	4,705	=	-0,297	n.s.
AO 0 vrs AV	8,445	-	9,007	=	-0,562	n.s.	6,280	-	7,698	=	-1,418	**	4,408	-	4,696	=	-0,288	n.s.
AO 100 vrs VE	8,142	-	7,273	=	0,869	n.s.	7,534	-	6,801	=	0,733	n.s.	3,634	-	4,161	=	-0,527	n.s.
AO 100 vrs AQ	8,142	-	8,829	=	-0,687	n.s.	7,534	-	8,120	=	-0,586	n.s.	3,634	-	4,705	=	-1,071	n.s.
AO 100 vrs AV	8,142	-	9,007	=	-0,865	*	7,534	-	7,698	=	-0,164	n.s.	3,634	-	4,696	=	-1,062	*
PL vrs VE	8,468	-	7,273	=	1,195	**	7,174	-	6,801	=	0,373	n.s.	3,772	-	4,161	=	-0,389	n.s.
PL vrs AQ	8,468	-	8,829	=	-0,361	n.s.	7,174	-	8,120	=	-0,946	*	3,772	-	4,705	=	-0,933	n.s.
PL vrs AV	8,468	-	9,007	=	-0,539	*	7,174	-	7,698	=	-0,524	*	3,772	-	4,696	=	-0,924	**
AV vrs VE	9,007	-	7,273	=	1,734	**	7,698	-	6,801	=	0,897	*	4,696	-	4,161	=	0,535	n.s.
AV vrs AQ	9,007	-	8,829	=	0,178	n.s.	7,698	-	8,120	=	-0,422	n.s.	4,696	-	4,705	=	-0,009	n.s.

Fonte: Do autor.

Notas: AO 0: Sem adubação orgânica - Pousio no limpo / AO 100: 100 % de adubação orgânica - Pousio no limpo.

PL: Pousio no limpo / AV: Adubação verde 100 / VE: Vegetação espontânea / AQ: Adubação química

n.s (P>0,05), * (P<0,05), ** (p<0,01).

TABELA 12

Resumo da análise de variância da produtividade, do fator fruto semente da produtividade de sementes, da produtividade de grãos por planta, e da produtividade de sementes por planta.

Fontes de Variação	Graus de liberdade	Quadrados Médios		
		Produtividade de grãos	Fator Fruto / semente	Produtividade de sementes
Bloco	3	79225,2 ^{n.s}	0,575664667 ^{n.s}	54052,76667 ^{n.s}
Cobertura do solo	1	4810578 ^{**}	2,868281 ^{n.s}	2732948 ^{**}
Adubo orgânico	4	337365,75 ^{n.s}	0,215932225 ^{n.s}	172179,275 ^{n.s}
Cob. X ad. org.	4	366773,25 ^{n.s}	0,1289074 ^{n.s}	176197,575 ^{n.s}
Trat. Adicionais	1	3158422 [*]	1,005164 ^{n.s}	1684626 [*]
Trat. adic. x demais	1	694988,4 ^{n.s}	1,677648 ^{n.s}	425074,1 ^{n.s}
Resíduo	33	512513,6364	0,742993333	241407,4545
C.V.		17,321	1,517	16,962
		<i>Produção de grãos por Pl.</i>	<i>Produção de sementes por pl.</i>	
Bloco	3	792,252 ^{n.s}	540,5276667 ^{n.s}	
Cobertura do solo	1	48105,78 ^{**}	27329,48 ^{**}	
Adubo orgânico	4	3373,6575 ^{n.s}	1721,79275 ^{n.s}	
Cob. X ad. org.	4	3667,7325 ^{n.s}	1761,97575 ^{n.s}	
Trat. Adicionais	1	31584,22 [*]	168846,26 ^{**}	
Trat. adic. x demais	1	6949,884 ^{n.s}	4250,741 ^{n.s}	
Resíduo	33	5125,136364	2414,074545	
C.V.		17,321	16,962	

Fonte: Do autor

TABELA 13

Contrastes ortogonais da produtividade, da produção de grãos e sementes, do fator fruto / semente e da produção de grãos e sementes por planta

Contrastes	Médias											
	Produtividade											
	Produtividade de grãos			Fator fruto/semente			Produtividade de sementes					
AO 0 vrs VE	3523,75	- 3235,83	= 287,92	n.s	56,610	- 56,060	= 0,55	n.s	2451,83	- 2227,42	= 224,42	n.s
AO 0 vrs AQ	3523,75	- 4492,50	= -968,75	n.s	56,610	- 56,769	= -0,16	n.s	2451,83	- 3145,19	= -693,36	n.s
AO 0 vrs AV	3523,75	- 4533,83	= -1010,08	*	56,610	- 57,184	= -0,57	n.s	2451,83	- 3200,20	= -748,37	**
AO 100 vrs VE	3881,67	- 3235,83	= 645,83	n.s	56,815	- 56,060	= 0,75	n.s	2715,78	- 2227,42	= 488,37	n.s
AO 100 vrs AQ	3881,67	- 4492,50	= -610,83	n.s	56,815	- 56,769	= 0,05	n.s	2715,78	- 3145,19	= -429,41	n.s
AO 100 vrs AV	3881,67	- 4533,83	= -652,17	n.s	56,815	- 57,184	= -0,37	n.s	2715,78	- 3200,20	= -484,42	n.s
PL vrs VE	3840,25	- 3235,83	= 604,42	n.s	56,649	- 56,060	= 0,59	n.s	2677,43	- 2227,42	= 450,01	n.s
PL vrs AQ	3840,25	- 4492,50	= -652,25	n.s	56,649	- 56,769	= -0,12	n.s	2677,43	- 3145,19	= -467,77	n.s
PL vrs AV	3840,25	- 4533,83	= -693,58	**	56,649	- 57,184	= -0,53	n.s	2677,43	- 3200,20	= -522,78	**
AV vrs VE	4533,83	- 3235,83	= 1298,00	**	57,184	- 56,060	= 1,12	*	3200,20	- 2227,42	= 972,79	**
AV vrs AQ	4533,83	- 4492,50	= 41,33	n.s	57,184	- 56,769	= 0,41	n.s	3200,20	- 3145,19	= 55,01	n.s

Contrastes	Produção											
	Produção											
	Produção de grãos. Planta ⁻¹			Produção de sementes.planta ⁻¹								
AO 0 vrs VE	352,38	- 323,58	= 28,792	n.s	245,18	- 222,74	= 22,44	n.s				
AO 0 vrs AQ	352,38	- 449,25	= -96,875	n.s	245,18	- 314,52	= -69,34	n.s				
AO 0 vrs AV	352,38	- 453,38	= -101,008	*	245,18	- 320,02	= -74,84	**				
AO 100 vrs VE	388,17	- 323,58	= 64,583	n.s	271,58	- 222,74	= 48,84	n.s				
AO 100 vrs AQ	388,17	- 449,25	= -61,083	n.s	271,58	- 314,52	= -42,94	n.s				
AO 100 vrs AV	388,17	- 453,38	= -65,217	n.s	271,58	- 320,02	= -48,44	n.s				
PL vrs VE	384,03	- 323,58	= 60,442	**	267,74	- 222,74	= 45,00	n.s				
PL vrs AQ	384,03	- 449,25	= -65,225	n.s	267,74	- 314,52	= -46,78	n.s				
PL vrs AV	384,03	- 453,38	= -69,358	**	267,74	- 320,02	= -52,28	**				
AV vrs VE	453,38	- 323,58	= 129,800	**	320,02	- 222,74	= 97,28	**				
AV vrs AQ	453,38	- 449,25	= 4,133	n.s	320,02	- 314,52	= 5,50	n.s				

Notas: AO 0: Sem adubação orgânica - Pousio no limpo / AO 100: 100 % de adubação orgânica - Pousio no limpo.

PL: Pousio no limpo / AV: Adubação verde 100 / VE: Vegetação espontânea / AQ: Adubação química

n.s (P>0,05), * (P<0,05), ** (p<0,01).

Com relação ao número de nós, não foi encontrada diferença significativa entre nenhum dos tratamentos propostos, como pode ser observado na TAB. 10. Severino *et al.* (2006a), analisaram diferentes doses de adubo químico e também não encontraram diferença significativa entre os tratamentos, ao avaliarem esse parâmetro. Resultado contrário encontraram Souza *et al.* (2007b), ao trabalharem com diferentes épocas de plantio, já que, onde ocorreu um maior índice de chuvas, obteve-se uma maior altura das plantas, em função do maior número de nós nas plantas.

Já com relação à altura do rácemo primário, os tratamentos que receberam adubação verde apresentaram aumento significativo (107,88 cm), quando comparados aos tratamentos mantidos no limpo (98,39 cm), conforme a análise de variância apresentada na TAB. 10. Os contrastes ortogonais, apresentados na TAB. 11, evidenciam que essas plantas foram superiores também às cultivadas sob vegetação espontânea (VE) e sem adubação (AO 0), mas não se diferiram das que receberam adubação

química (AQ). Pela análise de regressão, apresentada no GRAF. 15, pode-se observar que houve resposta às doses de esterco de galinha para essa variável apenas para as plantas mantidas no pousio no limpo, como vem sendo observado para a maioria das características de crescimento avaliadas.

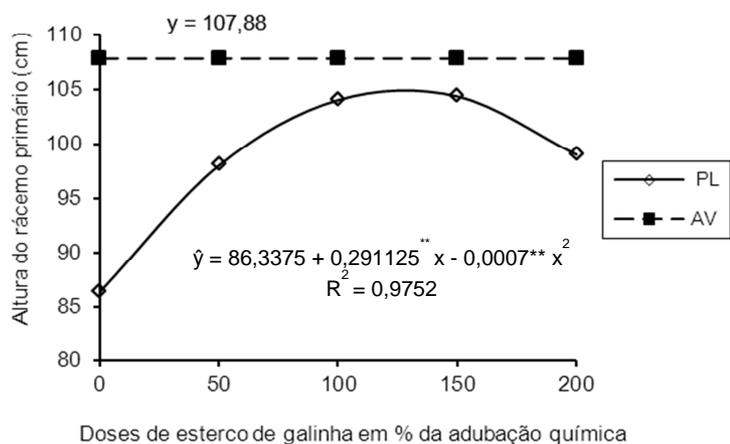


GRÁFICO 15 – Altura do rácimo primário da mamoneira
Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Severino *et al.* (2006b) e Fernandes (2011) obtiveram resultados contrários aos desta pesquisa com relação à altura do rácimo primário, pois, mesmo variando a fontes de doses de adubação, não encontraram diferença significativa entre os tratamentos, quando analisaram essa variável. Entretanto é importante ressaltar que esses trabalhos foram efetuados em área de sequeiro. Souza *et al.* (2007b), por sua vez, encontraram em áreas irrigadas e de sequeiro com diferentes épocas de semeadura, diferença significativa entre as alturas de inserção do primeiro rácimo, onde concluíram, que o uso de irrigação, associado a terrenos com boa fertilidade, induz a um maior crescimento da planta, com conseqüente aumento na altura de inserção do rácimo primário. Também Soratto *et al.* (2012), trabalhando com plantas de porte baixo (IAC 2028 e FCA-PB) e diferentes épocas de plantio, encontraram relação positiva entre a época de plantio e a altura de

inserção do primeiro rácemo, indicando que essa variável sofre influência não só da adubação, mas também da época de plantio. Esses autores não encontraram diferença significativa entre as alturas de inserção do rácemo primário para a época da primavera-verão, mesmo nos tratamentos com altas populações de plantas (até 50.000 plantas ha⁻¹). Já no outono-inverno, foi encontrada diferença entre os tratamentos para essa variável, por esses autores.

Com relação ao comprimento do rácemo primário das plantas, os resultados da análise de variância da TAB. 10 permitem afirmar que há diferença entre os tratamentos adicionais, ou seja, os rácemos primários do tratamento com adubação química (68,917 cm) desenvolveram-se melhor que os do tratamento VE (61,583). Pela análise dos contrastes ortogonais, observa-se diferença entre os tratamentos que receberam adubação verde (75,717 cm) ou foram mantidos em pousio no limpo (72,208 cm) e o tratamento adicional com vegetação espontânea (61,583 cm). Entre os tratamentos com adubação verde, com adubação orgânica recomendada e com adubação química, não se encontrou diferença significativa pelos contrastes ortogonais. A regressão, por sua vez, comprova a resposta significativa à aplicação de adubo orgânico, quando combinado com a adubação verde, conforme o GRAF. 16, evidenciando que o tamanho do rácemo primário responde, mesmo com todos os nutrientes incorporados pela adubação verde, a um aporte de nutrientes de outras fontes, proporcionando oportunidade para uma maior produção. Severino *et al.* (2006a), trabalhando com diferentes doses de adubo químico, também encontraram relação positiva entre o comprimento do rácemo e doses de nitrogênio, indicando a importância desse nutriente para o crescimento da planta e de suas partes reprodutivas.

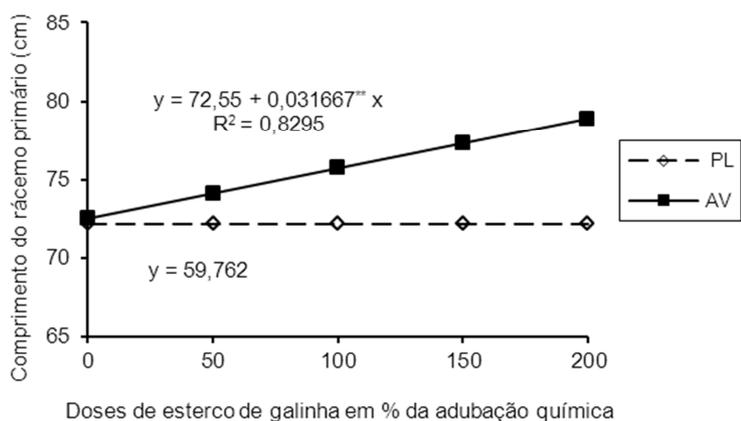


GRÁFICO 16 – Comprimento do rácimo primário da mamoneira
Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Já a porcentagem de flores femininas apresentou diferença significativa entre os tratamentos adicionais e na interação dos fatores. Essa é uma característica bastante complexa e fundamental para a produtividade. Sabe-se que fatores ambientais como déficit hídrico, comprimento do dia, altas temperaturas favorecem a diminuição das flores femininas. Já solos férteis ou com adubação balanceada favorecem o aumento dessas flores (BERTOZZO *et al.* 2010). Ao analisar os contrastes ortogonais, encontrou-se superioridade da adubação química (68,26 = 87%) sobre as plantas que receberam adubação verde (60,26 = 75%) e as mantidas no pousio no limpo (59,76= 74%), corroborando resultados obtidos por Severino *et al.* (2006b), que encontraram respostas semelhantes ao suprirem as plantas com N, P e K.

Para o número de frutos do rácimo primário, ocorreu efeito positivo do sistema de cobertura do solo, sendo que as plantas conduzidas sob adubação orgânica tiveram um desempenho superior (82 und) às conduzidas sob pousio no limpo (71 und). Também entre os tratamentos adicionais, encontrou-se diferença significativa para a adubação química (77 und) e para a vegetação espontânea (52 und). Pelos contrastes ortogonais, observam-se,

conforme TAB. 11, baixos valores para a mamoneira cultivada sob vegetação espontânea (7,273 = 52 und) que apresentou resultados inferiores até a parcela sem adubação (8,445 = 70 und). Esse resultado pode ser explicado pelo teor de N na vegetação espontânea ser inferior ao do adubo verde (tabela 8) e também pela quantidade de biomassa incorporada, já que o material incorporado era lignificado, de difícil decomposição, necessitando de um maior período para a mineralização dos nutrientes. Camargo *et al.* (1995), ao incorporarem diferentes quantidades de palha de arroz na cultura do arroz, obtiveram também menor matéria seca total das plantas, menor produção de matéria seca pela cultura e menor rendimento de grãos. Esses autores concluíram que a palhada causou a imobilização do N, nutriente essencial à produtividade. Também Vasconcellos *et al.* (1998), avaliando a incorporação de restos culturais de sorgo na soja, encontraram efeitos negativos desse material sobre o desenvolvimento da planta, observando efeito negativo desse material sobre a disponibilidade do nitrogênio no solo.

Com relação ao comprimento do rácemo secundário, a análise de variância apresentou diferenças significativas entre as doses de adubo orgânico. Esses resultados foram submetidos à análise de regressão, apresentando uma resposta positiva à adubação orgânica no sistema de pousio no limpo, conforme o GRAF. 17. Os tratamentos adicionais, segundo a análise de variância, se diferem entre si, ou seja, as plantas adubadas quimicamente tiveram rúcemos secundários maiores (49,19 cm) do que as conduzidas com incorporação da vegetação espontânea (36,67 cm). Os contrastes ortogonais, por sua vez, demonstram que as plantas que receberam adubação química apresentaram maiores rúcemos secundários (49,19 cm) do que as conduzidas sob adubação verde (41,20 cm).

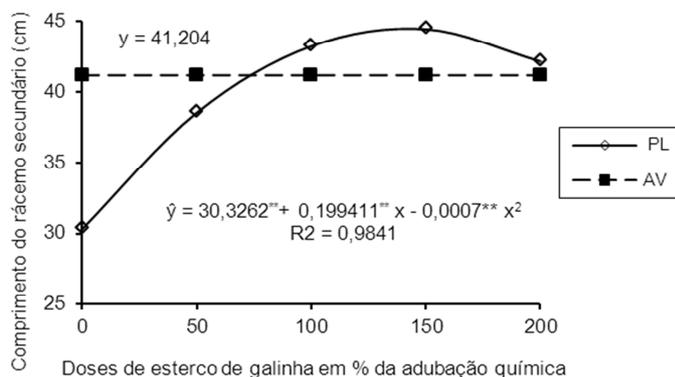


GRÁFICO 17 – Comprimento do rácimo secundário da mamoneira
Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

A porcentagem de flores femininas desse rácimo foi influenciada pelo sistema de cobertura do solo, sendo que as plantas conduzidas sob adubação verde (58,78 = 73%) apresentaram resultado superior ao das conduzidas sob pousio no limpo (54,96 = 66%). Foi encontrada também diferença entre os tratamentos AQ e VE. Já pelos contrastes ortogonais, não se encontrou diferença entre as adubações verde, orgânica recomendada e química.

O número de frutos do rácimo foi influenciado positivamente pela adubação orgânica, conforme GRAF. 18, mas apenas para o pousio no limpo. Os contrastes ortogonais mostram que os melhores resultados foram obtidos no tratamento com adubação química (8,12 = 65 und), que não se diferiu estatisticamente dos tratamentos com adubação verde (7,698 = 58 und) e adubação orgânica recomendada (7,534 = 60 und).

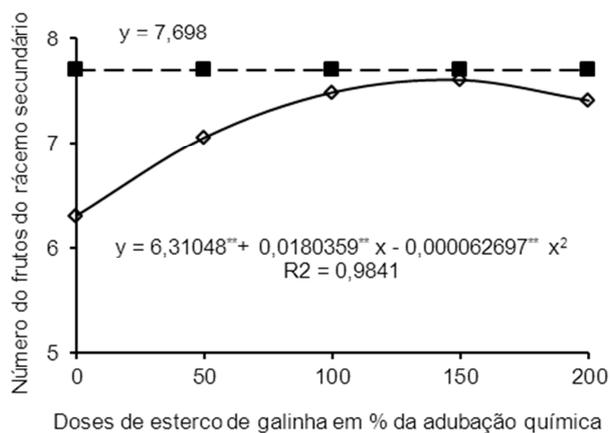


GRÁFICO 18 - Número de frutos do rácimo secundário da mamoneira

Notas: * e **, 5 e 1% teste t, respectivamente.

Todos os dados avaliados com relação ao segundo rácimo indicam superioridade da adubação verde sobre os outros sistemas de adubação. Esse resultado pode ser explicado pelos níveis de nutrientes existentes e facilmente assimilados do material incorporado da mucuna-preta. Condições ambientais são reladas por vários autores, influenciando essas características do desenvolvimento da mamoneira. Assim, Severino *et al.* (2006b) e Souza *et al.* (2007) encontraram, em seus trabalhos, variações positivas nesse parâmetro, ao utilizarem níveis mais altos de adubação química e orgânica na mamoneira. Trabalhos desenvolvidos com outras espécies, como os de Silva *et al.* (2002), em pomares de laranja, pera e o de Andrade Neto *et al.* (2010), com sorgo forrageiro, demonstram a capacidade dessa leguminosa em suprir as culturas com elevadas quantidades de nutrientes com efeito no seu crescimento e desenvolvimento.

Já para os resultados do rácimo terciário, para o comprimento, encontrou-se diferença significativa apenas com relação ao sistema de cobertura do solo, com médias de 31,466 cm, para as plantas conduzidas sob adubação verde e 24,627 cm, para as plantas sob pousio no limpo. Cabe

salientar que esse aumento de 14% no terceiro rácemo contribuiu para a produção e para a produtividade da cultura. Ao ser feita análise de regressão, não se encontrou resposta significativa às doses de esterco de galinha. Os contrastes ortogonais mostram as plantas conduzidas sob adubação verde (31,466 cm) com resultados superiores também em relação às conduzidas sob vegetação espontânea e sem nenhuma adubação (24,163 cm). Não foi, entretanto, encontrada diferença com relação à adubação química e à adubação orgânica equivalente a 100% da adubação química e da adubação verde. Com relação à porcentagem de flores femininas do rácemo, a diferença encontrada na análise de variância se refere ao sistema de cobertura do solo (30,821 = 26% para adubo verde e 24,672 = 17% para pousio no limpo). Nos contrastes ortogonais, observam-se diferenças entre a adubação verde e a vegetação espontânea (24,693 = 17%), mas sem diferença significativa com relação à adubação química. É importante ressaltar que ocorreu diferença entre os tratamentos com adubação verde e adubação química em relação ao tratamento com adubação orgânica recomendada. Para o número de frutos, há diferença entre os sistemas de cobertura do solo, sendo o sistema de adubação verde (4,70 = 21 und) superior ao pousio no limpo (3,77 = 13 und). A mesma diferença ocorre quando se comparam os tratamentos com adubação verde e o tratamento com esterco de galinha, na dose equivalente a 100% da adubação química (3,634 = 10 und).

Quanto à produtividade de mamona em baga (fruto tricoca sem debulhar), essa foi superior nas parcelas que receberam adubo verde (4533,83 kg ha⁻¹) e adubação química (4492,50 kg ha⁻¹) em relação àquelas cultivadas no pousio no limpo (3840,25 kg ha⁻¹). Não se encontrou relação entre as doses de adubação orgânica e a produtividade. Mas o contraste ortogonal mostra que, com a dose de esterco de galinha equivalente a 100% da adubação química (3881,67 kg ha⁻¹), se obteve a mesma produtividade das parcelas com adubação verde e química. Esses resultados são expressivos quando se comparam com a média de produtividade nacional, que é de apenas 530 kg ha⁻¹ e indicam o potencial de produtividade dessa planta (IBGE, 2012). Esses resultados ficam bem próximos dos citados por

Beltrão (2006) como valores a serem alcançados, ao se utilizar a irrigação para essa oleaginosa.

Quanto ao fator fruto semente, não houve diferença significativa pela análise de variância. Mas os resultados dos contrastes ortogonais propostos indicam que há diferença entre os valores obtidos para a adubação verde ($57,184 = 70\%$) e para a vegetação espontânea ($56,060 = 68\%$).

Os resultados da produtividade de sementes, em consequência da afirmação anterior, tiveram a mesma avaliação, ou seja, há a superioridade dos tratamentos com adubação verde ($3200,20 \text{ kg ha}^{-1}$) e adubação química ($3145,19 \text{ kg ha}^{-1}$) sobre os tratamentos que foram conduzidos no pousio no limpo ($2677,43 \text{ kg.ha}^{-1}$) e sobre a vegetação espontânea ($2227,42 \text{ kg ha}^{-1}$). É importante ressaltar que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos que receberam adubação verde e química em relação ao tratamento com esterco de galinha na dose recomendada.

Como a população de plantas em todos os tratamentos foi de 10000 plantas ha^{-1} , não se encontrou diferença nos resultados da produção de grãos e sementes por planta, sendo esses apenas menores numericamente, como pode ser visto nas TAB. 12 e 13.

6 CONCLUSÃO

O uso da adubação verde na mamoneira irrigada substitui as adubações química e orgânica recomendadas.

Não há incremento na produtividade da mamoneira, ao se associar adubação verde ao esterco de galinha.

Os componentes da produção da mamoneira, quais sejam: diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas, área foliar, altura do rácemo primário, número de frutos, produtividade de bagas e de grãos, responderam positivamente às adubações verde, orgânica recomendada e química.

REFERÊNCIAS

- AKTAR, M.; IRSHAD M. Organic soil amendments in relation to nematode management with particular reference to India. **Integrated Pest Management Reviews**, v. 1, n. 4, p. 201–215, Dec.1996.
- ALBUQUERQUE, R. C.; SAMPAIO, L. R.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, R. L. S. Influência de fontes e doses de nitrogênio sobre o crescimento e desenvolvimento da mamoneira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, 2., 2006, Aracajú. **Cenário atual e perspectivas: anais...** Aracajú: SAGRI, Embrapa Tabuleiros Costeiros e Embrapa Algodão, 2006. 1CD-Rom.
- AMARAL, A. S.; ANGHINONI, I.; DESCHAMPS, F. C. Resíduos de plantas de cobertura e mobilidade dos produtos de dissolução do calcário aplicado na superfície do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 28, p. 115-123, jan./fev. 2004.
- ANDRADE NETO, R. C.; MIRANDA, N. O.; DUDA, G. P.; GÓES, G. B.; LIMA, A. S. Crescimento e produtividade do sorgo forrageiro BR 601 sob adubação verde. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 14, n. 2, p. 124-130, 2010.
- ARF, O.; SILVA, L. S.; BUZZETTI, S.; ALVES, M. C.; SÁ, M. E.; RODRIGUES, R. A. F.; HERNANDEZ, F. B. T. Efeitos na cultura do trigo da rotação com milho e adubos verdes, na presença e na ausência de adubação nitrogenada. **Bragantia**, v. 58, n. 2, p. 223-234, 1999.
- AZEVEDO, D. M. P.; BELTRÃO, N. E. M. **O agronegócio da mamona no Brasil**. 2. ed. Brasília, DF: Embrapa informação tecnológica, 2007. 506 p.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; FURLANI, P. R.; GALLO, J. R. **Métodos de análise química de plantas**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 1983. 48 p. (IAC. Boletim Técnico, 78).
- BELTRÃO, N. E. M. **Sistema de produção de mamona em condições irrigadas: considerações gerais**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2006. 13 p. (Embrapa Algodão. Documentos, 132).
- BERTOZZO, F.; LARA, A. C. C.; ZANOTTO, M. D. Melhoramento genético da mamona visando incremento de flores femininas. **Bragantia**, Campinas, v. 70, n. 2, p. 271-277, set. 2010.
- BUENO, J. R.; SAKAI, R. H.; NEGRINI, A. C.; AMBROSANO, E. J.; ROSSI, F. Caracterização química e produtividade de biomassa de quatro espécies de mucuna. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v. 2, n. 2, p. 901-904, out. 2007.

CAMARGO, F. A. O.; SANTOS, G. A.; ROSSIELLO, R. O. P.; ZONTA, E. Incorporação de palha de arroz em um gleissolo e efeitos no rendimento da cultura de arroz irrigado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 30, n. 7, p. 9383-987, jul. 1995.

CANECCHIO FILHO, V.; FREIRE, E. S. Adubação da mamoneira: experiências preliminares. **Bragantia**, Campinas, v. 17, p. 243-259, 1958.

CARLINI, C.R.; GROSSI-DE-SÁ, M.F. Plant toxic with inseticidal properties. A review on their potencialities as bioinseticides. **Toxicon**, v. 40, n. 11, p. 1515-1530, nov. 2002.

CARVALHO, A. M.; AMABILE, R. F. **Cerrado**: adubação verde. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2006. 369 p.

CASTRO, C. M.; ALVES, B. J. R.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Adubação verde como fonte de nitrogênio para a cultura da berinjela em sistema orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 39, n. 8, p. 779-785, 2004.

CHIARADIA, J. J.; CHIBALL, M. K.; ANDRADE, C. A.; OLIVEIRA, C.; LAVORENTI, A. Produtividade e nutrição de mamoneira cultivada em área de reforma de canal tratado com lodo de esgoto. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, n. 3, p. 701-709, mar./jun. 2009.

CHIERICE, G. O.; CLARO NETO, S. Aplicação industrial do óleo. In: AZEVEDO, D. M. P.; LIMA, E. F. **O agronegócio da mamona no Brasil**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2007.

COSTA, F. X.; NUMES JÚNIOR, E. S.; BELTRÃO, N. E. M.; LIMA, V. L. A. Análise foliar da mamoneira com ênfase nos macronutrientes utilizando lixo orgânico e torta de mamona. **Engenharia Ambiental**, v. 6, n. 3, p. 205-219, set./dez. 2009.

DONEDA A.; GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; SILVA, S. D.; SANTOS, G. F.; WEILER, D. A.; LONGHI, R.; SCHMALZ, C. R. Resposta da cultura da mamona (*Ricinus Communis* L.) a doses de N, P e K em sistema de plantio direto no Sul do Brasil. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 32., 2007, Gramado. **Conquistas e desafios da ciência do solo brasileira: anais...** Gramado, 2007.

DUARTE JUNIOR, J. B.; COELHO, F. C. Adubos verdes e seus efeitos no rendimento da cana-de-açúcar em sistema de plantio direto. **Bragantia**, v. 67, n. 3, p. 723-732, 2008.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa Agropecuária e do Abastecimento. **Manual de métodos de análise de solo**. 2. ed. rev. atual. Rio de Janeiro: EMBRAPA-CNPS, 1979. (Série Documentos; 1).

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, I. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. I. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FERNANDES, L. B. **Utilização da torta de mamona na adubação da cultura da mamona**. 2011. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) – Universidade Federal Rural do Semi-árido, Mossoró, Rio Grande do Norte, 2011.

FREITAS, C. A. S.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M.; GHEYI, H. R. Produção de matéria seca e trocas gasosas em cultivares de mamoneira sob níveis de irrigação. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 11, p. 1168-1174, 2011.

GARRIDO, M. S.; MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; MARQUES, T. R. R. Crescimento e absorção de nutrientes pelo algodoeiro e pela mamoneira adubados com gliricídia e esterco. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 13, n. 5, p. 531-536, 2009.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Sidra**: banco de dados agregado. 2012. Disponível em: <<http://www.sidra.ibge.gov.br/bda/tabela/listabl.asp?c=99&z=p&o=18.11Mar.2012>>. Acesso em: 11 mar. 2012.

KAIZZI, C. K.; SSALI, H.; VLEK, P. L. G. The potential of velvet bean (*Mucunapruriens*) and N fertilizers in maize production on contrasting soils and agro-ecological zones of East Uganda. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v. 68, n. 1, p. 59-72, Jan. 2004.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Ceres, 1985. 492 p.

KOUTROUBAS, S. D.; PAPAKOSTA, D. K.; DOITSINIS, A. Water requirements for castor oil crop (*Ricinus communis* L.) in a Mediterranean climate. **Journal of Agronomy and Crop Science**, v. 184, n. 1, p. 33-41, 2000.

LAURETI, D.; FEDELI, A. M.; SCARPA, M. G.; MARRAS, G. F. Performance of castor (*Ricinus communis* L.) cultivars in Italy. **Industrial Crops and Products**, v. 7, n. 2-3, p. 91-93, Jan. 1998.

LÉLES, E. P. **Interação de doses de calcário e zinco da mamoneira**. 2008. 66 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2010.

LIMA, R. L. S.; FERREIRA, G. B.; SEVERINO, L. S.; SAMPAIO, R. L.; FREIRA, M. A. O.; SOFIATTI, V.; BELTRÃO, N. E. M. Aproveitamento da resteva de algodão como adubo orgânico para a cultura da mamona. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MAMONA, ENERGIA E RICINOQUÍMICA, 3., 2008, Salvador. **Anais...** Salvador, 2008.

MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas**. 2. ed. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1997. 319 p.

MATOS, E. S.; MENDONÇA, E. S.; VILLANI, E. M. A.; LEITE, L. F. C.; GALVÃO, J. C. C. Formas de fósforo no solo em sistemas de milho exclusivo e consorciado com feijão sob adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 30, n. 4, p. 625-632, jul./ago. 2006.

MORETI, D.; ALVES, M. C.; VALÉRIO FILHO, W. V.; CARVALHO, M. P. Atributos químicos de um latossolo vermelho sob diferentes sistemas de preparo, adubações e plantas de cobertura. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, n. 1, p.167-175, jan./fev. 2007.

MIYASAKA, S. **Histórico de estudos de adubação verde, leguminosas viáveis e suas características**. Campinas: Fundação Cargill, 1984.

NAKAGAWA, J.; NEPTUNE, A. M. L. Marcha de absorção de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio na cultura da mamoneira (*Ricinus communis* L.) cultivar Campinas. **Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz**, v. 28, p. 323-337, 1971.

NASCIMENTO, M. B. H.; LIMA, V. L. A.; BELTRÃO, N. E. M.; SOUZA, A. P.; FIGUEIREDO, I. C. M.; LIMA, M. M. Uso de biossólido e de água residuária no crescimento e desenvolvimento da mamona. **Revista de Oleaginosas e Fibrosas**, Campina Grande, v. 10, n. 1-2, p. 1001-1007, jan./ago. 2006.

OLIVEIRA, J. P. M.; SCIVITTARO, W. B.; CASTILHOS, R. M. V.; OLIVEIRA FILHO, L. C. I. Adubação fosfatada para cultivares de mamoneira no Rio Grande do Sul. **Revista Ciência Rural**, v. 40, n. 8, p. 1835-1839, ago. 2010.

PACHECO, D. D. Produção e disponibilidade de nutrientes da mamoneira (*Ricinus Communis* L.) adubada com NPK. **Revista de Biologia e Ciência da Terra**, v. 8, n. 1, p. 153-160, 2008a.

PACHECO, D. D.; GONÇALVES, N. P.; SATURNINO, H. M.; ANTUNES, P. D. Teores foliares de nutrientes em mamoneiras (*Ricinus communis*) adubadas com doses variadas de NPK em solo de chapada da bacia do rio Jequitinhonha. **Revista de Biologia e Ciências da terra**, v. 8, n.1, p. 224-231, 2008b.

POLITO, W. L. The trofobiosetheory and organic agriculture: the active mobilization of nutrients and the use of rock powder as a tool for sustainability. **Anais da Academia Brasileira de Ciência**, Rio de Janeiro, v. 78, n. 4, p. 765-779, dez. 2006.

REDDY, K. R.; MATCHA, S. K. Quantifying nitrogen effects in castor beans (*Ricinus Communis* L.) development, growth, and photosynthesis. **Industrial Crops and Products**, v. 31, n. 1, p. 185-191, jan. 2010.

RODRIGUES FILHO, F. S. O.; GERIN, M. A. N.; IGUE, T.; FEITOSA, C. T.; SANTOS, R. R. Adubação verde e orgânica para o cultivo do amendoim (*Arachis hypogea* L.). **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 53, n. 1, jan./abr. 1996.

RODRIGUES, L. N.; NERY, A. R.; FERNANDES, P. D.; BELTRÃO, N. E. M.; GHEVI H. R. Crescimento e produção de bagas da mamoneira irrigada com água residuária doméstica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 13, p. 825-835, nov./dez. 2009. Suplemento.

RODRIGUES, R. F. O.; OLIVEIRA, F.; FONSECA, A. M. As folhas de palma Christi – *Ricinus communis* L. *Euphorbiaceae* Jussieu: revisão de conhecimentos. **Revista Lecta, Bragança Paulista**, v. 20, n. 2, p. 183-194, jul./dez. 2002.

ROJAS-BARROS, P., DE HARO, A., MUNOZ, J., FERNANDEZ-MARTINEZ, J. M. Isolation of a Natural Mutant in Castor with High Oleic/Low Ricinoleic Acid Content in the Oil. **Crop Science**, v. 44, n. 1, p. 76–80, jan. 2002.

SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, L. M. P.; SANTOS, M. C. C. A. Produtividade e componentes de produção da mamoneira em resposta a adubação com esterco bovino. **Engenharia Ambiental**, Espírito Santo do Pinhal, v. 6, n. 3, p. 738-750, set./dez. 2009.

SAVY FILHO, A. **Cultura da mamoneira**. Campinas: IAC, 2005. Disponível em: <<http://www.iac.sp.gov.br/Tecnologias/Manoneira/Manoneira.htm>>. Acesso em: 1 maio 2010.

SCHERER, E. E.; NESI, C. N. Características químicas de um latossolo sob diferentes sistemas de preparo e adubação orgânica. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 3, p. 715-721, set. 2009.

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

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R. A.; GONDIM, T. M. S.; FREIRE, W. S. A.; CASTRO, D. A.; CARDOSO, G. D.; BELTRÃO, N. E. M. Crescimento e produtividade da mamoneira adubada com macronutrientes e micronutrientes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF., v. 41, n. 4, p. 5363-568, abr. 2006a.

SEVERINO, L. S.; FERREIRA, G. B.; MORAES, C. R.; GONDIM, T. M.; CARDOSO, G. D.; VITIATO, J. R.; BELTRÃO, N. E. M. Produtividade e crescimento da mamoneira em resposta a adubação orgânica e mineral. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF., v. 41, n. 5, p. 879-882, maio, 2006b.

SEVERINO, L. S.; LIMA, R. L. S.; BELTRÃO, N. E. M.; SAMPAIO, L. R. Crescimento e teor de macronutrientes em mudas de mamoneira cultivadas em cinco substratos orgânicos. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, Campina Grande, v. 8, n. 1, p. 120-125, jan./jul. 2008.

SEVERINO, L. S.; NÓBREGA, M. B.; GONÇALVES, N. P.; EGUIA, M. T. J. **Viagem á Índia para prospecção de tecnologias sobre mamona e pinhão manso**. Campina Grande: EmbrapaAlgodão, 2006c. (Série Documentos, 153).

SILBERT, S.; HOOGEVEEN, J.; FRENKEN, K. **Irrigation in Africa, Europe and Latin America**: update of the digital global map of irrigation areas to version 4. Germany: University of Frankfurt Main, 2006.

SILVA, J. A. A.; VITTI, G. C.; STUCHI, E. S.; SEMPIONATO, O. R. Reciclagem e incorporação de nutrientes ao solo pelo cultivo intercalar de adubos verdes em pomar de laranja - 'Pêra'. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 1, p. 225-230, abr. 2002.

SILVA, T. R. B.; LEITE, V. E.; SILVA, A. R. B.; VIANA, L. H. Adubação nitrogenada em cobertura na cultura da mamoneira em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 42, n. 9, p. 1357-1359, set. 2007.

SORATTO, R. P.; SOUZA-SCHILICK, G. D.; FERNANDES, A. M.; ZANOTO, M. D.; CRUSCIOL, A. C. Narrow row spacing and high plant population to short height castor genotypes in two cropping seasons. **Industrial Crops and Products**, v. 35, n. 1, p. 244-249, jan. 2012.

SOUZA, A. S. **Manejo Cultural da Mamoneira: época de plantio, irrigação, espaçamento e competição de cultivares**. 212 f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. I – componentes de produção. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 414-421, out./dez. 2007a.

SOUZA, A. S.; TÁVORA, F. J. A. F.; PITOMBEIRA, J. B.; BEZERRA, F. M. L. Épocas de plantio e manejo da irrigação para a mamoneira. II – Crescimento e produtividade. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 422-429, out./dez. 2007b.

TEIXEIRA, M. T.; CARVALHO, G. J.; FURTINI NETO, A. E.; ANDRADE, M. J. B.; FONTANETTI, A. Produtividade e teores foliares de nutrientes do feijoeiro sob diferentes palhadas e doses de nitrogênio em semeadura direta. **ActaScientiarum Agronomy**, Maringá, v. 30, n.1, p. 123-130, 2008.

UNITED STATES DEPARTMENT OF AGRICULTURE - USDA. Natural Resources Conservation Service. **Plants profile for *Mucunapruriens var. utilis (cowitc)***. 2010. Disponível em: <<http://plants.usda.gov>>. Acesso em: 1 maio, 2010.

UNIVERSIDADE FEDERAL DE VIÇOSA - UFV. **Sistema de análises estatísticas e genéticas – SAEG: Versão 9.1**. Viçosa: Fundação Arthur Bernardes, 2007.

VASCONCELLOS, C. A.; CAMPOLINA, D. C. A.; SANTOS, F. G.; PITTA, G. V. E.; MANIEL, I. E. Influência de resíduos culturais de sorgo no desenvolvimento vegetativo da soja. In: CONGRESSO NACIONAL DE MILHO E SORGO, 22., 1998, Recife. **Resumos...** Recife, 1998.1 CD-ROM.

ZEITTOUNI, C. F.; BERTON, R. S.; ABREU, C. A. Fitoextração de cádmio e zinco de um latossolo vermelho-amarelo contaminado com metais pesados. **Bragantia**, Campinas, v. 66, n. 4, p. 649-657, ago. 2007.

APÊNDICES

APENDICE A

TABELA 14

Médias obtidas para os tratamentos de teores macro e micronutrientes na folha da mamoneira

Tratamentos	Médias dos tratamentos									
	Macronutrientes na folha (g kg ⁻¹)						Macronutrientes na folha (mg kg ⁻¹)			
	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Zn	Fe	Mn
1	44,90	3,88	21,35	29,93	3,90	4,30	56,5	34,5	186,0	552,8
2	44,15	4,78	21,70	30,05	3,25	3,95	55,3	40,3	198,5	510,0
3	40,90	4,75	22,75	30,55	2,88	3,73	61,0	40,8	192,3	475,8
4	38,90	3,68	23,45	36,03	3,15	3,98	51,8	28,3	163,3	480,3
5	44,35	3,73	20,23	31,30	3,35	3,58	41,3	32,3	166,8	474,3
<i>Média PL</i>	<i>42,64</i>	<i>4,16</i>	<i>21,90</i>	<i>31,57</i>	<i>3,31</i>	<i>3,91</i>	<i>53,15</i>	<i>35,20</i>	<i>181,35</i>	<i>498,60</i>
6	45,63	3,65	21,30	37,85	3,45	4,35	54,0	35,3	189,8	570,3
7	43,10	3,55	21,50	34,43	3,70	3,90	56,3	35,5	200,5	540,3
8	40,90	3,83	21,73	38,90	3,20	4,35	55,0	36,5	207,5	500,8
9	43,98	4,15	22,63	32,50	3,43	3,93	60,5	37,0	208,5	509,0
10	49,43	4,33	20,98	31,00	3,55	3,80	56,0	36,0	204,8	487,3
<i>Média AV</i>	<i>44,61</i>	<i>3,90</i>	<i>21,63</i>	<i>34,94</i>	<i>3,47</i>	<i>4,07</i>	<i>56,35</i>	<i>36,05</i>	<i>202,20</i>	<i>521,50</i>
11	44,18	3,93	24,13	31,35	3,33	5,65	49,3	56,0	220,8	646,5
12	38,55	4,53	24,73	32,05	2,73	4,60	68,8	32,8	183,3	443,8

APENDICE B

TABELA 15

Médias obtidas para os tratamentos de diâmetro do caule, altura da planta, número de folhas e área foliar aos 30, 90 e 120 dias da mamoneira

Tratamentos	Médias dos tratamentos												
	Diâmetro do Caule			Altura da planta			Número de folhas			Área foliar			
	30 dias	90 dias	120 dias	30 dias	90 dias	120 dias	30 dias	90 dias	120 dias	30 dias	90 dias	120 dias	
1	14,38	29,06	37,00	46,44	140,00	207,13	2,62	3,44	4,00	2590,36	15119,15	21640,87	
2	19,50	33,81	38,75	66,06	157,44	221,94	2,68	3,59	3,96	4432,47	19600,81	20849,99	
3	19,75	33,31	40,44	70,69	169,00	225,00	2,69	3,66	3,97	4715,80	22626,19	24611,07	
4	20,38	35,56	42,13	72,31	169,81	234,19	2,70	3,58	3,97	4897,32	22308,53	23613,27	
5	18,81	31,50	40,94	70,31	159,31	231,81	2,71	3,47	4,02	4420,04	19503,98	24132,47	
	<i>Média PL</i>	18,56	32,65	39,85	65,16	159,11	224,01	2,68	3,55	3,98	4211,20	19831,73	22969,54
6	16,75	31,50	40,81	60,31	156,81	229,13	2,68	3,61	4,05	3589,07	20037,35	24854,16	
7	19,94	36,69	43,75	68,44	186,44	248,44	2,74	3,76	4,01	4566,53	25562,10	27046,95	
8	20,56	34,69	39,81	75,38	190,63	241,00	2,74	3,62	4,04	5290,49	22831,04	26313,66	
9	20,06	35,19	42,44	70,75	179,50	254,38	2,73	3,64	4,03	4955,71	22311,89	26358,91	
10	20,75	36,88	42,63	72,75	171,94	245,88	2,70	3,70	4,17	5160,73	24315,48	27322,89	
	<i>Média AV</i>	19,61	34,99	41,89	69,53	177,06	243,76	2,72	3,67	4,06	4712,51	23011,57	26379,31
11	20,50	33,56	40,56	68,31	169,06	234,50	2,70	3,60	4,04	4983,74	22376,02	25232,93	
12	18,31	30,19	37,06	67,56	150,94	215,06	2,69	3,44	3,86	4439,74	16990,41	20081,51	

APENDICE C

TABELA 16

Médias obtidas para os tratamentos de número de ramos, do comprimento do ramo, da porcentagem de flores femininas e do número de frutos para os ramos primário, secundário e terciário da mamoneira

Tratamentos	Médias dos tratamentos											
	Ramo primário				Ramo secundário				Ramo terciário			
	Número	Comp.	% de Flor, Fem.	Número de frutos	Número	Comp.	% de Flor, Fem.	Número de frutos	Número	Comp.	% de Flor, Fem.	Número de frutos
1	1,000	67,375	55,352	8,445	2,000	29,875	49,459	6,280	3,000	24,163	27,274	4,408
2	1,000	72,875	56,310	8,359	2,000	39,688	54,031	7,100	2,000	17,247	18,937	2,970
3	1,000	72,708	60,422	8,142	2,000	42,542	56,182	7,534	2,250	26,642	22,838	3,634
4	1,000	77,000	64,968	9,276	2,000	44,292	59,111	7,498	3,000	28,229	28,127	4,231
5	1,000	71,083	61,758	8,117	2,000	42,396	56,021	7,456	2,750	21,728	25,959	3,619
<i>Média PL</i>	<i>1,00</i>	<i>72,21</i>	<i>59,76</i>	<i>8,47</i>	<i>2,00</i>	<i>39,76</i>	<i>54,96</i>	<i>7,17</i>	<i>2,60</i>	<i>23,60</i>	<i>24,63</i>	<i>3,77</i>
6	1,000	72,875	59,261	8,958	2,000	37,896	56,018	7,229	3,000	29,943	30,366	4,400
7	1,000	75,000	62,962	8,763	2,000	50,083	62,935	8,333	3,000	37,711	32,890	4,878
8	1,000	74,125	58,499	9,040	2,000	38,292	58,462	7,836	3,000	36,217	32,254	4,695
9	1,000	76,583	57,538	8,712	2,000	37,146	57,345	7,543	3,000	33,564	30,040	4,613
10	1,000	80,000	64,775	9,560	2,000	42,604	59,162	7,551	3,000	33,526	31,780	4,895
<i>Média AV</i>	<i>1,00</i>	<i>75,72</i>	<i>60,61</i>	<i>9,01</i>	<i>2,00</i>	<i>41,20</i>	<i>58,78</i>	<i>7,70</i>	<i>3,00</i>	<i>34,19</i>	<i>31,47</i>	<i>4,70</i>
11	1,000	68,917	68,268	8,829	2,000	49,188	60,334	8,120	3,000	32,146	30,821	4,705
12	1,000	61,583	57,936	7,273	2,000	36,667	51,085	6,801	3,000	24,693	27,151	4,161

APENDICE D

TABELA 17

Médias obtidas para os tratamentos de número de nós, da altura do ráculo primário, da produtividade de grãos, do fator fruto semente, da produtividade de sementes, do fator fruto/semente, da produção de grãos e de sementes por planta

Tratamentos	Médias dos tratamentos						
	Número nós	Altura do ráculo (cm)	Produt. grãos kg ha ⁻¹	Fator Fr./Sem.	Prod. sementes kg ha ⁻¹	Prod. grãos gr planta ⁻¹	Prod. Sementes gr planta ⁻¹
1	4,28	87,13	3523,750	56,610	2451,834	352,375	245,183
2	4,40	96,25	3527,917	56,352	2442,706	352,792	244,271
3	4,35	104,75	3881,667	56,815	2715,782	388,167	271,578
4	4,39	105,31	4306,667	56,723	3011,373	430,667	301,137
5	4,31	98,50	3961,250	56,743	2765,441	396,125	276,544
<i>Média PL</i>	4,35	98,39	3840,25	56,65	2677,43	384,03	267,74
6	4,27	92,88	4163,333	57,329	2946,805	416,333	294,681
7	4,39	119,06	4826,667	56,964	3392,907	482,667	339,291
8	4,45	113,63	4574,583	56,945	3216,101	457,458	321,610
9	4,37	110,75	4398,750	57,478	3125,000	439,875	312,500
10	4,37	103,06	4705,833	57,205	3320,204	470,583	332,020
<i>Média AV</i>	4,37	107,88	4533,83	57,18	3200,20	453,38	320,02
11	4,39	98,44	4492,500	56,769	3145,193	449,250	314,519
12	4,32	90,19	3235,833	56,060	2227,417	323,583	222,742