

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AGRÍCOLA

USO DE MANIPUEIRA COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DO
GIRASSOL NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO

RECIFE - PE

2014

MARA SUYANE MARQUES DANTAS

USO DE MANIPUEIRA COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DO GIRASSOL
NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Área de Concentração: Engenharia de Água e Solo, da Universidade Federal Rural de Pernambuco, como parte das exigências para obtenção do Grau de Doutor em Engenharia Agrícola.

Orientador: Prof. Dr. Mario Monteiro Rolim

Co-Orientador: Dr. José Nildo Tabosa

RECIFE - PE

2014

Ficha Catalográfica

D192u Dantas, Mara Suyane Marques
Uso de manipueira como fertilizante no cultivo do
girassol na zona da mata de Pernambuco / Mara Suyane
Marques Dantas. – Recife, 2014.
85 f. : il.

Orientador: Mario Monteiro Rolim.
Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) –
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento
de Engenharia Agrícola, Recife, 2014.
Inclui referências e apêndice(s).

1. *Manihot esculenta* 2. *Helianthus annuus* L.
3. Aproveitamento de resíduo 4. Adubação 5. Nutrição
I. Rolim, Mario Monteiro, orientador II. Título

CDD 631

MARA SUYANE MARQUES DANTAS

USO DE MANIPUEIRA COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DO GIRASSOL
NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO

APROVADA EM: 04 de Julho de 2014.

Prof. Dr. Mário Monteiro Rolim (UFRPE)

Orientador

Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto (UFERSA)

Examinador

Dr. José Nildo Tabosa (IPA)

Examinador

Dr.^a Anamaria de Sousa Duarte

Examinadora

Prof.^a Dr.^a Elvira Maria Regis Pedrosa (UFRPE)

Examinadora

Aos meus pais, Cícero Dantas Neto e Maria do Socorro Marques Dantas, pelo amor incondicional.

À minha tia Antonia de Araujo Dantas pelo amor, confiança e apoio na realização dos meus estudos.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

Agradeço a **JESUS**, pelo seu amor e cuidado, por tudo o que tens feito e tudo o que vai fazer. Através do Teu amor e cuidado tenho buscado força para vencer os obstáculos.

À Universidade Federal de Pernambuco e o Programa de Pós-graduação em Engenharia Agrícola.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), pela concessão da bolsa.

Ao Instituto Agrônomo de Pernambuco (IPA), por ter cedido à área para realização do experimento.

Ao Professor Mario Monteiro Rolim, pela orientação e ensinamentos.

À banca examinadora, Prof. Dr. Miguel Ferreira Neto, Dr. José Nildo Tabosa, Dr^a. Anamaria de Sousa Duarte e Prof^a Dr^a. Elvira Maria Regis Pedrosa, pela contribuição.

Aos meus pais Cícero e Socorro, à minha tia Toinha e minhas irmãs Narinha e Raquel pelo amor, orações e amizade.

Ao amigo Daniel da Costa Dantas, pela ajuda na condução do experimento, análises laboratoriais e sua valiosa amizade.

À Anamaria Duarte, pela contribuição nas revisões dos artigos.

Aos amigos Antonio Henrique e Lucas Santos pela amizade.

Aos amigos e colegas do curso de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Andréa, Daniel Dantas, Antonio Henrique, Alexandre Santos, Marcos Felix, Aluizio, Jessyka, Rochele, Gian, Robertson, Vinicius, Raquele, Nadielan, Renato, Ricardo, Mércia, Tatyana Keyty, Jucicléia, Janice, Uilka, Adriana, Taciana, Max Henrique e Celestino pelos bons momentos partilhados.

Obrigada!

SUMÁRIO

Resumo.....	i
Abstract.....	ii
Introdução Geral.....	1
CAPÍTULO I – Revisão de Literatura.....	3
1. Cultura da Mandioca.....	3
2. Manipueira.....	4
2.1 Poluição ambiental decorrente do uso da manipueira.....	4
2.2 Valoração econômica do reúso da manipueira na agricultura.....	7
2.3 Modificações físicas e químicas nos solos decorrentes do uso da manipueira.....	9
3. Cultura do Girassol.....	12
Referências.....	16
CAPÍTULO II - Crescimento e rendimento da cultura do girassol adubado com manipueira.....	23
Resumo.....	24
Abstract.....	25
Introdução.....	26
Material e Métodos.....	27
Resultados e Discussão.....	31
Conclusão.....	41
Referências.....	41
CAPÍTULO III - Acúmulo de nutrientes em girassol adubado com manipueira.....	46
Resumo.....	47
Abstract.....	48
Introdução.....	48
Material e Métodos.....	50
Resultados e Discussão.....	53
Conclusão.....	64
Referências.....	64
Considerações Finais	67
Apêndice.....	70

LISTA DE FIGURA

CAPÍTULO II - Crescimento e rendimento da cultura do girassol adubado com manipueira.....	30
Figura 1. Altura de planta (A) e número de folhas (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas de avaliações.....	31
Figura 2. Massa fresca (A) e massa seca (B) das folhas do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações.....	33
Figura 3. Massa fresca do caule (A) e massa seca do caule (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações.....	35
Figura 4. Massa fresca do capítulo (A) e massa seca do capítulo (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações.....	36
Figura 5. Rendimento de aquênios, óleo, massa fresca e massa seca total de girassol adubado com manipueira.....	38
Figura 6- Teor de óleo de aquênios de girassol adubado com manipueira.....	39
CAPÍTULO III - Acúmulo de nutrientes em girassol adubado com manipueira.....	53
Figura 1. Acúmulo de nitrogênio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.....	54
Figura 2. Acúmulo de fósforo nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.....	56
Figura 3. Acúmulo de potássio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.....	58
Figura 4. Acúmulo de cálcio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.....	60
Figura 5. Acúmulo de magnésio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.....	62
Figura 6. Acúmulo de enxofre nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.....	63

USO DE MANIPUEIRA COMO FERTILIZANTE NO CULTIVO DO GIRASSOL NA ZONA DA MATA DE PERNAMBUCO

RESUMO: A manipueira é um resíduo líquido e sua aplicação sem critérios pode causar problemas de degradação ambiental. Por outro lado, o uso racional deste resíduo na agricultura viabiliza sua utilização como fertilizante, fazendo-se necessários estudos para recomendações de uso como adubo na cultura do girassol. Objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização da manipueira como adubo na cultura do girassol analisando-se os componentes de crescimento, produção e nutricionais da cultura. O experimento foi realizado no Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, localizada em Vitória de Santo Antão, Zona da Mata de Pernambuco, no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de seis doses de manipueira (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) aplicadas em fundação 15 dias antes da semeadura, utilizando como referência a necessidade de potássio para a cultura e o teor do elemento no resíduo e no solo. Cada parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 6,0 m de comprimento espaçadas 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando 120 plantas por parcela, o que equivale a uma densidade de 50.000 plantas ha⁻¹. A área útil por parcela foi de 10,4 m², correspondendo a 52 plantas localizadas nas duas fileiras centrais, para isto desprezou-se duas plantas de cada extremidade durante a colheita. Utilizou-se a cv. Helio 250 em espaçamento de 1,0 × 0,2 m, irrigando-se por gotejamento. Foram determinadas as variáveis de crescimento, rendimento de aquênios, óleo, massa fresca e seca, e acúmulo de macronutrientes nas folhas, caule, capítulo e aquênios. Os dados foram submetidos à análise de variância e regressão, utilizando-se o teste F e t, ao nível de significância de 5% probabilidade. A dose 136 m³ ha⁻¹ de manipueira proporciona desenvolvimento mais expressivo das plantas, com máximos valores de altura de plantas, número de folhas, massa fresca e massa seca de folhas, caule e capítulo, bem como para as variáveis de produção. A utilização da manipueira como adubo proporcionou a seguinte ordem de extração N > K > Ca > P > Mg > S de nutrientes pelas plantas de girassol.

Palavras-chave: Manihot esculenta, *Helianthus annuus* L., aproveitamento de resíduo, adubação, nutrição.

USE OF MANIPUEIRA AS FERTILIZER IN SUNFLOWER CROP IN THE AREA OF MATA OF PERNAMBUCO

ABSTRACT: Manipueira is a liquid residue and its application without criteria cause environmental degradation problems. On the other hand, this residues rational use in agriculture enables the use as fertilizer, being it necessary studies to recommendations for use as fertilizer in sunflower. The objective of this study was to evaluate the use of manipueira as fertilizer in sunflower analyzing the components of growth, production and nutrient culture. The experiment was conducted at the Agronomic Institute of Pernambuco-IPA, located in Vitória de Santo Antão, Pernambuco Zona da Mata, in the period october 2012 to january 2013. The experimental design was a randomized block design with six treatments and four replications. Treatments consisted of six doses of manipueria (0, 8.5, 17, 34, 68 and 136 m³ha⁻¹) applied in founding 15 days before sowing, using as reference the need for culture and potassium content of this element in and waste as well as the content in the soil. Each experimental plot consisted of four rows of 6 m length spaced 1.0 m between rows and 0.20 m between plants, for a total of 120 plants per plot, which equates to a density of 50,000 plants ha⁻¹. The floor area per plot was 10.4 m², corresponding to 52 plants located in the two central rows for this despised two plants each end during harvest. Used the cv. Helio 250 spaced 1.0 x 0.2 m, irrigating drip. Determined the growth variables, achene yield, oil, fresh and dry weight, the accumulation of nutrients in the leaves, stem, capitulum and achenes. The data were subjected to variance and regression analysis, with F test and t, respectively at 5% significance level. The dose 136 m³ha⁻¹ manipueira provides more expressive plant development, with maximum values of plant height, number of leaves, fresh and dry weight of leaves, stem and capitulum, as well as production variables. The use of manipueira as a fertilizer provided to extract the following order N> K> Ca> P> Mg> S nutrients by sunflower plants.

Key words: *Manihot esculenta*, *Helianthus annuus*, residue use, fertilization, nutrition.

CAPÍTULO I

INTRODUÇÃO GERAL / REVISÃO DE LITERATURA

INTRODUÇÃO GERAL

O Brasil ocupa o terceiro lugar no cenário mundial na produção de mandioca com 23,04 milhões de Mg e rendimento de 13.611,8 kg ha⁻¹ (FAO, 2014). As raízes são destinadas principalmente ao uso na culinária, alimentação animal e industrial. No Nordeste os principais Estados produtores são Bahia e Maranhão com 2,2 e 1,5 milhões de Mg, respectivamente, Pernambuco ocupa a quinta colocação com 341.901 Mg (IBGE, 2014).

No processamento da mandioca são gerados resíduos sólidos e líquidos potencialmente poluidores, destacando-se a manipueira. Líquido com aspecto leitoso, contendo glicose, glicosídeos cianogênicos e alta concentração de nutrientes.

A disposição de resíduos orgânicos não adequada no sistema solo-planta pode causar contaminação no solo, nas águas superficiais e subterrâneas e toxicidade às plantas. Por outro lado, o solo com suas características químicas e biológicas proporcionam condições necessárias para a biodegradação desses resíduos orgânicos. Além disso, o material orgânico pode disponibilizar nutriente melhorando os atributos químicos, físicos e biológicos do solo.

O lançamento da manipueira diretamente no ambiente sem critérios é uma prática ainda utilizada, porém não mais aceita pelos órgãos ambientais, no entanto, o descarte da manipueira de forma inadequada pode ser evitado com a utilização de técnicas corretas de manejo, tratamentos e, sobretudo, o estabelecimento de múltiplos e novos usos. Portanto, o interesse pelo uso de resíduos orgânicos na agricultura, fundamenta-se em proporcionar uma solução de descarte a um produto com elevado potencial de degradação ambiental, utilizando-o em substituição aos fertilizantes minerais. Logo, a utilização da manipueira deve ser testada de modo a comprovar sua efetividade na cultura específica e seus efeitos no solo.

A magnitude do problema está diretamente relacionada com a capacidade de processamento e do número de indústrias localizada na bacia hidrográfica. Uma indústria farinheira de médio porte, com processamento de 260 Mg mês⁻¹ de raiz pode gerar em torno de 104 m³, o que exige sistemas de tratamentos ocupando espaços físicos nem sempre disponíveis e/ou adequados (Camili & Cabello, 2008).

Por outro lado o girassol (*Helianthus annuus L.*) destaca-se como uma das quatro principais culturas anuais produtoras de óleo do mundo, com uma produção mundial de aproximadamente 38 milhões de Mg. A importância da cultura do girassol tem

aumentado no cenário agrícola nacional e internacional. O seu cultivo está ligado principalmente à produção de óleo tanto relacionado ao consumo humano como para a produção de biocombustíveis. Tais peculiaridades da cultura despertam grande interesse mundial, pois representam uma alternativa para a produção de matéria-prima em função do elevado teor de óleo presente nos aquênios e também a sua ampla adaptação às diferentes regiões edafoclimáticas (Leite et al., 2005).

Diante desse contexto objetivou-se com este trabalho avaliar a utilização da maniveira como adubo na cultura do girassol analisando-se os componentes de crescimento, produção e nutricionais da cultura.

REVISÃO DE LITERATURA

1. CULTURA DA MANDIOCA

A produção mundial de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em 2012 foi de 262.585.741 milhões de Mg, com uma produtividade 12.881,2 kg ha⁻¹. O Brasil ocupa o terceiro lugar no cenário mundial, com uma produção de 23,04 milhões de Mg e rendimento de 13.611,8 kg ha⁻¹ (FAO, 2014). As raízes são destinadas principalmente ao uso na culinária, alimentação animal e industrial. No Nordeste os principais Estados produtores são Bahia e Maranhão com 2,2 e 1,5 milhões de Mg, respectivamente Pernambuco ocupa a quinta colocação com 341.901 Mg (IBGE, 2014).

A mandioca é uma planta da família das euforbiáceas, e está inserida no grupo das plantas cianogênicas por apresentarem dois glicosídeos cianogênicos, a lotaustralina e a linamarina; distribuídas em concentrações variáveis nos diferentes órgãos da planta. A *Manihot esculenta* é a única cultivada para consumo humano, podendo ser nomeada de brava ou mansa, dependendo do teor de glicosídeos cianogênicos. Esses compostos são liberados por meio da ação de enzimas (betagalactosidase e hidroxinitriloliase) na linamarina e têm dose letal de 0,5 a 3,5mg kg⁻¹ de peso vivo (Souza & Menezes, 2004).

A linamarina é um glicosídeo cianogênico que encontra-se em maior concentração na mandioca. A linamarina é hidrolisada enzimaticamente por uma β-glicosidase, denominada linamarinase. Esta enzima encontra-se separada da linamarina quando o tecido da mandioca está intacto, mas quando o mesmo é dilacerado, a reação enzimática ocorre, em condições ótimas de 25°C e pH entre 5,5 e 6,0. Com isso, quando a enzima hidrolítica da própria planta (linamarinase) permanece ativa em seus derivados, esta catalisa a reação que libera moléculas de glicose, acetona e ácido cianídrico (Pantaroto & Cereda, 2001). É um glicosídeo cianogênico tóxico do qual provém o ácido cianídrico (HCN), bastante volátil (Gonzaga et al., 2007).

Existe uma grande quantidade de subprodutos provenientes da extração da mandioca, sendo os mais conhecidos, a farinha, o polvilho azedo e a fécula (Lima, 2001). As raízes da mandioca podem ser usadas como fonte de carboidrato na alimentação animal e como insumo em diversos ramos industriais, como alimentos embutidos entre outros (Souza et al, 2004). Porém o processamento da raiz de mandioca é realizado principalmente para a obtenção de farinha e de fécula (Socol & Vandenberg, 2003).

A mandioca é uma cultura agrícola muito importante por constituir a base alimentar das populações de baixa renda, podendo ser utilizada industrialmente para produção de

farinha e fécula. Na produção desses produtos são gerados alguns resíduos sólidos e efluentes líquidos potencialmente poluidores. Os resíduos sólidos são compostos por partes lenhosas das raízes, porções fibrosas retidas em peneiras e bagaços de mandioca e os líquidos são constituídos por água de lavagem das raízes e da água de prensagem da mandioca (Inoue et al., 2010).

2. MANIPUEIRA

A manipueira é um efluente líquido, de aspecto leitoso, rico em matéria orgânica, contendo de 5 a 7% de fécula, glicose, glicosídeos cianogênicos, além de nutrientes minerais que a tornam uma alternativa para a adubação de diversas culturas e pode promover melhoria das condições físicas do solo, seu percentual de matéria orgânica que pode contribuir na redução da compactação do solo, e proporcionar economias e preservação do meio ambiente (Cardoso, 2005). No Brasil a manipueira vem sendo utilizada de diversas maneiras, como fertilizante (Santos et al. 2010, Duarte et al, 2012, 2013), nematicida (Nasu et al. 2010), inseticida (Gonzaga et al. 2007) e alimentação animal (Almeida et al. 2009) e na geração de energia (Kuczman et al, 2011).

Como adubo, a manipueira possibilita alta produtividade agrícola quando usada em solo de baixa fertilidade, já que possui elementos requeridos à nutrição de plantas, inclusive o íon potássio que se encontra em grande concentração. Além disto, elimina a possibilidade do seu despejo no ambiente de forma descontrolada (Ferreira et al., 2001).

A manipueira pode ser tratada através de processos físicos, químicos e biológicos. Os processos biológicos são alternativas para as águas residuárias de fecularia de mandioca, pois representam baixos custos de implantação e operação, quando comparados com outras tecnologias (Fernandes Junior & Takahashi, 1994). O processo de digestão anaeróbia tem como finalidade a redução da carga orgânica, reduzindo o potencial poluidor dos resíduos, a produção e captação do metano, na forma de biogás, fonte de energia alternativa, disponibilizando, ainda, o biofertilizante (Amaral et al., 2004).

2.1 POLUIÇÃO AMBIENTAL DECORRENTE DO USO DA MANIPUEIRA

A poluição do meio ambiente tornou-se uma das maiores preocupações do mundo contemporâneo e a crescente demanda pela produção de alimentos, principalmente na agropecuária e na agroindústria, vem acentuando sua participação nos impactos provocados, necessitando, cada vez mais, do desenvolvimento de medidas que venham reduzir os impactos causados por essas atividades.

A disposição de efluentes no sistema solo-planta, quando feito sem critérios agronômicos e ambientais pode causar problemas de contaminação do solo, águas superficiais e subterrâneas e toxicidade às plantas. Por outro lado, se bem planejada, pode trazer vantagens, tais como: fonte de água e nutrientes para as plantas, redução da utilização de fertilizantes e redução do potencial de poluição (Erthal et al., 2010). A reutilização desses resíduos líquidos na irrigação é uma prática amplamente estudada como uma alternativa para aumentar a disponibilidade de água e, em grande parte, as necessidades nutricionais das plantas (Alves et al., 2009).

A composição dos resíduos atualmente produzidos e acumulados, principalmente nos grandes centros urbanos, é extremamente variável, resultando em diferentes impactos sobre o meio ambiente, o que dificulta a destinação ambiental e correta para os mesmos.

Resíduos com elevado conteúdo de matéria orgânica e nutriente, pobre em agentes transmissores ou causadores de doenças podem ser utilizados em áreas agrícolas, substituindo parcial ou totalmente os fertilizantes minerais. Por outro lado, resíduos ricos em componentes tóxicos ou com potencial para causar doenças aos homens, animais, vegetais e organismos do solo devem ter uma outra destinação e devem ser monitorados (Silveira & Freitas, 2007).

Na caracterização de um resíduo, um dos aspectos mais importantes a ser considerado são os parâmetros que identifique seus principais componentes, bem como a presença e/ou ausência de contaminantes, permitindo desta forma a escolha de uma alternativa para sua destinação sem demais prejuízos ao meio ambiente (ABNT, 2004).

O uso indiscriminado de resíduos pode levar a situações críticas de deterioração do meio ambiente, trazendo consequências indesejáveis e muitas vezes trágicas, como poluição dos recursos hídricos (rios, lagoas, lagos, lençol freático etc.) e do solo, comprometendo, conseqüentemente, o seu uso (Melo, 2010).

Os resíduos gerados em atividades agroindustriais apresentam, em geral, grande concentração de material orgânico, o seu descarte em corpos hídricos pode proporcionar grande decréscimo na concentração de oxigênio dissolvido nesse meio, cuja magnitude depende da concentração de carga orgânica e da quantidade lançada, além da vazão do curso d'água receptor (Matos, 2005).

O potencial poluente de um resíduo pode ser avaliado através de parâmetros, como carga orgânica, estimada por meio da demanda química de oxigênio (DQO), que corresponde à quantidade de oxigênio necessária para oxidar a matéria orgânica e a demanda bioquímica de oxigênio (DBO), que consiste na quantidade de oxigênio

requerida pela unidade de volume de um resíduo para estabilização biológica da matéria orgânica biodegradável, através de organismos vivos ou de suas enzimas e é expressa em miligramas de oxigênio consumido por litro de água residuária (Cardoso, 2005).

Tanto os resíduos sólidos, quanto os líquidos, podem apresentar características poluentes, como elementos inorgânicos ou compostos orgânicos tóxicos, sendo indispensável à relação entre a concentração dos resíduos e seu efeito ao ambiente. Recomenda-se, portanto, uma análise completa do material a ser empregado, para diagnosticar se existe alguma característica que inviabilize seu uso conforme as legislações vigentes, descartando assim, a possibilidade desses resíduos contaminarem o solo, a água ou as plantas e atendendo às disposições legais as quais estão inseridos. A disposição dos resíduos em solos agrícolas deve ser ainda analisada quanto aos aspectos econômicos, sociais e ambientais (Abreu et al., 2006) de produção sustentável.

O processamento industrial da mandioca, que está relacionado à fabricação de farinha e a extração de fécula geram diversos resíduos, que exigem diferentes disposições e tratamentos, de acordo com o nível tecnológico e econômico de cada empresa. A manipueira, por exemplo, é resíduo líquido gerado nas indústrias de processamento de mandioca que contém altas concentrações de matéria orgânica, notadamente carboidratos, que a torna um poluente de oneroso manejo para estabilização (Camili & Cabello, 2008).

A preocupação com a manipueira é bastante significativa, já que a produção da farinha de mandioca gera entre 267 a 419 litros desse resíduo para cada tonelada de raiz processada. Uma indústria farinheira de médio porte, que chega a processar cerca de 260 t mês⁻¹ de raiz, podendo gerar em torno de 104 m³ de manipueira por mês, o que exige sistemas de tratamentos ocupando espaços físicos nem sempre disponíveis e/ou adequados (Camili & Cabello, 2008). Além do grande volume gerado, este resíduo apresenta um elevado teor poluente devido do ácido cianídrico proveniente da hidrólise de glicosídeo cianogênico presentes na mandioca. A magnitude do problema depende da capacidade do processamento e do número de indústrias localizadas nas mesmas bacias hidrográficas (Pinto & Cabello, 2011).

O descarte da manipueira de forma inadequada pode ser evitado com a utilização de técnicas corretas de manejo, tratamentos e, sobretudo, o estabelecimento de múltiplos e novos usos. Conhecer as características deste efluente, bem como as quantidades produzidas e sua sazonalidade são de fundamental importância para avaliar e determinar

com segurança a forma de reutilização do mesmo para que as metas propostas sejam alcançadas (Cardoso, 2005).

Muitas técnicas de tratamento têm sido propostas para remover poluentes inorgânicos ou orgânicos das águas residuais, mas estes processos implicam altos custos operacionais ou grandes quantidades de áreas para a construção das lagoas de estabilização para o tratamento (Angenent et al., 2004; Rabaey & Verstrate, 2005).

Neste sentido, sua utilização como fertilizante, torna-se uma opção rentável para os produtores, gerando incrementos na produção das culturas e economia com fertilizantes minerais. Assim, a utilização de manipueira como adubo (fertilizante) pode transformar um resíduo perigoso em um produto rentável a baixo custo, reduzindo o impacto ambiental e melhorando o cultivo das culturas (Cardoso et al., 2009).

No Estado de Pernambuco, visando solucionar o descarte inadequado da manipueira e explorar seu potencial energético, o Governo do Estado e a Prefeitura Municipal de Lajedo reuniram esforços para implantar a Unidade Experimental de Valorização Energética da Manipueira, para produzir etanol, biogás e biofertilizante, com capacidade de processar 16 m³ de manipueira/dia, o que corresponde a captação de aproximadamente 40% do volume gerado diariamente nas casas de farinha da cidade de Lajedo (MMA, 2012).

2.2 VALORAÇÃO ECONÔMICA DO REÚSO DA MANIPUEIRA NA AGRICULTURA

Atualmente, as alternativas de valorização de resíduos por meio do seu aproveitamento têm sido muito incentivado, já que podem contribuir para a redução da poluição ambiental, bem como permitir a valorização econômica desses resíduos como um subproduto, agregando deste modo valor ao resíduo (Pastore, 2010).

Dentre as alternativas estudadas para o aproveitamento da manipueira, sua utilização como fertilizante torna-se uma opção rentável para os produtores, gerando incrementos na produção das culturas e economia com fertilizantes minerais. A manipueira apresenta uma composição química com alto potencial de utilização como fertilizante organomineral, haja vista sua riqueza em potássio, nitrogênio, magnésio, fósforo, cálcio, enxofre, ferro e micronutrientes. Assim, a sua utilização como adubo (fertilizante) pode transformar um resíduo de potencial poluidor em um produto rentável a baixo custo, reduzindo o impacto ambiental e melhorando o cultivo das culturas (Cardoso et al., 2009).

Muitas tentativas de agregar valor econômico à manipueira têm sido propostas, diversos pesquisadores vêm estudando a aplicação deste resíduo em várias culturas e sob vários aspectos na agricultura.

Na cultura da mandioca, Vieites & Brinholi (1994), observaram respostas positivas para a utilização do extrato da manipueira associado à adubação mineral, para os parâmetros de produtividade. Pinho (2007) concluiu que a aplicação de doses crescentes de manipueira aos solos elevou significativamente a produção de matéria seca da parte aérea da mandioca.

Na cultura do tomate a manipueira contribuiu para aumentar o rendimento, diâmetro e comprimento dos frutos comercializáveis (Vieites, 1998). Nasu et al. (2010), avaliando o efeito nematicida da manipueira no controle de *Meloidogyne incognita*, observaram que a manipueira promoveu o controle do nematóide.

Em pastagens, estudos realizados sobre o uso da manipueira como fertilizante alternativo, obtiveram resultados satisfatórios, com a capacidade de lotação do pasto triplicada (Gameiro et al., 2003).

No sorgo, Silva et al. (2004), como objetivo avaliar o comportamento da cultura submetida à doses de efluente maturado de fecularia de mandioca, verificaram que o efluente maturado de fecularia de mandioca supriu as necessidades nutricionais exigidas pelo sorgo para o seu pleno desenvolvimento e produção de massa verde (ou massa seca), proporcionando aumento de crescimento até a dose máxima adicionada de $900\text{m}^3\text{ha}^{-1}$ indicando efeito fertilizante do efluente.

Na cultura do milho, Cardoso (2005), observou aumento de produtividade de grãos, frutos mais sadios, crescimento e massa verde superiores, em confronto com milho cultivado sem a manipueira, indicando o aproveitamento da manipueira como adubo. Em trabalho realizado por Saraiva et al. (2007) verificaram que o uso da manipueira teve efeito significativo no crescimento de plantas de milho. Araujo et al. (2012), analisando o uso da manipueira como fertilizante foliar na cultura do milho, observaram que a manipueira mostrou-se eficaz na adubação até a dose de 50%, via foliar, e todas as variáveis analisadas apresentaram valores superiores à testemunha absoluta.

Na cultura da aveia Cabral et al. (2010), avaliando os efeitos da água residuária de uma indústria de mandioca para as seguintes doses (0, 150, 300, 450 e $600\text{m}^3\text{ha}^{-1}$), concluíram que a aplicação de água residuária de fecularia de mandioca, proporcionou acréscimos na produtividade da cultura da aveia.

Na cultura do morango, Borszowski et al. (2009) com o objetivo de avaliar diferentes dosagens da manipueira (T1-água (testemunha); T2-Manipueira diluída em água na proporção de 1:6; T3-Manipueira diluída em água na proporção de 1:4; T4-Manipueira diluída em água na proporção de 1:2) sobre a produtividade do morangueiro, observaram efeito significativo na utilização da manipueira na fertirrigação de morangueiros, obtendo produtividades elevadas com doses crescentes de manipueira diluída.

Na cultura da alface, Santos et al. (2010), avaliaram a utilização da manipueira como fonte de potássio trabalhando com as seguintes doses (0, 100, 200, 300, 400 e 500 mL de manipueira por vaso de 5L) observaram que a área foliar aumentou com o incremento das doses de manipueira. Ainda na cultura da alface Duarte et al. (2012), estudando o uso de doses de manipueira em substituição à adubação mineral, observaram que o crescimento e a produção das plantas foram suprimidos com a utilização de doses de manipueira superiores a $45 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$.

2.3 MODIFICAÇÕES FÍSICAS E QUÍMICAS NOS SOLOS DECORRENTES DO USO DA MANIPUEIRA

A produção de resíduos oriundos das mais diversas atividades tem despertado grande inquietação, devido principalmente aos impactos que causa ao ambiente, sobretudo no que diz respeito à contaminação do solo, dos mananciais de superfície e subterrâneos, por diversos processos. Os cuidados com a preservação ambiental têm crescido em paralelo com o aumento da produção de resíduos gerados pela agroindústria, os quais podem ser utilizados na agricultura como forma de substituir parcialmente fertilizantes comerciais sintéticos (Santos et al., 2010).

A agricultura exige o uso de corretivos e fertilizantes em quantidades adequadas, de forma a atender a critérios racionais, que permitam conciliar resultados econômicos positivos com a preservação dos recursos naturais, meio ambiente e elevação constante da produtividade das culturas. Quando esses insumos são aplicados acima da capacidade suporte do solo, podem liberar íons e compostos tóxicos ou não, que poderão eventualmente, poluir o solo e as águas subterrâneas. Os íons disponibilizados na solução do solo podem ser adsorvidos ao solo, absorvidos pelas plantas ou lixiviados das camadas superficiais do solo (Mélo, 2004).

A disposição de resíduos orgânicos em solos agrícolas vem sendo utilizada de forma crescente em nível mundial, sendo uma alternativa economicamente viável e, se bem conduzida, ambientalmente correta (Smith, 2009).

Por suas características químicas e biológicas, o solo propicia as condições necessárias para a biodegradação de resíduos orgânicos. Além disso, o material orgânico pode disponibilizar nutrientes, como o nitrogênio, o fósforo e o potássio para as plantas e microrganismos, além de melhorar os atributos químicos e físicos do solo pela adição de matéria orgânica (Moreira & Siqueira, 2006). Entretanto, dependendo da dose adicionada, pode haver efeitos prejudiciais ao ambiente (Lorenz & Lal, 2009).

O interesse no uso de resíduos orgânicos na agricultura brasileira está fundamentado nos elevados teores de nutrientes neles contidos. Surgindo como uma alternativa a substituição do adubo mineral, de preços elevados, por produtos de origem vegetal e animal disponível no campo, que, além dos preços mais acessíveis, influenciam positivamente com a matéria orgânica as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo. Essa influência é considerada fundamental para a manutenção da capacidade produtiva em qualquer ecossistema terrestre. Do ponto de vista físico, melhora a estrutura do solo, reduz a plasticidade e a coesão, aumenta a capacidade de retenção de água e a aeração, permitindo maior penetração e distribuição das raízes. Atua também diretamente sobre a fertilidade do solo, sendo importante fonte de macro e micronutrientes, como também indiretamente, elevando o pH e aumentando a capacidade de retenção dos nutrientes (Pires et al., 2008).

O uso da manipueira como adubo é uma alternativa interessante para reuso agrícola de efluentes, transformando-o em um suplemento orgânico para cultivar espécies, é uma maneira econômica de fornecer nutrientes as plantas e reduzir os impactos ambientais, desde que as doses ideais para cada tipo de solo e da cultura sejam respeitados (Cardoso et al., 2009). Apesar da manipueira apresentar propriedades desejáveis como fonte de nutrientes, caso não seja utilizada corretamente poderá causar danos tanto ao solo quanto às plantas.

Estudos sobre os efeitos da aplicação da manipueira ao solo têm sido relatados na literatura, abordando seus efeitos sobre o comportamento das propriedades físicas, químicas e biológicas. Duarte et al. (2013), com o objetivo de avaliar as alterações dos atributos físicos e químicos em um Neossolo Regolítico cultivado com alface e submetido às diferentes doses (0, 5, 15, 25, 45, 65 m³ ha⁻¹) de manipueira, observaram a aplicação de manipueira ao solo propiciou um aumento significativo do grau de

floculação, pH, condutividade elétrica do extrato de saturação, teores de cátions dos trocáveis (K^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+} e Na^+) e teor de P disponível, e uma diminuição significativa das argilas dispersas em água. Constataram ainda que o uso de manipueira como fonte de adubação poderá levar à salinização do solo em cultivos sucessivos, mesmo sem ter verificado salinização ou sodificação do solo no período da pesquisa.

Silva Júnior et al. (2012), com o objetivo de avaliar o impacto do uso da manipueira nas características químicas, físicas e microbiológica de um Latossolo Amarelo distrófico típico dos tabuleiros costeiros do Recôncavo da Bahia, bem como seu potencial fertilizante, constataram que a aplicação de manipueira possibilitou o aumento de Mg^{2+} , Ca^{2+} , Na^+ , CTC, V% e baixo incremento de K^+ , P, H+Al e Al^{3+} . Segundo os autores, o baixo incremento de K^+ , P, H+Al e Al^{3+} está relacionado à extração dos nutrientes pela cultura da banana.

Inoue et al. (2010), avaliando o efeito da aplicação de diferentes doses e tipos de biofertilizantes produzidos a partir da biodigestão, tendo como substrato a manipueira e a casca de mandioca, sobre as características químicas do solo, observaram que a incorporação do biofertilizante ao solo promoveu uma diminuição no pH, no entanto, sem aumento significativo da acidez potencial, após o cultivo do milho. A condutividade elétrica na solução do solo aumentou nos tratamentos em que o biofertilizante foi associado às doses mais elevadas e aplicação do biofertilizante promoveu alteração nas concentrações de cálcio, magnésio, fósforo total, potássio total, potássio disponível e sódio total.

Cardoso et al. (2009), avaliando o potencial da manipueira como biofertilizante na cultura do milho, a fim de desenvolver procedimentos para reduzir o impacto ambiental dos efluentes de mandioca a baixo custo, aplicaram um total de 7.200 m³ de efluente em uma área de 15.000 m², o que corresponde a uma deposição de 4800 m³ ha⁻¹ e um volume diário de 8 L m², verificaram, que a aplicação de 4.800 m³ ha⁻¹ de manipueira como fonte de adubação para o milho, promoveu uma melhora significativa na fertilidade do solo.

Avaliando o uso da manipueira tratada na fertirrigação da cultura do milho, Saraiva et al. (2007), observaram aumento médio de 11% nos teores de matéria orgânica do solo, principalmente para os solos tratados com efluente da lagoa de decantação.

Mélo et al. (2005), avaliando a influência da aplicação de cinco doses (0, 85, 170, 340 e 510 m³ ha⁻¹) de manipueira nas propriedades físicas e químicas em três tipos de solo (Neossolo Quartzarênico órtico espódico, Latossolo Amarelo distrófico típico e

Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico), observaram de forma geral para os três tipos de solo, apresentaram um comportamento linear crescente nos teores de P disponível, Na^+ , Mg^{2+} , Ca^{2+} , K^+ , pH e condutividade elétrica e diminuição no Al^{3+} trocável.

3. CULTURA DO GIRASSOL

O girassol (*Helianthus annuus L.*) destaca-se como uma das quatro principais culturas anuais produtoras de óleo do mundo, com uma produção mundial de aproximadamente 38 milhões de Mg. No Brasil a área plantada com girassol, em 2012 foi de 76,8 mil hectares, com uma produção de aquênios de 121,5 Mg e rendimento médio de 1581,3 kg ha⁻¹. O óleo é o principal produto do girassol, obtido da semente, apresentando em 2012 uma produção de aproximadamente 43 Mg, com um rendimento de 563,80 kg ha⁻¹ (FAO, 2014). A região Centro-Oeste destaca-se como maior produtora de girassol, sendo os Estados do Mato Grosso e Goiás os principais produtores com 79.368 e 25.705 Mg de aquênios respectivamente (IBGE, 2014). No Estado do Pernambuco a cultura do girassol é pouco expressiva, porém nas regiões do agreste e sertão, surge como alternativa para a produção de biodiesel e geração de emprego e renda na agricultura familiar.

O girassol (*Helianthus annuus L.*) é uma dicotiledônea anual pertencente ao gênero *Helianthus*, família Compositae, originária do continente norte americano. A inflorescência é um capítulo formado por inúmeras flores, arranjada em arcos radiais. A base do capítulo é chamada de receptáculo, sobre o qual estão as brácteas e flores. Apresenta sistema radicular do tipo pivotante (Ungaro, 2000). Apresenta caule robusto e ereto, com ou sem pêlos, geralmente sem ramificações e com diâmetros variando entre 15 e 90 mm. Suas folhas são alternadas e pecioladas, com comprimentos de 8 a 50 cm e com um número de folhas por caule variando entre 8 e 70, mas geralmente este número fica entre 20 e 40. Além disso, as folhas de girassol podem ter diversos formatos e tamanhos (Castiglioni et al., 1997). O fruto do girassol é um fruto seco, do tipo aquênio, oblongo, geralmente achatado, composto pelo pericarpo (casca) e pela semente propriamente dita (polpa ou amêndoa). Conforme o cultivar, o fruto é variável quanto ao tamanho, cor e teor de óleo (Peixoto, 2004).

O desenvolvimento do girassol entre a semeadura e a maturação fisiológica é marcado por uma sequência de alterações morfológicas e fisiológicas na planta, sendo convenientemente consideradas como fases fenológicas, separadas por estádios fenológicos (Connor & Hall, 1997).

A escala mais adotada e utilizada para publicações sobre o cultivo nas regiões produtoras de girassol na América do Sul (Argentina, Brasil e Paraguai) é a proposta por Schneiter & Miller (1981), em que o desenvolvimento da planta é dividido em duas etapas: Vegetativa (V) e Reprodutiva (R) (Schneiter & Miller, 1981).

Os estádios vegetativos (V) são subdivididos na fase de emergência (VE) e uma série de estádios determinados pelo número de folhas maiores que 4 cm de comprimento da base da lâmina (VE – V10). Há nove estádios R, que começam com o surgimento do botão floral (R1). Os estádios R2 e R3 relacionam-se à elongação do internódio imediatamente abaixo da base da inflorescência. A abertura da inflorescência ocorre no estádio R4 e a antese, em R5, possui vários subestádios, em função do percentual do disco do receptáculo com flores que completaram ou estão em antese. O estádio R6 caracteriza-se pelo final da floração. No R7 e R8 ocorre o enchimento de aquênios e no R9 ocorre à maturação fisiológica. O processo de formação do capítulo e dos primórdios florais tem início a partir do estádio de 8 a 10 folhas. Essa primeira fase é essencial, pois já determina o número potencial de aquênios (Blanchet, 1994).

O período compreendido entre a emergência até o surgimento do botão floral (VE-R1) é o mais longo, sendo crucial tanto para o desenvolvimento da parte aérea quanto da parte subterrânea. Ao longo dessa fase, os primórdios foliares se diferenciam e, portanto, deficiência hídrica nessa fase pode reduzir o seu número (Merrien, 1992). A arquitetura do sistema radicular é definida entre VE e V10. Durante esse período, o crescimento diário longitudinal do sistema radicular de plantas com boa disponibilidade de água e nutrientes depende principalmente da radiação interceptada nos dias precedentes (Aguirrezabal et al., 2001). Entre V8-V10 e R1, o capítulo e os primórdios florais se formam, definindo assim o número potencial de aquênios por capítulo. Este por sua vez, está relacionado à interceptação da energia luminosa e à absorção de nitrogênio (Blanchet, 1994; Merrien, 1992).

O período compreendido entre R1-R4 caracteriza-se por um crescimento acelerado do aparelho vegetativo, acompanhado por uma grande demanda por nutrientes e uma síntese de proteínas é bastante ativa. A proteína Rubisco representa a parte principal das proteínas solúveis nas folhas, podendo constituir até 10% da matéria seca total destas. Quando a planta chega ao final dessa fase, obteve o máximo de acumulação de matéria seca (Castro & Oliveira, 2005; Merrien, 1992; Zobiole et al., 2010).

A partir de R4 até R6 ocorre à floração. A antese das flores (estádio R5) ocorre gradualmente, as quais abrem segundo um padrão em espiral centrípeta. Pela manhã, as

antras emergem através da corola, com a deiscência e liberação do pólen dentro do tubo da antera, alongação do estilete através do tubo das antras e emergência do estigma, sem este estar receptivo. Na manhã do dia seguinte, o estigma está completamente emergido e com a superfície dos lóbulos expostos e receptivos. Nesse momento, o filete perde a turgidez e o tubo de antras é recolhido para dentro do tubo da corola. Com a retração dos filetes, o pólen é aderido à superfície do estilete/estigma e é empurrado para fora das antras, ocorrendo a polinização e a fertilização (Castro & Farias, 2005).

Durante essa fase, o capítulo torna-se o principal dreno pelos assimilados, sendo este o período de maior sensibilidade à deficiência hídrica (Merrien, 1992). A proteólise e a senescência foliar iniciam-se nessa fase, a partir das folhas da base, sendo os produtos redistribuídos para o capítulo e os aquênios sob a forma de compostos simples como a sacarose, glutamina, asparagina e outros (Blanchet, 1994).

Entre R6-R9 define-se a massa e o teor de óleo nos aquênios. As proteínas são sintetizadas a partir da redistribuição do nitrogênio originário das folhas. Por outro lado, a síntese do óleo origina-se a partir da assimilação tardia (Merrien, 1992). O número de aquênios que se transformam em aquênios cheios começa a ser determinado pouco tempo após a floração, podendo ocorrer abortos até mais de 15 dias após o final desse estágio (Aguirrezabal et al., 2001).

Estas fases são de grande utilidade, porque muitas práticas culturais requerem o conhecimento de uma parte específica para seu melhor emprego, como aplicação de adubação de cobertura, de produtos químicos, ou a coleta da folha para análise de tecido para serem executadas corretamente (Castiglioni et al., 1994; Castro & Farias, 2005).

A cultura do girassol apresenta características desejáveis sob o ponto de vista agrônomo, tais como: ciclo curto, elevada qualidade e bom rendimento em óleo, o que a qualifica como uma boa opção aos produtores brasileiros.

O girassol é uma espécie pouco influenciada pelas variações de latitude e altitude, sendo tolerante a baixas temperaturas e relativamente tolerante à seca. Apesar disto, a ocorrência de déficit hídrico, principalmente durante a floração e o enchimento dos aquênios, prejudica fortemente o rendimento e o teor de óleo. Na maioria dos casos, 400 a 500 mm de água, bem distribuídos ao longo do ciclo, resultam em rendimentos próximos ao potencial máximo (Leite et al., 2005). A evapotranspiração aumenta no período de florescimento, e pode atingir entre 12 e 15 mm dia⁻¹ (Gomes, 2005).

A baixa sensibilidade fotoperiódica da planta de girassol permite que seu cultivo possa ser realizado durante todo o ano, em todas as regiões produtoras de grãos. Porém altas temperaturas do ar verificadas nos períodos de florescimento, enchimento de aquênios e de colheita, têm sido um dos maiores condicionantes para o sucesso da exploração agrícola do girassol (Leite et al., 2007).

Uma importante característica do girassol é a sua resistência à amplitude térmica, compreendida na faixa entre 8 e 34 °C, sendo possível a sua adaptação em lugares de dias quentes e noites frias. A textura do solo pode variar de arenosa a argilosa, porém não pode haver compactação. A boa drenagem é essencial para o seu bom desenvolvimento. O girassol é resistente à alcalinidade do solo, mas tem baixo desenvolvimento em solos com pH inferior a 5,2 (Câmara, 2001). De uma forma geral para o plantio do girassol são indicados os solos de textura média, profundos e com boa drenagem e pH variável de ácido a neutro (superior a pH 5,2) (Lira et al., 2011).

O potássio (K) é um elemento muito móvel na planta, com alta mobilidade intracelular e nos tecidos, percorrendo longas distâncias com distribuição pelos vasos do xilema e floema (Meurer, 2006). A absorção do nutriente é função da demanda pela planta e da capacidade de suprimento do solo. Segundo Zobiolo et al. (2010) o K é o nutriente absorvido em maiores quantidades, porém a redistribuição para os aquênios é baixa, indicando que grande parte do K acumulado pode retornar ao solo com a decomposição dos restos culturais

O nitrogênio (N) é o segundo nutriente mais requerido pela cultura do girassol, o qual absorve 41 kg de N por 1.000 kg de grãos produzidos, podendo ser fornecido tanto a partir da adubação quanto através de restos culturais, exportando 56% do total absorvido (Leite et al., 2005).

O fósforo (P) é o nutriente mais exportado pelos aquênios. Sua absorção ocorre até o ponto de enchimento dos grãos, podendo ser translocado das folhas e caule durante o período de maturação, numa razão de até 60% (Hooking & Steer, 1983).

O cálcio (Ca) apesar de considerado um macronutriente secundário, é o terceiro nutriente mais exigido pela cultura do girassol (Zobiolo et al., 2010). Segundo Vitti et al. (2006), sua absorção pode ser diminuída por altas concentrações no solo de K^+ , Mg^{++} e NH_4^+ . Encontra-se firmemente ligado a estruturas no apoplasma, sendo parte trocável nas paredes celulares e na membrana plasmática. Muitas das funções do Ca estão ligados à composição estrutural de macromoléculas e relacionadas à sua capacidade de

coordenação, o que confere ligações intermoleculares estáveis mais reversíveis, principalmente nas paredes celulares e na membrana plasmática (Vitti et al., 2006).

O enxofre (S) é requerido pela cultura do girassol em níveis semelhante ao fósforo (Zobiolo et al., 2010). Em muitos aspectos, a assimilação do S é semelhante à do nitrato. Sua assimilação ocorre principalmente através de fluxo de massa. As principais funções do S na planta são estruturais, na formação das proteínas e metabólicas, na ação dos aminoácidos em proteínas, aminoácidos livres e compostos de S de baixo peso molecular (Vitti et al., 2006).

O girassol é uma das culturas mais sensíveis à deficiência de boro, em casos severos, as plântulas não se desenvolvem além das folhas cotiledonares, sendo recomendado 1kg ha⁻¹ de boro (Ribeiro et al., 1999; Rajj et al., 1996).

REFERÊNCIAS

- Abreu, M. F.; Andrade, J. C.; Falcão, A. A. Protocolo de análises químicas. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. Análise química de resíduos sólidos para monitoramento e estudos agroambientais. Campinas: IAC, 2006. 178p.
- Alves, W. W. A.; Azevedo, C. A. V.; Neto, J. D.; Lima, V. L. A. Área foliar do algodoeiro irrigado com água residuária adubado com nitrogênio e fósforo. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v.4, n.1, p.41-46, 2009.
- Almeida, S. R. Matos.; Silva, A. M.; Lima, J. P.; Almeida, A. M. M.; Zacharias, F. Avaliação do potencial nutritivo da manipueira na dieta de ovinos deslanados. Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, p.1434-1438. 2009.
- Aguirrezabal, L. A. N. et al. Girassol: aspectos fisiológicos que determinam El rendimiento. Mar Del Plata: INTA, 2001. 111p.
- Angenent, L. T.; Karim, K.; Al-Dahhan, M. H.; Wrenn, B. A.; Dominiguez-Espinosa, R. Production of bioenergy and biochemicals from industrial and agricultural wastewater. Trends Biotechnol, v. 22, p. 477-85, 2004.
- Amaral, C. M. C.; Amaral, L. A.; Lucas Júnior, J.; Nascimento, A. A.; Ferreira, D. S.; Machado, M. R. F. Biodigestão anaeróbia de dejetos de bovinos leiteiros submetidos a diferentes tempos de retenção hidráulica. Ciência Rural, v.34, 2004.
- Araújo, N. C.; Ferreira, T. C.; Oliveira, S. J. C.; Gonçalves, C. P.; Araújo, F. A. C. Avaliação do uso de efluente de casas de farinha como fertilizante foliar na cultura do milho (*Zea mays* L.). Revista Engenharia na Agricultura, v.20, p.340-349, 2012.

- ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS – ABNT. NBR 10007: Amostragem de resíduos – procedimento. Rio de Janeiro, 2004.
- Borszowski, P. R.; Milléu, R. D. S.; Ahrens, D. C.; Romaniw, J. Utilização de manipueira como adubo natural alternativo para a cultura do morangueiro (*Fragaria x ananassa* Duch). Revista Brasileira de Agroecologia, v. 4, p. 348-252, 2009.
- Blanchet, R. Ecophysiologie et élaboration du rendement du tournesol: principaux caractères. In: Lombe, L.; Picard, D. (Ed.). Élaboration du rendement des principales cultures annuelles. Paris: INRA, 1994.p. 97-99.
- Cabral, J. R.; Freitas, P. S. L.; Bertonha, A.; Muniz, A. S. Effects of wastewater from a cassava industry on soil chemistry and crop yield of lopsided oats (*Avena strigosa* Schreb). Brazilian Archives of Biology & Technology, v.53, p.19-26. 2010.
- Camili, E. A.; Cabello, C. Avaliação do processo de flotação no tratamento da manipueira originada da fabricação de farinha de mandioca. Revista Energia na Agricultura, v.23, p.32-45, 2008.
- Camili, E. A. Tratamento da manipueira por processo de flotação sem o uso de agentes químicos. Botucatu: UEP, 2007. 78p. Dissertação Mestrado.
- Câmara, G. M. S. O Agronegócio das plantas oleaginosas: algodão, amendoim, girassol e mamona. ESALQ. Piracicaba, 2001. 204p.
- Cardoso, E. Uso de manipueira como biofertilizante no cultivo do milho: avaliação do efeito no solo, nas águas subterrâneas e na produtividade do milho. Criciúma: Universidade do Extremo Sul Catarinense. 53 f. 2005. Dissertação Mestrado.
- Cardoso, E.; Cardoso, D. C.; Cristiano, M. P.; Silva, L.; Back, A. J.; Bernardin, A. M.; Paula, M. M. S. Use of Manihot esculenta, Crantz Processing Residue as Biofertilizer in Corn Crops. Research Journal of Agronomy. v.3, p.1-8. 2009.
- Castiglioni, V. B. R.; Balla, A.; Castro, C.; Silveira, J. M. Fases de desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA CNPSo, 1997. 24p.
- Castiglione, V. B. R.; Balla, A.; Castro, C.; Silveira, J. M. Fases do desenvolvimento da planta de girassol. Londrina: EMBRAPA–CNPSo, (Documentos, 52). 1994. 24p.
- Castro, C.; Oliveira, F. A. Nutrição e adubação do girassol. In: Leite, R. M. V. B. C.; Brighent, A. M.; Castro, C. (Ed.). Girassol no Brasil. Londrina: EMBRAPA Soja, 2005.p. 317-373.
- Castro, C.; Farias, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: Leite, R. M. V. B. C.; Brighnti, A. M.; Castro, C. Girassol no Brasil. 1.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.317-365.

- Connor, J. D.; Hall, A.J. Sunflower physiology. In: SCHNEIDER, A. A. (Ed.). Sunflower technology and production. Madison: ASA: CSSA: SSSA, (Series of Monographs, 35), p.113 -181. 1997.
- Duarte, A. S.; Silva, E. F. F.; Rolim, M. M, Ferreira R. F. A. L., Malheiros, S. M. M., Albuquerque, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.262–267, 2012.
- Duarte, A. S.; Rolim, M. M; Silva, E. F. F. E.; Pedrosa, M. E. ; Albuquerque, F. S.; Magalhaes, A. G. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.17, p.938-946, 2013.
- Erthal, V. J. T; Ferreira, P. A.; Matos, A. T.; Pereira, O. G. Alterações físicas e químicas de um argissolo pela aplicação de água residuária de bovinocultura. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, p.467-477, 2010.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2012. Acessado em 26/03/2014. Online. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/>.
- Fernandes Junior, A.; Takahashi, M. Tratamento da manipueira por processos biológicos – aeróbio e anaeróbio. In: Cereda, M. P. Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil. São Paulo, Editora Paulicéia, 1994. 174 p.
- Ferreira, W. A.; Botelho, S. M.; Cardoso, E. M. R.; Poltronieri, M. C. Manipueira: Um adubo orgânico em potencial. Belém, Embrapa Amazônia Oriental. 2001. 21 p. (Documentos nº 107).
- Gameiro, A H.; Cardoso, C. E. L.; Barros, G. S. C.; Guimarães, V. A. A indústria do amido de mandioca. Embrapa Informação Tecnológica, Brasília, DF, 2003, p90. (Documentos 6).
- Gonzaga, A. D.; Souza, S. G. A.; Py-Daniel, V.; Ribeiro, J. D. Potencial de manipueira de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no controle de pulgão preto de citros (*Toxoptera citricida* Kirkaldy, 1907). *Revista Brasileira de Agroecologia*, v.2, p.646-650, 2007.
- Gomes, E. M. Parâmetros básicos para a irrigação sistemática do girassol (*Helianthus annuus* L.). Campinas: Universidade Estadual de Campinas, Tese Doutorado, 117f. 2005.

- Inoue, K. R. A.; Souza, C. F.; Matos, A. T.; Santos, N. S.; Alves, E. E. N. Características do solo submetido a tratamentos com biofertilizantes obtidos na digestão da maniveira. *Tecnologia e Ciência Agropecuária*, v.4, p.47-52, 2010.
- IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Acessado em 20/04/2014. Online. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/estadossat/temas.php?sigla=df&tema=1avouratemporaria20>.
- Leite, R. M. V. B. C.; Brighenti, A. M.; Castro, C. Girassol no Brasil. Londrina: Embrapa Soja, 2005. 641p.
- Leite, R. M. V. B. C.; Castro, C.; Brighenti, A. M.; Oliveira, F. A.; Carvalho, C. G. P.; Oliveira, A. C. B. Indicações para o cultivo do girassol nos estados do Rio Grande do Sul, Paraná, Mato Grosso do Sul, Mato Grosso, Goiás e Roraima. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 4p. Comunicado Técnico, 78.
- Lima, U. A.; Basso, L. C.; Amorim, H. V. Produção de etanol. In: *Biotecnologia*. São Paulo: E. Blucher, v. 3, p. 1-43, 2001.
- Lira, M. A.; Carvalho, H. W. L.; Chagas, M. C. M. Das; Bristot, G.; Dantas, J. A.; Lima, J. M. P. Avaliação das potencialidades da cultura do girassol como alternativa de cultivo no semiárido nordestino. Natal: EMPARN, Documentos, n. 40, 43p. 2011.
- Lorenz, K.; Lal, R. Biogeochemical C and N cycles in urban soils. *Environment International*, v.35, p.1-8, 2009.
- Kuczman, O.; Gomes, S.D.; Tavares, M. H. F.; Torres, D. G. B.; Alcântara, M. S. Produção específica de biogás a partir de maniveira em reator de fase única. *Engenharia Agrícola*, v.31, p.143-149. 2011.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Acessado em 05/07/2014. Online. Disponível em: http://www.mma.gov.br/responsabilidade_socioambiental/item/9161-1%C2%BA-lugar-2012-governo-do-estado-de-pernambuco.
- Matos, A. T. Tratamento de resíduos Agroindustriais. Fundação Estadual do Meio Ambiente, 2005.
- Merrien, A. *Physiologie du tournesol*. Paris: CETIOM, 1992. 66p.
- Meurer, E. J. Potássio. In: Fernandes, M. S., ed. *Nutrição mineral de plantas*. Viçosa: SBCS, 2006. p. 281-298.
- Melo, R. F. De; Ferreira, P. A.; Ruiz, H. A.; Matos, A. T.; Oliveira, L. B. Alterações físicas e químicas em três solos tratados com água residuária de mandioca. *Irriga*, v. 10, p. 383-392, 2005.

- Melo, V. S. Eficiência da manipueira como quelatizante de zinco e seu efeito na nutrição mineral do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) São Cristóvão: Universidade Federal de Sergipe, 2010. 54p. Dissertação Mestrado.
- Mélo, R. F. Avaliação das alterações físicas e químicas, distribuição e mobilidade dos íons em três solos tratados com manipueira. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2004. 59 p. Tese Doutorado.
- Modesto, P. T.; Scabora, M. H.; Colodro, G.; Maltoni, K. L.; Cassiolato, A. M. R. Alterações em algumas propriedades de um Latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do solo*, v. 33, p.1489-1498, 2009.
- Moreira, F. M. S.; Siqueira, J. O. *Microbiologia e Bioquímica do Solo*. 2 ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.
- Nasu, E. G. C.; Pires, E.; Formentini¹, H. M.; Furlanetto, C. Efeito de manipueira sobre *Meloidogyne incognita* em ensaios in vitro e em tomateiros em casa de vegetação. *Tropical Plant Pathology*, v.35, p. 032-036, 2010.
- Pastore, N. S. Avaliação de diferentes fontes de nitrogênio e concentração de sacarose na produção de ácido cítrico por *Aspergillus niger* usando manipueira como substrato. Toledo: Universidade Estadual do Oeste do Paraná. 67p. 2010. Dissertação de Mestrado.
- Pantaroto, S; Cereda, M. P. Linamarina e sua decomposição no ambiente. In: Cereda, M.P (coord): Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca. v.4. São Paulo: Fundação CARGILL. 2001. p.38 – 47.
- Peixoto, A. M. *Enciclopédia Agrícola Brasileira – Girassol*. v.5. Editora EDUSP. 2004.
- Pinho, M. M. C. A. Características químicas de solos adubados com manipueira. Recife: UFRPE, 2007. 56p. Dissertação Mestrado.
- Pinto, P. H. M.; Cabello, C. Tratamento de manipueira de feccularia em biodigestor anaeróbio para disposição em corpo receptor, rede pública ou uso em fertirrigação. *Revista Energia na Agricultura*, v.26, p.127-140. 2011.
- Pires, A. A.; Monnerat, H. P.; Marciano, C. R.; Pinho, L. G. R.; Zampirolli, P. D.; Rosa, R. C.; Muniz, R. A. Efeito da adubação alternativa do maracujazeiro amarelo nas características químicas e físicas do solo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1997-2005, 2008.

- Raij, B. V.; Andrade, H.C.; Quaggio, J. A.; Furlani, A. M. C.; Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo. 2. ed. Instituto Agronômico e Fundação IAC, Campinas. 1996. 285 p.
- Rabaey K, Verstrate W. Microbial fuel cells: novel biotechnology for energy generation. Trends Biotechnol, v.23, p. 291–298. 2005.
- Ribeiro, A. C.; Guimarães, P. T. G.; Alvarez, V. H. Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais. 5a aprox. Viçosa: CFSEMG, 1999. 359 p.
- Santos, J.S; Lima, V. L. A; Borges Júnior, J. C. F; Leda, V. B. D.; Silva, L. V. B. D; Azevedo, C. A. V. Mobilidade de solutos em colunas de solo com água residuária doméstica e de suinocultura. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.14, p.1226-1233, 2010.
- Saraiva, F. Z.; Sampaio, S. C.; Silvestre, M. G.; Queiroz, M. M. F.; Nóbrega, L. H. P.; Gomes, B. M. Uso de manipueira no desenvolvimento vegetativo do milho em ambiente protegido. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.11, p.30–36, 2007.
- Schneiter, A. A.; Miller, J. F. Description of sunflower growth stages. CropScience, Madison, v.21, p.901-903, 1981.
- Smith, S. R. A critical review of the bioavailability and impacts of heavy metals in municipal solid waste composts compared to sewage sludge. Environment International, v.35, p.142-156, 2009.
- Silveira, A. P. D.; Freitas, S. S. Microbiota do solo e qualidade ambiental Campinas: Instituto Agronômico, 2007. 312p.
- Socol, C. R.; Vandenberghe, L. P. S. Overview of applied solid-state fermentation in Brazil. Biochemical Engineering Journal, Amsterdam, v.3648, p.1-14, 2003.
- Souza, M. L.; Menezes, H.C. Processamentos de amêndoa e torta de castanha-do-brasil e farinha de mandioca: parâmetros de qualidade. Ciência e Tecnologia de Alimentos, v.24, p.120-128, 2004.
- Silva, F. F. Impacto da aplicação de efluente de fecularia de mandioca em solo e na cultura do sorgo (*Sorghum bicolor*). Maringá: Universidade Estadual de Maringá, 93 p. 2003. Dissertação Mestrado.
- Silva Júnior, J. J.; Coelho, E. F.; Sant'ana, J. A. V.; Accioly, A. M. A. Physical, chemical and microbiological properties of a dystrophic yellow latosol using manipueira. Engenharia Agrícola, v.32, p.736-744. 2012

- Ungaro, M. R. G. Cultura do girassol. Campinas: Instituto Agronômico, 2000. 36 p. (Boletim Técnico, 188).
- Vitti, G. C.; Lima, E.; Cicarone, F. Cálcio, magnésio e enxofre. In: Fernandes, M. S. ed. Nutrição mineral de plantas. Viçosa, SBCS, 2006. p. 299-325.
- Vieites, R. L. Efeitos da adubação com manipueira sobre o rendimento e qualidade dos frutos de tomate. Revista Pesquisa Agropecuária Brasileira, EMBRAPA, v.33, 1998.
- Vieites, R. L.; Brinholi, O. Utilização da manipueira como fonte alternativa à adubação mineral na cultura da mandioca. Revista Brasileira de Mandioca, v.13, p.61-66, 1994.
- Zobiole, L. H. S.; Castro, C.; Oliveira, F. A.; Oliveira Júnior, A. Marcha de absorção de macronutrientes na cultura do girassol. Viçosa, MG. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.425-433, 2010.

CAPÍTULO II

**CRESCIMENTO E RENDIMENTO DA CULTURA DO GIRASSOL ADUBADO
COM MANIPUEIRA**

CRESCIMENTO E RENDIMENTO DA CULTURA DO GIRASSOL ADUBADO COM MANIPUEIRA

RESUMO: A utilização da manipueira na agricultura é uma alternativa viável de fornecer nutrientes as plantas e reduzir os impactos ambientais, desde que seja respeitada a melhor dose a ser utilizada para cada cultura. O trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e rendimento da cultura do girassol adubado com manipueira. Para tanto, conduziu-se um experimento realizado no Instituto Agronômico de Pernambuco- IPA, localizada em Vitória de Santo Antão, Zona da Mata de Pernambuco, no Período de outubro de 2012 a janeiro de 2013. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições, tanto para as variáveis de crescimento quanto de produção, no entanto para as avaliações de crescimento foi utilizado o esquema de parcela subdividida em seis épocas de avaliação (15, 30, 45, 60, 75 e 90 dias após a semeadura). Os tratamentos consistiram de seis doses de manipueira (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) que correspondem a (0; 25; 50; 100; 200 e 400 kg ha⁻¹ de potássio). Utilizou-se o girassol cv. Helio 250 irrigado por gotejamento. Cada parcela foi formada por quatro linhas de 6 m de comprimento, considerando como área útil as duas linhas centrais excluindo-se duas plantas em cada extremidade. Uma linha foi utilizada para as avaliações de crescimento e a outra para determinação das variáveis de produção. As avaliações de crescimento foram realizadas quinzenalmente determinando-se altura de plantas, número de folhas, massa fresca e seca de folhas, caule e capítulo. Ao final do ciclo, 90 dias após a semeadura foram determinadas as variáveis de rendimento: massa fresca e massa seca total da planta, rendimento de aquênios e de óleo. As melhores respostas das variáveis fenológicas são obtidas com a dose de 136 m³ ha⁻¹ de manipueira, para todas as épocas de avaliações. A dose de 136 m³ ha⁻¹ de manipueira proporciona maiores rendimentos de aquênios, óleo, massa fresca e massa seca total, para a cultura do girassol, cultivar Helio 250. Nas condições em que foi desenvolvido o estudo a partição de massa fresca e seca foi: capítulo > caule > folhas.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L, *Manihot esculenta* crantz, resíduo, produção.

GROWTH AND YIELD OF CULTURE OF SUNFLOWER FERTILIZED WITH MANIPUEIRA

ABSTRACT: The use of manipueira in agriculture is a viable alternative to provide nutrients the plants and reduce environmental impacts, whilst respecting the best dose to use for each crop. The study aimed to evaluate the growth and yield of sunflower fertilized with Manipueira. To this end, it conducted an experiment at the Station of Pernambuco Agricultural Research Corporation - IPA, located in Vitória de Santo Antão - PE, in the period October 2012 to January 2013. The experimental design was a randomized block design with six treatments and four replications for both growth variables as production, however for growth evaluations the split-plot design in six evaluation periods (15 was used, 30 , 45, 60, 75 and 90 days after sowing). Treatments consisted of six doses of manipueira (0, 8.5, 17, 34, 68 and 136 m³ ha⁻¹) corresponding to (0, 25, 50, 100, 200 and 400 kg ha⁻¹ potassium). Used the sunflower cv. Helio 250 drip irrigation. Each plot consisted of four rows of 6 m length, considering how useful area the two central lines excluding two plants at each end. A line was used for evaluation of growth and the other for determination of production variables. The growth assessments were conducted fortnightly determining plant height, number of leaves, fresh and dry weight of leaves, stem and capitulum. At the end of the cycle, 90 days after sowing were determined variables yield: fresh weight and total dry mass of the plant, achene yield and oil. The best answers phenological variables are obtained with the dose of 136 m³ ha⁻¹ of manipueira, for all assessment times. The dose of 136 m³ ha⁻¹ manipueria higher income achene oil, fresh weight and total dry mass for the sunflower crop, cultivate Helio 250. Under conditions in which the study was developed to partition fresh weight and dry was: capitulum > stems> leaves.

Key words: *Helianthus annuus* L, *Manihot esculenta* crantz, residue, production.

INTRODUÇÃO

Os problemas econômicos e ambientais causados pela exploração e uso desenfreado do petróleo têm causado problemas de escassez de combustível, forçando a procura de outras fontes de energias renováveis, como aquelas derivadas da cana-de-açúcar e de óleos vegetais extraídos de oleaginosas como a soja, mamona, girassol, o pinhão manso e amendoim, entre outros (Porte et al., 2010; Ramos et al., 2009).

O Brasil dispõe de tecnologias avançadas em toda a cadeia produtiva de biocombustíveis; no entanto, os que mais se destacam são o bioálcool e o biodiesel, produzidos, respectivamente, a partir da cana-de-açúcar e de oleaginosas (Véras et al. 2012).

O cultivo de girassol (*Helianthus annuus* L.) visando à produção de biodiesel está relacionado às características que a cultura apresenta, como: elevado teor de óleo, resistência ao estresse hídrico e boa produtividade e adaptação ao cultivo consorciado, sem que haja comprometimento da cultura principal (Thomaz et al., 2012).

O girassol destaca-se como uma das quatro principais culturas anuais produtoras de óleo do mundo, juntamente com a soja (*Glycine max* L), dendê (*Elaeis guineensis*) e canola (*Brassica napus*), apresentando grande importância na economia mundial, com uma produção mundial de aproximadamente 38 milhões de Mg (FAO, 2014). No Brasil a área plantada com girassol, em 2012 foi de 76,8 mil hectares, com uma produção de 121.464 Mg e rendimento de 1581,3 kg ha⁻¹ (FAO, 2014). A produção de massa verde fica entre 20 e 40 Mg ha⁻¹, o que corresponde a 2 a 4 Mg ha⁻¹ de massa seca, podendo alcançar até 7 Mg ha⁻¹ ou mais, a depender da cultivar e condições de manejo e edafoclimáticas (EMBRAPA, 2008). Os maiores produtores nacionais são os estados de Mato Grosso, Goiás e Mato Grosso do Sul (CONAB, 2012).

A produção mundial de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em 2012 foi de 262.585.741 Mg, com uma produtividade 12.881,2 kg ha⁻¹. O Brasil ocupa o terceiro lugar no cenário mundial, com uma produção de 23,04 milhões de Mg e rendimento de 13.611,8 kg ha⁻¹ (FAO, 2014). As raízes são destinadas principalmente ao uso na culinária, alimentação animal e industrial. No Nordeste os principais Estados produtores são Bahia e Maranhão com 2,2 e 1,5 milhões de Mg, respectivamente Pernambuco ocupa a quinta colocação com 341.901 Mg (IBGE, 2014). As raízes são destinadas principalmente ao uso na culinária, alimentação animal e industrial. Na utilização e

transformação da matéria prima são gerados resíduos sólidos e líquidos potencialmente poluidores.

A manipueira é um resíduo líquido produzido no processo de fabricação de farinha de mesa e extração da fécula da mandioca, o qual é rico em açúcares, amidos, proteínas, linamarina, sais e outras substâncias (Duarte et al., 2012). De todos os resíduos gerados no processamento da mandioca, a manipueira é o mais prejudicial ao meio ambiente, devido à presença de alta carga orgânica e de linamarina, que é um glicosídeo cianogênico de elevada toxicidade, os quais provocam a redução do oxigênio dissolvido e eutrofização dos corpos d'água, morte da fauna aquática e intoxicação dos animais que consomem a água contaminada com manipueira (Campos et al., 2006).

No entanto, apesar da manipueira ser um resíduo potencialmente poluidor quando descartado de forma inadequada no meio ambiente, a presença de nutrientes, principalmente, potássio, nitrogênio, magnésio, cálcio e fósforo, pode viabilizar a sua utilização como biofertilizante na atividade agrícola (Cardoso et al., 2009).

O uso da manipueira como fonte de nutrientes na agricultura tem apresentado resultados promissores por diversos pesquisadores. Salvador et al. (2012), avaliaram o efeito da aplicação de diluições de manipueira (12,5; 25; 38; 50; 63; 75; 88; e 100%) na formação de mudas de eucalipto em três tipos de solo e constataram melhores resultados nas mudas utilizando os tratamentos de 50, 25 e 38% de diluição. Resultados semelhantes, quanto ao potencial fertilizante da manipueira, foram apresentados por Santos et al. (2010), Silva Júnior et al. (2012) e Araújo et al. (2012), Duarte et al. (2012).

Portanto, este trabalho teve como objetivo avaliar o desenvolvimento e rendimento da cultura do girassol adubado com manipueira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, localizada em Vitória de Santo Antão, Zona da Mata de Pernambuco, no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013, situado nas coordenadas geográficas 08°08'00" S e 35°22'00" W. A altitude média do município é de 146 m e o seu clima classificado como C1S2 A' a'.

O solo da área foi classificado, segundo EMBRAPA (2006), como Latossolo Vermelho amarelo. Objetivando-se caracterizar os atributos físicos e químicos do solo,

foram realizadas coletas de solo na camada de 0 - 0,4 m, por meio quatro amostras simples em cada bloco. Posteriormente, as amostras foram secas ao ar, destorroadas e peneiradas em malha de 2 mm, sendo homogeneizadas, formando duas amostras compostas.

As análises dos atributos químicos e físicos do solo da área experimental foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade de Solos e no Laboratório de Mecânica dos Solos e Aproveitamento de Resíduos, da UFRPE, utilizando a metodologia da EMBRAPA (1997), os resultados encontram-se na Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo antes do experimento.

Parâmetros	Unidade	Valor
Areia	g kg ⁻¹	578
Silte	g kg ⁻¹	122
Argila	g kg ⁻¹	300
Potencial hidrogeniônico pH (1:2,5 H ₂ O)	-	6,6
CEes	dSm ⁻¹	0,545
Fósforo (P)	mg dm ⁻³	7,47
Potássio (K ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,45
Cálcio (Ca ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,70
Magnésio (Mg ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,80
Sódio (Na ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,27
Alumínio (Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,00
Acidez potencial (H + Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,93
Carbono Orgânico	g kg ⁻¹	28,00
Matéria Orgânica	g kg ⁻¹	48,16

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos consistiram de seis doses de maniqueira (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) que correspondem a (0; 25; 50; 100; 200 e 400 kg ha⁻¹ de potássio). Para as variáveis de crescimento e produção, no entanto para as avaliações de crescimento foi utilizado o esquema de parcela subdividida em seis épocas de avaliação (15; 30; 45; 60; 75 e 90 dias após a semeadura). Considerando-se as épocas de avaliação dispostas em parcelas subdivididas e nas parcelas foram testadas as doses de maniqueira.

Cada parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 6,0 m de comprimento espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, perfazendo um total de 120 plantas por parcela, o que equivale a uma densidade de 50.000 plantas ha⁻¹. A área útil

por parcela foi de 10,4 m², correspondendo a 52 plantas localizadas nas duas fileiras centrais, para isto desprezou-se duas plantas de cada extremidade durante a colheita.

A determinação da composição físico e química da manipueira foi realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental e de Qualidade da UFPE, utilizando a metodologia da APHA (1995), cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos parâmetros físicos e químicos da manipueira utilizada como adubo na cultura do girassol.

Parâmetros		Teor
Demanda Química de Oxigênio - DQO	mg L ⁻¹	66.617
Condutividade elétrica	dS m ⁻¹	7,27
pH		6,60
Nitrogênio	mg L ⁻¹	3.064,0
Fósforo	mg L ⁻¹	312,0
Potássio	mg L ⁻¹	3.200,0
Cálcio	mg L ⁻¹	241,9
Magnésio	mg L ⁻¹	1.588,2
Sódio	mg L ⁻¹	390,0
Sulfato	mg L ⁻¹	2.205,0
Cloretos	mg L ⁻¹	795,0

A dose considerada ótima de manipueira a ser aplicada ao solo foi calculada com base no teor de potássio encontrado no resíduo e no solo, bem como na exigência deste nutriente pela cultura do girassol seguindo a recomendação proposta por Ribeiro *et al.* (1999), considerando a dose 8,5 m³ ha⁻¹, como a quantidade de potássio exigida pela cultura para as condições do local, correspondendo a 25 kg ha⁻¹ de potássio.

As demais doses foram calculadas com base na dose ideal, levando-se em conta os fatores multiplicativos dois, quatro, oito e dezesseis vezes a dose inicial. Não se utilizou adubação mineral e nem se realizou calagem durante o experimento, com o intuito de avaliar apenas o efeito que a manipueira exerceu sobre a cultura. As doses de manipueira foram aplicadas ao solo de uma só vez e, após a aplicação, esperou-se um período de 15 dias para fazer a semeadura, a fim de evitar os efeitos tóxicos do ácido cianídrico contido no resíduo sobre os microrganismos do solo.

No preparo do solo foi realizado uma aração, uma gradagem e sulcamento em linhas espaçadas de 1,0 m com 0,3 m de profundidade. Utilizou-se o método de irrigação localizada por gotejamento, do tipo fita flexível de 16 mm e emissores espaçados em

0,2 m e vazão de 1,0 L h⁻¹. Após a instalação do sistema de irrigação foram confeccionados sulcos de aproximadamente 8 cm de profundidade e aplicadas às doses de manipueira em cada linha de semeadura.

Utilizou-se a cultivar Helio 250. A semeadura foi feita diretamente em campo, colocando-se cinco sementes por cova, sete dias após a emergência foi realizado o desbaste das plantas, deixando-se uma planta por cova.

As irrigações foram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), sendo estimada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) pelo coeficiente de cultura (K_c) e coeficiente de localização (KL). Os valores de K_c correspondentes a cada estágio de desenvolvimento da cultura do girassol (FAO 56) e o KL no início do ciclo da cultura foram determinados pela área molhada e posteriormente pela área de sombreamento. A ET_o foi estimada segundo método de Hargreaves–Samani, determinada a partir de dados coletados em uma estação meteorológica do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE, localizada no município de Vitória do Santo Antão. Durante o ciclo completo da cultura (90 dias) foi aplicada um lâmina de irrigação de 357 mm.

Para avaliar o crescimento das plantas, foram colhidas três plantas por parcela, em intervalos de quinze dias, avaliando-se: altura de plantas (AP), número de folhas (NF), massa fresca das folhas (MFF), massa fresca do caule (MFC), massa fresca do capítulo (MFCAP), massa seca das folhas (MSF), massa seca do caule (MSC) e massa seca do capítulo (MSCAP) essas avaliações foram repetidas a cada 15 dias totalizando seis épocas de avaliação (15; 30; 45; 60; 75 e 90 DAS).

Para as variáveis de produção a colheita foi realizada aos 90 dias após a semeadura quando os capítulos do girassol já estavam todos voltados para baixo, determinando-se as seguintes variáveis: rendimento de aquênios: obtido através da pesagem dos aquênios da área útil da parcela, sendo a umidade dos aquênios corrigida para 11%, com base nos dados calculou-se o rendimento (kg ha⁻¹), considerando o estande final da cultura de 50.000 plantas ha⁻¹. O teor de óleo: foi determinado pelo método de Soxhlet (Bezerra Neto & Barreto, 2011). O rendimento de óleo (kg ha⁻¹) foi obtido considerando o teor de óleo nos aquênios e o rendimento dos aquênios (kg ha⁻¹). Rendimento de matéria fresca: foi obtido através da pesagem de 10 plantas da área útil da parcela, e com base nesses dados estimou-se a produtividade em (kg ha⁻¹), rendimento de massa seca: após a pesagem da massa fresca, foram acondicionados em sacos de papel e colocados em

estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até atingir massa constante e com base nesses dados estimou-se a produtividade em (kg ha⁻¹).

Para análise estatística os dados foram submetidos a análises de variância e regressão, utilizando o programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

a) Crescimento

Observou-se por meio da análise de variância que houve efeito significativo das doses de manipueira e épocas de avaliação para as variáveis avaliadas.

Houve efeito ($p < 0,01$) da interação doses de manipueira e épocas de avaliação para as variáveis, altura de planta e número de folhas, sendo o modelo quadrático o que melhor representou ao longo das épocas de avaliação (Figuras 1A e 1B).

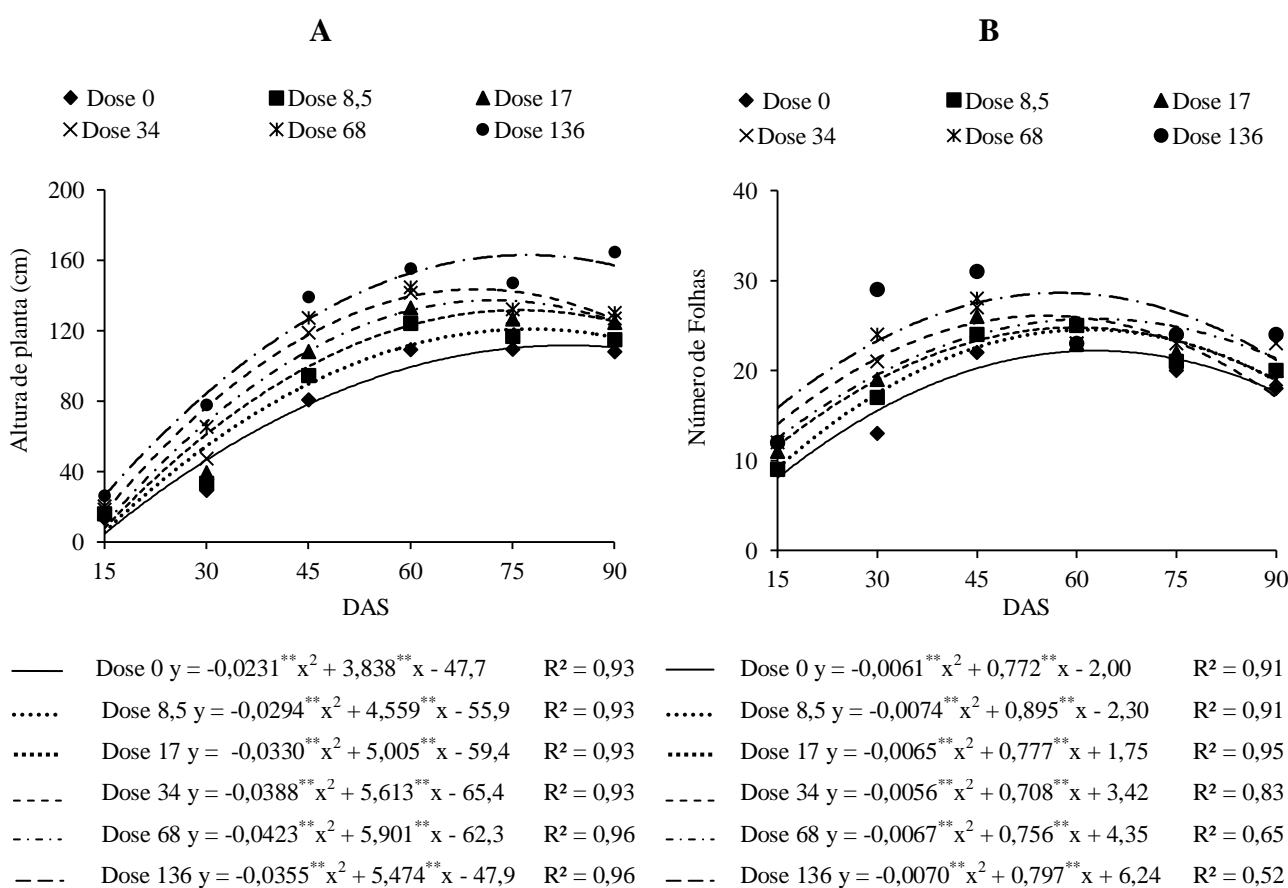


Figura 1. Altura de planta (A) e número de folhas (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações.

Analisando a altura de plantas, observou-se uma tendência de crescimento quadrático em todos os tratamentos avaliados (0; 8,5; 17; 34; 68 e de 136 m³ ha⁻¹), atingindo

valores máximos de altura 110,87; 120,75; 129,97; 137,33; 143,50 e 163,11 cm, estimados pelas equações de regressão para as seguintes épocas de avaliação: 77, 75, 72, 69, 69 e 77 DAS respectivamente; e após tais épocas de avaliação, verifica-se uma tendência à diminuição, devido à formação dos aquênios.

A altura das plantas do presente trabalho foram superiores as encontradas no trabalho desenvolvido por Freitas et al. (2012) na mesma época de avaliação aqui adotada. Os autores mencionaram que a altura média de plantas, no florescimento pleno, foi de 100,05 e 112,41 cm, quando utilizaram água de poço e água residuária doméstica tratada para irrigação, respectivamente.

Também, aos 77 DAS, utilizando-se a maior dose de manipueira ($136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), as plantas foram 34 % maiores quando comparados a dose ($0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$); e ainda, se mostraram maiores que as plantas cultivadas convencionalmente em 23 experimentos nacionais com girassol conduzidos pela Embrapa, cuja altura média foi de 154 cm.

Segundo Zobiolo et al. (2010), a altura da planta apresenta herança genética quantitativa, sendo encontrado o predomínio de efeitos gênicos aditivos e o de efeitos gênicos não aditivos na determinação desta característica fenológica, podendo apresentar uma oscilação no crescimento variando de 0,7 a 4,0 m de altura, a depender do híbrido empregado.

Portanto, através dos dados apresentados pode-se perceber que a dose de $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, promoveu maiores valores para a altura de plantas.

Para o número de folhas, verifica-se que o menor número de folhas (Figura 1B) se deu aos 15 DAS, encontrando-se 8; 9; 12; 12; 14 e 16 folhas, sendo esses valores referentes as doses 0; 8,5; 17; 34; 68 e $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$. Os valores máximos do número de folhas estimados pelas equações de regressão ocorreram aos 63, 60, 60, 63, 56 e 60 DAS, atingindo (22, 25, 25, 26, 26 e 29) folhas, respectivamente.

A partir dessas épocas, verifica-se que ocorreu uma redução do número de folhas, independente da dose de manipueira utilizada, indicando o início da senescência e abscisão foliar. Bruginski et al. (2002), trabalhando com girassol adubado com nitrogênio sob plantio direto, observaram valores médios de 39,3 folhas por planta de girassol. Amorim et al. (2007) avaliando a diversidade genética entre 15 genótipos de girassol verificaram que durante o florescimento os genótipos continham, em média, 29 folhas.

De modo geral, a massa fresca e seca da parte aérea (folhas, caule e capítulo) foi influenciada significativamente ($p < 0,01$) pelas doses de manipueira e pelas épocas de

avaliação, exceto para a variável massa fresca das folhas, quando foram utilizadas as doses de 34; 68 e 136 m³ha⁻¹; e massa seca do caule, quando se aplicou 136 m³ha⁻¹.

Considerando-se as variáveis massas fresca e seca das folhas (Figuras 2A e B), avaliou-se, por meio das equações de regressões, que o maior acúmulo de massa fresca e seca se deu, em média, aos 60 DAS, constatando-se decréscimo destas variáveis após este período. Observou-se efeito quadrático em função das épocas de avaliação, sendo estimados, aos 58,6; 62,5 e 61,6 DAS, valores máximos iguais 95,85; 128,11 e 156,72 g de massa fresca de folhas por planta, obtidos quando foram aplicadas as três primeiras doses de maniqueira, não sendo observado efeito significativo para as doses 34; 68 e 136 m³ha⁻¹.

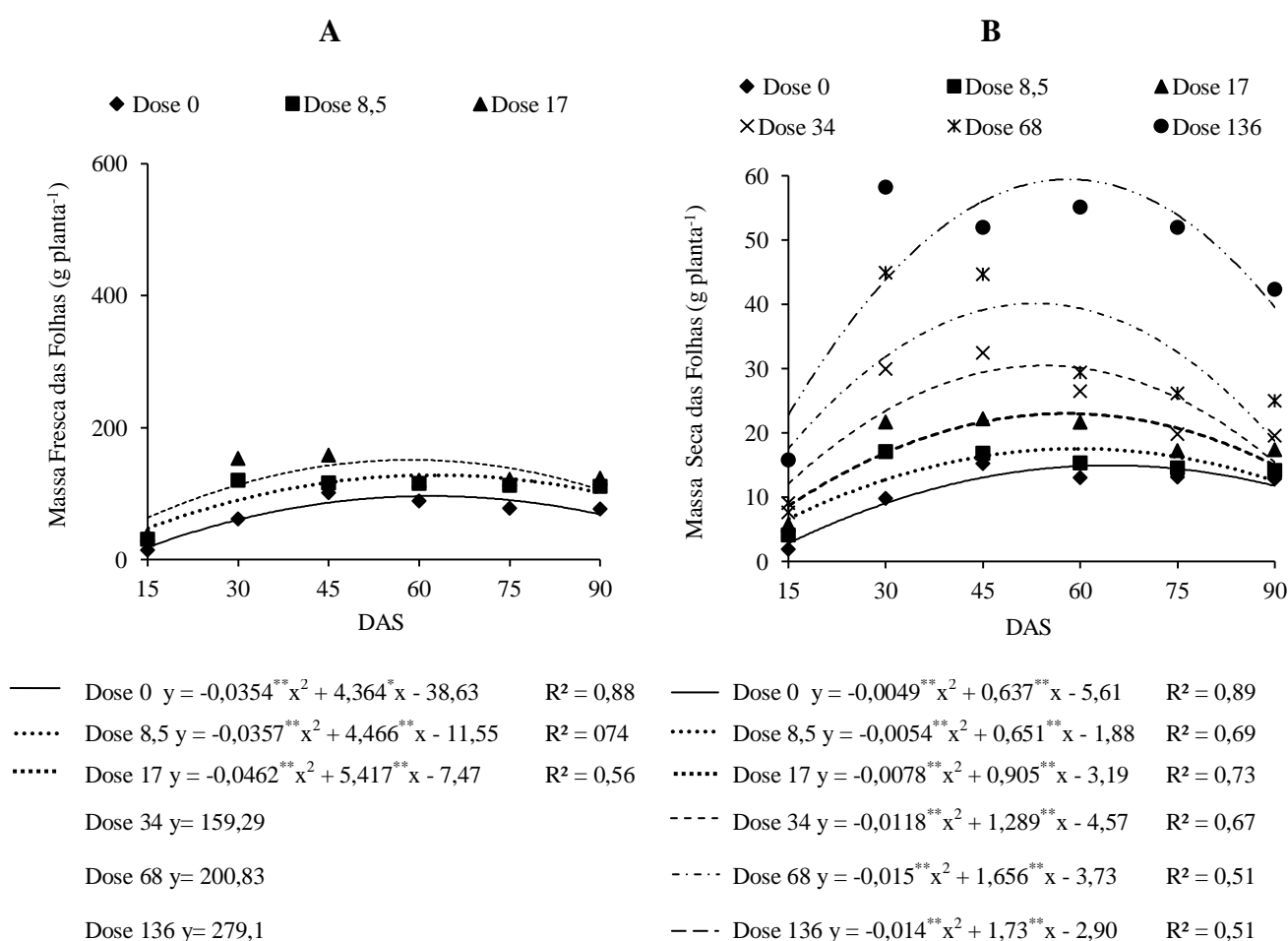


Figura 2. Massa fresca (A) e massa seca (B) das folhas do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações.

Para a massa seca de folhas por planta foram encontrados valores máximos de 15,10; 17,74; 23,01; 30,33; 41,98 e 47,08 g quando foram utilizadas doses iguais (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ha⁻¹), respectivamente. Verifica-se ainda, que para a matéria seca, a

máxima resposta obtida correlacionou-se com a maior dose de manipueira aplicada ao solo.

As respostas encontradas neste estudo, com relação à produção de massa fresca das folhas concordam com as apresentadas por Zobiolo et al. (2010) que, estudando a marcha de absorção de nutrientes pelo girassol, variedade BRS 191, cultivado em um Latossolo Vermelho eutroférico, obtiveram maior índice de massa seca das folhas de girassol igual a $48,72 \text{ g planta}^{-1}$ aos 74 DAS. Sfredo et al (1984) afirmam que o período em que ocorre a maior absorção de nutrientes e maior velocidade de acúmulo de massa seca do girassol ocorre do início do florescimento, geralmente aos 60 DAS, aumentando até a maturação fisiológica, onde ocorre o máximo acúmulo de massa seca total da planta; no entanto, o período de florescimento, enchimento de grãos e maturidade fisiológica do girassol são determinados pelo genótipo e pelas condições ambientais em que as plantas estão sendo submetidas (Kaya et al., 2004).

A tendência apresentada pela massa fresca e seca do caule (Figuras 3A e 3B) foi semelhante à massa fresca e seca das folhas, isto é: a massa fresca e seca do caule aumentou em função da época da avaliação, independente da dose de manipueira aplicada ao solo. Registrou-se acréscimo contínuo de tais variáveis, seguindo ajuste quadrático, com produção máxima de matéria fresca de caule, relativa às doses 0; 8,5; 17; 34 e $68 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$, igual a 127,03; 145,15; 180,16; 188,21 e 226, 93 g planta^{-1} obtidas aos 73, 70, 63, 63 e 59 DAS, respectivamente, não sendo observado efeito significativo para a dose $136 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$.

Quanto ao conteúdo de massa seca do caule, percebe-se que o menor e o maior acúmulo ocorreram aproximadamente aos 82 DAS mediante a ausência da manipueira ($0 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$) e da maior dose de manipueira ($136 \text{ m}^3\text{ha}^{-1}$), sendo conseguidos 18,35 e 56,80 g planta^{-1} , respectivamente, observando-se declínio desta variável a partir de tal época. Para a mesma época de avaliação, a manipueira utilizada como adubação promoveu um aumento de 67% da matéria seca do caule.

Verifica-se, ainda, que o acúmulo de massa fresca e seca do caule foi maior do que o acúmulo de massa fresca e seca quantificado para folhas, concordando com os resultados apresentados por Dutra et al. (2012), quando avaliaram o desenvolvimento de plantas de girassol, cultivar EMBRAPA 122, em diferentes condições de umidade, relatando aumento de 2,75 a para 22,75 g planta^{-1} , quando usaram 60 e 100% da capacidade de retenção de água, respectivamente. Zobiolo et al. (2010) também constatou acréscimo de massa seca de caule, obtendo rendimento máximo de 90,58 g

planta⁻¹ aos 83 DAS em cultivo convencional de girassol e apresentaram a seguinte sequência de produção de matéria seca: caule > folha > aquênio > capítulo > pecíolo, assemelhando-se, às respostas aqui destacadas quanto à partição de biomassa das folhas e do caule.

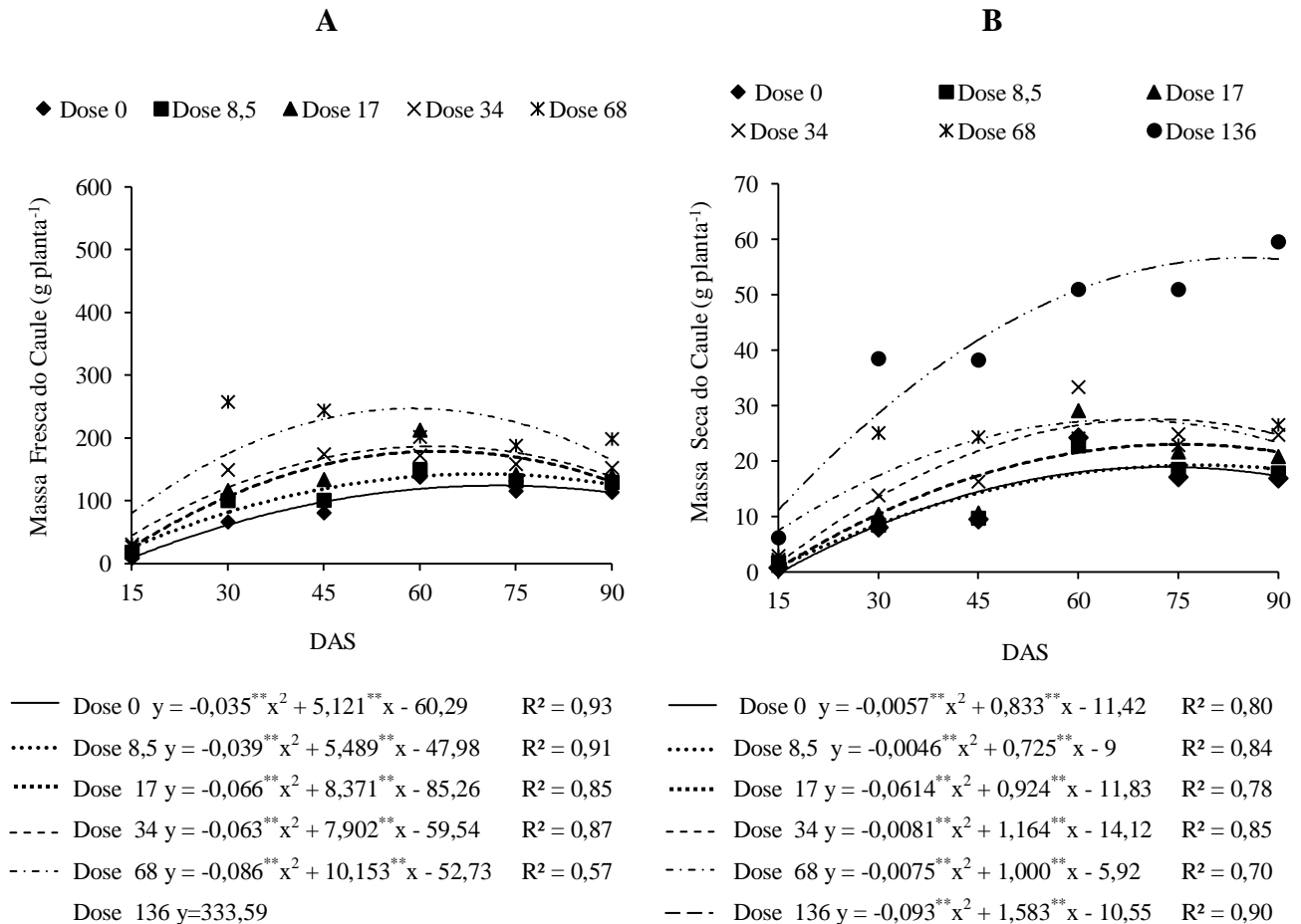


Figura 3. Massa fresca do caule (A) e massa seca do caule (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações.

Observa-se que houve efeito quadrático positivo e linear crescente, respectivamente, para massa fresca e seca do capítulo, em função das épocas de avaliação e das doses de manureira aplicadas ao solo (Figura 4A e 4B), exceto para a massa fresca do capítulo quando se aplicou a maior dose de manureira. Os máximos valores obtidos de massa fresca do capítulo foram iguais a 229,91; 248,38; 277,72; 288,69; 413,72 e 709,03 g planta⁻¹ encontrados, respectivamente, aos 87; 80; 79; 79; 81 e 90 DAS; e para a variável massa seca do capítulo, a máxima produção estimada, aos 90 DAS, foi de 59,08; 61,39; 68,29; 83,01; 108,98 e 170,57 g planta⁻¹, conseguidas devido à aplicação de doses de manureira iguais a 0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹.

O decréscimo de massa fresca do capítulo ocorrida a partir dos 87; 80; 79; 79 e 81 DAS (Figura 4A) se deu, provavelmente, em virtude da maturação fisiológica dos aquênios, fase que pode durar de vinte a trinta dias dependendo das condições climáticas e é caracterizada pela perda de água dos aquênios, que apresentam teor de umidade entre 30 e 32% no início da fase reprodutiva (R9) podendo chegar de 14 a 16% de umidade com a postergação da colheita, conforme relatam Vieira et al. (2010).

O acúmulo crescente de massa seca do capítulo ao longo do ciclo (Figura 4B) denota a absorção contínua de nutrientes pelas plantas, os quais são retirados com maior intensidade entre o período de florescimento e a maturação fisiológica dos aquênios, propiciando uma produção de matéria seca mais elevada.

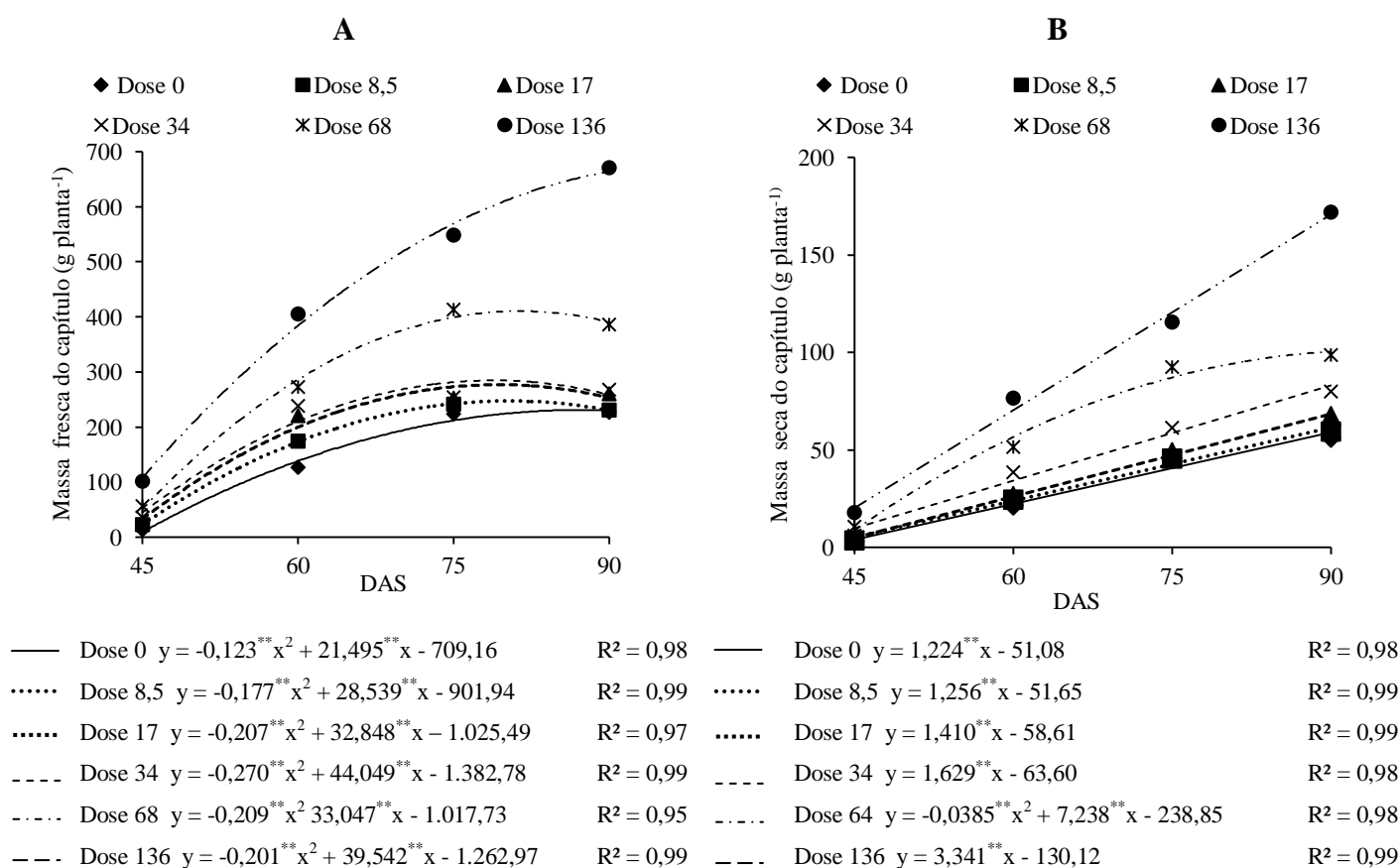


Figura 4. Massa fresca do capítulo (A) e massa seca do capítulo (B) do girassol, cultivar Helio 250, em função das épocas das avaliações.

Em relação à massa fresca e massa seca do capítulo, os resultados encontrados neste estudo concordam com as observações feitas por Joner et al. (2011) ao avaliar a produtividade e a composição de aquênios, folhas e capítulos de dois híbridos de girassol, Helio 251 e Helio 360, cultivados em um Argissolo Vermelho distrófico

arênico, Santa Maria, RS, encontrando 129,0; 303,79; 26,33 e 56,88 gramas de massa fresca e seca obtidas para os híbridos Helio 251 e 360, respectivamente.

As respostas aqui obtidas também se assemelham às mostradas por Zobiole et al. (2010), quando conseguiram produção máxima de matéria seca do capítulo de plantas de girassol, híbrido BRS 191, igual a 41,73 g planta⁻¹, obtida aos 85 DAS.

Diante do exposto, verifica-se que do uso das maiores doses de manipueira ao solo como fonte de fertilizantes, propiciou aumento das variáveis fenológicas aqui estudadas, evidenciando que os nutrientes existentes neste resíduo foram bem aproveitados pelas plantas contribuindo para o seu desenvolvimento.

Os resultados corroboram com as observações realizadas por Cardoso et al. (2009), avaliando o potencial da manipueira como biofertilizante, afirmam que o milho cultivado em área biofertilizada com manipueira apresentou maior massa fresca da parte aérea que o milho cultivado em solo adubado com fertilizante mineral, sendo este aumento creditado ao poder fertilizante da manipueira. Ainda na cultura do milho, Araujo et al. (2012), analisando o efeito da manipueira, como fertilizante foliar, observaram efeito das doses de manipueira para as variáveis altura da planta, altura de inserção da 1ª espiga, comprimento do caule, diâmetro do caule, número de folhas e área foliar. Na cultura da banana, Silva Júnior et al. (2012), estudando o potencial fertilizante da manipueira, não encontraram correlação positiva entre o uso de manipueira e os parâmetros altura, diâmetro e número de folhas da bananeira.

b) Rendimento

Observou-se, através da análise de variância dos dados, efeito significativo ($p < 0,01$), para as variáveis, rendimento de aquênios (RA), rendimento de óleo (RO), rendimento de massa fresca total (RMFT), rendimento de massa seca total (RMST) e teor de óleo (TO).

Para o rendimento de aquênios, observou-se tendência linear crescente em função das doses de manipueira aplicadas ao solo, observando valores estimados de 2.476,3 e 4.553,56 kg ha⁻¹, obtidos quando se utilizaram, respectivamente, doses de manipueira iguais 0 e 136 m³ ha⁻¹, proporcionando um incremento de 83,9% (Figura 5A). Uchôa et al. (2011) avaliando três variedades de girassol e cinco doses de potássio em cobertura (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha⁻¹), observaram efeitos das doses de potássio alcançando produções máximas em função da adição de doses crescentes de K de 2.038,3 kg ha⁻¹ de aquênios.

O rendimento de óleo foi influenciado positivamente pelo acréscimo das doses de manipueira incorporadas ao solo com valores de 1.220,5 kg ha⁻¹ e 2.065,20 kg ha⁻¹, quando se utilizaram, respectivamente as doses 0 e 136 m³ ha⁻¹ de manipueira, com incremento na ordem de 69,21% (Figura 5B). Uchôa et al. (2011) avaliando três variedades de girassol e cinco doses de potássio em cobertura (0; 30; 60; 90 e 120 kg ha⁻¹), observaram efeitos das doses de potássio obtendo rendimentos de 1.079,3 kg ha⁻¹.

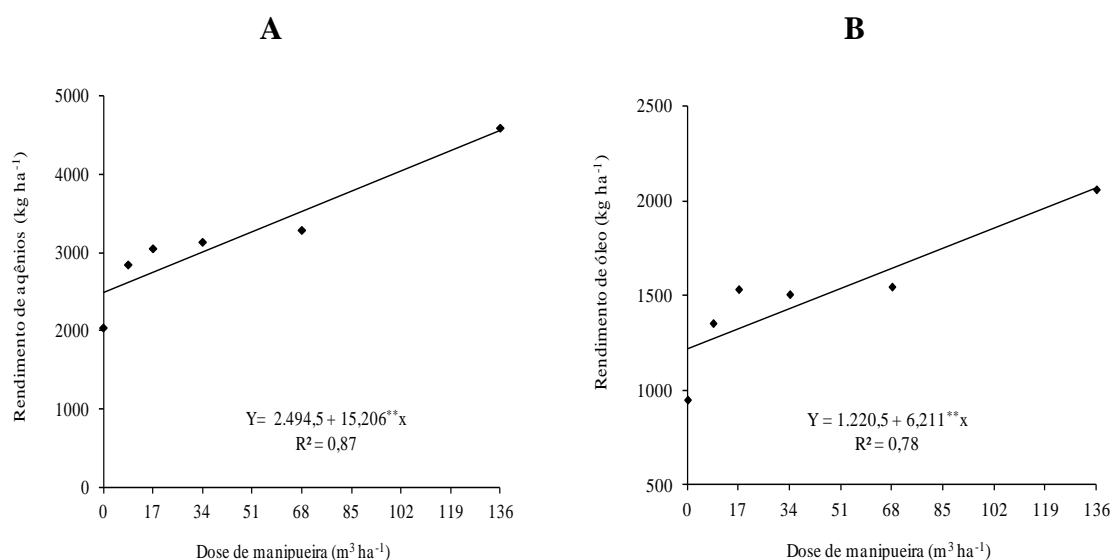


Figura 5. Rendimento de aquênios, óleo, massa fresca e massa seca total de girassol adubado com manipueira.

Aquino et al. (2013), estudando as características agrônômicas e o estado nutricional de cultivares de girassol irrigado, encontraram uma produtividade de aquênios de 3950 kg ha⁻¹, encontrando maiores rendimento para o volume de 136 m³ ha⁻¹. Lobo et al. (2013), avaliando produtividade do girassol em função da aplicação do lodo de esgoto, por dois anos consecutivos, observaram que a combinação de 50% lodo de esgoto e 50% de adubação nitrogenada mineral proporcionou produtividade de aquênios superior à da adubação química convencional, com valores de 2.997 kg ha⁻¹ e 2.216 kg ha⁻¹, respectivamente.

Uchôa et al. (2011), avaliando os componentes de produção de três cultivares de girassol submetidas a diferentes doses de potássio em cobertura, verificaram que as produções máximas alcançadas pela adição de doses crescentes de K₂O foram de 2.038,3 kg ha⁻¹ de aquênios, 52,5% de óleo na semente, com produção estimada de óleo de 1.079,3 kg ha⁻¹.

Thomaz et al. (2012), com o objetivo de avaliar o rendimento de aquênios e a produção de óleo em diferentes épocas de semeadura, concluíram que dentre os híbridos de girassol cultivados em condições de campo, o híbrido Helio 250 apresentou um rendimento de aquênios igual a 1.329 kg ha^{-1} , valor menor do que os resultados encontrados para os outros híbridos, M734, Aguará 4 e Catissol, cujos rendimentos médios, nas dez épocas estudadas, foram, respectivamente, 1.820 , 1.805 e 1.368 kg ha^{-1} .

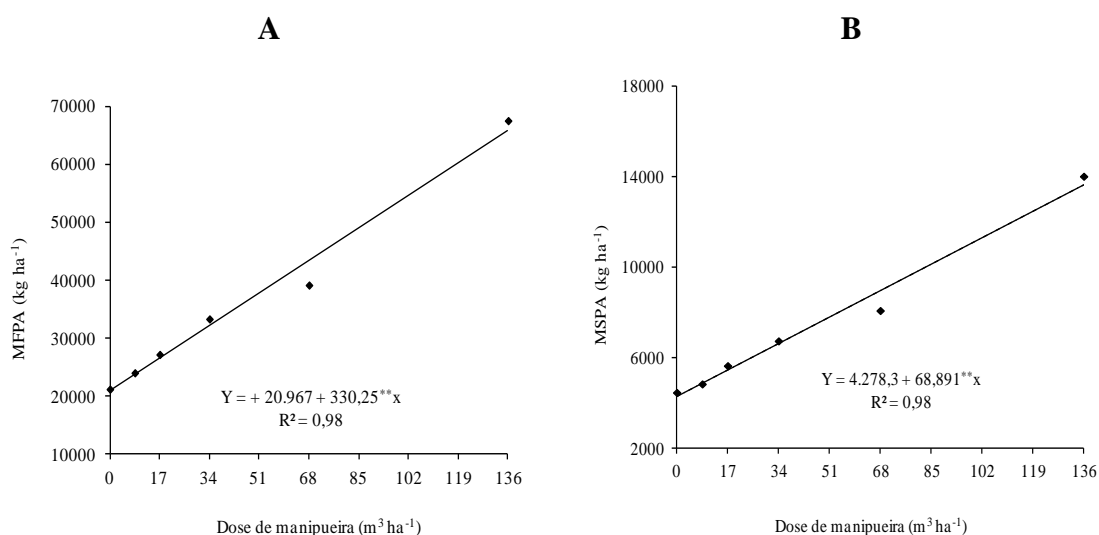


Figura 6. Rendimento de massa fresca e massa seca total de girassol adubado com manureira.

Os rendimentos máximos e mínimos de massa fresca total da parte aérea das plantas, estimados pelas equações de regressão, foram iguais a 20.967 e $65.881 \text{ kg ha}^{-1}$, obtidas quando se utilizaram, respectivamente, doses de manureira iguais 0 e $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$, estimando-se um incremento de 214% (Figura 6A).

Quanto ao rendimento de massa seca total da parte aérea das plantas, verificou-se que o menor valor, 4.287 kg ha^{-1} , foi obtido na ausência de manureira ($0 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$), enquanto a aplicação da maior dose ($136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) resultou em uma maior produção de massa seca da parte aérea das plantas, $13.647,83 \text{ kg ha}^{-1}$, representando um aumento de 219% (Figura 6B).

A produção de massa fresca da parte aérea das plantas de girassol ($65.881 \text{ kg ha}^{-1}$) cultivadas sob a aplicação da maior dose de manureira ($136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$) foi menor do que a produção encontrada por Oliveira et al. (2010), quando cultivaram quatro forrageiras (milho, sorgo-sudão, sorgo forrageiro e girassol) em campo adubadas com fertilizantes minerais e, dentre as culturas testadas, o girassol proporcionou maior produção massa

fresca total das plantas ($83.900 \text{ kg ha}^{-1}$), considerando uma densidade de plantio igual a $60.000 \text{ plantas ha}^{-1}$. Quanto à produção de massa seca da parte aérea das plantas, esta foi maior do que a encontrada no trabalho conduzido pelos referidos autores.

Para o teor de óleo nos aquênios (Figura 7) ajustou-se um modelo de regressão quadrático com máximo teor de óleo de 48,6 % estimado com a dose de $25,2 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ de manipeira. A partir do modelo, estimou-se também o teor de óleo para as doses de 0 e $136 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$ obtendo valores de 48,38 % e 44,89 % respectivamente. Segundo Calarota & Carvalho (1984) a prática cultural da adubação nitrogenada promove uma alteração na proporção lipoproteica dos aquênios, de forma que, quanto mais nitrogênio fornecido às plantas, implica na redução do conteúdo de óleo e aumenta o de proteína. Justificando portanto, a tendência quadrática do teor de óleo em função do aumento das doses de manipeira, já que o teor de nitrogênio presente na manipeira era praticamente igual ao de potássio (Tabela 2).

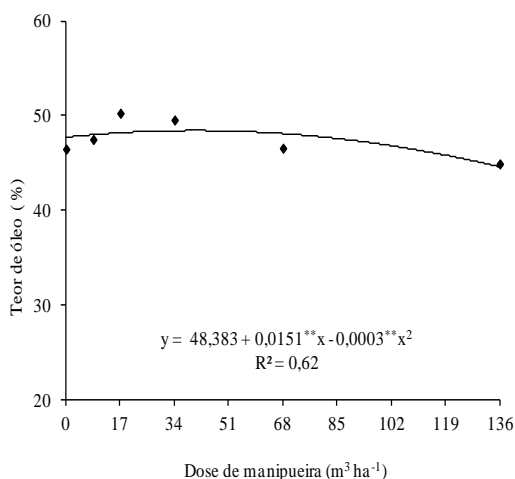


Figura 7. Teor de óleo de aquênios de girassol adubado com manipeira.

De acordo com Biscaro et al. (2008), o nitrogênio desempenha um papel importante no metabolismo e na nutrição da cultura do girassol, sendo que a deficiência deste nutriente limita a produção, enquanto o seu excesso diminui a percentagem de óleo e, em contraponto, aumenta o teor de proteínas. Lobo et al. (2013), avaliando o efeito do lodo de esgoto e nitrogênio nos fatores produtivos do girassol, verificaram que o tratamento com adubação química nitrogenada conforme recomendação da cultura, proporcionou um rendimento de óleo de $718,5 \text{ kg ha}^{-1}$ com um teor de óleo 34,6 %.

Outra justificativa para redução do teor de óleo pode ser atribuída a alta relação Ca:Mg, presente na manipueira e conseqüentemente no solo. Quando ocorre a biossíntese de compostos presentes nos óleos essenciais há o consumo de moléculas de pirofosfato inorgânicos (PPI) (Santos, 2003). Segundo Marschner (1995), a presença de Mg é essencial para a formação do Mg-PPI, sendo hidrolisado durante o processo de bombeamento de H⁺, do citoplasma para o vacúolo. Assim, provavelmente quanto maior a presença de Mg na célula maior será a quantidade de Mg-PPI formada, prejudicando a produção de óleo essencial. Desse modo, acredita-se que uma das formas de minorar esses efeitos seria a manutenção de uma relação Ca:Mg mais elevada no solo.

Para Castro & Farias (2005), o girassol pode apresentar uma amplitude de variação no teor de óleo nos aquênios de 28% a 60%. Zobiolo et al. (2010), estudando o teor de óleo do girassol híbrido BRS 191, observaram que o máximo teor de óleo ocorreu aos 98 DAE, com teor de 49,53%.

CONCLUSÕES

1. A utilização da manipueira como fertilizante proporciona maior desenvolvimento para a cultura do girassol, cultivar Helio 250;
2. As melhores respostas das variáveis fenológicas são obtidas com a dose de 136 m³ ha⁻¹ de manipueira, para todas as épocas de avaliações;
3. A dose de 136 m³ ha⁻¹ de manipueira proporciona maiores rendimentos de aquênios, óleo, massa fresca e massa seca total, para a cultura do girassol, cultivar Helio 250;
4. Nas condições em que foi desenvolvido o estudo a partição de massa fresca e seca foi: capítulo > caule > folhas.

REFERÊNCIAS

- Amorim, E. P.; Ramos, N. P.; Ungaro, M. R. G.; Kiihl, Tammy A. M. Divergência genética em genótipos de girassol. *Revista Ciência Agrotécnica*, v.31, p.1637-1644, 2007.
- APHA - American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association, WPCF - Washington Press Club Foundation. *Standard methods for the*

- examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association, 17.ed. 1995. 2198p.
- Araújo, N. C.; Ferreira, T. C.; Oliveira, S. J. C.; Gonçalves, C. P.; de Araújo, F. A. C. Avaliação do uso de efluente de casas de farinha como fertilizante foliar na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Revista Engenharia na Agricultura*, v.20, p.340-349, 2012.
- Aquino, L. A.; Silva, F. D. B.; Berger, P. G. Características agronômicas e o estado nutricional de cultivares de girassol irrigado. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.17, p.551–557, 2013.
- Bezerra Neto, E.; Barreto, L. P. Análises químicas e bioquímicas em plantas. Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 2011.
- Biscaro, G. A.; Machado, J. R.; Tosta, M. S.; Mendonça, V.; Soratto, R. P.; Carvalho, L. A. Adubação nitrogenada em cobertura no girassol irrigado nas condições de Cassilândia - MS. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, p.1366-1373, 2008.
- Bruginski, D. H.; Pissaia, A.; Cobertura nitrogenada em girassol sob plantio direto na palha: II – morfologia da planta e partição de massa seca. *Scientia Agraria*, v.3, p.47-53, 2002.
- Calarota, N. E.; Carvalho, N. M. Efeitos da adubação nitrogenada em cobertura sobre os conteúdos de óleo e de proteína e a qualidade fisiológica de sementes de girassol (*Helianthus annuus*). *Revista Brasileira de Sementes*, v.6, p. 41-50, 1984.
- Campos, A. T.; Daga, J.; Rodrigues, E. E.; Franzener, G.; Suguy, M. M.; Syperrecker, V. I. G. Tratamento de águas residuárias de fecularia por meio de lagoas de estabilização. *Engenharia Agrícola*, v.26, p.235-242, 2006.
- Cardoso, E.; Cardoso, D.; Cristiano, M.; Silva, L.; Back, A. J.; Bernadim, A. M.; Paula, M. M. S. Use of *Manihot esculenta*, crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. *Research Journal of Agronomy*, v.3, p.1-8, 2009.
- Castro, C.; Farias, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: Leite, R. M. V. B. C.; Brighnti, A. M.; Castro, C. *Girassol no Brasil*. 1.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.317-365.
- Duarte, A. S.; Silva, E. F. F.; Rolim, M. M.; Ferreira, R. F. A. L.; Malheiros, S. M. M.; Albuquerque, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.262-267, 2012.
- Dutra, C. C.; Prado, E. A. F.; Paim, L. R.; Scalon, S. P. Q. Desenvolvimento de plantas de girassol sob diferentes condições de fornecimento de água. *Semina: Ciências Agrárias*, v.33, p.2657-2668, 2012.

- CONAB. Acompanhamento da safra brasileira: grãos, nono levantamento, junho 2010. Brasília: Conab, 2010. 42 p.
- EMBRAPA – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. Recomendações técnicas para o cultivo do girassol. Disponível em: http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/pdf/cartilha_a_cultivo_do_girassol.pdf. 2009. Acesso em 25/02/2012.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. Brasília: EMBRAPA, 370p, 1997.
- EMBRAPA – EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA CNPS. Informes da avaliação de genótipos de girassol 2006/2007 e 2007. Londrina, 2008.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA - EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. Sistema brasileiro de classificação de solos. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2013. Acessado em 26/03/2014. Online. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/>.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 1039-1042, 2011.
- Freitas, C. A.; Silva, A. R.; Bezerra, F. M.; Andrade, R. R.; Mota, F. S.; Aquino, B. F. Crescimento da cultura do girassol irrigado com diferentes tipos de água e adubação nitrogenada. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.1031-1039, 2012.
- Hoocking, P. J. & Steer, B. T. Uptake and partitioning of selected mineral elements in sunflower (*Helianthus annuus* L) during growth. *Field Crops Research*, v. 6, p. 93-107, 1983.
- Joner, G.; Metz, P. A. M.; Arboitte, M. Z.; Pizzuti, L. A. D.; Brondani, I. L.; Restle, J. Aspectos agronômicos e produtivos dos híbridos do girassol (*Helianthus annuus* L.) Helio 251 e Helio 360. *Ciência Animal Brasileira*, v.12, p.266-273, 2011.
- Kaya, Y.; Baltensperger, D.; Nelson, L.; Miller, J. Maturity grouping in sunflower, *Helianthus annuus* L. *Helia*, v.27, p.257-270, 2004.
- Lobo, T. F.; Grassi, Filho H.; Bull L. T.; Kummer, A. C. B. Efeito do lodo de esgoto e do nitrogênio nos fatores produtivos do girassol. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.17, p.504-509, 2013.

- Magalhães, A. G. Desenvolvimento e produção do milho e alterações químicas em diferentes solos com aplicação de manipueira. Recife: UFRPE, 2013, 84p. Tese Doutorado
- Marschner, H. Mineral nutrition of higher plants. Londres: Academic Press, 1995. 889p.
- Oliveira, L. B.; Pires, A. J. V.; Viana, A. E. S.; Matsumoto, S. N.; Carvalho, G. G. P. L.; Ribeiro, S. O. Produtividade, composição química e características agronômicas de diferentes forrageiras. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v.39, p. 2604-2610, 2010.
- Porte, A. F.; Schneider, R. C. S.; Kaercher, J. A.; Klamt, R. A.; Schmatz, W. L.; Silva, W. L. T.; Severo Filho, W. A. Sunflower biodiesel production and application in family farms in Brazil. *Fuel*, v.89, p.3718–3724, 2010.
- Ramos, M. J.; Fernández, C. M.; Casas, A.; Rodríguez, L.; Pérez, A. Influence of fatty acid composition of raw materials on biodiesel properties. *Bioresource Technology*, v.100, p.261-268, 2009.
- Ribeiro, J. L. Manejo da cultura do girassol no Meio-Norte do Brasil. Teresina: Embrapa Meio Norte, 2008. 10p. Circular Técnica n.48.
- Santos, R. I. Metabolismo básico e origem dos metabólitos secundários. In: Simões, C. M. O.; Schenkel, E. P.; Gosmann, G.; Mello, J. C. P.; Mentz, L. A.; Petrovick, P. R. (Org.). *Farmacognosia: da planta ao medicamento*. 5. ed. Porto Alegre: UFRGS; Florianópolis: Ed. UFSC, 2003. p.403-434.
- Salvador, M. A.; José, J. V.; Rezende, R.; Oliveira, H. V.; Gava, R. Aplicação de efluente líquido de fecularia em substratos e solos para produção de mudas de eucalipto. *Revista em Agronegócios e Meio Ambiente*, v.5, p.175-188, 2012.
- Sfredo, G. J.; Sarruge, J. R.; Haag, H. P. Dry matter production by two cultivars on sunflower (*Helianthus annuus* L.). *Anais da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz*, v.41, p.21-36, 1984.
- Silva Júnior, J. J.; Coelho, E. F.; Santa'ana, A. V.; Santana Júnior, E. B.; Pamponet, A. J. M. Uso da manipueira na bananeira 'Terra Maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. *Revista Irriga*, v.17, p.353-363, 2012.
- Silva, J. A. G. D.; Schwertner, D. V.; Carbonera, R.; Crestani, M.; Gaviraghi, F.; Schiavo, J.; Arenhardt, E. G. Distância genética em fenótipos de girassol. *Current Agricultural Science and Technology*, v.17, p.326-337, 2011.

- Thomaz, G. L.; Zagonel, J.; Colasante, L. O.; Nogueira, R. R. Produção do girassol e teor de óleo nos aquênios em função da temperatura do ar, precipitação pluvial e radiação solar. *Ciência Rural*, v.42, p.1380-1385, 2012.
- Tomich, T. R.; Rodrigues, J. A. S.; Gonçalves, L. C. Potencial forrageiro de cultivares de girassol produzidos na safrinha para ensilagem. *Arquivos Brasileiro de Medicina Veterinária e Zootecnia*, v.55, p.756-762, 2003.
- Uchôa, S. C. P.; Ivanoff, M. E. A.; Alves, J. M. A.; Sedyama, A. T.; Martins, S. A. Adubação de potássio em cobertura nos componentes de produção em cultivares de girassol. *Revista Ciência Agronômica*, v.41, p. 8-15, 2011.
- Véras, G.; Brito, A. L. B.; Silva, A. C.; Silva, P. Costa, G. B.; Félix, L. C. N. Classificação de biodiesel na região do visível. *Química Nova*, v. 3, p.315-318, 2012.
- Vieira, E. L.; Souza, G. S.; Santos, A. R.; Silva, J. S. Manual de fisiologia vegetal. 1º Ed. São Luis: EDUFMA, 2010, 230p.
- Zobiole, L. H. S.; Castro, C.; Oliveira, F. A.; Oliveira Júnior, A.; Moreira, A. Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido BRS 191 cultivado no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.14, p.55-62, 2010.

CAPÍTULO III

ACÚMULO DE NUTRIENTES EM GIRASSOL ADUBADO COM MANIPUEIRA

ACÚMULO DE NUTRIENTES EM GIRASSOL ADUBADO COM MANIPUEIRA

RESUMO: A aplicação da manipueira em cultivos agrícolas como fonte de nutrientes é uma alternativa viável para o descarte, devido a alta concentração de nutrientes. Nesta perspectiva objetivou-se, com este trabalho avaliar o acúmulo de nutrientes na cultura do girassol adubado com manipueira. Para tanto, conduziu-se um experimento no Instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, localizada em Vitória de Santo Antão, Zona da Mata de Pernambuco, no Período de outubro de 2012 a janeiro de 2013. O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. As doses de manipueira aplicadas foram equivalentes a 0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ha⁻¹. A manipueira foi aplicada ao solo, em fundação, 15 dias antes da semeadura, utilizando como referencia a necessidade de potássio da cultura e o seu teor no resíduo, assim como a concentração no solo. Utilizou-se a cv. Helio 250 no espaçamento de 1,0 × 0,2 m, sob irrigação por gotejamento. As variáveis avaliadas foram acúmulo de N, K, P, Ca, Mg e S nas folhas, caules, capítulos e aquênios. A utilização da manipueira como adubo proporcionou maior acúmulo de nutrientes na cultura do girassol. A dose de 136 m³ ha⁻¹ de manipueira promoveu maior acúmulo para os nutrientes avaliados. A ordem de extração dos nutrientes pelas plantas de girassol foi a seguinte: N > K > Ca > P > Mg > S.

Palavras-chave: *Helianthus annuus* L., nutrição de plantas, adubação, resíduo

ACCUMULATION OF NUTRIENTS IN SUNFLOWER FERTILIZED RESIDUE MANIPUEIRA

ABSTRACT: The application of manipueira into farmland as a source of nutrients is a viable alternative to disposal, due to the high concentration of nutrients. This perspective is aimed with this study to evaluate the accumulation of nutrients in sunflower cultivation fertilized with manipueira. For this purpose, an experiment was conducted at the Agronomic Institute of Pernambuco - IPA, located in Vitória de Santo Antão, Pernambuco Zona da Mata, in the period october 2012 to january 2013. The experimental design was a randomized block design with six treatments and four replications. The doses applied were equivalent to manipueira 0; 8.5; 17; 34; 68 and 136

$\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$. The manipueira was applied to the soil foundation for 15 days before sowing, using as reference the need for crop potassium and its content in the residue, and the concentration in the soil. Used the cv. Helio 250 spaced $1.0 \times 0.2 \text{ m}$, under drip irrigation. The variables evaluated were accumulation of N, K, P, Ca, Mg and S in leaves, stems, capitulum and achenes. The use of manipueira as fertilizer provided higher nutrient accumulation in sunflower cultivation. The dose of $136 \text{ m}^3 \text{ha}^{-1}$ increased the concentration of manipueira for nutrients evaluated. The order of extraction of nutrients by sunflower plants was: $\text{N} > \text{K} > \text{Ca} > \text{P} > \text{Mg} > \text{S}$.

Key words: *Helianthus annuus* L., plant nutrition, fertilization, residue

INTRODUÇÃO

O girassol (*Helianthus annuus* L.) destaca-se como uma das principais culturas anuais produtoras de óleo do mundo de grande importância na economia mundial, com uma produção de aproximadamente 38 milhões de Mg. No Brasil, a área plantada de girassol, em 2012, foi de 76,8 mil hectares, com produção de aquênios de 121.464 Mg e rendimento médio de $1.581,3 \text{ kg ha}^{-1}$. O óleo, principal produto obtido da semente, apresentou em 2012 produção de 43.300 Mg, com um rendimento de $563,80 \text{ kg ha}^{-1}$ (FAO, 2014).

O manejo das culturas com o uso de resíduos agroindustriais tem se mostrado uma alternativa sustentável do ponto de vista social, ambiental e econômico, pois estes resíduos apresentam em sua constituição grande aporte de nutrientes. Assim, incorporados ao solo, elevam a produtividade das culturas agrícolas por meio da melhoria da fertilidade, com maior ou menor intensidade, dependendo das características do resíduo adicionado (Modesto et al., 2009).

A manipueira, resíduo proveniente do processamento da mandioca para fabricação de farinha, apresenta composição química com alto potencial de utilização como fertilizante organomineral, haja vista sua riqueza em potássio, nitrogênio, magnésio, fósforo, cálcio, enxofre, ferro e demais micronutrientes. A sua utilização como adubo pode transformar o resíduo em produto rentável a baixo custo, reduzindo o impacto ambiental e melhorando o rendimento das culturas (Cardoso et al., 2009).

O acúmulo de nutrientes nas plantas destaca-se como um dos fatores que contribuem para o aumento da produção das culturas. Oliveira et al. (2005) constataram que a

quantidade total extraída de macronutrientes na parte aérea para uma produção de 3.176 kg de aquênios ha^{-1} foi de 130 kg ha^{-1} de N, 25 kg ha^{-1} de P e 400 kg ha^{-1} de K, no período do florescimento. Para o híbrido Hélio 251, Castro & Farias (2005) verificaram que há aumento máximo de acúmulo de nutrientes no período entre 56 e 84 dias após a emergência, que corresponde à fase entre o florescimento e enchimento dos aquênios.

Dentre as alternativas estudadas para o aproveitamento da manipueira, sua utilização como fertilizante, torna-se uma opção lucrativa para os produtores, gerando incrementos na produção e economia com fertilizantes minerais. Pesquisas sobre os efeitos da aplicação da manipueira no desenvolvimento das culturas têm sido objeto de estudo de vários pesquisadores. Cardoso et al. (2009), avaliando o potencial da manipueira como biofertilizante, verificaram que o milho cultivado em área biofertilizada com manipueira apresentou maior produtividade e massa fresca da parte aérea do que o cultivado em solo adubado com fertilizante mineral, sendo o aumento creditado ao poder fertilizante da manipueira.

A influência da aplicação de diferentes volumes de água residuária de fecularia, nos parâmetros de produção, na cultura da aveia preta, Cabral et al. (2010), encontraram uma produtividade de 3.629 kg ha^{-1} para o nível de 300 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ e 2.818 kg ha^{-1} na testemunha. As doses de manipueira promoveram respostas positivas, a dose 376 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ de manipueira que proporcionou maior teor de massa seca. Santos et al. (2010), estudando a cultura da alface adubada com manipueira, observaram efeito significativo das doses de manipueira para as características área foliar, massa fresca das folhas, massa seca das folhas, número de folhas, massa fresca do caule e massa fresca das raízes.

Duarte et al. (2012), com o objetivo de avaliar o efeito ocasionado pelo uso de diferentes doses de manipueira nas características agronômicas da alface, em substituição à adubação mineral, verificaram que a dose de 45 $\text{m}^3 \text{ha}^{-1}$ foi a que propiciou maior ganho de altura de planta, área foliar e, em consequência, maior produção de matéria fresca e seca da parte aérea. A partir desta dose, constatou-se declínio nos valores das características agronômicas da cultura.

A composição química e o acúmulo de nutrientes são informações imprescindíveis para conhecimento das exigências nutricionais de uma planta e posteriormente essas informações que podem servir como subsídio para estimativa da quantidade de nutrientes a ser fornecida às plantas por meio da adubação (Laviola & Dais, 2008).

Dessa forma, objetivou-se, com este trabalho avaliar o acúmulo de nutrientes na cultura do girassol, variedade Helio 250 adubado com manipueira.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no Instituto Agrônomo de Pernambuco - IPA, localizada em Vitória de Santo Antão, zona da mata de Pernambuco, no período de outubro de 2012 a janeiro de 2013, situado nas coordenadas geográficas 08°08'00" S e 35°22'00" W. A altitude média do município é de 146 m com clima classificado como C1S2 A' a'. O solo da área foi classificado, segundo EMBRAPA (2006), como Latossolo Vermelho amarelo. Para a determinação dos atributos físicos e químicos do solo, foram realizadas coletas de solo na camada de 0 - 0,4 m, totalizando duas amostras composta por bloco.

As análises dos atributos químicos e físicos do solo da área experimental foram realizadas no Laboratório de Química e Fertilidade de Solos e no Laboratório de Mecânica dos Solos e Aproveitamento de Resíduos, da UFRPE, utilizando a metodologia EMBRAPA (1997), Tabela 1.

Tabela 1. Características físicas e químicas do solo antes do experimento.

Parâmetros	Unidade	Valor
Areia	g kg ⁻¹	578
Silte	g kg ⁻¹	122
Argila	g kg ⁻¹	300
Potencial hidrogeniônico pH (1:2,5 H ₂ O)	-	6,6
CEes	dSm ⁻¹	0,545
Fósforo (P)	mg dm ⁻³	7,47
Potássio (K ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,45
Cálcio (Ca ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,70
Magnésio (Mg ²⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,80
Sódio (Na ⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,27
Alumínio (Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	0,00
Acidez potencial (H +Al ³⁺)	cmol _c dm ⁻³	2,93
Carbono Orgânico	g kg ⁻¹	28,00
Matéria Orgânica	g kg ⁻¹	48,16

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com seis tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos forma compostos das seguintes doses de

manipueira: 0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ha⁻¹, correspondendo a (0; 25; 50; 100; 200 e 400 kg ha⁻¹ de potássio).

Cada parcela experimental foi composta por quatro fileiras de 6,0 m de comprimento espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,20 m entre plantas, totalizando 120 plantas por parcela, o que equivale a uma densidade de 50.000 plantas ha⁻¹. A área útil por parcela foi de 10,4 m², correspondendo a 52 plantas localizadas nas duas fileiras centrais, desprezando-se duas plantas de cada extremidade durante a colheita.

A determinação da composição físico-química da manipueira foi realizada no Laboratório de Engenharia Ambiental e de Qualidade da UFPE, utilizando a metodologia da APHA (1995), cujos resultados estão apresentados na Tabela 2.

Tabela 2. Caracterização dos parâmetros físico-químico da manipueira utilizada como adubo na cultura do girassol

Parâmetros		Teor
Demanda Química de Oxigênio - DQO	mg L ⁻¹	66.617
Condutividade elétrica	dS m ⁻¹	7,27
pH		6,60
Nitrogênio	mg L ⁻¹	3.064,0
Fósforo	mg L ⁻¹	312,0
Potássio	mg L ⁻¹	3.200,0
Cálcio	mg L ⁻¹	241,9
Magnésio	mg L ⁻¹	1.588,2
Sódio	mg L ⁻¹	390,0
Sulfato	mg L ⁻¹	2.205,0
Cloretos	mg L ⁻¹	795,0

A dose considerada ótima de manipueira a ser aplicada ao solo foi calculada com base no teor de potássio encontrado no resíduo e no solo, bem como na exigência deste nutriente pela cultura do girassol seguindo a recomendação proposta por Ribeiro et al. (1999), considerando a dose 8,5 m³ ha⁻¹, como a quantidade de potássio exigida pela cultura para as condições do local, correspondendo a 25 kg ha⁻¹ de potássio.

As demais doses foram calculadas com base na dose ideal, levando-se em conta os fatores multiplicativos dois, quatro, oito e dezesseis vezes a dose inicial. Não se utilizou adubação mineral e nem se realizou calagem durante o experimento, com o intuito de avaliar apenas o efeito que a manipueira exerceu sobre a cultura. As doses de manipueira foram aplicadas ao solo de uma só vez e, após a aplicação, esperou-se um

período de 15 dias para fazer a semeadura, a fim de evitar os efeitos tóxicos do ácido cianídrico contido no resíduo sobre os microrganismos do solo.

O preparo do solo constou de aração e gradagem, e posterior sulcamento em linhas espaçadas de 1,0 m e com profundidade de 0,30 m. A irrigação foi realizada por gotejamento, por meio de fita flexível de 16 mm, com emissores espaçados de 0,2 m e vazão de 1,0 L h⁻¹. As doses de manipueira foram aplicadas, de uma só vez, nos sulcos de aproximadamente 8 cm de profundidade, quinze dias antes do plantio, para evitar os efeitos tóxicos sobre os microrganismos do solo provocados pelo ácido cianídrico contido no resíduo.

Utilizou-se a cultivar Helio 250, com semeadura feita diretamente em campo, colocando-se cinco sementes por cova, sete dias após a emergência foi realizado o desbaste das plantas, deixando-se uma planta por cova.

As irrigações foram realizadas diariamente, com base na evapotranspiração da cultura (ET_c), estimada multiplicando-se a evapotranspiração de referência (ET_o) pelo coeficiente de cultura (K_c) e o coeficiente de localização (K_L), ou seja utilizando a fórmula (ET_c = ET_o x K_c x K_{L_{med}}). Os valores de K_c foram correspondentes a cada estágio de desenvolvimento da cultura do girassol (FAO 56) e o K_L no início do ciclo da cultura foi determinado pela área molhada e posteriormente pela área de cobertura (Keller, 1978; Albury et al., 1974). A ET_o foi estimada segundo método de Hargreaves–Samani, determinada a partir de dados coletados em uma estação meteorológica do Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos - CPTEC/INPE, localizada no município de Vitória do Santo Antão. Durante o ciclo completo da cultura (90 dias) foi aplicada uma lâmina de irrigação de 357 mm.

Foram realizadas capinas e controle fitossanitário utilizando defensivos naturais e catação manual.

A colheita foi realizada aos 90 dias após a semeadura quando os capítulos do girassol já estavam todos voltados para baixo. Para a análise nutricional, foram amostradas duas plantas competitivas de girassol por parcela, aos 90 dias após a semeadura (DAS). As plantas foram cortadas rente ao solo, fracionadas em caules, folhas e capítulo e sementes, sendo acondicionadas em sacos de papel e colocadas, posteriormente, em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65 °C, até atingir massa constante. As amostras foram processadas em moinho tipo Willey e acondicionadas em recipientes fechados.

Para determinação dos teores de fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca), magnésio (Mg) e enxofre (S) foram realizadas digestões nitro-perclóricas e para a determinação do nitrogênio (N) a digestão sulfúrica, pelo método do destilador de Kjeldahl (Bezerra Neto & Barreto, 2011). Os teores de K foram determinados pelo método de fotometria de chama; os teores de P e S obtidos por espectrofotometria; o Ca e Mg determinados por espectrofotometria de absorção atômica. Para a determinação do acúmulo de nutrientes multiplicou-se os teores dos nutrientes pela massa seca correspondente a cada órgão da planta.

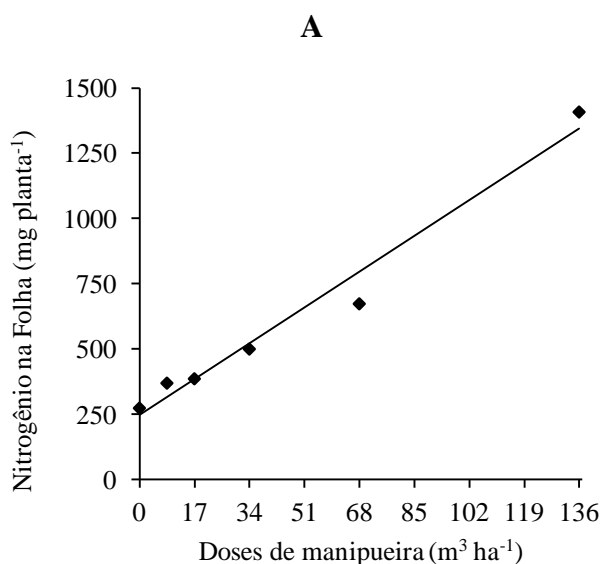
Para análise estatística os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e regressão utilizando o software estatístico SISVAR (Ferreira, 2011), com níveis de significância de 5% para o teste F e teste t, respectivamente.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

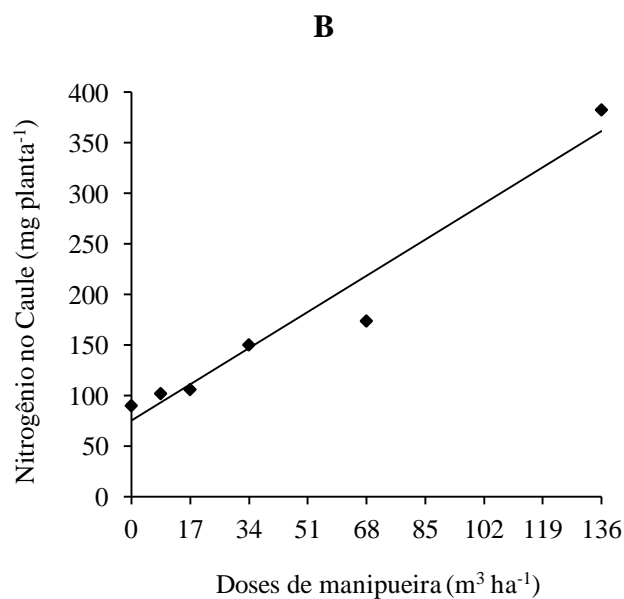
Houve efeito significativo das doses de manipueira para o acúmulo de N, P, K, Ca, Mg e S nas folhas, caules, capítulos e aquênios do girassol.

O acúmulo de N nas folhas, caule, capítulo e aquênios do girassol apresentou comportamento linear crescente em função da aplicação das doses de manipueira (Figura 1A, 1B, 1C e 1D). Na ausência de manipueira, as folhas acumularam 248,2 mg planta⁻¹, enquanto que para a maior dose (136 m³ ha⁻¹) as folhas acumularam 1.345,4 mg planta⁻¹, representado um acréscimo de 442,1%, indicando que o N foi absorvido pelas as plantas linearmente em função das doses aplicadas. Costa et al. (2012), estudando doses crescentes de efluente doméstico na cultura do milho, obtiveram aumento no teor de N nas folhas, indicando sua eficiência como fonte de N para as plantas.

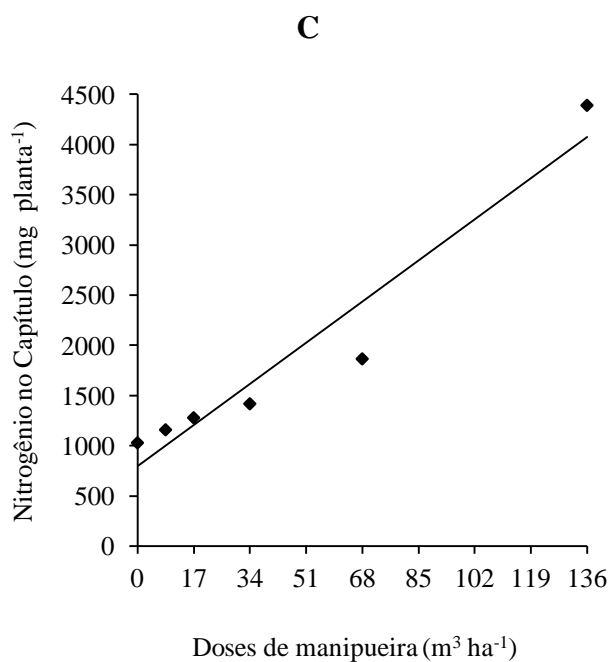
O acúmulo de N no caule do girassol, mostrou tendência de crescimento linear em função do aumento das doses de manipueira com valores máximos e mínimos estimados pelas equações de regressão de 75,2 mg planta⁻¹ e 361,6 mg planta⁻¹, obtidos quando se utilizaram, respectivamente, doses de manipueira iguais 0 e 136 m³ ha⁻¹.



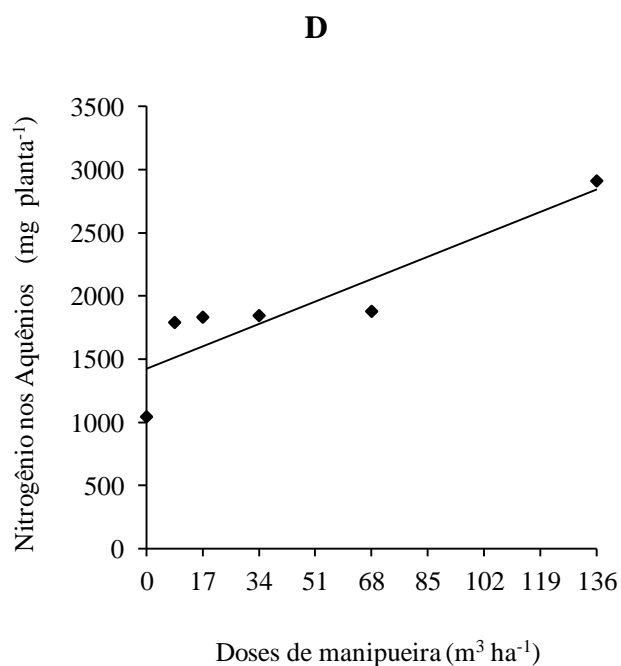
$$y = 8,0685^{**} x + 248,18^{**} \quad R^2 = 0,97$$



$$y = 2,1058^{**} x + 75,17^{**} \quad R^2 = 0,95$$



$$y = 24,077^{**} x + 798,55^{**} \quad R^2 = 0,93$$



$$y = 10,436^{**} x + 1424,60^{**} \quad R^2 = 0,80$$

Figura 1. Acúmulo de nitrogênio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manureira.

O acúmulo de N no capítulo apresentou comportamento semelhante ao caule, acumulando 798,6 mg planta⁻¹ na dose de 0 m³ ha⁻¹ e 4.073 mg planta⁻¹ na dose de 136 m³ ha⁻¹, correspondendo a um incremento de 410%.

Para o acúmulo de N nos aquênios, foram observados valores de 1.424,6 mg planta⁻¹ na dose de 0 m³ ha⁻¹ e 2.843,9 mg planta⁻¹ na dose de 136 m³ ha⁻¹, sendo esse incremento de 99,7%. Resultado semelhante foi observado por Lobo, et al. (2011), observando aumento linear do teor de N nas sementes de acordo com o aumento da dose de N.

O valor correspondente ao máximo acúmulo de N considerando o somatório das folhas, caule, capítulo e aquênios, foi de 2.546,5; 2.926,3; 3.306,1; 4.065,9; 5.585,2; 8.623,9 mg planta⁻¹, para as doses 0; 8,5; 17; 34; 68 e de 136 m³ ha⁻¹ respectivamente, correspondendo à extração de 127; 146; 165; 203; 279 e 431 kg ha⁻¹ de N.

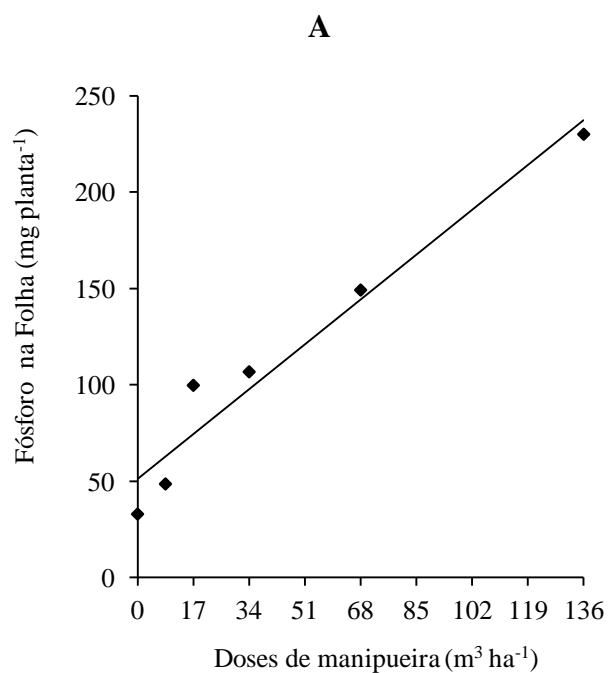
A extração de N obedeceu a seguinte ordem em função dos órgãos das plantas de girassol: Capítulo > Aquênios > Folha > Caule. Os valores de extração de nitrogênio nesta pesquisa foram superiores aos encontrados por Zobiole et al. (2010), que observaram o acúmulo máximo de nitrogênio considerando o somatório nas folhas, pecíolos, caule, capítulo e aquênios de 3.751,17 mg planta⁻¹, aos 85 dias, correspondendo à extração de 150 kg ha⁻¹ de N.

Avaliando o acúmulo de P nas folhas, caule, capítulo e aquênios de plantas de girassol ao final do ciclo da cultura, observou-se de forma geral uma tendência linear crescente em função do aumento das doses de manipueira (Figura 2A, 2B, 2C e 2D).

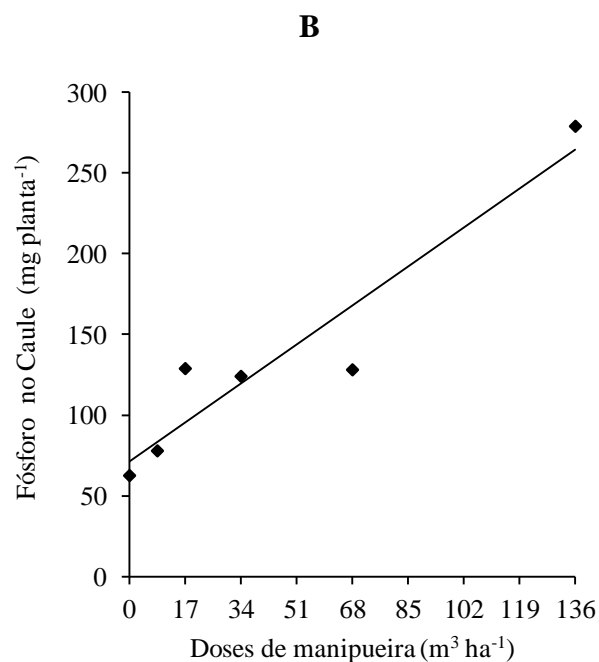
Nas folhas ocorreu acúmulo de P de 51,3 mg planta⁻¹ e 237,2 mg planta⁻¹, obtidos quando se utilizaram, respectivamente, doses de manipueira iguais a 0 e 136 m³ ha⁻¹. Para o acúmulo de P no caule observou-se a mesma tendência, com 71,12 e 264,4 de mg planta⁻¹, para as doses 0 m³ ha⁻¹ e 136 m³ ha⁻¹, respectivamente.

Quanto ao acúmulo de P no capítulo, verificou-se que o menor valor, 289,4 mg planta⁻¹, foi obtido na ausência de manipueira (0 m³ ha⁻¹), enquanto a aplicação da maior dose (136 m³ ha⁻¹), resultou em uma maior acúmulo de fósforo 1.418,9 mg planta⁻¹, representando um aumento de 390,3%.

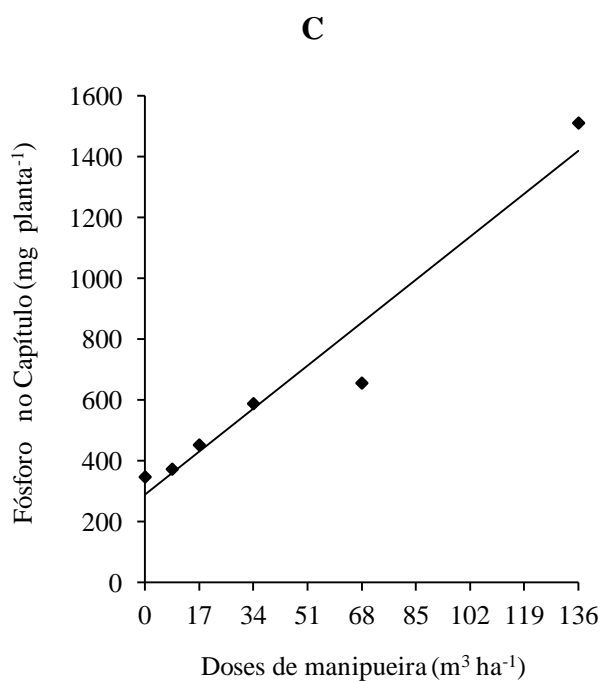
Do mesmo modo, foi observado para o acúmulo de P nos aquênios, com 455,39 mg planta⁻¹ na dose de 0 m³ ha⁻¹ e 958,05 mg planta⁻¹ na dose de 136 m³ ha⁻¹.



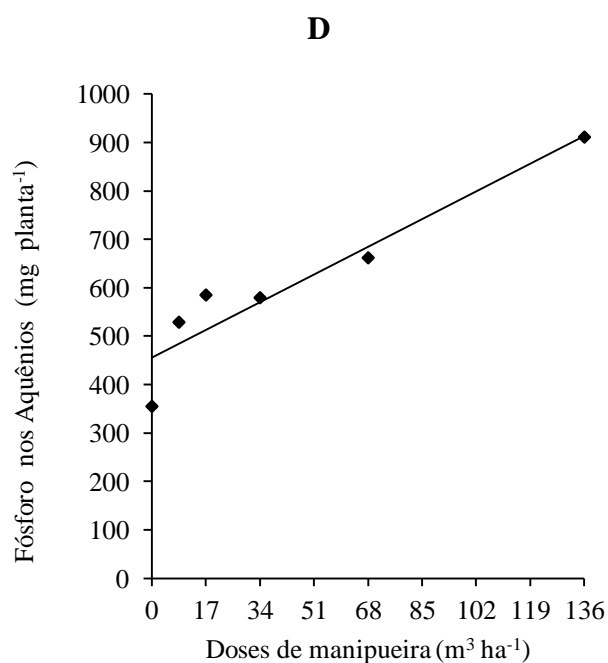
$$y = 1,3668x^{**} + 51,34^{**} \quad R^2 = 0,95$$



$$y = 1,4212x^{**} + 71,12^{**} \quad R^2 = 0,89$$



$$y = 8,3036^{**} x + 289,40^{**} \quad R^2 = 0,94$$



$$y = 3,3696^{*} x + 455,39^{*} \quad R^2 = 0,89$$

Figura 2. Acúmulo de fósforo nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manureira.

Para o acúmulo total de P considerando o somatório das folhas, caule, capítulo e aquênios, foi encontrado valores de 867,3; 990,2; 1.113,1; 1.358,9; 1.850,6; 2.878,3 mg planta⁻¹ para as doses 0; 8,5; 17; 34; 68 e de 136 m³ ha⁻¹ respectivamente, equivalendo a

uma extração de 49,5; 55,7; 67,9; 92,5; 143,9 kg ha⁻¹ de P. Esses resultado difere dos encontrados, por Zobiole et al. (2010), estudando o acúmulo de nutrientes na cultura do girassol, observaram o máximo acúmulo de P, considerando o somatório de folhas, pecíolos, caule, capítulo e aquênios de 605,45 mg planta⁻¹, correspondendo à extração de 24 kg ha⁻¹ de P, ficando abaixo dos resultado observados para o girassol na presente pesquisa. A ordem de extração de P pelos órgãos foi: capítulo > aquênios > caule > folhas.

O acúmulo de K nas folhas, caule, capítulo e aquênios nas plantas de girassol, observou-se de forma geral uma tendência linear crescente em função do aumento das doses de manureira aplicadas (Figura 3A, 3B, 3C e 3D).

Prado et al., 2004, estudando a aplicação de potássio na cultura do maracujazeiro-amarelo, observaram que doses crescentes de potássio no cultivo de foi proporcional ao aumento do potássio na matéria seca da parte aérea do cultura maracujazeiro.

O maior acúmulo de K nas folhas foi de 1521,89 mg planta⁻¹ na dose de 136 m³ ha⁻¹ e o menor de 333,68 mg planta⁻¹, na dose de 0 m³ ha⁻¹ de manureira. Em relação ao acúmulo de K no caule, os valores médios estimados de 567,1 e 2.252,96 mg planta⁻¹, foram obtidas quando se utilizaram, respectivamente, doses de manureira iguais 0 e 136 m³ ha⁻¹, extraindo 28,4 e 112,6 kg ha⁻¹ de K, representando um aumento de 297,3%.

Quanto ao acúmulo de K no capítulo, verificou-se que o menor valor 1.189,4 mg planta⁻¹, foi obtido na ausência de manureira (0 m³ ha⁻¹), enquanto a aplicação da maior dose (136 m³ ha⁻¹) promoveu um maior acúmulo, 2.548,4 mg planta⁻¹, representando um incremento na ordem de 89,4%. Com uma extração de 59,4 e 127,4 kg ha⁻¹ de K, respectivamente.

Nos aquênios o acúmulo de K seguiu a mesma tendência com 376,59 mg planta⁻¹ na menor dose e 710,96 mg planta⁻¹ na maior dose, correspondendo a uma extração de 18,8 e 35,5 kg ha⁻¹ de K.

Verificando o acúmulo total de K para todos os órgãos da planta, foram observados valores de 2.466,8; 2.752,2; 3.037,7; 3.608,6; 4.750,5; 7.034,2 mg planta⁻¹ para as doses (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) de manureira, correspondendo a uma extração de 123,3; 137,6; 151,9; 180,4; 237,5 e 351,7 kg ha⁻¹. A ordem de extração de K para os órgãos foram: capítulo > caule > folha > aquênios.

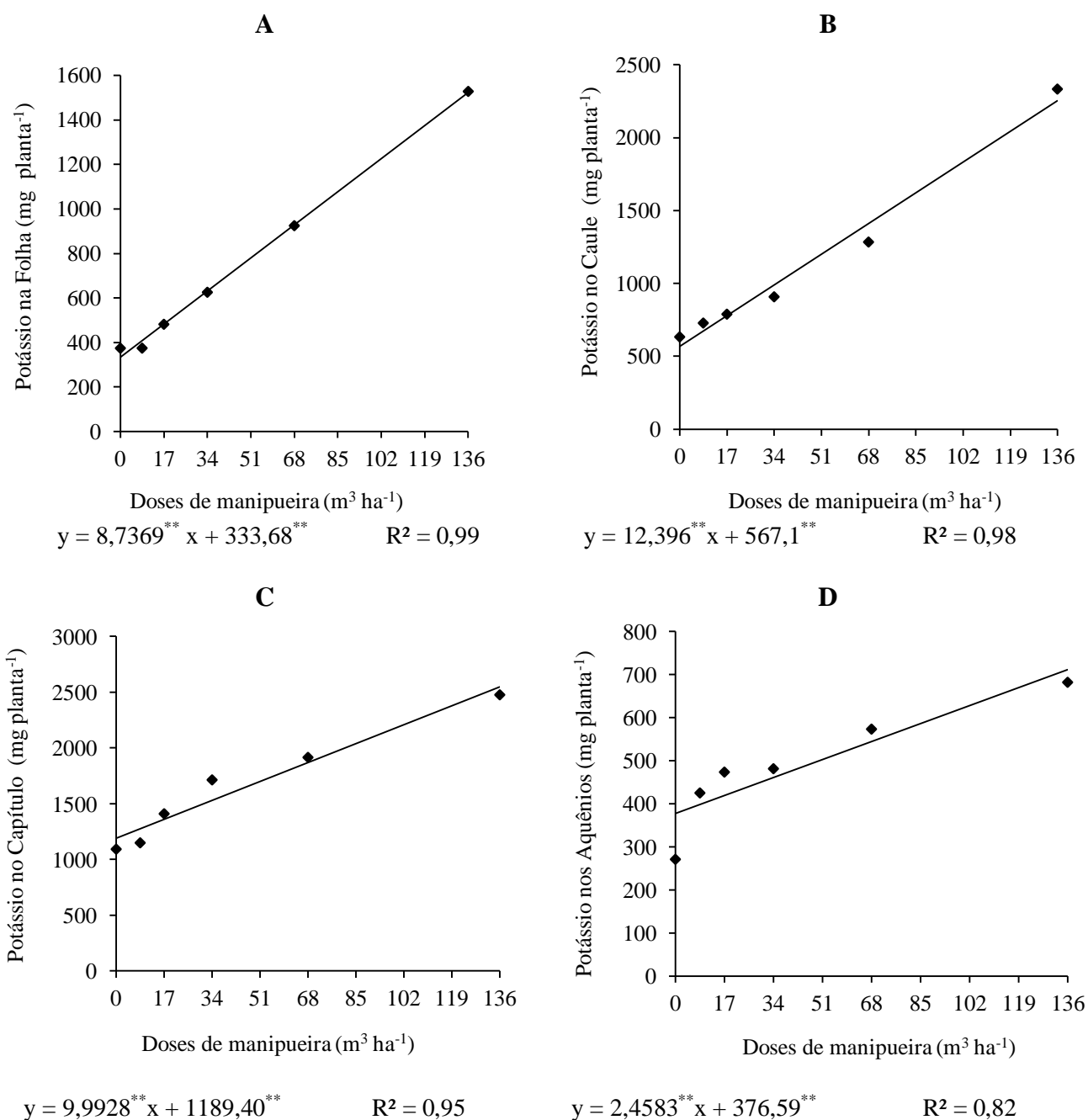


Figura 3. Acúmulo de potássio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.

Segundo Castro et al. (2006), a cultura do girassol é bastante exigente em potássio, em torno de 171 kg de K₂O na parte aérea (caule, pecíolo, folha, capítulo e grãos), para cada tonelada de grãos produzida. No presente trabalho para uma produção de 4.598 kg ha⁻¹ a cultura exigiu 422 kg ha⁻¹ de K₂O, com uma média de 94 kg de K₂O por tonelada produzida.

Castro & Oliveira (2005) constataram que a quantidade total extraída de N, P, K na parte aérea para uma produção de 3.176 kg de aquênios ha⁻¹ foi de 130 kg ha⁻¹ de N, 25

kg ha⁻¹ de P e 400 kg ha⁻¹ de K. Nesta pesquisa a quantidade extraída de N, P, K, considerando a parte aérea para uma produção de 4.498 kg ha⁻¹ de aquênios na maior dose de manipueira (136 m³ ha⁻¹) foi 431 kg ha⁻¹ de N, 144 kg ha⁻¹ de P e 341 kg ha⁻¹ de K, indicando que a manipueira é uma fonte de potássio em potencial para as plantas de girassol, e que o acúmulo desse elemento em todos os órgãos das plantas encontra-se dentro da faixa ótima, sugerindo altas produtividades.

O acúmulo de cálcio descreveu aumento linear crescente, para as folhas, caules, capítulos e aquênios (Figura 4A, 4B, 4C e 4D).

Nas folhas o menor acúmulo se deu na dose (0 m³ ha⁻¹) de manipueira com 657,8 mg planta⁻¹ e o maior na dose 136 m³ ha⁻¹ com 2.244,4 mg planta⁻¹, representando um incremento de 241,2 %.

O acúmulo de cálcio no caule acompanhou a mesma tendência com 133,6 e 503,6 mg planta⁻¹, para as doses 0 e 136 m³ ha⁻¹ de manipueira respectivamente, correspondendo a um acréscimo de 276,9%. O acúmulo de cálcio no capítulo foi 368,2 mg planta⁻¹ na dose (0 m³ ha⁻¹) e 846,25 mg planta⁻¹ na dose (136 m³ ha⁻¹), representando um incremento de 129,8 % no acúmulo de cálcio da maior em a menor dose.

O acúmulo de cálcio nos aquênios, do mesmo modo que ocorreu para os demais órgãos, aumentou linearmente em função da dose, sendo observado 79,7 mg planta⁻¹ para a dose de 0 m³ ha⁻¹ e 163,3 mg planta⁻¹ para a dose 136 m³ ha⁻¹ de manipueira.

O acúmulo total de cálcio na planta inteira foi de 1.239,3; 1.396,7; 1.554,1; 1.858,9; 2.497,0 e 3.757,47 mg planta⁻¹, para as doses (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) de manipueira, correspondendo a uma extração de 61,97; 69,84; 77,71; 92,94; 124,85 e 187,87 kg ha⁻¹. A ordem de extração por órgão foi folha > capítulo > caule > Aquênios.

Zobiolo et al. 2010, avaliando o acúmulo de cálcio na cultura do girassol, observaram aos 82 dias um acúmulo de 2.903,18 mg planta⁻¹ de Ca com uma extração de 116 kg ha⁻¹, resultados semelhantes aos encontrados no presente pesquisa para a dose de 68 e 136 m³ ha⁻¹ de manipueira.

Avaliando o acúmulo de magnésio nas folhas, caule, capítulo e aquênios, observou-se comportamento linear crescente em função das doses de manipueira (Figura 5A, B, C e D).

O acúmulo de magnésio nas folhas foi de 251,9 mg planta⁻¹ na dose 0 m³ ha⁻¹ e 708,7 mg planta⁻¹ na dose 136 m³ ha⁻¹. No caule acumulou 92 mg planta⁻¹ na dose 0 m³ ha⁻¹ e 392,5 mg planta⁻¹ na dose de 136 m³ ha⁻¹. Do mesmo modo, avaliando o capítulo

e aquênios, observou-se um acúmulo 285,6 e 212,7 mg planta⁻¹, na dose 0 m³ ha⁻¹ e 854,5 e 392,3 mg planta⁻¹, na dose de 136 m³ ha⁻¹, respectivamente .

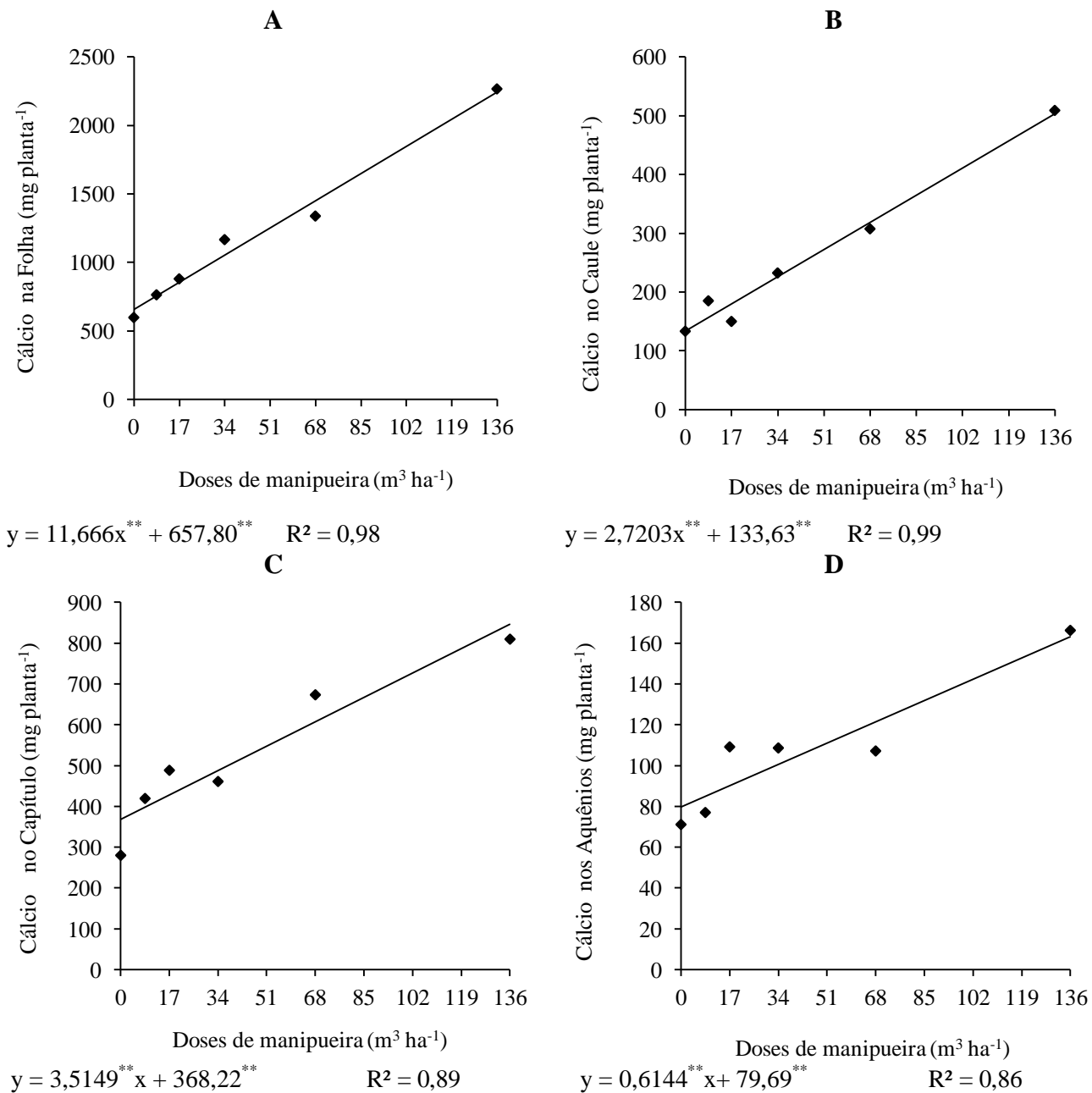


Figura 4. Acúmulo de cálcio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manureira.

O acúmulo total de magnésio foi de 842,2; 938,8; 1107,4; 1227,9; 1525,7 e 2348,1 mg planta⁻¹, para as doses (0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹) de manureira, correspondendo a uma extração de 42,1; 46,9; 55,4; 61,4; 76,3 e 117,4 kg ha⁻¹. Seguindo a ordem de extração por cada órgão da planta: capítulo > folha > caule = aquênios. Zobiole et al. (2010), estudando a cultura do girassol observaram um acúmulo

de magnésio de 1.047,09 mg planta⁻¹ aos 82 dias, correspondendo a uma extração de 42 kg ha⁻¹, sendo observado valores superiores de acúmulo e extração para as doses 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹ de manipueira.

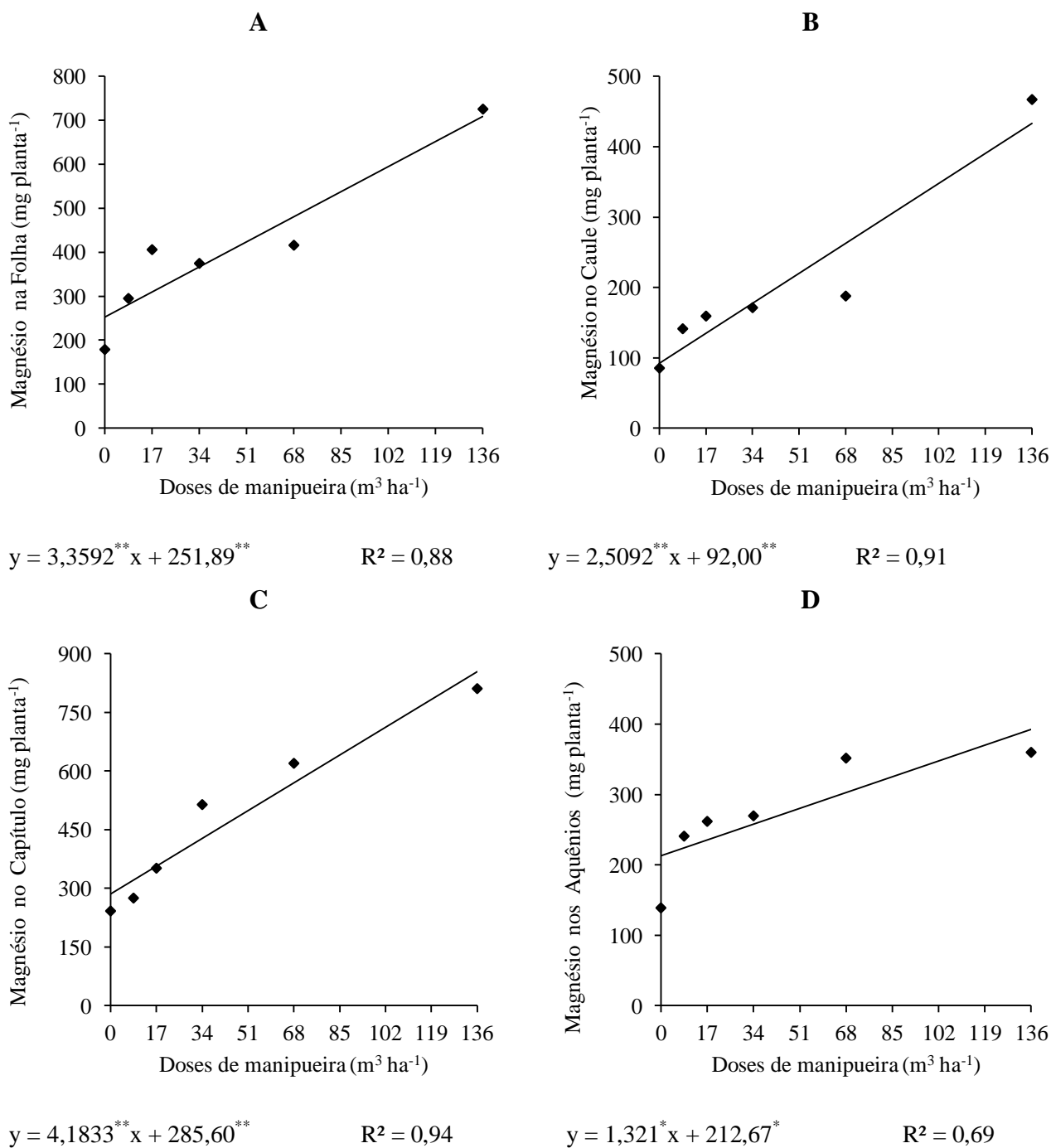
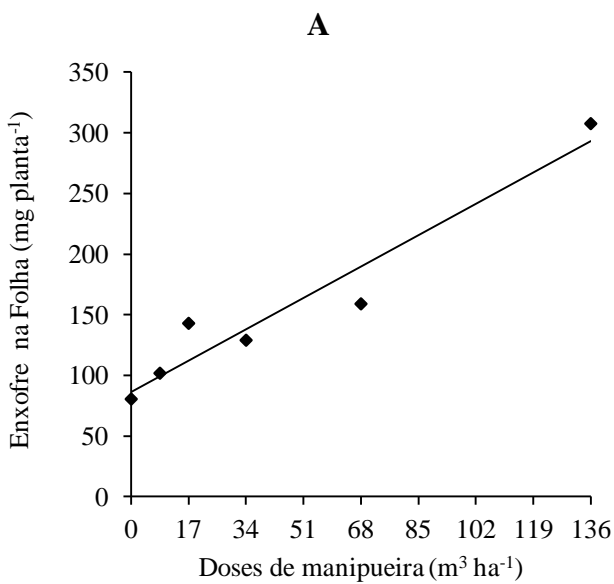


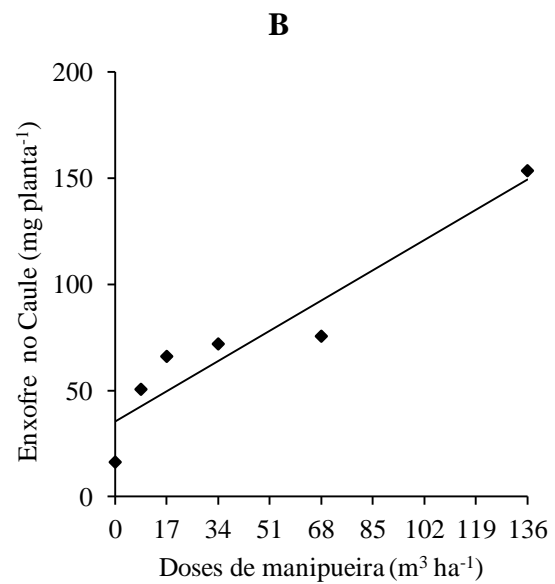
Figura 5. Acúmulo de magnésio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira

O acúmulo de enxofre foi linear crescente para as folhas, caule, capítulo e aquênios (Figura 6A, 6B, 6C e 6D). O acúmulo de enxofre nas folhas para a dose de 0 m³ ha⁻¹ foi

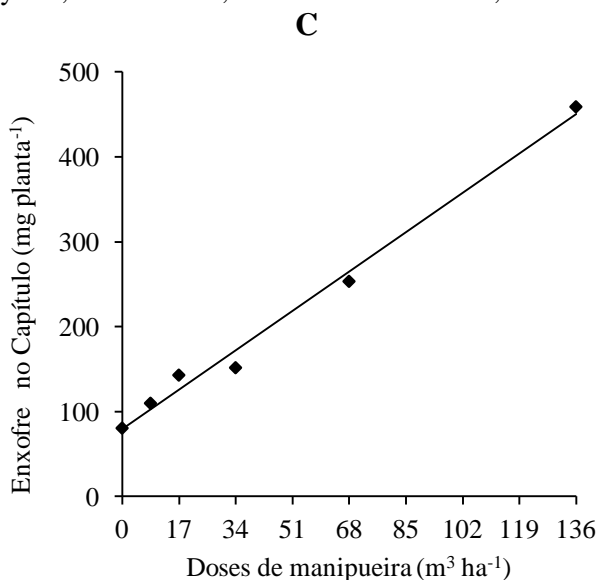
86,4 mg planta⁻¹ e para a dose de 136 m³ ha⁻¹ (293,4 mg planta⁻¹), representando um acréscimo de 239,6%. Para o acúmulo de enxofre no caule, na dose 0 m³ ha⁻¹ acumulou 35,4 mg planta⁻¹ e na dose de 136 m³ ha⁻¹ 149,5 mg planta⁻¹, com incremento de 370,7 % da menor dose em relação a maior. No capítulo o acúmulo de enxofre foi de 79,9 mg planta⁻¹ na dose 0 m³ ha⁻¹ e 450,3 mg planta⁻¹ na dose 136 m³ ha⁻¹, representando um aumento de 463,6% da maior dose em relação a menor. Nos aquênios o acúmulo de enxofre na menor dose foi de 103,9 mg planta⁻¹ e 177,7 mg planta⁻¹ na maior dose, com incremento na ordem de 71,0%.



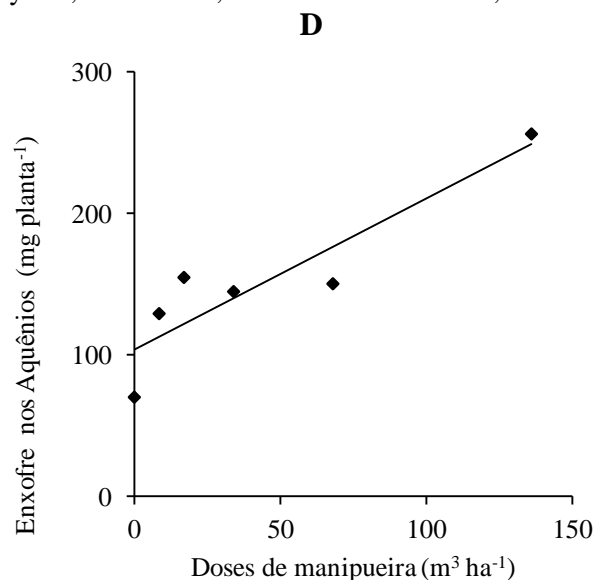
$$y = 1,5219^{**} x + 86,40^{**} \quad R^2 = 0,93$$



$$y = 0,839^{**} x + 35,386^{**} \quad R^2 = 0,89$$



$$y = 2,7238^{**} x + 79,87^{**} \quad R^2 = 0,99$$



$$y = 1,0677^{**} x + 103,98^{**} \quad R^2 = 0,82$$

Figura 6. Acúmulo de enxofre nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com maniqueira.

O acúmulo total na planta foi de 305,4; 358,0; 410,4; 515,2; 724,7; 1152,7 para as doses 0; 8,5; 17; 34; 68 e 136 m³ ha⁻¹ de manipueira, representando um acréscimo no acúmulo de 277,4% da maior dose (136 m³ ha⁻¹) em relação a menor dose (0 m³ ha⁻¹) com uma extração de 15,3; 17,9; 20,5; 25,7; 36,2; 57,6 kg ha⁻¹, para as doses respectivamente. A extração por órgão seguiu a ordem: capítulo > folhas > aquênios > caule.

Segundo Zobiole et al. (2010), estudando o acúmulo de nutrientes na cultura do girassol, o máximo acúmulo de S ocorreu ao 82 dias, com 605,33 mg planta⁻¹ de enxofre, com uma extração de 24 kg ha⁻¹, valores superiores foram encontrado no presente trabalho para as doses de 68 e 136 m³ ha⁻¹ de manipueira, com acúmulo total de 724,7; 1152,7 mg planta⁻¹ de enxofre aos 90 dias após a semeadura, com uma extração de 36,2; 57,6 kg ha⁻¹. Demonstrando que a manipueira, nas condições em que foram desenvolvidos este experimento, foi uma ótima fonte de enxofre para a cultura do girassol.

O acúmulo de nutrientes seguiu a ordem de extração por elemento: nitrogênio > potássio > cálcio > fósforo > magnésio > enxofre.

Os resultados encontrados sugerem que a manipueira é uma boa fonte de nutrientes, para a cultura do girassol, uma vez que foram encontrados altos valores de acúmulos e extrações dos nutrientes implicando em uma elevada produção de aquênios.

CONCLUSÃO

1. A utilização da manipueira como adubo proporciona maior acúmulo de nutrientes na cultura do girassol, cultivar Helio 250;
2. A ordem de extração dos nutrientes pelas plantas de girassol foi: N > K > Ca > Mg > P > S.

REFERÊNCIAS

Aljibury, F. K.; Marsh, A. W.; Huntamer, J. Water use with drip irrigation. In: 2 nd International Drip Irrigation Congress Proceedings: California, USA, p. 341-345. 1974.

- APHA - American Public Health Association, AWWA - American Water Works Association, WPCF - Washington Press Club Foundation. Standard methods for the examination of water and wastewater. Washington: American Public Health Association, 17.ed. 1995. 2198p.
- Araújo, N. C.; Ferreira, T. C.; Oliveira, S. J. C.; Gonçalves, C. P.; Araújo, F. A. C. Avaliação do uso de efluente de casas de farinha como fertilizante foliar na cultura do milho (*Zea mays* L.). *Revista Engenharia na Agricultura*, v.20, p.340-349, 2012.
- Bezerra Neto, E.; Barreto, L. P. Análises químicas e bioquímicas em plantas. Recife: UFRPE, Editora Universitária da UFRPE, 2011.
- Cardoso, E.; Cardoso, D.; Cristiano, M.; Silva, L.; Back, A. J.; Bernadim, A. M.; Paula, M. M. S. Use of *Manihot esculenta*, crantz processing residue as biofertilizer in corn crops. *Research Journal of Agronomy*, v.3, p.1-8, 2009.
- Cabral, J. R.; Freitas, P. S. L.; Bertonha, A.; Muniz, A. S. Effects of wastewater from a cassava industry on soil chemistry and crop Yield of lopsided oats (*Avena strigosa* Schreb). *Brazilian Archives of Biology and Technology*, v.53, p.19-26. 2010.
- Castro, C.; Farias, J. R. B. Ecofisiologia do girassol. In: Leite, R. M. V. B. C.; Brighnti, A. M.; Castro, C. *Girassol no Brasil*. 1.ed. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p.317-365.
- Castro, C.; Oliveira, F. A.; Moreira, A.; Salinet, L. S.; Veronesi, C. O. Rochas brasileiras como fonte alternativa de potássio para a cultura do girassol. *Espaço & Geografia*, v.9, p.179-193, 2006.
- Costa, M. S.; Costa, Z. V. B; Alves, S. M. C.; Ferreira Neto, M; Marinho, M. J. C. Avaliação nutricional do milho cultivado com diferentes doses de efluente doméstico tratado. *Irriga, Edição Especial*, p.12-26, 2012.
- Duarte, A. S.; Silva, E. F. F.; Rolim, M. M.; Ferreira, R. F. A. L.; Malheiros, S. M. M.; Albuquerque, F. S. Uso de diferentes doses de manipueira na cultura da alface em substituição à adubação mineral. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.16, p.262-267, 2012.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Manual de métodos de análises de solo. 2.ed. Rio de Janeiro: CNPS, 1997. 212p.
- EMBRAPA – EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO RIO GRANDE DO NORTE. Recomendações técnicas para o cultivo do girassol. Disponível em: http://www.emparn.rn.gov.br/contentproducao/aplicacao/emparn/arquivos/pdf/cartilha_a_cultivo_do_girassol.pdf. 2009. Acesso em 25/02/2012.

- FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations. FAOSTAT. 2013. Acessado em 26/03/2014. Online. Disponível em: <http://www.faostat.fao.org/>.
- Ferreira, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. *Ciência e Agrotecnologia*, v.35, p.1039-1042, 2011.
- Keller, J. Trickle irrigation. In *Soil Conservation Service National Engineering Handbook*. Colorado, 1978. 129 p.
- Modesto, P. T.; Scabora, M. H.; Colodro, G.; Maltoni, K. L.; Cassiolato, A. M. R. Alterações em algumas propriedades de um Latossolo degradado com uso de lodo de esgoto e resíduos orgânicos. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.33, p.1489-1498, 2009.
- Laviola, B. G.; Dias, L. A. S.; Teor e acúmulo de nutrientes em folhas e frutos de pinhão-manso. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.1969-1975, 2008.
- Lobo, T. F.; Grassi, Filho H.; Bull L. T.; Kummer, A. C. B. Efeito do lodo de esgoto e do nitrogênio nos fatores produtivos do girassol. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*. v.17, p.504–509, 2013.
- Oliveira, F. A.; Castro, C.; Franchini, J. C.; Torres, E. Manejo do solo. In: Leite, R. M. V. B. C.; Brighenti, A. M.; Castro, C. (Ed.). *Girassol no Brasil*. Londrina: Embrapa Soja, 2005. p. 299-316.
- Prado, R. M.; Braghirolli, L. F.; Natale, W.; Corrêa, M. C. M.; Almeida, E. V. Aplicação de potássio no estado nutricional e na produção de matéria seca de mudas de maracujazeiro-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.26, p.295-299, 2004.
- Zobiole, L. H. S.; Castro, C.; Oliveira, F. A.; Oliveira Júnior, A.; Moreira, A. Curva de crescimento, estado nutricional, teor de óleo e produtividade do girassol híbrido BRS 191 cultivado no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.14, p.55-62, 2010.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

CONSIDERAÇÕES FINAIS

- 1) O uso da manipueira como fertilizante agrícola é uma alternativa ao descarte indiscriminado.
- 2) Os resultados obtidos sugerem que a manipueira é uma boa fonte de nutrientes, para a cultura do girassol, uma vez que foram encontrados altos valores de acúmulos e extrações dos nutrientes implicando em uma elevada produção de aquênios.
- 3) A manipueira se mostrou eficiente em fornecer nutrientes ao solo e, conseqüentemente, às plantas, constituindo-se uma alternativa à adubação mineral.
- 4) Cada cultura apresenta uma exigência nutricional, portanto são necessários estudos para gerar recomendações de dosagens.

APÊNDICE

Tabela 1. Resumo da análise de variância das variáveis estudadas, número de folhas (NF), altura (A), massa fresca de folhas (MFF), massa seca folha (MSF), massa fresca de caule (MFC), massa seca de caule (MSC), massa fresca total (MFT), massa seca total (MST) de girassol adubado com manípueira.

FV	GL	QM							
		Variáveis							
		NF	A	MFF	MSF	MFC	MSC	MFT	MST
		cm				g planta ⁻¹			
Bloco	3	12,5 ^{ns}	432,9 ^{ns}	394,9 ^{ns}	6,4 ^{ns}	1178,8 ^{ns}	4,2 ^{ns}	10439,4 ^{ns}	174,6 ^{ns}
Dose (D)	5	114,6 ^{**}	5616,8 ^{**}	154389,3 ^{**}	3751,5 ^{**}	152141,9 ^{**}	2625,4 ^{**}	1266790,8 ^{**}	36784,6 ^{**}
Erro 1	15	--	--	--	--	--	--	--	--
Épocas (E)	5	652,6 ^{**}	56899,6 ^{**}	89709,4 ^{**}	1763,7 ^{**}	98428,4 ^{**}	2508,6 ^{**}	1164104,1 ^{**}	55713,3 ^{**}
D x E	25	18,4 ^{**}	212,5 ^{**}	6363,7 ^{**}	111,4 ^{**}	7178,5 ^{**}	121,0 ^{**}	43842,9 ^{**}	2132,7 ^{**}
Erro 2	90	--	--	--	--	--	--	--	--
CV 1(%)		12,6	9,4	14,8	13,6	21,2	19,2	14,7	12,6
CV 2(%)		10,0	7,1	15,2	12,0	21,2	20,5	12,3	11,1
Média Geral		20,7	94,5	155,5	23,3	158,6	20,4	471,5	77,8

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 2. Resumo da análise de variância das variáveis estudadas, massa fresca de capítulo (MFCAP), massa seca de capítulo (MSCAP) de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM	
		Variáveis	
		MFCAP	MSCAP
		g planta ⁻¹	
Bloco	3	5420,6 ^{**}	234,7 ^{**}
Dose (D)	5	180404,4 ^{**}	9746,7 ^{**}
Erro 1	15	--	--
Épocas (E)	3	445345,6 ^{**}	29959,4 ^{**}
D x E	15	15668,0 ^{**}	1058,9 ^{**}
Erro 2	54	--	--
CV 1 (%)		14,5	14,2
CV 2 (%)		13,9	14,6
Média Geral		236,1	51,1

^{ns} não significativo, ^{*} significativo a 5%, ^{**} significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 3. Resumo da análise de variância das variáveis estudadas, rendimento de aquênios (A), rendimento de óleo (O), rendimento de massa fresca total (RMFT), rendimento de massa seca total (RMST) e teor de óleo (TO) de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM				
		Variáveis				
		Aquênio	Óleo	RMFT	RMST	TO
		kg ha ⁻¹				%
Bloco	3	285846,1 ^{ns}	86079,9 ^{ns}	70479545,5 ^{**}	284690,3 ^{**}	4,1 ^{ns}
Dose	5	2762056,3 ^{**}	513526,9 ^{**}	1,2 ^{**}	50404610 ^{**}	15,9 ^{**}
Erro	15	--	--	--	--	--
CV (%)		13,8	14,8	9,4	7,35	3,1
Média Geral		3147,1	1493,3	35470,6	7303,75	47,6

^{ns}não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 4: Resumo da análise de variância do acúmulo de nitrogênio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM			
		N Folha	N Caule	N Capítulo	N Semente
		g planta ⁻¹			
Bloco	3	42174,8 ^{ns}	3598,9 ^{ns}	612219,5 ^{ns}	213363,3 ^{ns}
Dose	5	698910,5 ^{**}	50659,7 ^{**}	6498191,8 ^{**}	1417248,6 ^{**}
Erro	15	--	--	--	--
CV (%)		26,7	40,8	29,1	18,51
Média Geral		602,5	167,7	1855,9	1882,9

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

Tabela 5. Resumo da análise de variância do acúmulo de fósforo nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM			
		P Folha	P Caule	P Capítulo	P Semente
		g planta ⁻¹			
Bloco	3	1422,8 ^{ns}	6513,9 ^{ns}	34753,7 ^{ns}	8043,9 ^{ns}
Dose	5	20595,0 ^{**}	23541,5 ^{**}	762322,6 ^{**}	133007,6 ^{**}
Erro	15	--	--	--	--
CV (%)		27,4	58,9	16,7	13,4
Média Geral		111,4	133,5	654,1	603,4

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 6. Resumo da análise de variância do acúmulo de potássio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM			
		K Folha	K Caule	K Capítulo	K Semente
		g planta ⁻¹			
Bloco	3	38564,7 ^{ns}	149030,2 ^{ns}	186664,2 ^{ns}	3072,5 ^{ns}
Dose	5	800220,7 ^{**}	16351774,3 ^{**}	109822,3 ^{**}	78849,4 ^{**}
Erro	15	--	--	--	--
CV (%)		16,42	37,7	26,23	13,7
Média Geral		717,4	1111,5	1628,3	484,6

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 7. Resumo da análise de variância do acúmulo de cálcio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM			
		Ca Folha	Ca Caule	Ca Capítulo	Ca Semente
		g planta ⁻¹			
Bloco	3	110351,9 ^{ns}	16087,3 [*]	5579,1 ^{ns}	1006,2 ^{ns}
Dose	5	1446320,1 ^{**}	78856,4 ^{**}	143778,8 ^{**}	4567,3 ^{**}
Erro	15	--	--	--	--
CV (%)		27,7	26,1	18,6	31,92
Média Geral		1170,1	253,1	522,6	106,7

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 8. Resumo da análise de variância do acúmulo de magnésio nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM			
		Mg Folha	Mg Caule	Mg Capítulo	Mg Semente
		g planta ⁻¹			
Bloco	3	9793,2 ^{ns}	6696,3 ^{ns}	11684,6 ^{ns}	1296,5 ^{ns}
Dose	5	133518,1 ^{**}	72381,8 ^{**}	195629,4 ^{**}	26284,1 ^{**}
Erro	15	--	--	--	--
CV (%)		19,8	26,1	22,4	14,81
Média Geral		399,4	202,2	469,3	270,7

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 9. Resumo da análise de variância do acúmulo de enxofre nas folhas, caules, capítulos e sementes de girassol adubado com manipueira.

FV	GL	QM			
		S Folha	S Caule	S Capítulo	S Semente
		g planta ⁻¹			
Bloco	3	453,6 ^{ns}	160,0 ^{ns}	8433,9 ^{ns}	1206,2 ^{ns}
Dose	5	25984,6 ^{**}	8208,4 ^{**}	78324,5 ^{**}	14503,3 ^{**}
Erro	15	--	--	--	--
CV (%)		13,5	19,8	19,8	23,5
Média Geral		153,2	72,2	72,2	150,9

^{ns} não significativo, * significativo a 5%, ** significativo a 1% de probabilidade pelo teste F.