



UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA/FITOTECNIA

LUILSON PINHEIRO COSTA

ESTERCOS DE BOVINO E DE FRANGO NO ESTABELECIMENTO E
DESENVOLVIMENTO DO CAJUEIRO-ANÃO

FORTALEZA

2019

LUILSON PINHEIRO COSTA

ESTERCOS DE BOVINO E DE FRANGO NO ESTABELECIMENTO E
DESENVOLVIMENTO DO CAJUEIRO-ANÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Horticultura.

Orientador: Prof. Dr. William Natale.
Coorientador: Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.

FORTALEZA

2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal do Ceará
Biblioteca Universitária
Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- C873e Costa, Luilson Pinheiro.
Estercos de bovino e de frango no estabelecimento e desenvolvimento do cajueiro-anão / Luilson Pinheiro Costa. – 2019.
66 f. : il.
- Dissertação (mestrado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia (Fitotecnia), Fortaleza, 2019.
Orientação: Prof. Dr. William Natale.
Coorientação: Prof. Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi.
1. Adubação orgânica. 2. Anacardium occidentale L.. 3. Caju. 4. Fruticultura. I. Título.

CDD 630

LUILSON PINHEIRO COSTA

ESTERCOS DE BOVINO E DE FRANGO NO O ESTABELECIMENTO E
DESENVOLVIMENTO DO CAJUEIRO-ANÃO

Dissertação de Mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia/Fitotecnia da Universidade Federal do Ceará/UFC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agronomia/Fitotecnia. Área de concentração: Horticultura.

Aprovado em: 24/09/2019.

BANCA EXAMINADORA

Professor Dr. William Natale (Orientador)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Pesquisadora Dra. Adriana Guirado Artur
Embrapa Agroindústria Tropical (Embrapa)

Pesquisador Dr. Ronialison Fernandes Queiroz
Universidade Federal do Ceará (UFC)

A Deus.

Aos meus pais, Luís e Antônia.

AGRADECIMENTOS

Ao senhor Deus, por me permitir celebrar mais uma conquista.

À Universidade Federal do Ceará/UFC, pela a oportunidade de participar do programa de Pós-graduação em Agronomia/Fitotecnia.

À Fundação Cearense de Apoio ao Desenvolvimento Científico e Tecnológico/FUNCAP, pelo apoio financeiro por meio de uma bolsa de auxílio à pesquisa.

À Embrapa Agroindústria Tropical, pela parceria durante a execução da pesquisa.

Ao Professor William Natale e ao pesquisador da Embrapa Agroindústria Tropical, Dr. Carlos Alberto Kenji Taniguchi, pela excelente orientação, profissionalismo e confiança depositada em minha pessoa durante o curso de Mestrado.

Aos membros da banca examinadora, Dra. Adriana Guirado Artur, Dr. Ronialison Fernandes Queiroz e ao Dr. William Natale, por aceitarem o desafio de participarem da banca com sugestões valiosas sobre o trabalho de pesquisa.

Aos meus pais, Luís Pinheiro da Costa, Antônia Ivonete Costa, e as minhas irmãs, Leilayne Emília da Costa, Lilyane Nara Costa e Lidiane Ivonete Costa, por cuidarem tão bem de mim.

À minha namorada, Fernanda Mikaele Alves Rodrigues, pelo seu carinho, atenção, paciência e cumplicidade.

Aos meus amigos (as) de Mestrado da UFC, em especial, o Mardones, Mádilo, Lucas, Rodolfo e Vinicius, pelos momentos de felicidade, de estudo, companheirismo e partilha.

E, por fim, agradecer a todos que contribuíram para meu sucesso e crescimento como pessoa e profissional.

RESUMO

A aplicação de adubos orgânicos na cova de plantio é uma prática recomendada para a maioria das culturas perenes, pois, além de promover a melhoria dos atributos do solo, é fonte de nutrientes para as plantas. Entretanto, para a cultura do cajueiro, pouco se sabe sobre os efeitos da aplicação de adubos orgânicos na cova de plantio no desenvolvimento inicial da planta. Por isso, objetivou-se estudar os efeitos das doses de esterco de bovino e de frango durante o estabelecimento e desenvolvimento do cajueiro-anão 'BRS 226' em condições de campo. O experimento foi instalado no Campo Experimental de Pacajus, pertencente à Embrapa Agroindústria Tropical, situada no município de Pacajus/Ceará, sendo conduzido por treze meses, abrangendo um mês de reação dos insumos no solo da cova e doze meses de cultivo. O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2x5x2, sendo duas fontes de esterco (de bovino e de frango), cinco doses (0; 5; 10; 15 e 20 L por cova) e duas épocas de amostragem de solo (no plantio e 365 dias após o plantio), com quatro repetições. Cada unidade experimental era formada por seis plantas de cajueiro-anão. As avaliações iniciaram com o monitoramento da temperatura do solo da cova no período de reação dos insumos, e continuaram com a caracterização dos atributos químicos do solo da cova de plantio até a finalização do experimento. Avaliou-se também o desenvolvimento das plantas de cajueiro-anão por meio da determinação da altura das plantas, diâmetro do caule e volume da copa. Além disso, coletou-se folhas recém-maduras para a avaliação do estado nutricional dos cajueiros. Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância pelo teste de F e as doses comparadas por meio de análise de regressão. Para comparação das fontes de adubo orgânico utilizou-se o teste de Tukey a 5 % de probabilidade. Observou-se que aplicação de doses de esterco bovino entre 8,5 e 9,1 L por cova aumentaram o desenvolvimento de plantas de cajueiro-anão 'BRS 226' no campo, enquanto que o esterco de frango não deve ser aplicado na cova de plantio do cajueiro 'BRS 226'.

Palavras-chaves: Adubação orgânica. *Anacardium occidentale* L.. Caju. Fruticultura.

ABSTRACT

The application of organic fertilizers in the planting hole is a recommended practice for most perennials crops, as it promotes the improvement of soil attributes and is a source of plant nutrients. However, for the cashew crop, little is known about the effects of the application of organic fertilizers in the hole planting pit on the initial development of the plant. Therefore, the objective of this study was to study the effects of cattle and broiler manure doses during the establishment and development of 'BRS 226' dwarf cashew under field conditions. The experiment was carried out in the Pacajus Experimental Field, belonging to Embrapa Tropical Agroindustry, located in the city of Pacajus/Ceará, and conducted for thirteen months, covering one month of reaction of the inputs in the pit soil and twelve months of cultivation. The experimental design was in randomized blocks, in a 2x5x2 factorial arrangement, with two sources of manure (cattle and chicken), five doses (0; 5; 10; 15 and 20 L per pit) and two soil sampling times (at planting and 365 days after planting), with four repetitions. Each experimental unit consisted of six dwarf cashew plants. The evaluations began by monitoring the pit soil temperature during the reaction period of the inputs, and continued with the characterization of the chemical attributes of the pit soil until the end of the experiment. The development of early dwarf cashew plants was also evaluated by determining plant height, stem diameter and crown volume. In addition, freshly harvested leaves were collected to evaluate the nutritional status of the cashew trees. The obtained data were subjected to analysis of variance by the F test and the doses compared by regression analysis. To compare the sources of organic fertilizer we used the Tukey test at 5 % probability. It was observed that application of cattle manure doses between 8.5 and 9.1 L by planting hole increased the development of 'BRS 226' dwarf cashew plants in the field, while chicken manure should not be applied in the planting hole of cashew trees 'BRS 226'.

Keywords: Organic fertilization. *Anacardium occidentale* L .. Cashew. Fruit growing.

LISTA DE FIGURAS

Figura 01	- Localização da área do experimento	23
Figura 02	- Precipitação pluviométrica ocorrida no Campo Experimental de Pacajus entre o mês de fevereiro de 2018 a março de 2019.....	23
Figura 03	- Preparo da área do experimento.....	25
Figura 04	- Monitoramento da temperatura do solo (4a) e amostragem de solo (4b).....	26
Figura 05	- Mudanças enxertadas de cajueiro-anão 'BRS 226' no viveiro e plantio das mudas em campo.....	26
Figura 06	- Instalação do sistema de irrigação por microaspersão.....	27
Figura 07	- Análises em laboratório.....	29
Figura 08	- Concentrações de fósforo, potássio e sódio no solo em função de fontes e doses de esterco.....	32
Figura 09	- Concentrações de fósforo, potássio e sódio no solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo	33
Figura 10	- Concentrações de ferro, cobre e manganês no solo em função de fontes e doses de esterco.....	34
Figura 11	- Concentrações de manganês no solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo	35
Figura 12	- Valores de matéria orgânica, cálcio e pH do solo em função de doses de esterco.....	35
Figura 13	- Soma de bases e capacidade de troca de cátions no solo em função de fontes e doses de esterco	36
Figura 14	- Concentrações de magnésio e soma de bases do solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo.....	37
Figura 15	- Concentrações de amônio e nitrato no solo em função de fontes e doses de esterco.....	38
Figura 16	- Concentrações de amônio e nitrato no solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo.....	39
Figura 17	- Mortalidade de plantas de cajueiro-anão 'BRS 226' em campo, em função de fontes e doses de esterco.....	41
Figura 18	- Condutividade elétrica do solo da cova de plantio em função de fontes e doses de esterco.....	43

Figura 19	- Variação da temperatura do solo da cova de plantio em função de fontes e doses de esterco.....	47
Figura 20	- Temperatura do solo da cova de plantio dos cajueiros em função de esterco de bovino (EB), de Frangos (EF) e épocas de avaliação.....	47
Figura 21	- Temperatura do solo em função de doses de esterco e épocas de avaliação.....	48
Figura 22	- Altura de planta de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco.....	50
Figura 23	- Diâmetro do caule de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco.....	50
Figura 24	- Volume de copa do cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco.....	51
Figura 25	- Teores de fósforo e magnésio nas folhas de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco.....	52
Figura 26	- Teores de nitrogênio, cálcio e enxofre nas folhas de cajueiro-anão em função de doses de esterco.....	53
Figura 27	- Teores de sódio, zinco e manganês nas folhas de cajueiro-anão em função de doses de esterco.....	55

LISTA DE TABELAS

Tabela 01	- Caracterização química do Argissolo Vermelho-Amarelo da área experimental.....	24
Tabela 02	- Caracterização química dos esterco de bovino (EB) e de frango (EF).....	24
Tabela 03	- Valores médios dos atributos químicos do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo.....	30
Tabela 04	- Valores médios dos atributos químicos do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo.....	31
Tabela 05	- Concentrações de nutrientes e sódio no solo em função da adubação com esterco de bovino e de frango e épocas de amostragem do solo.....	33
Tabela 06	- Resumo da análise de variância para as concentrações de amônio e nitrato do solo, em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo.....	38
Tabela 07	- Nitrogênio inorgânico do solo em função da aplicação de esterco de bovino e de frango e épocas de amostragem do solo.....	40
Tabela 08	- Resumo da análise de variância para a mortalidade de plantas de cajueiro-anão 'BRS 226' em campo, em função de fontes e doses de esterco.....	41
Tabela 09	- Resumo da análise de variância para condutividade elétrica do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo.....	42
Tabela 10	- Condutividade elétrica do solo em função da aplicação de esterco de bovino (EB) e de frango (EF) e épocas de amostragem do solo....	44
Tabela 11	- Resumo da análise de variância para a temperatura do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo.....	46
Tabela 12	- Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento do cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco.....	49
Tabela 13	- Resumo da análise de variância para os teores de nutrientes e sódio nas folhas de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco.	52

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	12
2	HIPÓTESE	13
3	OBJETIVOS	13
3.1	Objetivo geral	13
3.2	Objetivos específicos	14
4	REVISÃO DE LITERATURA	14
4.1	Cultura do caju	14
4.2	Importância socioeconômica.....	17
4.3	Adubação orgânica	19
5	MATERIAL E MÉTODOS	22
6	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
7	CONCLUSÕES	56
	REFERÊNCIAS	57

1 INTRODUÇÃO

A fruticultura tem se tornado uma das atividades mais atraentes do Agronegócio, estando presente em todos os estados do Brasil, com grande diversidade de culturas e, continua em plena evolução, tanto no que diz respeito à produção de frutas para o consumo *in natura*, como para a industrialização de sucos e néctares. Dentre as frutas, destaca-se o cajueiro (*Anacardium occidentale* L.), que tem elevado potencial de exploração, principalmente na região Nordeste do País (TREICHEL *et al.*, 2016).

Só o mercado de amêndoas, o verdadeiro fruto do cajueiro, movimentava aproximadamente 500 milhões de dólares por ano. Além da amêndoa, outros produtos obtidos a partir do cajueiro apresentam grande demanda no mercado, tais como o líquido da casca da castanha (LCC), do qual se extraem tintas, vernizes, resinas fenólicas e pó de fricção para a indústria automobilística; o pedúnculo ou pseudofruto, que é consumido *in natura* ou processado na forma de suco, licores, doces, dentre outros derivados (MENDONÇA & MENDONÇA, 2013).

Porém, o baixo nível de conhecimento dos produtores a respeito da cultura do caju no início da exploração comercial tem refletido negativamente na cajucultura do Nordeste brasileiro até os dias de hoje. De acordo com os dados da FAOSTAT (2019), o rendimento médio de castanha de caju no Brasil no ano de 2017 foi de 273 kg ha⁻¹, inferior à média mundial do mesmo ano, de 800 kg ha⁻¹.

Pois até a década de 80, quase a totalidade dos plantios de cajueiro existentes no Nordeste brasileiro eram provenientes do plantio direto de sementes do tipo comum em covas de tamanho reduzido e sem fertilidade. Este processo acarretou baixos rendimentos dos plantios, elevada heterogeneidade das plantas nos pomares, principalmente com relação às características de importância econômica, como a produção e a qualidade da castanha e do pedúnculo (CAVALCANTI JÚNIOR, 2013; SERRANO & OLIVEIRA, 2013).

Embora, nos dias atuais, os cajucultores tenham acesso a genótipos de cajueiro superiores àqueles utilizados no início da exploração da cultura no Brasil, os índices de produtividade por unidade área ainda continuam baixos. Pois os solos brasileiros, naturalmente ácidos e pobres em termos de fertilidade, principalmente sob condições de semiárido, têm impedido que as plantas melhoradas tenham sucesso, uma vez que as mesmas apresentam maiores exigências e exportação de nutrientes para expressar todo seu potencial genético (NATALE *et al.*, 2012).

Em contrapartida, estudos revelam que o cajueiro é altamente responsivo a adubação, mas, que essas respostas podem ser significativamente afetadas por fatores como a idade da planta, o genótipo utilizado, as interações planta-microrganismos, além das características físicas e químicas do solo (CRISÓSTOMO *et al.*, 2004; BEZERRA *et al.*, 2008).

Atualmente, as fontes orgânicas têm se apresentado como alternativa para melhorar a fertilidade do solo e, conseqüentemente, o potencial de produção das culturas por meio das mudanças nas características físicas e químicas dos solos, incluindo a biodisponibilidade de nutrientes, a estrutura do solo, a capacidade de retenção de água, a troca de cátions, o pH do solo e a atividade microbiana (SUGE *et al.*, 2011).

Mas, para que a adição das fontes orgânicas nos sistemas agrícolas seja eficiente, é necessário conhecer a dinâmica de mineralização desses materiais, visando sincronizar a disponibilidade de nutrientes no solo com a demanda da cultura, evitando assim, a imobilização ou a rápida mineralização durante os períodos de alta ou de baixa demanda nutricional das plantas (FIGUEIREDO *et al.*, 2012).

Os esterco, por exemplo, apresentam composição química variável, sendo em função da espécie animal, da raça, da idade, da alimentação, dos índices de aproveitamento dos nutrientes da ração pelos animais, dos produtos veterinários utilizados na criação, dentre outros fatores (TEDESCO *et al.*, 2008).

De modo geral, são poucas as informações sobre adubação e nutrição do cajueiro. Para o cajueiro-anão ‘BRS 226’, que tem grande potencial de exploração comercial na região semiárida (SERRANO *et al.*, 2013), não se encontra na literatura informações sobre o uso de esterco em seu cultivo. Assim, faz-se necessária a realização de pesquisas para avaliar a utilização de esterco provenientes da criação de animais como fonte de nutrientes para as plantas de caju de pomares comerciais.

2 HIPÓTESE

A aplicação de esterco de bovino e de frango na cova de plantio interfere no estabelecimento e no desenvolvimento do cajueiro-anão ‘BRS 226’.

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

Avaliar a aplicação de esterco de bovino e de frango no estabelecimento e no desenvolvimento do cajueiro-anão 'BRS 226'.

3.2 Objetivos específicos

Avaliar os efeitos dos esterco de bovino e de frango nos atributos de fertilidade do solo;

Avaliar o estado nutricional de plantas de cajueiro-anão submetidas à adubação com esterco de bovino e de frango na cova de plantio;

Determinar para cada fonte de esterco a dose que mais favorece o estabelecimento e o desenvolvimento do cajueiro-anão 'BRS 226' no campo.

4 REVISÃO DE LITERATURA

4.1 Cultura do caju

O cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) é uma frutífera típica da América Tropical, pertencente à família Anacardiaceae e ao gênero *Anacardium*, podendo ser encontrado disperso em uma extensa faixa compreendida entre os paralelos 27° N, no sul da Flórida, e 28° S, na África do Sul. Quanto ao seu centro de origem, os autores modernos, que se dedicaram ao seu estudo, asseguram que o cajueiro é de origem brasileira (LIMA, 1988; MENDONÇA & MENDONÇA, 2013).

Também parece ser inquestionável que o cultivo do cajueiro tenha iniciado no Brasil, pois, quando os primeiros colonizadores chegaram às terras brasileiras, já encontraram o cajueiro bastante disseminado nas regiões costeiras do Nordeste, como também, a presença de seus produtos na culinária local; no entanto, a exploração só foi reconhecida na literatura por volta de 1958 (LIMA, 1988).

A dispersão do cajueiro pelo mundo, por sua vez, foi atribuída aos colonizadores que reconheceram a importância do caju como fonte de alimento e, assim, distribuíram suas sementes para regiões do exterior de clima tropical, que, aliado as características adaptativas da espécie, permitiram ocupar diversos ecossistemas, assumindo importante papel social e econômico em vários outros países do mundo, como Vietnã, Índia, Nigéria, Costa do Marfim, Moçambique, Tanzânia, Quênia, República do Benim e Guiné-Bissau (ADEIGBE *et al.*, 2015).

No Brasil, os primeiros plantios comerciais ocorreram de forma empiricista, sem o uso de tecnologia que assegurasse a qualidade dos frutos e de seus derivados. A utilização de mudas seminais na formação de pomares de cajueiro resultaram em grande variabilidade das características agronômicas dos pomares, prejudicando a exploração comercial, elevando os custos e reduzindo a rentabilidade, o que manteve o Brasil bem atrás de outros países tradicionais no agronegócio do caju, como Vietnã, Índia e Moçambique (CAVALCATI JÚNIOR, 2013).

Estudos mais aprofundados sobre o gênero *Anacardium* tiveram início por volta de 1956, quando o Governo Federal do Brasil estabeleceu uma coleção de matrizes de cajueiro como objeto de investigação agronômica na Fazenda Experimental de Pacajus/Ceará, pertencente ao então Ministério da Agricultura. Pode-se considerar que a formação dessa coleção foi um marco histórico para o melhoramento genético do cajueiro, uma vez que a coleção continha plantas do tipo anão, que contribuíram para a base genética dos programas de melhoramento em andamento, bem como daqueles já realizados no País (PAIVA *et al.*, 2003).

Atualmente, a Embrapa Agroindústria Tropical disponibiliza para os agricultores os clones ‘CCP 06’, ‘CCP 76’, lançados em 1983; ‘CCP 09’, ‘CCP 1001’ em 1987; ‘Embrapa 50’, ‘Embrapa 51’ em 1996; o ‘BRS 189’ lançado em 2000; ‘BRS 226’ em 2002; ‘BRS 253’ em 2004; ‘BRS 265’ em 2005; o ‘BRS 274’ e o ‘BRS 275’ lançados em 2007 (BARROS *et al.*, 2000; PAIVA & BARROS, 2004; OLIVEIRA, 2008).

Os clones de porte baixo (cajueiro-anão) permitiram colheitas manuais do caju com qualidade; o pedúnculo, que até então não era aproveitado, passou a ser comercializado tanto para o consumo *in natura*, como para as indústrias processadoras de sucos (CRISÓSTOMO *et al.*, 2002); a castanha, que teve sua produtividade estagnada entre os anos de 1958 e 1995, passou a se recuperar, alcançando rendimentos de até 1200 kg ha⁻¹ em cultivo de sequeiro (CRISÓSTOMO *et al.*, 1999).

Recentemente, foi possível identificar áreas anteriormente exploradas com o cajueiro-comum, caracterizadas por plantas desuniformes, sendo substituídas pelo cultivo de cajueiro-anão, cujos pomares são caracterizados pela uniformidade das plantas, tanto em porte como em produção (SERRANO & OLIVEIRA, 2013).

Atualmente, o ‘CCP 76’ tem sido o clone mais plantado no Brasil, tanto para o aproveitamento do pedúnculo para o mercado de mesa, como da castanha para o mercado de amêndoas, porém, o ‘CCP 76’ não é tão resistente a escassez hídrica e a resinose como o ‘BRS 226’, que é recomendado pela a Embrapa para produção comercial de castanha em sistema de sequeiro na região Nordeste (SERRANO & OLIVEIRA, 2013; VIDAL NETO *et al.*, 2013).

As plantas do ‘CCP 76’ atingem em média 2,7 m de altura e 5 m de envergadura, enquanto o pedúnculo tem peso médio de 100 g, e a castanha, em torno de 8 a 9 g, com amêndoa de 1,8 g, sendo a relação amêndoa/castanha de 26,9 % (PAIVA *et al.*, 2008; VIDAL NETO *et al.*, 2013). O ‘BRS 226’, na fase adulta, apresentam altura média e diâmetro médio de copa de 1,24 m e 2,20 m, respectivamente, enquanto o peso médio da castanha é de 9,75 g, o da amêndoa de 2,7 g, cuja relação amêndoa/castanha é de 27,2 % (PAIVA *et al.*, 2008; VIDAL NETO *et al.*, 2013).

Em estudos realizados por Paiva *et al.* (2008), verificaram que mesmo em condições de baixas precipitações pluviométricas (em torno de 395 mm por ano), o clone ‘BRS 226’ alcançou produtividade de 192 kg ha⁻¹ no seu quarto ano de cultivo em região semiárida, enquanto que o ‘CCP 76’ nas mesmas condições, obteve 149 kg de castanha por hectare. Outros dois fatores positivos comprovados pelos autores foram os baixos percentuais (2,94 %) de bandas e amêndoas quebradas no beneficiamento da castanha do ‘BRS 226’, o que agrega ainda mais valor ao produto final.

Historicamente, o cajueiro é considerado resistente e muito bem adaptado às condições de seca, sendo muitas vezes o único cultivo ou uma das poucas opções econômicas para as pessoas que vivem em regiões semiáridas do mundo (PESSOA *et al.*, 2000). Pode-se considerar como regime pluviométrico mais adequado para a exploração racional do cajueiro a faixa entre 800 e 1.600 mm anuais, distribuídos de cinco a sete meses, apesar de a planta tolerar valores situados tanto abaixo como acima deste intervalo. A temperatura média de 27 °C é considerada ideal para a cultura, podendo suportar os extremos situados abaixo de 22 °C e acima de 33 °C, sendo esse intervalo o recomendado para a exploração no âmbito comercial (BARROS *et al.*, 1993).

A faixa de umidade relativa do ar mais apropriada para a cultura situa-se entre 70 % e 80 %. Em regiões de grande concentração de pomares, valores superiores a 80 %, notadamente no período de florescimento, são bastante prejudiciais às plantas por favorecerem as doenças fúngicas, especialmente a antracnose. Devem ser evitados locais com umidade relativa do ar abaixo de 40 %, principalmente no período de florescimento e frutificação, em razão das perdas por secamento e queda de flores e frutos jovens. Em locais em que há registro de ventos fortes e frequentes, recomenda-se o emprego de quebra-ventos. De modo geral, as regiões em que ocorrem ventos frequentes, com velocidade superior a 7 m s⁻¹, não são apropriadas para o cultivo racional do cajueiro (BARROS *et al.*, 1993).

Quanto às exigências em solo, a cultura tem se mostrado rústica, ao ponto de ser encontrada em solos de tão baixa fertilidade que se afirma ser o cajueiro, a “cultura rica dos

solos pobres”. Naturalmente, em terrenos férteis e com boas características físicas, as plantas atingem maior desenvolvimento e alcançam produções maiores (MENDONÇA & MENDONÇA, 2013). Segundo Lima *et al.* (1998), os solos de textura média, profundos, com relevo plano a suavemente ondulado, com boa drenagem, bom teor de matéria orgânica e boa reserva de nutrientes, são considerados ideais para o cultivo agrícola, dentre eles, a cajucultura. Oliveira *et al.* (2002a) sugerem que o cajueiro seja preferencialmente cultivado em solos com textura arenosa ou franco-arenosa e não sujeitos ao encharcamento.

O sistema radicular do cajueiro constitui-se de uma raiz pivotante, podendo atingir até 10 m de profundidade, além de uma malha superficial de raízes ativas numa profundidade média de 30 cm. O caule é resinoso, com copa frondosa e folhas simples, de aspecto subcoriácea, glabra e curto-pecioladas, medindo de 10 a 20 cm de comprimento por 6 a 12 cm de largura. Dependendo do genótipo e das condições edafoclimáticas, a copa no tipo comum pode atingir altura média de 10 a 15 m e envergadura entre 12 e 16 m. No caso do cajueiro-anão, a altura média não ultrapassa 6 m e a envergadura varia de 6 a 8 m (SILVA, 2009). As flores são do tipo panícula, contendo flores masculinas e hermafroditas em proporções variadas, sendo emitidas na periferia da copa e fecundadas de forma alogâmica (MENDONÇA & MENDONÇA, 2013).

O fruto do cajueiro é um aquênio reniforme, constituído de epicarpo, mesocarpo, endocarpo e amêndoa. Seu peso oscila entre 3 g e 12 g, sendo o limite superior um dos principais objetivos do melhoramento genético. O epicarpo é liso, coriáceo e acinzentado; o mesocarpo é espesso, alveolado, cheio de um líquido conhecido como líquido da casca de castanha (LCC); a amêndoa, que é a parte comestível da castanha, apresenta formato de rim, composto de dois cotilédones. O pedúnculo floral sofre hipertrofia, tornando-se carnoso e suculento, com grande variação de tamanho, peso, forma e cor. É normalmente conhecido como caju, mesmo que essa denominação seja dada também para o conjunto, castanha e pedúnculo (SILVA, 2009).

4.2 Importância socioeconômica

A cajucultura é uma das principais fontes de emprego e renda do Nordeste brasileiro, especialmente nos estados do Ceará, Rio Grande do Norte e Piauí, onde se concentram mais de 90 % das áreas produtoras do Brasil. São aproximadamente 250 mil empregos gerados em toda a cadeia produtiva do cajueiro, seja de forma direta ou indireta, ganhando importância no período da safra, que coincide com a entressafra das culturas anuais de subsistência (SERRANO & PESSOA, 2016).

Os pomares, em sua grande maioria (cerca de 95 %) estão localizados em pequenas e médias propriedades (<100 ha), explorados por produtores isolados ou em pequenas associações, comunidades ou assentamentos rurais. O restante é representado por grandes plantações (>100 ha), as mesmas das décadas de 1960 e 1980, com cajueiros-comuns, oriundos de mudas seminais, com altas taxas de heterogeneidade entre as plantas e de falhas nos estandes, fato que, aliado à idade elevada dos pomares, resulta quase sempre em baixa ou nenhuma produtividade (SERRANO & PESSOA, 2016).

No ano de 2017, a cultura ocupou no Brasil a área de 488 mil hectares, com rendimento médio de castanha de 273 kg ha⁻¹, resultando na produção total de 133 toneladas (IBGE, 2018), mesmo os produtores tendo disponível genótipos com produtividade de 1200 kg ha⁻¹, como o ‘BRS 226’. Outros produtos e/ou derivados também são obtidos a partir do cajueiro, “não sendo por acaso, que essa frutífera é considerada uma planta multiuso”, cujo pedúnculo pode ser consumido *in natura* ou processado na forma de suco, cajuína, doces, licores, entre outros; a madeira proveniente da poda, por exemplo, tem sido utilizada como opção viável na produção de lenha e carvão (FIGUEIRÊDO *et al.*, 2015). Entretanto, o mercado de produtos derivados do pedúnculo, até mesmo os restolhos de poda, ficam basicamente restritos ao plano interno, mais especificamente regional (PESSOA & LEITE, 2013).

A castanha (o verdadeiro fruto) do cajueiro, da qual se extrai a amêndoa para o consumo humano nas mais variadas formas, apresenta grande apelo comercial no mercado nacional e internacional. Isso ocorre, também, com o líquido da casca da castanha (LCC), que tem aplicações nobres na indústria química como, por exemplo, na fabricação de tintas, lubrificantes e cosméticos, o que agrega valor econômico à cadeia produtiva do caju (FIGUEIRÊDO JUNIOR, 2006).

A amêndoa da castanha de caju tem sido bastante apreciada em várias partes do mundo, como aperitivo associado ao consumo de bebida alcoólicas ou como lanche, mas, também, pode ser utilizada pelas indústrias como ingrediente na fabricação de outros produtos alimentícios como doces, sorvetes, tortas e bombons de chocolates, dentre outras aplicações (CÂMARA, 2010).

Em 2016, as exportações mundiais de amêndoas de castanha de caju foram da ordem de 509 mil toneladas. O Brasil, mais especificamente à região Nordeste, que é responsável por 99,7 % das exportações brasileiras de castanha de caju, respondeu por 3,1 % das exportações mundiais de amêndoas de caju, o equivalente a 15.588 toneladas (BRAINER & VIDAL, 2018). Os países de alta renda *per capita* são os principais compradores de amêndoas de caju produzidas no Nordeste brasileiro. Só os Estados Unidos, no ano de 2016,

importaram 46 % da amêndoa de castanha de caju brasileira, seguido do Canadá (8 %), México (8 %), União Europeia (20 %), outros países (18 %), o que rendeu ao setor, 129.588 mil dólares (BRAINER & VIDAL, 2018).

No entanto, verifica-se que a situação da cajucultura no Brasil ainda se encontra defasada, ao ser comparada a outros países que têm tradição na produção de castanha de caju. A Índia e o Vietnã, por exemplo, lideram o mercado mundial, respondendo por 70,5 % das exportações de castanha beneficiada; em seguida surge o Brasil, mas com rendimento médio por unidade de área bem inferior à média mundial que é de 800 kg ha⁻¹ (FAO, 2019). Enquanto o Vietnã e a Índia apresentam produtividades de 2.705 kg ha⁻¹ e 800 kg ha⁻¹, respectivamente, o Brasil produz apenas 273 kg ha⁻¹ (ADEJOBÍ et al., 2011; FREI, 2013; WIDIATMAKA *et al.*, 2014; IBGE, 2018).

A substituição de áreas de cajueiro antigo/comum por genótipos do tipo anão tem sido importante para a revitalização da cajucultura do Nordeste brasileiro; no entanto, vale salientar que só o plantio do cajueiro-anão não assegura a melhoria nos rendimentos de castanha por unidade de área, pois, grande parte dos produtores não possuem recursos para adotar o pacote tecnológico (adubação, irrigação) exigido pelas variedades melhoradas (BRAINER & VIDAL, 2018).

4.3 Adubação orgânica

Os sistemas agrícolas são facilmente influenciados pelas atividades humanas, inclusive por meio do uso de fertilizantes para o fornecimento de nutrientes às plantas, o que garante crescimento e desenvolvimento, bem como maiores rendimentos (ROUSSOS *et al.*, 2017). Entretanto, o cultivo intensivo e contínuo dessas áreas, associado às práticas de uso de fertilizantes químicos sem o manejo adequado de conservação do solo, têm provocado grandes perdas, principalmente em termos de fertilidade, o que reduz o desenvolvimento das plantas, bem como as produções (HERNÁNDEZ *et al.*, 2014).

De acordo com Manjunath *et al.* (2018), o uso intensivo dos fertilizantes químicos em relação aos fertilizantes orgânicos tem causado a redução do carbono orgânico do solo, como também, afetado a comunidade microbiana, que é um dos aspectos fundamentais na formação de novas estruturas, na remoção de toxinas e na ciclagem biogeoquímica dos nutrientes. Ainda nesse mesmo sentido, tem sido evidenciado na literatura que os solos com baixo teor de matéria orgânica possuem baixo aproveitamento dos nutrientes aplicados nos sistemas de cultivo convencional (TROEH, THOMPSON, 2007).

Segundo Roberts (2008), tem sido crescentes os questionamentos por parte dos ambientalistas e dos produtores em relação à eficiência de uso dos fertilizantes minerais, considerando os riscos ambientais e o baixo aproveitamento por parte das plantas, que em sua grande maioria varia em torno de 50 % -70 % para N, 20 % -30 % para P e 60 % -70 % para K (ABDALLA *et al.*, 2008).

Por outro lado, Ronquim (2010) afirma que a matéria orgânica contém praticamente todos os macro e micronutrientes, além de outros atributos que conferem melhor estrutura ao solo, tais como, redução da densidade aparente, aumento da porosidade, melhoria da capacidade de troca de cátions e do poder tampão do solo. Essas informações são corroboradas por Brockmann *et al.* (2018) ao afirmarem que os resíduos orgânicos eram o único meio de adicionar nutrientes ao solo antes do surgimento dos fertilizantes minerais e, por isso, os esterco são usados universalmente na agricultura para aumentar a fertilidade do solo e a produção agrícola.

Segundo Tejada *et al.* (2009), a prática de adição de esterco ao solo é bastante comum em regiões semiáridas para a restauração de solos degradados, manutenção da matéria orgânica do solo, fornecimento de nutrientes para as plantas e melhoria da atividade microbiana do solo. Bernal *et al.* (1998) advertem que para os solos agrícolas, os resíduos orgânicos devem ser adicionados antes do plantio para permitir que os microrganismos degradem a matéria orgânica lábil, reduzam a fitotoxicidade, liberem os nutrientes vegetais e estabilizem a atividade microbiana do solo.

Já Butler *et al.* (2001) argumentaram que a atuação frequente dos microrganismos sob regimes de temperatura, implicam na redução do volume da matéria orgânica, na destruição de sementes de ervas daninhas e de microrganismos patogênicos. Senesi (1989) afirmou que os fertilizantes orgânicos aplicados ao solo são geralmente precedidos de tratamento, caracterizado como fermentação microbiológica ou cura, que degrada parcialmente a matéria orgânica lábil em dióxido de carbono, vapor de água, amônia, nutrientes e material orgânico estável contendo substâncias húmicas.

De acordo com Bernal *et al.* (2009), são vários os fatores que controlam a mineralização e a humificação da matéria orgânica do solo, podendo-se citar como a relação C/N, pH, tamanho das partículas, porosidade, umidade e temperatura. Kiehl (1985) afirma que o teor original de nitrogênio na matéria define, em grande parte, o tempo de decomposição e mineralização da matéria orgânica, seja em sistemas de compostagem ou incorporada ao solo.

Considera-se que a relação C/N de 25:1 a 30:1 seja adequada para a decomposição e a mineralização das fontes orgânicas; estima-se que os microrganismos consomem 30 partes

de C para 1 de N. Porém, quando essa relação está muito estreita, o nitrogênio inorgânico é produzido em excesso, podendo ser perdido por lixiviação ou volatilização. Por outro lado, com relação C/N alta, o processo de mineralização da matéria orgânica fica lento e, se esse material estiver incorporado ao solo, os microrganismos podem recorrer ao nitrogênio mineral do solo, fenômeno denominado ‘imobilização de nitrogênio’, causando prejuízos às culturas (BERNAL *et al.*, 2009).

Embora os efeitos benéficos da matéria orgânica sejam dependentes da taxa de decomposição, que é controlada por uma série de fatores, a mesma se caracteriza pela liberação gradativa dos nutrientes, que é importante para reduzir os processos de lixiviação, fixação e volatilização dos elementos essenciais às plantas. Mas, para isso, é importante que o volume de esterco ou qualquer outra fonte orgânica aplicada na área de cultivo seja determinada com base na necessidade da cultura (Azeez *et al.*, 2010).

Portanto, os esterco bem curtidos e em quantidades adequadas podem suprir as necessidades nutricionais das plantas, tornando-se prática útil, econômica e sustentável, tendo em vista a necessidade de se dar destino apropriado aos resíduos provenientes da pecuária, evitando assim, impactos negativos ao ambiente (ZECH *et al.*, 1997; LARNEY *et al.*, 2007).

Em estudos realizados com esterco associados aos fertilizantes minerais para a produção de mudas de mamoeiro, verificou-se que os esterco de bovinos são capazes de fornecer os nutrientes necessários ao desenvolvimento adequado de mudas dessa frutífera até seu transplante no campo, sem a adição de adubo mineral (CANESIN & CORRÊA, 2006).

Segundo Kiehl (1985), cada tonelada de esterco de bovinos contém 3,2 kg de N; 2,0 kg de P_2O_5 e 1,5 kg de K_2O , enquanto o esterco de aves apresenta-se mais rico, contendo 23,46 kg de N; 50,0 kg de P_2O_5 e 14,5 kg de K_2O , porém, seus custos são mais elevados, restringindo seu uso a poucas culturas.

Para o cajueiro-anão, adubação orgânica é altamente recomendável, principalmente em solos arenosos e com baixa capacidade de retenção de água (XAVIER *et al.*, 2012). De acordo com Crisóstomo *et al.* (2003), a cova deverá ser preenchida com uma mistura de terra superficial, 20 L de esterco bovino curtido ou 3 a 4 L de esterco de aves, 500 g de superfosfato simples e 100 g de FTE BR-12, um mês antes do transplante.

Em trabalho de pesquisa realizado com esterco de bovino (EB), cama de frango (CF) e a mistura da CF mais o EB, observou-se que a disponibilidade dos nutrientes para as plantas se diferenciou entre as fontes. Para a cama de frango e o composto misto, a mineralização ocorreu mais rápida nos primeiros trinta dias, seguida de uma fase mais lenta nos

períodos seguintes, enquanto que para o esterco bovino (EB) a disponibilidade dos nutrientes foi mais lenta, porém, se destacando pelo seu grau de estabilização (SILVA *et al.*, 2014).

Embora o esterco de frango apresente maiores teores de matéria orgânica, nitrogênio, fósforo, carbono e micronutrientes, os solos que o recebem tendem a diminuir significativamente os valores de pH do solo que, segundo Azeez *et al.* (2010), é um reflexo do teor relativamente alto de amônio que, ao se dissociar em solução, libera H^+ . Ainda de acordo com os autores, o esterco de frango apresenta quantidades de sais (Na e Cl) dissolvidos significativamente altos, que pode ser prejudicial para algumas culturas (Ex.: cajueiro, goiabeira, figueira e etc.) enquanto os valores observados em esterco de bovino são relativamente baixos, se comparado ao esterco de frango.

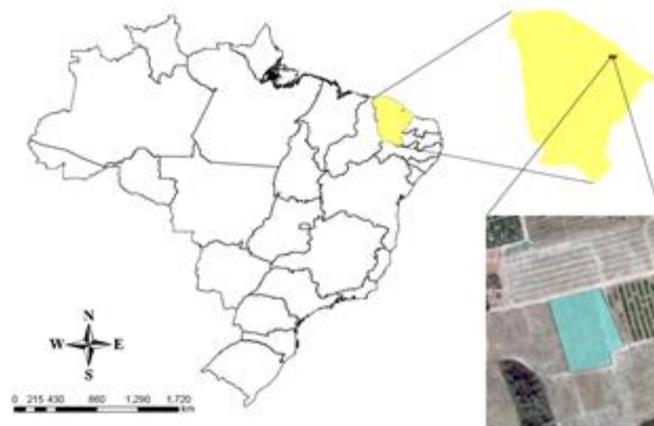
Estudando os efeitos do esterco de bovino na fertilidade do solo e no estado nutricional de figueiras (*Ficus carica*), Leonel & Damatto Junior (2008) inferiram que a adubação orgânica adicionada na forma de esterco bovino curtido foi suficiente para suprir as exigências nutricionais das plantas, uma vez que os teores foliares de nutrientes se encontravam dentro da faixa considerada adequada para a cultura, indicando resultados positivos com relação à produção de frutos, cuja produtividade média foi de $6,3 \text{ t ha}^{-1}$.

Moreira *et al.* (2012) observaram incrementos na produção (kg planta^{-1}) e na produtividade (kg ha^{-1}) em plantas de pitaia (*Hylocereus* spp.) com três anos de idade, quando as mesmas foram fertilizadas trimestralmente com esterco bovino + cama de frango, obtendo-se a média de $2,64 \text{ kg planta}^{-1}$ e $2.933,33 \text{ kg ha}^{-1}$. Em outros trabalhos de pesquisa com adubação orgânica, também foram constatados resultados positivos para a produção de frutos de maracujá (*Passiflora edulis*), quando se aumentou a dose de esterco bovino até disponibilizar o máximo de 80 g planta^{-1} de N (DAMATTO JUNIOR *et al.*, 2005). Por outro lado, Tecchio *et al.* (2005) observaram boa distribuição de raízes das plantas de maracujazeiro-doce a partir da dose de $5,0 \text{ kg}$ por planta de esterco de bovino, além de maior porcentagem de raízes na dose de $7,5 \text{ kg}$ por planta de esterco bovino curtido.

5 MATERIAL E MÉTODOS

A pesquisa foi conduzida de fevereiro de 2018 a março de 2019 no Campo Experimental de Pacajus, pertencente a Embrapa Agroindústria Tropical, situado na zona rural do município de Pacajus, Ceará, com as coordenadas $4^{\circ}11'45''$ de latitude Sul e $38^{\circ}29'51''$ de longitude Oeste (Figura 1).

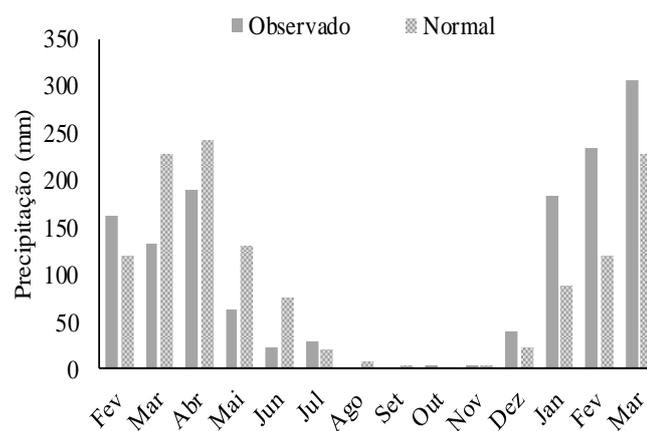
Figura 1 - Localização da área do experimento



Fonte: dados da pesquisa.

Segundo a classificação de Köppen, o clima da região é do tipo Aw, caracterizado como tropical chuvoso, com chuvas predominantes no outono. Os valores médios anuais de precipitações pluviométricas, temperatura, umidade relativa do ar, velocidade do vento e evaporação total em tanque classe 'A' são, respectivamente, 930,8 mm; 26,6 °C; 67%; 1,3 m s⁻¹ e 2.562,4 mm (AGUIAR *et al.*, 2002). Conforme os dados de precipitação obtidos por meio de estação meteorológica localizada no Campo Experimental de Pacajus, no período de condução do experimento o acumulado de chuvas foi de 1.347,6 mm (Figura 2).

Figura 2 - Precipitação pluviométrica ocorrida no Campo Experimental de Pacajus entre o mês de fevereiro de 2018 a março de 2019



Fonte: dados da pesquisa.

O solo da área experimental foi classificado por Lima *et al.* (2002) como Argissolo Vermelho-Amarelo, com baixo teor de matéria orgânica, profundo, horizonte B textural (Bt) não hidromórfico, com cores amarelas e estruturas bem definidas.

Antes da instalação do experimento, amostras de solos da camada de 0 a 20 cm e de 20 a 40 cm de profundidade foram coletadas e encaminhadas para o Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical para a caracterização química conforme procedimentos descritos em Silva *et al.* (1998) (Tabela 1).

Tabela 1 - Caracterização química do Argissolo Vermelho-Amarelo da área experimental

Prof. cm	P mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	H+Al	Al ³⁺
0-20	5,1	4,7	6,0	1,4	13	7	16	0
20-40	3,0	4,7	5,4	1,1	4	1	16	2
Prof. cm	SB mmolc dm ⁻³	CTC	V %	m	Zn	Cu	Fe	Mn
0-20	21	37	56	0	1,9	0,2	2,0	12,9
20-40	6	22	28	19	0,9	0,2	4,5	3,8

Fonte: dados da pesquisa.

P, K, Na, Zn, Cu, Fe e Mn: Mehlich 1; M.O: Walkley – Black; pH: em água; Ca, Mg e Al: KCl, 1 mol L⁻¹; H+ Al: Ca (CH₃COO)₂ H₂O, 0,5 mol L⁻¹; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases; m: saturação por alumínio.

O delineamento experimental foi em blocos casualizados, em arranjo fatorial 2x5x2, sendo duas fontes de esterco (de bovino e de frango), cinco doses (0; 5; 10; 15 e 20 L por cova) e duas épocas de amostragem de solo (no plantio e 365 dias após o plantio), com quatro repetições. Cada unidade experimental era formada por seis plantas de cajueiro-anão. Os esterco de bovino e de frango eram provenientes de confinamento de bovinos e de frangos, respectivamente. Amostras dos esterco foram coletadas e submetidas à caracterização química, conforme procedimentos descritos em Brasil (2007) e Carmo *et al.* (2000) (Tabela 2).

Tabela 2 - Caracterização química dos esterco de bovino (EB) e de frango (EF)

Fontes	N	P	K	Ca	Mg	S	Na
	..... g kg ⁻¹						
EB	11,0	2,9	9,7	7,9	4,1	1,4	1,8
EF	26,1	24,9	29,9	41,6	14,4	7,3	7,7
Fontes				Cu	Fe	Zn	Mn
	..... mg kg ⁻¹						
EB				17	3.075	78	246
EF				89	41	51	61

Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango

P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Zn e Mn: digestão sulfúrica e nítrica-perclórica.

N: oxidação seca (Combustão em analisador elementar, Modelo VELP NDA 701).

Em janeiro de 2018 realizou-se o preparo da área do experimento, que consistiu em uma aração e uma gradagem (Figura 3). Em seguida, as covas foram marcadas no espaçamento de 8 m nas entre linhas e de 6 m entre as plantas de cajueiro-anão, sendo elas abertas por um

perfurador de solo acoplado a um trator. As covas apresentavam formato circular, com aproximadamente 45 cm de diâmetro e 55 cm de profundidade.

Com base nas recomendações da literatura para a cultura do cajueiro, os tratamentos foram aplicados juntamente com o fósforo (300 g por cova de superfosfato simples), calcário dolomítico (50 g por cova) e a fonte de micronutrientes (50 g por cova de FTE BR-12) no solo retirado da cova de plantio para serem homogeneizados. Em seguida, a mistura foi devolvida à cova de plantio e aplicada água para início da reação dos insumos.

Figura 3 - Preparo da área do experimento



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

O monitoramento da temperatura do solo nas covas de plantio iniciou-se logo após a aplicação dos tratamentos. Essas avaliações se deram a cada sete dias, entre nove e dez horas da manhã, utilizando-se termômetros digitais do tipo espeto, configurado em grau Celsius, sendo inserido no solo a 10 cm de profundidade nas três covas centrais de cada parcela (Figura 4a). As avaliações foram feitas até a constatação da estabilização da temperatura das covas, que ocorreu com 42 dias após a mistura dos esterco como solo.

Figura 4 - Monitoramento da temperatura do solo (4a) e amostragem de solo (4b)



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Trinta dias após a aplicação dos esterços nas covas foi feito o plantio das mudas de cajueiro-anão (Figura 5). As mudas enxertadas (150 dias após a germinação) de cajueiro-anão foram obtidas do viveiro de produção de mudas do Campo Experimental de Pacajus, onde foram produzidas utilizando-se o ‘CCP 06’ como porta-enxerto e o ‘BRS 226’ como copa.

Figura 5 - Mudanças enxertadas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ no viveiro e plantio das mudas em campo



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

Para facilitar o pegamento das mudas no campo, realizou-se o plantio das mudas no início de março, que é justamente o mês de maior incidência de chuvas durante o ano. Atentou-se, ainda, para realizar o plantio das mudas de cajueiro de uma vez só, no centro da cova, e seu tutoramento para evitar o tombamento das plantas.

Na data do plantio das mudas no campo, amostras de solos das covas na camada de 0 a 20 cm de profundidade foram coletadas com o auxílio de uma sonda amostradora (Figura 4b). Em cada parcela foram coletadas 10 amostras simples para a formação de uma amostra composta. As amostras compostas de solo foram divididas em duas porções: uma foi congelada e armazenada em freezer e outra foi seca, destorroada, homogeneizada e passada em peneira de 2 mm de abertura de malha para análise química do solo. Nova amostragem de solo foi feita aos 30 e 365 dias após o plantio das mudas no campo, sendo que na amostragem de 365 dias não foi separado a amostra para ser congelada em freezer.

A partir do plantio das mudas em campo iniciou-se a contagem e o replantio das plantas mortas, de modo a garantir o estande de plantas por parcela. A contabilização e substituição das plantas mortas foram feitas até seis meses após o plantio das mudas. Para as avaliações biométricas, foi considerado as plantas mais homogêneas de cada parcela.

Após o período chuvoso, instalou-se o sistema de irrigação por microaspersão para manter as plantas vivas no campo. O sistema era acionado pelo menos três vezes na semana durante 60 minutos no período da manhã, ou seja, irrigava-se em dias intercalados, assim, disponibilizando para as plantas, em média, 18 litros de água por planta por dia irrigado (Figura 6).

Figura 6 - Instalação do sistema de irrigação por microaspersão



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

A adubação de cobertura com nitrogênio e potássio foi realizada de acordo com as recomendações de Crisóstomo *et al.* (2003), sendo dividida em duas vezes: a primeira aos 60

dias após o plantio e, a segunda, 40 dias depois da primeira adubação. A fonte utilizada foi ureia e cloreto de potássio.

Durante a condução do experimento foram feitas capinas, poda dos brotos indesejáveis e inspeções semanais para verificar o ataque de pragas e doenças. Pelo menos duas pulverizações com inseticidas foram realizadas para controlar o ataque de cochonilha, principalmente nos meses de novembro e dezembro. A calda consistiu na mistura de dois produtos, o Decis® (2 mL L⁻¹) e Assist® (4 mL L⁻¹).

Trezentos e sessenta e cinco dias após o plantio do cajueiro-anão em campo foram feitas as seguintes avaliações: altura de planta, diâmetro do caule, volume da copa, estado nutricional da planta e fertilidade do solo. Para determinar a altura das plantas utilizou-se uma trena milimétrica, medindo-se do colo ao ápice da planta. Para o diâmetro do caule empregou-se um paquímetro digital, medindo-se a cinco centímetros do colo da planta. O volume de copa foi calculado com base no raio médio, obtido por meio da medição do raio da copa no sentido da linha e da entrelinha, empregando-se uma trena milimétrica e utilizando a equação:

$$V \text{ (m}^3\text{)} = 2/3 \pi R^2 H, \text{ em que,} \quad (1)$$

R = raio, em metros, e

H = altura, em metros.

Para a avaliação do estado nutricional do cajueiro-anão foram coletadas as folhas maduras 5 e 6, nas posições N, S, L e O de cada planta, tomando-se o cuidado para evitar a coleta de folhas danificadas por pragas e doenças (MARTINS, 2019). No mesmo dia da coleta, as amostras de folhas foram encaminhadas ao Laboratório de Solos da Embrapa Agroindústria Tropical, e submetidas ao processo de lavagem com detergente neutro, água de torneira, ácido clorídrico a 3% (v:v) e água deionizada por duas vezes. Na sequência, as amostras foram acondicionadas em sacos de papel devidamente identificado e levadas para estufa de circulação forçada de ar a 65 °C, permanecendo até atingirem massa constante. Depois de secas, as amostras foram moídas e submetidas à digestão nítrica-perclórica para a determinação de P, K, Ca, Mg, S, Na, Cu, Fe, Mn e Zn, conforme procedimentos descritos em Carmo *et al.* (2000). O teor de N nas folhas de cajueiro-anão foi determinado por meio de analisador elementar.

A avaliação da fertilidade do solo foi feita por meio de análises químicas nas amostras coletadas no momento do plantio e 365 dias após o plantio. As amostras de solo congeladas foram utilizadas para a determinação do N-inorgânico (N-NH₄⁺ e N-NO₃⁻), conforme procedimentos descritos em Cantarella e Trivelin (2001), enquanto que as amostras secas foram utilizadas para a análise química de rotina e de condutividade elétrica, conforme

procedimentos descritos em Silva et al. (1998) e Teixeira *et al.* (2017), respectivamente (Figura 7)

Figura 7 - Análises em laboratório



Fonte: Elaborada pelo próprio autor.

A análise estatística foi realizada com o auxílio do *software* estatístico SISVAR® (FERREIRA, 2000), sendo os dados submetidos a análise de variância pelo teste de F e, quando houve significância para as doses, realizou-se a análise de regressão. Para as fontes de adubo orgânico utilizou-se a comparação de médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Com exceção para H+Al e V %, as fontes e doses de esterco promoveram alterações nos atributos de fertilidade do solo (Tabelas 3 e 4). A utilização do esterco de frango aumentou as concentrações de Ca^{2+} , Mg^{2+} e Zn^{2+} no solo, em relação ao esterco de bovino. Já o aumento das doses dos esterco promoveu incremento na M.O., pH e concentrações de Ca^{2+} e Mg^{2+} do solo. Interações entre fontes e doses foram observadas para as demais variáveis de estudo.

Tabela 3 - Valores médios dos atributos químicos do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo

Fatores	Trat.	P mg dm ⁻³	M.O. g dm ⁻³	pH -	K ⁺ mmol _c dm ⁻³	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺	H+Al
Fontes (F)	EB	108 B	8,4 A	6,3 A	1,8 B	22 B	11 B	0,5 B	12 A
	EF	306 A	8,2 A	6,4 A	3,0 A	26 A	13 A	1,3 A	12 A
Doses (D) (L por cova)	0	71	5,9	6,0	1,0	18	8	0,4	14
	5	145	6,9	6,3	1,4	22	10	0,5	11
	10	217	8,9	6,4	1,9	24	12	0,8	11
	15	269	9,0	6,4	2,9	27	13	1,2	12
	20	331	10,5	6,6	4,7	31	17	1,7	12
FV	GL	QM.							
Fontes (F)	1	1175031,2**	3,2 ^{ns}	0,4 ^{ns}	41,9**	381,6*	67,8**	19,9**	31,0 ^{ns}
Bloco	3	15395,4 ^{ns}	2,9 ^{ns}	0,3 ^{ns}	4,5 ^{ns}	251,7 ^{ns}	12,0 ^{ns}	0,5 ^{ns}	35,1 ^{ns}
Resíduo (a)	3	11411,5	5,7	0,2	0,9	35,0	1,5	0,4	8,5
Doses (D)	4	250151,6**	80,4**	0,9**	52,1**	595,5**	257,3**	6,5**	31,3 ^{ns}
F x D	4	123538,6**	13,3 ^{ns}	0,1 ^{ns}	17,3**	88,9 ^{ns}	39,5 ^{ns}	3,6**	29,8 ^{ns}
Resíduo (b)	24	5938,1	8,3	0,1	1,5	70,8	14,7	0,2	12,9
Épocas (E)	2	140483,0**	100,7**	0,0 ^{ns}	127,8**	592,4**	132,6**	23,9**	173,8**
F x E	2	8666,8 ^{ns}	4,5 ^{ns}	0,2 ^{ns}	29,9**	49,7 ^{ns}	15,6*	5,9**	6,9 ^{ns}
D x E	8	22545,2**	4,1 ^{ns}	0,1 ^{ns}	18,3**	8,5 ^{ns}	19,3**	2,3**	12,1 ^{ns}
F x D x E	8	10508,0*	16,0 ^{ns}	0,2 ^{ns}	10,8**	48,1 ^{ns}	3,2 ^{ns}	0,9**	32,8 ^{ns}
Resíduo (c)	60	4332,3	5,4	0,1	0,6	17,3	4,1	0,1	26,2
C.V. F. (%)		51,7	28,9	7,2	40,1	24,3	10,4	66,9	24,4
C.V. D. (%)		37,3	34,7	4,8	50,4	34,6	32,0	53,4	29,9
C.V. E. (%)		31,8	28,0	4,2	33,4	17,1	16,9	33,1	42,8

Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; CV: coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo; * e **: significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 4 - Valores médios dos atributos químicos do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo

Fatores	Trat.	SB	CTC	V	Zn ²⁺	Fe ²⁺	Cu ²⁺	Mn ²⁺
		..... mmol _c dm ⁻³ .....		%	..... mg dm ⁻³			
Fontes (F)	EB	36 B	49 B	75 B	10,4 B	2,6 B	8,9 A	15,4 B
	EF	43 A	55 A	78 A	14,4 A	4,8 A	10,6 A	19,9 A
Doses (D) (L por cova)	0	27	41	69	8,9	2,3	7,8	13,9
	5	34	45	77	12,8	3,0	9,4	15,6
	10	38	49	78	12,8	4,0	10,7	17,7
	15	43	55	78	13,9	5,5	10,9	18,9
	20	55	67	81	16,0	4,7	9,9	22,3
FV	GL	QM.....						
Fonte (F)	1	1498,1*	1103,5*	423,4 ^{ns}	740,5*	148,1*	103,8 ^{ns}	620,2**
Bloco	3	436,2 ^{ns}	645,8 ^{ns}	98,3 ^{ns}	140,0 ^{ns}	30,7 ^{ns}	79,9 ^{ns}	112,6 ^{ns}
Resíduo (a)	3	51,9	71,9	23,8	35,2	9,2	11,2	4,1
Doses (D)	4	2502,2**	2439,1**	508,1 ^{ns}	161,0 ^{ns}	24,6**	37,8 ^{ns}	245,8**
F x D	4	407,42*	615,6*	14,3 ^{ns}	83,1 ^{ns}	15,6**	61,0*	135,9*
Resíduo (b)	24	141,08	155,4	48,0	83,5	3,6	17,8	36,4
Épocas (E)	2	987,43**	1974,6**	149,6 ^{ns}	313,5**	401,1**	2274,9**	992,2**
F x E	2	21,78 ^{ns}	52,9 ^{ns}	13,1 ^{ns}	120,4 ^{ns}	40,1**	4,7 ^{ns}	50,4**
D x E	8	106,32**	86,3 ^{ns}	56,7 ^{ns}	30,0 ^{ns}	5,8 ^{ns}	4,0 ^{ns}	32,1**
F x D x E	8	20,05 ^{ns}	46,1 ^{ns}	85,0 ^{ns}	30,3 ^{ns}	18,7**	36,6**	7,7 ^{ns}
Resíduo (c)	60	24,28	55,4	62,9	59,2	3,8	9,0	5,7
C.V. F. (%)		18,22	16,4	6,3	45,9	82,0	34,4	11,5
C.V. D. (%)		30,02	24,2	9,1	70,7	51,5	43,3	34,1
C.V. E. (%)		12,47	14,4	10,4	59,5	53,1	30,9	13,5

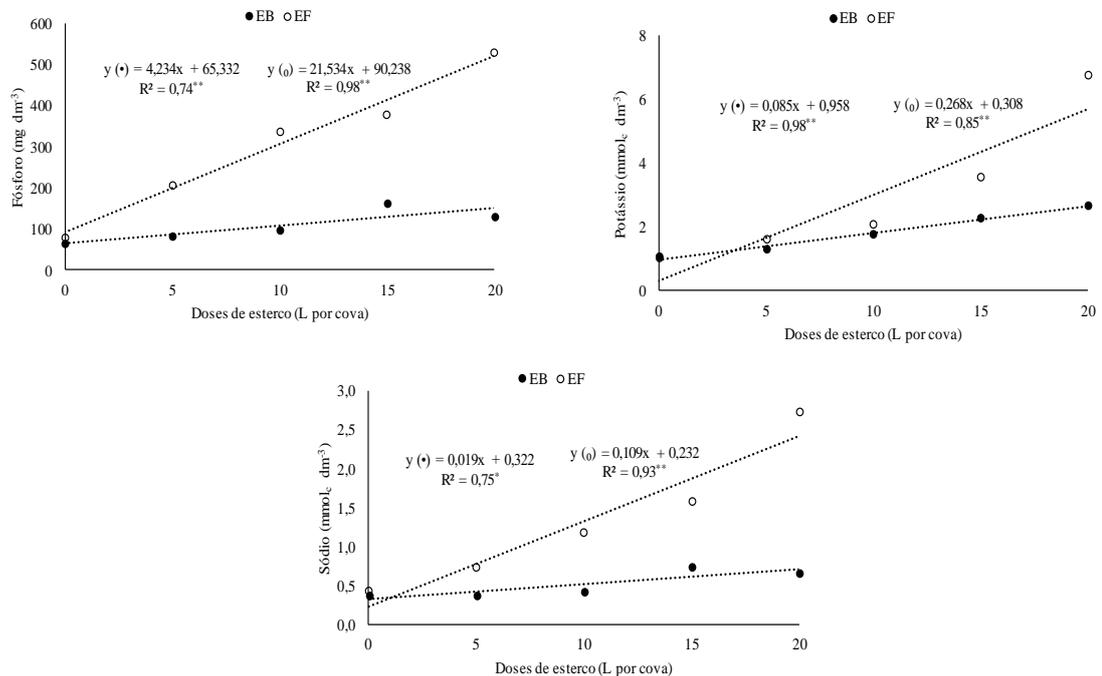
Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; C.V.: coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo; * e **: significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O incremento das doses dos esterco de bovino e de frango influenciou positivamente as concentrações de P, K⁺ e de Na⁺ do solo. As médias na maior dose aplicada, 20 L por cova, foram 150 mg dm⁻³ de P; 2,7 mmol_c dm⁻³ de K⁺ e 0,7 mmol_c dm⁻³ de Na⁺ para o esterco bovino (EB) e de 521 mg dm⁻³ de P; 5,7 mmol_c dm⁻³ de K⁺ e 2,4 mmol_c dm⁻³ de Na⁺ para os tratamentos com esterco de frango (EF) (Figura 8).

Figura 8 - Concentrações de fósforo, potássio e sódio no solo em função de fontes e doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Independentemente da fonte, as doses de esterco aumentaram as concentrações de P, K⁺ e de Na⁺, sendo os maiores valores obtidos na amostragem do solo realizada no dia do plantio das mudas de cajueiro-anão no campo (Figura 9). As concentrações de P no solo mantiveram-se altas um ano após o plantio, o que indica um efeito residual da aplicação do esterco no solo (Tabela 5). Entre as fontes, a aplicação do esterco de frango resultou em maior concentração de P e de outros elementos no solo do que a utilização do esterco bovino, que pode ser justificado pela maior concentração de nutrientes presentes nesse primeiro (Tabela 2). Segundo Kiehl (1985), costuma-se dizer, na prática, que o esterco de aves equivale ao dobro do esterco de outros animais devido à alta concentração de nutrientes.

As doses de esterco aumentaram as concentrações de K⁺ e Na⁺ do solo somente na amostragem feita no dia do plantio (Figura 9), o que indica efeito temporário dos esterco nas concentrações desses elementos. Esse comportamento pode ser explicado pelo o aumento da demanda do cajueiro por nutrientes, devido ao crescimento das plantas (parte aérea e sistema radicular), como também, pelas possíveis perdas desses elementos (K⁺ e Na⁺) para as subcamadas do solo.

Tabela 5 - Concentrações de nutrientes e sódio no solo em função da adubação com esterco de bovino e de frango e épocas de amostragem do solo

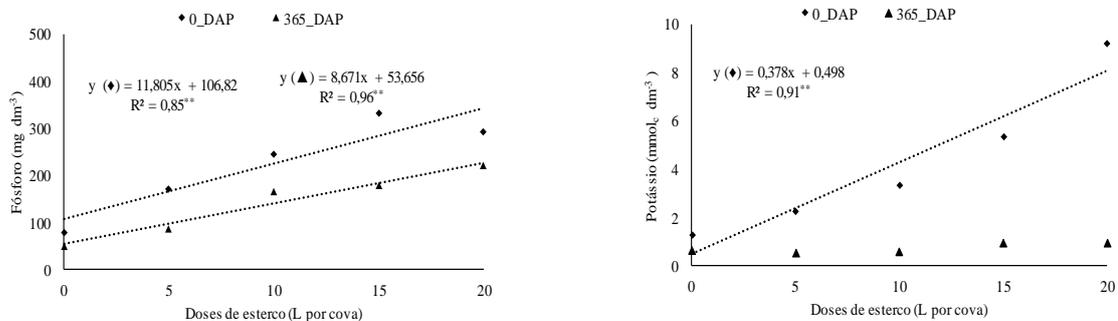
Atributos	Fontes	Épocas de amostragem	
		0	365
Dias após o plantio (DAP)			
P (mg dm ⁻³)	EF	321 Aa	227 Ab
	EB	130 Ba	54 Bb
M.O. (g kg ⁻¹)	EF	6,6 Ab	8,1 Ab
	EB	7,3 Ab	7,6 Ab
pH	EF	6,4 Aa	6,3 Aa
	EB	6,2 Aa	6,3 Aa
K (mmolc dm ⁻³)	EF	5,8 Aa	0,6 Ac
	EB	2,8 Ba	0,9 Ac
Ca (mmolc dm ⁻³)	EF	27 Aa	23 Ab
	EB	25 Aa	17 Bb
Mg (mmolc dm ⁻³)	EF	14 Aa	14 Aa
	EB	11 Bb	14 Aa
Na (mmolc dm ⁻³)	EF	2,6 Aa	0,4 Ac
	EB	0,9 Ba	0,2 Ab
H+Al (mmolc dm ⁻³)	EF	14 Aa	9 Ab
	EB	14 Aa	11 Aa
SB (mmolc dm ⁻³)	EF	49 Aa	37 Ac
	EB	40 Ba	32 Bc
CTC (mmolc dm ⁻³)	EF	62 Aa	46 Ac
	EB	54 Ba	42 Ab
V (%)	EF	76 Aa	81 Aa
	EB	74 Aa	76 Aa
Zn (mg dm ⁻³)	EF	11,9 Ab	20,5 Aa
	EB	9,9 Aa	11,7 Ba
Fe (mg dm ⁻³)	EF	7,4 Aa	4,7 Ab
	EB	7,1 Aa	0,4 Bb
Cu (mg dm ⁻³)	EF	2,1 Ac	17,3 Aa
	EB	0,6 Ac	14,6 Ba
Mn (mg dm ⁻³)	EF	15,1 Ac	24,9 Aa
	EB	9,3 Bb	19,0 Ba

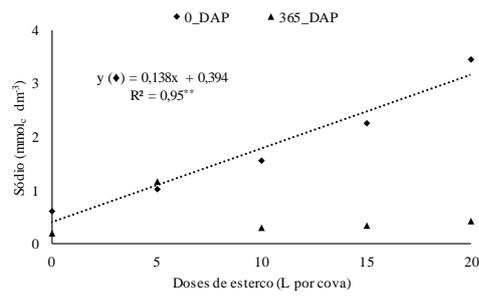
Fonte: dados da pesquisa.

P, K, Na, Zn, Cu, Fe e Mn: Mehlich 1; M.O: Walkley – Black; pH: em água; Ca, Mg e Al: KCl, 1 mol L⁻¹; H + Al: Ca(CH₃COO)₂.H₂O, 0,5 mol L⁻¹; SB: soma de bases; CTC: capacidade de troca de cátions; V: saturação por bases.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 9 - Concentrações de fósforo, potássio e sódio no solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo

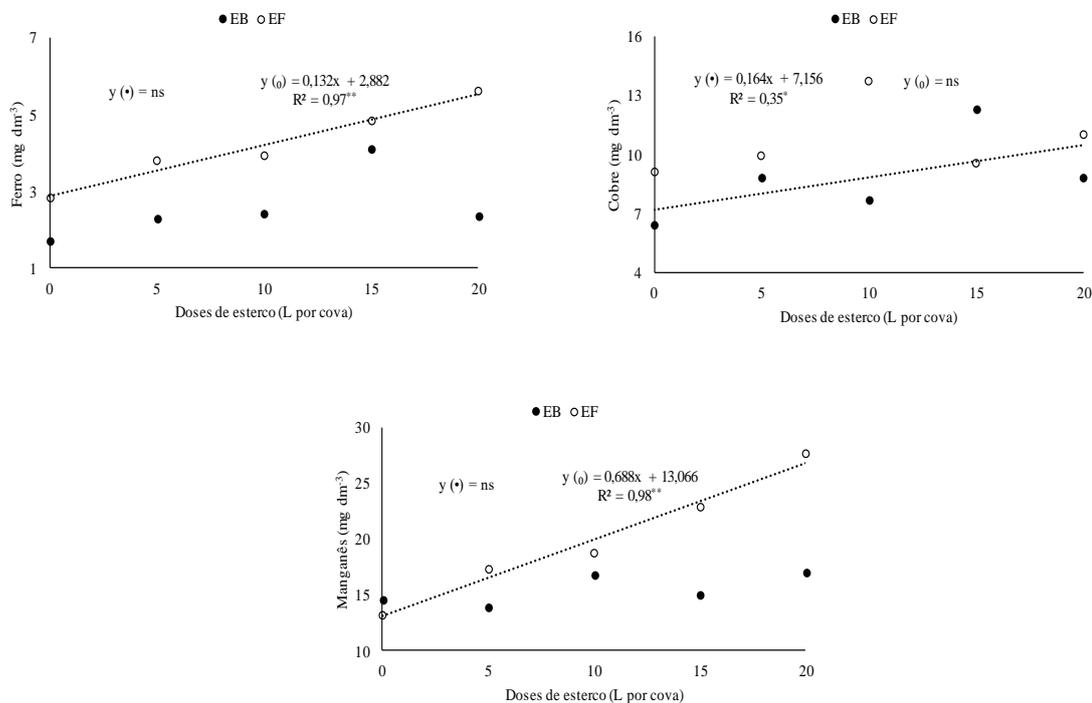




Fonte: dados da pesquisa.
DAP: dias após o plantio.

Para as concentrações de micronutrientes no solo, com exceção do Zn^{2+} , foram observadas as mesmas tendências do P, K^+ e Na^+ (Tabelas 03 e 04). As concentrações de Fe^{2+} aumentaram em média $0,13 \text{ mg dm}^{-3}$ e $0,69 \text{ mg dm}^{-3}$ de Mn^{2+} para cada L de esterco de frango (EF) adicionado na cova dos cajueiros e $0,16 \text{ mg dm}^{-3}$ de Cu^{2+} para cada L de esterco bovino adicionado (EB) (Figura 10).

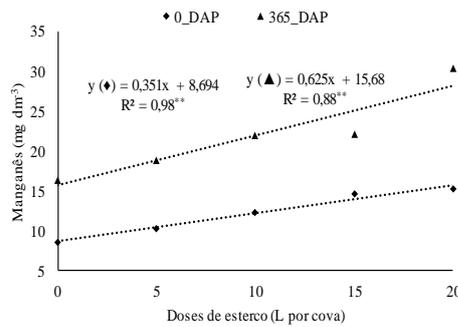
Figura 10 - Concentrações de ferro, cobre e manganês no solo em função de fontes e doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.
EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Do mesmo modo que para a concentração de P, a aplicação do esterco promoveu efeito residual na concentração de Mn^{2+} do solo um ano após o plantio das mudas no campo (Figura 11).

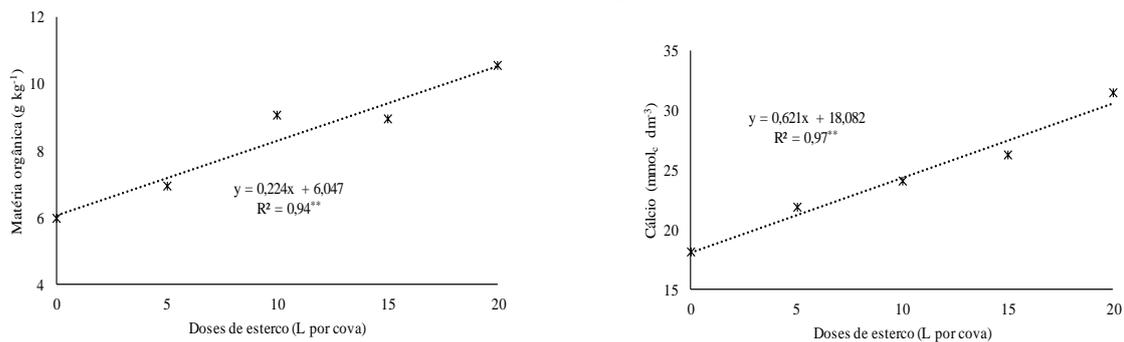
Figura 11 - Concentrações de manganês no solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo

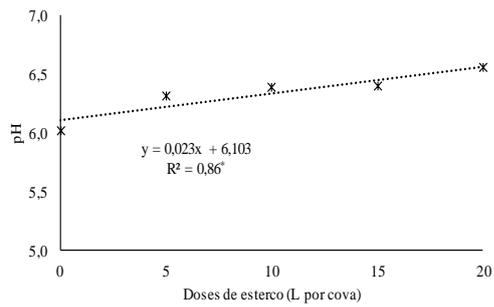


Fonte: dados da pesquisa.
DAP: dias após o plantio.

As doses de esterco, independentemente da fonte, promoveram aumentos lineares na M.O., no pH e na concentração de Ca^{2+} do solo (Figura 12). As médias obtidas na maior dose aplicada, de 20 L por cova, para M.O., Ca^{2+} e pH foram de 10,53 $g\ kg^{-1}$, 31 $mmol_c\ dm^{-3}$ e 6,60, que corresponderam, respectivamente, a incrementos de 3,71 %, 3,43 % e 0,38 % para cada L de esterco adicionado ao solo das covas dos cajueiros.

Figura 12 - Valores de matéria orgânica, cálcio e pH do solo em função de doses de esterco

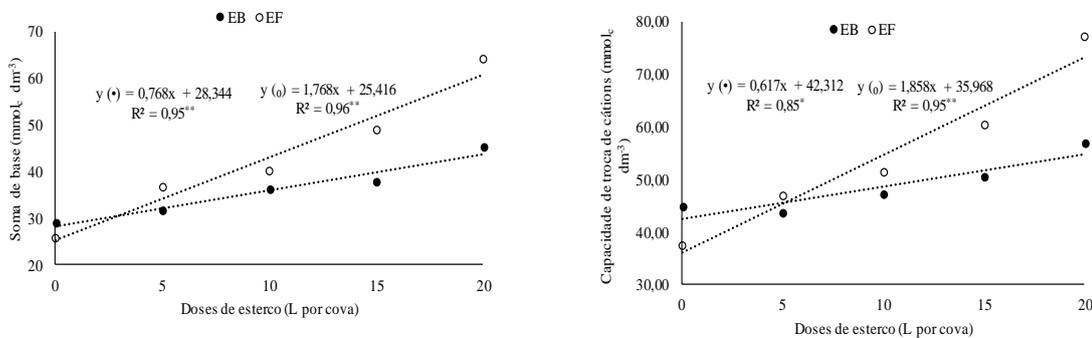




Fonte: dados da pesquisa.

As fontes orgânicas também influenciaram a soma de bases (SB), que aumentou linearmente com as doses aplicadas no solo, principalmente, nos tratamentos com esterco de frango (EF), que teve superioridade em relação aos tratamentos com esterco bovino (EB) na disponibilidade de nutrientes para as plantas (Figura 13). Esses mesmos efeitos dos tratamentos com esterco de frango foram observados para os valores de capacidade de troca de cátions (CTC).

Figura 13 - Soma de bases e capacidade de troca de cátions no solo em função de fontes e doses de esterco



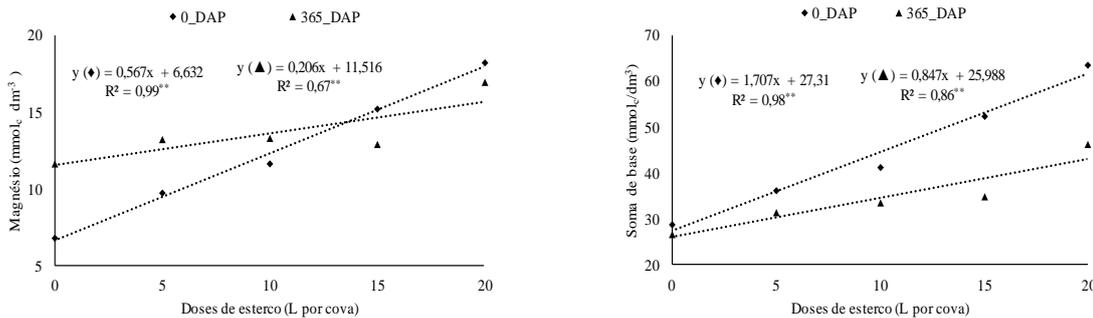
Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

As argilas minerais e as substâncias húmicas são os principais colóides responsáveis pela capacidade de troca de cátions dos solos sob condições tropicais, ou seja, representam a quantidade total de cátions retidos à superfície desses materiais em condição permutável ($\text{Ca}^{2+} + \text{Mg}^{2+} + \text{K}^{+} + \text{H}^{+} + \text{Al}^{3+}$). Em condições de CTC baixa, indica que o solo tem pouca capacidade para reter cátions em forma trocável. Nesse caso, não se recomenda fazer adubações e calagens em grandes quantidades, mas sim, de forma parcelada para evitar maiores perdas por lixiviação (RONQUIM, 2010).

Assim como observado para o P e Mn^{2+} do solo, a aplicação dos esterços promoveu aumento a longo prazo na concentração de Mg^{2+} e de soma de bases do solo (Figura 14), uma vez que na amostragem feita um ano após o plantio das mudas ainda foi possível verificar os efeitos das doses aplicadas.

Figura 14 - Concentrações de magnésio e soma de bases do solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo



Fonte: dados da pesquisa.
DAP: dias após o plantio.

Os efeitos positivos da aplicação de matéria orgânica nos atributos de solos são frequentemente relatados. Estudando a qualidade do solo na cultura do cajueiro-anão cultivado sob sistemas de manejo, Ribeiro *et al.* (2007) verificaram que o aumento da matéria orgânica influenciou positivamente a soma de bases e os valores de capacidade de troca de cátions. Santos *et al.* (2001) também constataram aumentos lineares nos valores de bases trocáveis, P e CTC do solo com o incremento das doses de composto orgânico. No estudo de Brito *et al.* (2005), o Ca^{2+} trocável, a M.O. e a CTC responderam melhor quando o solo foi adubado com esterco de ovinos e, as de P com esterços de poedeiras.

As concentrações de $N-NH_4^+$ e de $N-NO_3^-$ do solo foram influenciadas pelos fatores isolados e pela interação entre eles (Tabela 6). O incremento das doses de esterços (EB e EF) promoveu aumento linear nas concentrações de N inorgânico (exceto para $N-NH_4^+$ com a aplicação de esterco de bovinos (EB)) (Figura 15). No dia do plantio das mudas as concentrações de $N-NH_4^+$ e de $N-NO_3^-$ ajustaram ao modelo linear crescente, indicando a rápida mineralização dos esterços utilizados (Figura 16).

Tabela 6 - Resumo da análise de variância para as concentrações de amônio e nitrato do solo, em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo

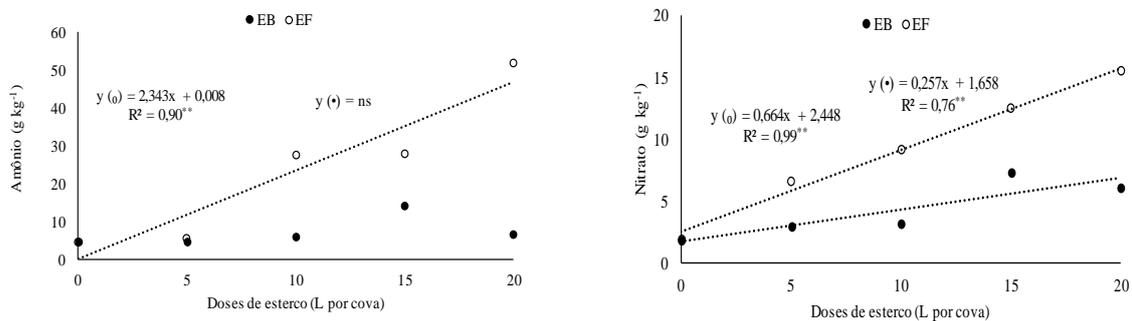
Fatores	Tratamentos	N-NH ₄ ⁺	N-NO ₃ ⁻
		g kg ⁻¹	
Fontes (F)	EB	7,3 B	4,2 B
	EF	23,2 A	9,1 A
Doses (D) (L por cova)	0	4,1	1,8
	5	5,2	4,7
	10	16,5	6,1
	15	20,9	9,9
	20	29,4	10,8
FV	GL	QM	
Fontes (F)	1	5084,86**	472,88*
Blocos	3	225,26 ^{ns}	14,12 ^{ns}
Resíduo (a)	3	112,03	22,08
Doses (D)	4	1839,04**	218,85**
F x D	4	1416,87**	47,34*
Resíduo (b)	24	93,06	20,29
Épocas (E)	1	9469,95**	1466,33**
F x E	1	5104,01**	349,86**
D x E	4	1426,51**	100,72**
F x D x E	4	1337,37**	33,68 ^{ns}
Resíduo (c)	30	99,93	19,58
C.V. Fontes (%)		69,38	70,5
C.V. Doses (%)		63,24	67,6
C.V. Épocas (%)		65,53	66,4

Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; C.V.: coeficiente de variação; ^{ns}: Não significativo; * e **: Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

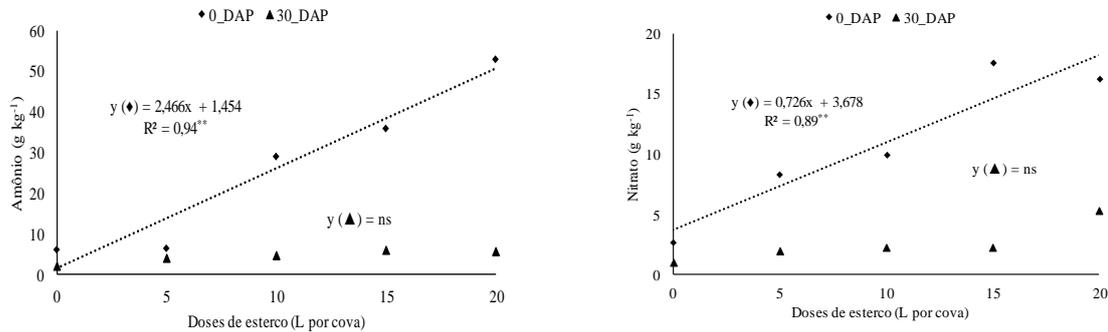
Figura 15 - Concentrações de amônio e nitrato no solo em função de fontes e doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Figura 16 - Concentrações de amônio e nitrato no solo em função de doses de esterco e épocas de amostragem do solo



Fonte: dados da pesquisa.
DAP: dias após o plantio.

As concentrações elevadas de nitrogênio no esterco de frango (Tabela 2) podem servir como fonte imediata de nitrogênio para as plantas, bem como um indicativo de mineralização intensa dessa fonte, tendo em vista que há relação estreita entre carbono e nitrogênio. Pode-se inferir, ainda, que a incorporação do esterco no solo favorece a ação dos microrganismos nos processos de transformação, inclusive das bactérias nitrificadoras, que são responsáveis pela conversão do nitrogênio amoniacal em nítrica.

A baixa disponibilidade de N inorgânico aos 30 dias após o plantio pode ser explicada tanto pela absorção pelas plantas quanto pela possível perda por lixiviação que pode ter ocorrido. A possibilidade de perda não pode ser descartada uma vez que esse período coincidiu com a época de maior ocorrência de precipitação pluviométricas (Figura 2).

Melo *et al.* (2008), estudando a caracterização da fração orgânica de resíduos de origem diversificada, observaram que as concentrações N-NH₄⁺ foram superiores as de N-NO₃⁻ nos estercos de aves, enquanto Rogeri *et al.* (2015), investigando a mineralização do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo, verificaram que o aumento das concentrações de N-NO₃⁻ se deu simultaneamente a diminuição do N-NH₄⁺. Esse comportamento evidenciado por Rogeri *et al.* (2015), pode justificar a ausência de um modelo de equação para o amônio nos tratamentos com esterco de bovinos na figura 15.

Tabela 7 - Nitrogênio inorgânico do solo em função da aplicação de esterco de bovino e de frango e épocas de amostragem do solo

Fatores	Fontes	Épocas de amostragem, dias após plantio (DAP)	
		0	30
		..... mg kg ⁻¹	
N-NH ₄ ⁺	EF	42,1 Aa	4,4 Ab
	EB	10,2 Ba	4,4 Ab
N-NO ₃ ⁻	EF	15,5 Aa	2,7 Ab
	EB	6,4 Ba	2,0 Ab

Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Além da importância da qualidade da matéria orgânica (C/N), Guntiñas *et al.* (2012) constataram que a disponibilidade do nitrogênio no solo se acentuou com o aumento da temperatura, particularmente entre 25 e 35 °C. Segundo esses autores, a aceleração da mineralização da matéria orgânica em temperaturas maiores foi interpretada como resultado da atividade mais intensa das enzimas extracelulares, que geraram unidades monoméricas livres, como açúcares e aminoácidos.

No solo, o nitrogênio pode ser encontrado em diversas formas, mas, as plantas absorvem nitrato e o amônio, sendo a primeira forma a predominante. O nitrato, por ser um íon livre na solução do solo, faz com que esse nutriente esteja sujeito a perdas por lixiviação para as camadas mais profundas do solo, ficando, assim, fora do alcance das raízes das plantas; o amônio, por sua vez, é um cátion que fica adsorvido na fração coloidal do solo que consequentemente, diminui as perdas desse composto por lixiviação (CANTARELLA, 2007).

Como já discutido anteriormente, a aplicação dos esterco influenciou na disponibilidade de vários elementos no solo, entretanto, o aumento promovido pelo esterco de frango afetou negativamente o desenvolvimento das plantas de cajueiro-anão 'BRS 226', com reflexos diretos na mortalidade de mudas (Tabela 8).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para a mortalidade de plantas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ em campo, em função de fontes e doses de esterco

Fatores	Tratamentos	Mortalidade de Plantas (%)
Fontes (F)	EB	7,9 B
	EF	43,4 A
Doses (D) (L por cova)	0	0,0
	5	10,5
	10	25,0
	15	33,4
	20	59,1
FV	GL	QM
Fontes (F)	1	12602,50**
Doses (D)	4	4136,21**
F x D	4	1555,44*
Blocos	3	1242,60 ^{ns}
Resíduo	27	509,51
C.V. %		88,2

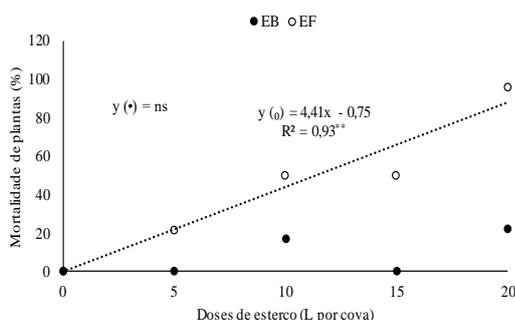
Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; C.V.: coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo; * e **: significativos a 5 e 1 % de probabilidade, respectivamente.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.

As doses de esterco de frango (EF) promoveram aumento linear na mortalidade de plantas, atingindo a quase 90 % com a aplicação de 20 L por cova (Figura 17). Já a utilização de esterco bovino (EB) não aumentou a mortalidade de plantas de cajueiro-anão.

Figura 17 - Mortalidade de plantas de cajueiro-anão ‘BRS 226’ em campo, em função de fontes e doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

O aumento na mortalidade de plantas de cajueiro-anão com a aplicação de esterco de frango pode estar relacionado diretamente à condutividade elétrica do solo (CE). Com base na CE da cova dos cajueiros, verificou-se efeito da interação das fontes e doses e fontes e épocas (Tabela 9).

Tabela 9 - Resumo da análise de variância para condutividade elétrica do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo

Fatores	Tratamentos	CE (dS m ⁻¹)
Fontes (F)	EB	0,89 B
	EF	1,83 A
<hr/>		
Doses (D) (L por cova)	0	0,79
	5	0,79
	10	1,22
	15	1,64
	20	2,35
<hr/>		
FV	GL	QM
Fontes (F)	1	17,44 ^{**}
Blocos	3	1,86 ^{ns}
Resíduo (a)	3	0,45
Doses (D)	4	6,92 ^{**}
F x D	4	4,02 ^{**}
Resíduo (b)	24	0,16
Épocas (E)	1	3,30 ^{**}
F x E	1	1,69 [*]
D x E	4	0,57 ^{ns}
F x D x E	4	0,76 [*]
Resíduo (c)	30	0,24
<hr/>		
C.V. Fontes (%)		49,6
C.V. Doses (%)		28,9
C.V. Épocas (%)		35,9

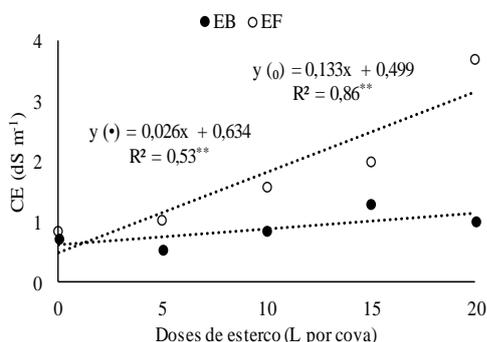
Fonte: dados da pesquisa.

EB: Esterco de bovinos; EF: Esterco de frangos; FV: Fonte de variação; GL: Graus de liberdade; QM: Quadrado médio; C.V.: Coeficiente de variação; ^{ns}: Não significativo; ^{*} e ^{**}: Significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Com o incremento das doses de esterco na cova de plantio, observou-se aumento linear na CE, com destaque para o esterco de frango (EF), que apresentaram na dose máxima aumento de 2,66 dS m⁻¹ em relação ao solo natural (0,49 dS m⁻¹). Esse aumento foi equivalente a 0,13 dS m⁻¹ para cada L de esterco de frango adicionado na cova de plantio dos cajueiros. Quanto ao esterco de bovino (EB), observou-se incremento menor da CE na cova de plantio com o aumento das doses, apresentando acréscimo de 0,03 dS m⁻¹ para cada L de esterco bovino aplicado (Figura 18). Gaadi *et al.* (2019), investigando os efeitos de esterco sobre o solo e as plantas hortícolas, observaram que os níveis de salinidade são realmente mais elevados nos esterco de aves do que o esterco bovino.

Figura 18 - Condutividade elétrica do solo da cova de plantio em função de fontes e doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Segundo Marrocos (2011), a composição elevada de nutrientes e sódio no esterco de aves pode ser devido à presença de menor teor de água, fezes e urina misturadas, bem como ao emprego de rações ricas em nutrientes. Essa informação é confirmada por Morais *et al.* (2012), ao verificarem que a composição química de cada esterco é dependente da alimentação dos animais, e que a elevação da CE e/ou do conteúdo de sódio pode ser provocada pelo pastoreio em regiões salinas e pelo consumo de sais minerais.

Além disso, de modo geral, a relação C/N do esterco bovino varia de 9/1 a 14/1, enquanto que no esterco de aves, a relação diminui para 4/1 a 7/1, o que reforça a hipótese de que a mineralização do esterco de frango e, conseqüentemente, a disponibilidade de nutrientes para as plantas, ocorra de forma mais rápida do que o esterco de bovino (ARAÚJO *et al.*, 2007; PEIXOTO FILHO *et al.*, 2013; SILVA *et al.*, 2014).

De acordo com Xiong & Zhu *et al.* (2002), a salinidade afeta o crescimento das plantas através da redução do potencial osmótico que, conseqüentemente, diminuiu a disponibilidade de água e nutrientes para às plantas, bem como pelo desbalanço nutricional, devido a concentração iônica e à inibição da absorção de outros cátions pelo sódio, do mesmo modo que a absorção excessiva causa efeito tóxico sobre a planta.

Segundo Neves *et al.* (2004), o aumento das concentrações de NaCl (0, 20, 40, 60, 80 e 100 mmol L⁻¹) na solução nutritiva de mudas de umbuzeiro provocaram aumentos da translocação de P, K, Mg, S, B, Zn, Cl e Na e, diminuição de Cu e Mn, além de alteração pouco significativa para N, Ca e Fe. Como resposta ao estresse salino, as plantas alteraram os processos de absorção, transporte, assimilação e redistribuição dos nutrientes na planta, sendo essas alterações as responsáveis pela redução significativa do desenvolvimento vegetal; todavia, a

magnitude dessas alterações depende da espécie, genótipo, idade da planta, intensidade e duração do estresse sobre a planta (FARIAS *et al.*, 2009).

Conforme Dias *et al.* (2016), existe para cada espécie ou cultivar um limite tolerável de salinidade que não causa prejuízos para a cultura. Esse fato já havia sido comprovado por Carneiro *et al.* (2002), ao avaliarem níveis de condutividade elétrica da água de irrigação (CEa: 0,7; 1,4; 2,1 e 2,8 dS m⁻¹) sobre a germinação e o crescimento inicial (durante 50 dias) de cinco clones de cajueiro-anão ('CCP 06', 'CCP 09', 'CCP 1001', 'Embrapa 50' e 'Embrapa 51'). Os autores concluíram que o limite de salinidade da água de irrigação para o crescimento inicial do cajueiro-anão é de 1,48 dS m⁻¹, com perda máxima de produção de fitomassa de 10%.

Nos tratamentos onde foram aplicadas as doses de esterco de frango, a CE do solo da cova de plantio dos cajueiros diminuiu com o passar dos dias (Tabela 10). A diminuição da CE do solo das covas de plantio do cajueiro pode ter ocorrido em função das maiores precipitações pluviométricas entre o mês de março e abril do ano de 2018 (Figura 2). Com a adição de esterco no solo por longos períodos, em várias partes do território da China, Guo *et al.* (2019) observaram que o Na⁺ trocável era facilmente lixiviado sob condições de alta precipitação pluviométrica; no entanto, efeitos contrários foram observados em regiões áridas no Norte da China, o elemento se acumulou no solo.

Tabela 10 - Condutividade elétrica do solo em função da aplicação de esterco de bovino (EB) e de frango (EF) e épocas de amostragem do solo

Fontes	Época de amostragem, dias após o plantio (DAP)	
	0	30
	..... dS m ⁻¹	
EF	2,18 Aa	1,48 Ab
EB	0,95 Ba	0,84 Ba

Fonte: dados da pesquisa.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e minúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Segundo Carneiro *et al.* (2002), os valores 1,48 e 0,84 dS m⁻¹ (Tabela 10) estão dentro dos limites suportados pela cultura; no entanto, reforça-se para os riscos do uso dos esterco durante o estabelecimento do cajueiro no campo, principalmente quando se tratar de esterco de origem avícola, que na ausência de chuvas ou de irrigação adequada, esses níveis de salinidade podem se acumular nas camadas mais superficiais do solo e, conseqüentemente, limitar o pegamento, bem como o desenvolvimento das plantas no campo.

Durante a fase de mudas, investigando a tolerância dos clones 'CCP 06', 'BRS 189', 'BRS 226' e 'BRS 265' em níveis de salinidade (0, 3, 6, 9 e 12 dS m⁻¹), Sousa (2011) concluiu que todas as variáveis de crescimento foram influenciadas pelos tratamentos; entretanto, o clone

‘CCP 06’ se mostrou mais tolerante a salinidade do que os demais clones estudados. Por outro lado, Araújo *et al.* (2014) verificaram no campo, que os efeitos da salinidade da água de irrigação sobre as plantas de cajueiro ‘CCP 06’ com 240 dias de idade, não afetaram o crescimento dos cajueiros em até $6,0 \text{ dS m}^{-1}$.

Oliveira *et al.* (2002b) relataram que, ao adicionarem fertilizantes orgânicos no solo, é necessário fazer o monitoramento periódico da salinidade para se evitar possíveis efeitos salinos sazonais, condição que certamente prejudicará o desenvolvimento de muitas culturas. Cavalcanti Júnior & Chaves (2001) advertem sobre o uso de esterco na produção de mudas de cajueiro devido aos riscos de prejudicarem o crescimento das plantas.

Trabalhando com níveis de salinidade na germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro, Carneiro *et al.* (2002) verificaram que os níveis de salinidade, expressos em termos de condutividade elétrica da água de irrigação - CEa: S₁- 0,7; S₂- 1,4; S₃- 2,1 e S₄- 2,8 dS m^{-1} , afetaram negativamente o crescimento das plantas em altura, obtendo-se, na mesma ordem dos níveis de CEa citadas acima, as seguintes médias de altura: 21,41; 19,69; 18,83 e 17,48 cm. Ainda de acordo com os autores, houve decréscimo de 8,49% para cada incremento unitário de CE na água de irrigação, considerando o nível S₁ (21,41 cm) como natural/testemunha.

Além do aumento na CE do solo, os esterco aumentaram a temperatura do solo logo após a aplicação no solo da cova de plantio. Foram observados efeitos isolados das fontes, doses e épocas de amostragem, bem como interação entre fontes e doses, fontes e épocas e doses e épocas (Tabela 11).

Tabela 11 - Resumo da análise de variância para a temperatura do solo em função de fontes, doses e épocas de amostragem do solo

Fatores	Tratamentos	Temperatura do solo (°C)
Fontes (F)	EB	29,7 B
	EF	30,5 A
<hr/>		
Doses (D) (L por cova)	0	29,5
	5	29,9
	10	30,2
	15	30,4
	20	30,6
<hr/>		
FV	GL	QM
Fontes (F)	1	41,67**
Blocos	3	11,03*
Resíduo (a)	3	0,51
Doses (D)	4	10,87**
F x D	4	4,01**
Resíduo (b)	24	0,37
Épocas (E)	6	38,65**
F x E	6	5,69**
D x E	24	0,97**
F x D x E	24	1,12**
Resíduo (c)	180	0,16
C.V. Fontes (%)		2,4
C.V. Doses (%)		2,0
C.V. Épocas (%)		1,3

Fonte: dados da pesquisa.

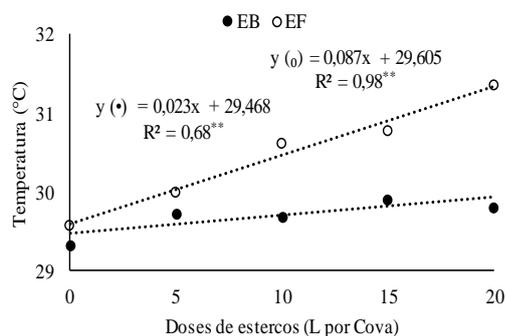
EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; C.V.: coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo; * e **: significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Na interação entre fontes e doses, constatou-se ajuste linear crescente para ambas as fontes orgânicas, aumentando a temperatura do solo da cova de plantio em função do incremento das doses de esterco; os solos tratados com esterco de frango (EF) apresentaram diferença de 1,7 °C entre a dose máxima e a testemunha, ou seja, aumento de 0,09 °C para cada litro de esterco adicionado na cova de plantio. Os tratamentos com esterco de bovino (EB) tiveram médias inferiores, comparados ao esterco de frango, com aumento de 0,5 °C em relação ao solo natural para cada 20 L de esterco adicionados na cova de plantio dos cajueiros (Figura 19).

O aumento de temperatura do solo é um indicativo de que as fontes orgânicas ainda se encontram em processo de estabilização, entretanto, essa variação na temperatura do solo da cova de plantio dos cajueiros pode não ter sido determinante para levar as plantas a morte; porém, pode acentuar o estresse no período inicial das mudas no campo. Crisóstomo *et al.* (2003) recomendaram aguardar um mês após aplicação de esterco na cova de plantio para, em seguida, efetuar o plantio dos cajueiros no campo.

Figura 19 - Variação da temperatura do solo da cova de plantio em função de fontes e doses de esterco

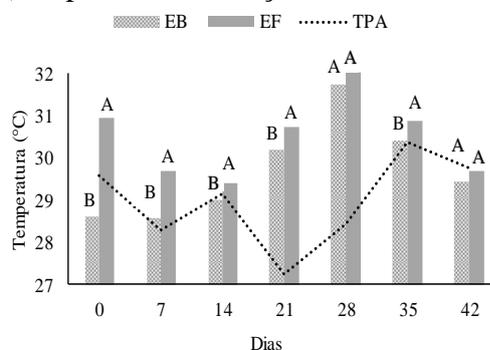


Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Verificou-se, ainda, que houve diferenças entre as duas fontes orgânicas para os valores de temperatura nos primeiros 14 dias após a aplicação dos tratamentos; em seguida, as fontes orgânicas apresentaram comportamento semelhante até os 42 dias após a aplicação dos tratamentos (figura 20).

Figura 20 - Temperatura do solo da cova de plantio dos cajueiros em função de esterco de bovino (EB), de frango (EF) e épocas de avaliação



Fonte: dados da pesquisa.

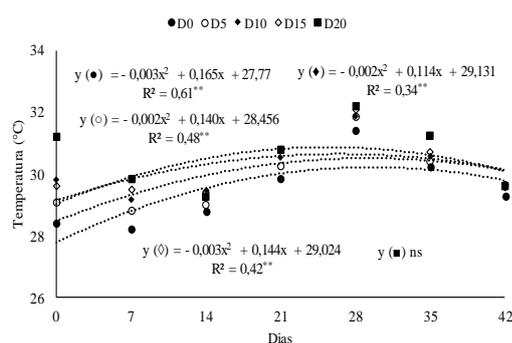
EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; TPA: temperatura ambiente.

A reação inicial dos estercos com o solo coincide com a ocorrência de chuvas entre os meses de fevereiro e março (Figura 2) que, possivelmente, favoreceram a ação dos microrganismos no processo de decomposição e mineralização da matéria orgânica do solo. Souto *et al.* (2005) evidenciaram maiores taxas de decomposição da matéria orgânica do solo quando houve aumento da temperatura (°C) e do conteúdo de água na superfície do solo.

Em relação à interação das doses e épocas de avaliação, observa-se na Figura 21, um ajuste ao modelo polinomial de segundo grau para todos os tratamentos, com exceção do tratamento 20 L por cova, que não houve ajuste de equação. Nos tratamentos 0, 5, 10 e 15 L

por cova, observou-se os pontos de máximo entre 24 e 28 dias após aplicação dos esterços na cova de plantio dos cajueiros, em seguida, ocorreu uma estabilização da temperatura do solo das covas de plantio. Aos 42 dias de avaliação, verificou-se o decréscimo da temperatura do solo das covas de plantio para os tratamentos 0, 5, 10 e 15 litros de esterco por cova, com os respectivos valores: 29,4; 30,8; 30,8 e 29,8 °C.

Figura 21 - Temperatura do solo em função de doses de esterco e épocas de avaliação



Fonte: dados da pesquisa.

D0: testemunha; D5: 5 L de esterco por cova; D10: 10 L de esterco por cova; D15: 15 L de esterco por cova e D20: 20 L de esterco por cova.

Castro (1989) relatou que durante o estabelecimento das culturas, o aquecimento excessivo do solo compromete a absorção dos nutrientes pelas plantas. Na cultura da soja, por exemplo, a temperatura ótima para germinação da semente fica na faixa de 25 a 30 °C e, para nodulação e fixação de nitrogênio, entre 27 °C e 32 °C. Temperatura do solo em torno de 27 °C fizeram com que a cultura da alface produzisse mais, com melhor qualidade e com aparência mais saudável para o produto final (SILVA *et al.*, 2001; FARIAS *et al.*, 2007).

De acordo com Gasparim *et al.* (2005), a temperatura do solo tem efeitos diretos sobre o desenvolvimento das plantas, pois, as reações químicas e a liberação de nutrientes dependem de faixas adequadas de temperatura do solo. Segundo Carneiro *et al.* (2014), a temperatura é influenciada por uma série de fatores, como as condições meteorológicas, topografia local, tipo de solo, teor de água, textura, área de superfície e resíduos orgânicos.

Cavalcante Júnior & Chaves (2001) fizeram observações em relação a temperatura do solo de canteiros para o desenvolvimento normal de plântulas de cajueiro, apontando a temperatura entre 30 e 35 °C como ideal para o pleno desenvolvimento das plântulas. Posteriormente, Bernal *et al.* (2009) afirmaram que a variabilidade da temperatura do solo, muito além da temperatura ambiente, está atrelada a ação dos microrganismos no processo de

mineralização da matéria orgânica presente no solo, que resulta na liberação de CO₂, NH₃, H₂O, ácidos orgânicos e calor.

O alto índice de mortalidade e a necessidade de replantio das mudas, especialmente com a aplicação do esterco de frango, influenciaram diretamente na avaliação das plantas de cajueiro-anão feita 365 dias após o plantio. Pela análise de variância, observou-se que houve efeito isolado das fontes e doses e da interação entre os fatores para as variáveis altura de planta, diâmetro do caule e volume de copa (Tabela 12).

Tabela 12 - Resumo da análise de variância para as variáveis de crescimento do cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco

Fatores	Tratamentos	AP	DC	VC
		..... m .....	..... cm .....	..... m ³
Fontes (F)	EB	0,82 A	4,58 A	2,26 A
	EF	0,67 B	3,75 B	1,56 B
Doses (D) (L por cova)	0	0,82	4,37	2,62
	5	0,90	5,28	2,94
	10	0,70	4,56	1,50
	15	0,73	3,95	1,49
	20	0,59	2,67	0,98
FV	GL	..... QM		
Fontes (F)	1	0,24**	6,85**	4,96**
Doses (D)	4	0,11**	7,47**	5,53**
F x D	4	0,08**	3,10**	1,56**
Blocos	3	0,01 ^{ns}	0,24 ^{ns}	0,34 ^{ns}
Resíduo	27	0,01	0,29	0,19
C.V. %		9,3	12,8	23,1

Fonte: dados da pesquisa.

AP: altura de planta; DC: diâmetro do caule; VC: volume de copa; EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; C.V.: coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo; * e **: significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

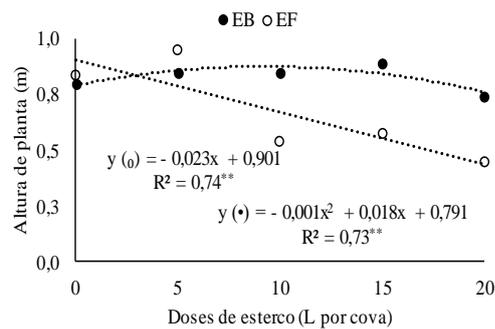
¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Para as medidas de altura de planta, diâmetro do caule e volume de copa o esterco de bovino promoveu as maiores médias em relação ao esterco de frango, com incrementos de 22,39; 22,13 e 44,87%, respectivamente (Tabela 12).

A aplicação do esterco de bovino (EB) resultou em ajuste ao modelo polinomial de segundo grau, com altura máxima de 0,87 m para a dose estimada de 9,1 L por cova (Figura 22). O decréscimo a partir da dose estimada 9,1 L por cova pode estar relacionado ao processo de imobilização de nitrogênio do solo pelos microrganismos que atuam na decomposição e mineralização da matéria orgânica. Efeitos semelhantes a esses resultados foram observados por Mesquita *et al.* (2012), Oliveira *et al.* (2015) e Santos *et al.* (2018), quando estudaram o comportamento de doses de esterco de bovino na composição de substrato para a produção de mudas de mamoeiro, goiabeira e cajueiro, respectivamente.

A altura das plantas também foi afetada pelas doses de esterco de frango (EF) na cova de plantio do cajueiro, com ajuste ao modelo linear decrescente. A maior altura das plantas do cajueiro ‘BRS 226’ ocorreu no tratamento controle (sem esterco de frango), com 0,90 m. Para esse tratamento, observou-se diminuição de 0,023 m com o aumento unitário de esterco de frango na cova de plantio, de modo que na maior dose, obteve-se a menor altura de planta (0,44 m), que correspondeu a redução de 51,1% (figura 22).

Figura 22 - Altura de planta de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco

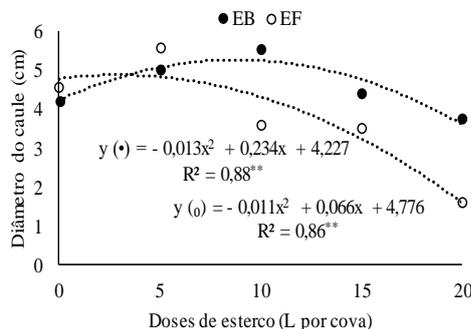


Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Em relação ao diâmetro do caule das plantas do cajueiro-anão ‘BRS 226’, verificou-se ajuste ao modelo polinomial de segundo grau para ambas as fontes orgânicas testadas, sendo o maior diâmetro do caule, de 5,26 cm, ocorreu na dose estimada de 8,85 L por cova de esterco de bovino (EB), ao passo que para o esterco de frango (EF) o maior diâmetro (4,87 cm) foi obtido na dose de 2,95 L por cova (Figura 23).

Figura 23 - Diâmetro do caule de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

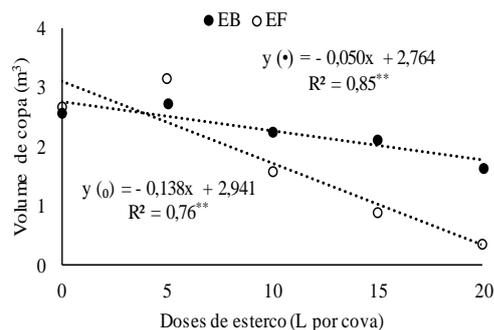
EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Entre as fontes, nas doses estimadas, registrou-se incremento de 8% nos valores de diâmetro de caule das plantas de cajueiro tratadas com esterco de bovino. Estudando proporções de esterco de frango na composição de substrato para a produção de mudas de mamoeiro, Melo

et al. (2007) verificaram aos 60 dias após a semeadura resultados satisfatórios para o diâmetro do colo das mudas de mamão nas proporções de 15 %, 30 % e 45 % de esterco de aves, com as respectivas médias: 9,44; 9,98 e 9,30 mm. Por outro lado, Cavalcante *et al.* (2015) e Mendonça *et al.* (2014) não verificaram efeitos significativos no diâmetro do colo, quando trabalharam com concentrações de solo, esterco e humos na produção de mudas de gliricídia e tamarindo, respectivamente.

Efeitos significativos também foram constatados para o volume de copa, com ajuste linear decrescente, em que o esterco de frango (EF) proporcionou decréscimo mais expressivo para esta variável, comparativamente ao esterco de bovino, com valores médios de 2,94 m³ na dose zero, chegando ao mínimo de 0,18 m³ na maior dose dos tratamentos. Porém, os tratamentos com esterco de bovino (EB), nas mesmas doses supracitadas, alcançaram médias de 2,76 e 1,76 m³ respectivamente (Figura 24).

Figura 24 - Volume de copa do cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

Diferentemente do que foi observado neste trabalho, Hernandez *et al.* (2010) relataram que o aumento do volume de copa é importante para a elevação da capacidade produtiva da planta, em decorrência dos incrementos na taxa de fotossíntese, que segundo Melo *et al.* (2007), favorece o crescimento em altura, diâmetro do caule e número de folhas. Os efeitos evidenciados para esta variável podem estar relacionados com o déficit hídrico, toxicidade de íons específicos e desequilíbrio nutricional.

Para os teores de nutrientes e sódio presentes nas folhas de cajueiro-anão 'BRS 226', foram observados efeitos da interação entre fontes e doses para o P e o Mg (Tabela 13). Já as doses de esterco influenciaram nos teores de N, Ca, S, Na, Zn e Mn das folhas de cajueiro-anão.

Tabela 13 - Resumo da análise de variância para os teores de nutrientes e sódio nas folhas de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco

Elementos	Fontes (F)		Doses (D) (L por cova)				
	EB	EF	0	5	10	15	20
	g kg ⁻¹						
N	15,5 a	15,5 a	14,5	15,2	15,2	16,0	16,6
P	1,6 b	2,2 a	1,3	1,5	2,2	1,6	2,9
K	7,8 a	8,4 a	7,7	8,2	8,4	8,2	8,0
Ca	3,1 a	3,5 a	2,5	3,3	3,4	3,4	3,4
Mg	2,1 b	2,5 a	1,9	2,1	2,4	2,2	2,8
S	0,9 a	0,9 a	0,9	0,9	0,9	0,9	1,0
Na	1,3 a	1,4 a	1,1	1,4	1,4	1,4	1,5
	mg kg ⁻¹						
Cu	8 a	8 a	8	8	8	8	8
Fe	36 a	37 a	38	32	38	38	36
Zn	9 a	10 a	8	9	9	10	12
Mn	95 a	9 a	113	113	73	100	84
Elementos	FV					C.V.	
	Fontes (F)	Doses (D)	F x D	Blocos	Resíduo		
	QM					%	
N	0,02 ^{ns}	5,24 ^{**}	1,44 ^{ns}	2,03 ^{ns}	1,20	7,1	
P	4,60 ^{**}	3,40 ^{**}	3,05 ^{**}	0,28 ^{ns}	0,28	28,2	
K	2,88 ^{ns}	0,55 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,37 ^{ns}	1,00	12,4	
Ca	1,32 ^{ns}	2,13 ^{**}	1,13 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,56	22,7	
Mg	0,94 [*]	1,02 ^{**}	0,70 [*]	0,44 ^{ns}	0,18	18,7	
S	0,01 ^{ns}	0,04 ^{**}	0,01 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,01	7,5	
Na	0,07 ^{ns}	0,19 ^{**}	0,09 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,04	15,0	
Cu	1,11 ^{ns}	0,38 ^{ns}	0,86 ^{ns}	0,13 ^{ns}	0,56	9,6	
Fe	16,47 ^{ns}	49,17 ^{ns}	152,09 ^{ns}	34,28 ^{ns}	102,67	27,9	
Zn	2,22 ^{ns}	13,40 [*]	9,47 ^{ns}	5,42 ^{ns}	4,85	23,3	
Mn	144,40 ^{ns}	2579,19 ^{**}	1296,59 ^{ns}	4748,40 ^{**}	650,94	26,4	
GL	1	4	4	3	27		

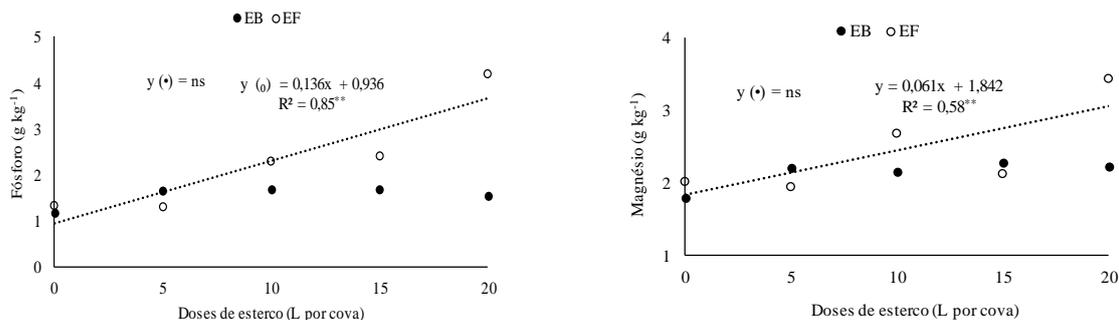
Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango; FV: fonte de variação; GL: graus de liberdade; QM: quadrado médio; C.V.: coeficiente de variação; ^{ns}: não significativo; * e **: significativos a 5 e 1% de probabilidade, respectivamente.

¹ Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

A aplicação das doses de esterco de frango (EF) promoveu aumento linear nos teores de P e de Mg nas folhas de cajueiro-anão (figura 25).

Figura 25 - Teores de fósforo e magnésio nas folhas de cajueiro-anão em função de fontes e doses de esterco

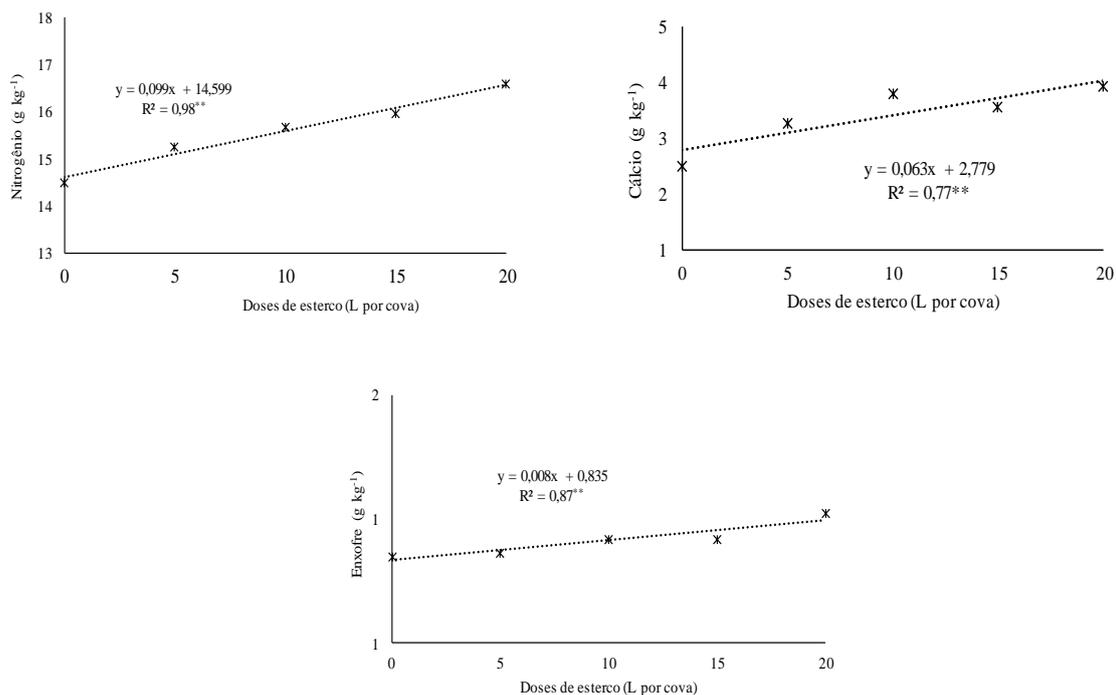


Fonte: dados da pesquisa.

EB: esterco de bovino; EF: esterco de frango.

A análise de variância mostrou que os teores de nitrogênio, cálcio e enxofre nas folhas de cajueiro também foram influenciados pela adição das fontes orgânicas na cova dos cajueiros, com incrementos de 0,68; 2,27 e 0,96%, respectivamente, para cada L de esterco adicionado na cova (Figura 26).

Figura 26 - Teores de nitrogênio, cálcio e enxofre nas folhas de cajueiro-anão em função de doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

Sobre as exigências nutricionais de cajueiros-anão durante a fase vegetativa, são escassos os relatos na literatura. O nitrogênio, por exemplo, é um dos nutrientes mais requeridos pelas plantas em termos quantitativos, principalmente na fase vegetativa, mas, sua absorção pode ser afetada por uma série de fatores, dentre os quais o tipo de muda (enxertada ou não enxertada). Semelhante ao nitrogênio, o enxofre também é bastante instável no solo, sendo absorvido por fluxo de massa, preferivelmente na forma de íons sulfato; quando há deficiência desse nutriente, o crescimento das plantas é paralisado rapidamente (MALAVOLTA, 1980).

Como o N e o S, o P também limita o crescimento das plantas em caso de deficiência, pois, o P faz parte de estruturas importantes como as macromoléculas de ATP, que é utilizado como fonte de energia nos processos de respiração, divisão celular e crescimento das plantas; no entanto, esse nutriente é um dos menos disponíveis para as plantas na solução do solo (OLIVEIRA *et al.*, 2000).

Por essas razões, as fontes orgânicas se tornaram fundamentais na atividade agrícola, pois, além de disponibilizarem os nutrientes no solo, melhoram o aproveitamento destes pelas plantas devido aos efeitos benéficos da matéria orgânica sobre os aspectos físicos e biológicos do solo. Ao contrário da matéria orgânica, os fertilizantes minerais têm pouca influência sobre esses aspectos que interagem entre si para conferir melhores condições de solo para uso agrícola.

Melo (1991), investigando concentrações de macronutrientes em folhas maduras de cajueiro-anão de nove meses de idade, verificou que, sem nenhum sintoma de deficiência, os nutrientes exigidos pela cultura obedeceram em termos quantitativo (g kg^{-1}) a seguinte ordem: $\text{N (16,9)} > \text{K (15,8)} > \text{Ca (9,3)} > \text{Mg (2,5)} = \text{S (2,5)} > \text{P (1,1)}$. Ao passo que Haag *et al.* (1975) afirmaram que as exigências nutricionais de cajueiro comum, com dez anos de idade, seguem a seguinte ordem: $\text{N} > \text{K} > \text{Mg} > \text{P} = \text{Ca} > \text{S} > \text{Mn} > \text{B} > \text{Zn} > \text{Fe} > \text{Cu}$. Para uma produção satisfatória, Natale & Rozane (2018), consultando literaturas nacionais, mostraram as faixas adequadas de macronutrientes (g kg^{-1}) na folha madura de cajueiro obtidas em diferentes partes da copa no período do verão: N: 24-26; P: 1,6-2,0; K: 11-13; Ca: 2-8; Mg: 2,3-3,1 e S: 1,1-1,4.

O Ca nas plantas apresenta dois papéis distintos: (1) um estrutural, em que os íons deste elemento conferem integridade das células vegetais; (2) e outro, funciona como mensageiro secundário, pois o Ca ligado a proteína calmodulina responde aos estímulos ambientais. Com relação ao Mg, este tem papel específico na ativação de enzimas envolvidas na respiração, na fotossíntese, na síntese de DNA e RNA, além de fazer parte da estrutura dos anéis de clorofila (TAIZ *et al.*, 2017).

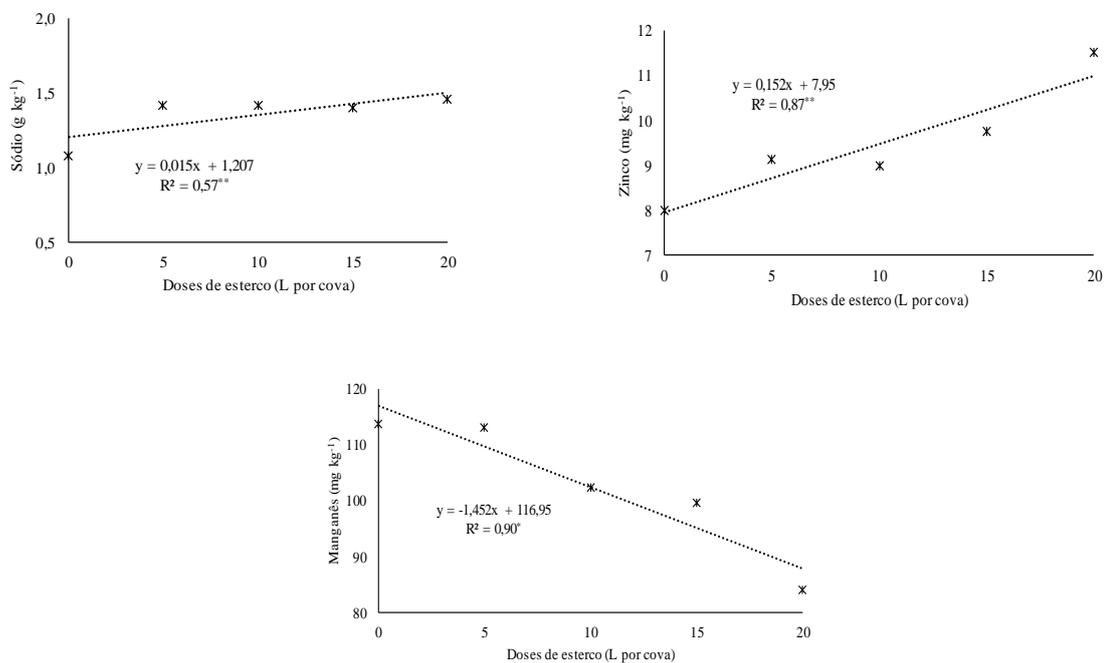
Além dos nutrientes, outros elementos são encontrados nos tecidos das plantas, podendo ser benéfico ou até mesmo tóxico, como é o caso do Na, que se concentrou nos tecidos do cajueiro com o aumento das doses de esterco (Figura 27), e que essas concentrações de sódio nos tecidos das plantas podem ajudar a explicar os resultados para o K, que é um elemento importante na regulação do potencial osmótico das células vegetais (TORRES & PEREIRA, 2008).

Segundo Marschner (2012), o Na compete com o K pelo mesmo sítio de absorção; além disso, o Na provoca desequilíbrios nutricionais em plantas glicófitas ou, até mesmo, nas halófitas, se a concentração desse íon for muito elevada. Corroborando a informação de Marschner (2012), Ferreira *et al.* (2001) verificaram que os teores de K foram reduzidos significativamente em todos os órgãos das plantas de goiaba, quando se aumentou os níveis de NaCl na solução nutritiva.

A concentração de Na no solo também podem ter interferido na absorção e, consequentemente, no acúmulo de micronutrientes nos tecidos vegetais dos cajueiros-enxertados. Igualmente ao K, o Fe e o Cu, que estão envolvidos na transferência de elétrons durante as reações dependentes de luz da fotossíntese (Taiz *et al.* 2017), também não tiveram efeitos significativos; no entanto, as maiores médias de ferro (38 mg kg^{-1}) e cobre (8 mg kg^{-1}) nas folhas de cajueiros ocorreram na dose zero.

Assim como ocorreu para alguns macros, os teores de Zn também aumentaram nos tecidos dos cajueiros com a adição dos esterco na cova, ao mesmo tempo que o Mn decresceu até a maior dose dos esterco. Muitas enzimas das células vegetais requerem íons de Zn e de Mn para suas atividades (Figura 27). O Zn é exigido para a biossíntese de clorofila, enquanto o Mn participa do processo de descarboxilases e desidrogenases envolvidas no ciclo de Krebs (TAIZ *et al.*, 2017).

Figura 27 - Teores de sódio, zinco e manganês nas folhas de cajueiro-anão em função de doses de esterco



Fonte: dados da pesquisa.

Alves *et al.* (2008) argumentam que os estresses salinos afetam drasticamente o balanço nutricional do cajueiro, ocorrendo forte acúmulo dos íons Na^+ e Cl^- em todos os órgãos da planta, promovendo significativa diminuição do conteúdo de K radicular na espécie. Em

regiões áridas e semiáridas, os efeitos da salinidade do solo são aumentados por fatores climáticos, como altas temperaturas, baixa pluviosidade e intensa evaporação, além de irrigação e adubação inadequadas (DANTAS *et al.*, 2002).

Aguiar Netto *et al.* (2007), avaliando os atributos físicos e químicos dos solos do perímetro irrigado no extremo Noroeste do estado de Sergipe, verificaram que o aumento de sódio trocável na camada de 0 a 20 cm elevou o pH do solo até 9,5. A concentração de íons hidrogênio é uma propriedade importante do solo, porque afeta a disponibilidade dos nutrientes para as plantas, podendo levar a deficiência ou excesso de algum (uns) elemento (s) no solo. Geralmente, solos com valores de pH entre 5,5 e 6,5 disponibilizam maiores quantidades de K^+ , Mg^{2+} e Ca^{2+} ; de modo contrário, em pH alcalino, a disponibilidade de alguns nutrientes é reduzida, dentre eles, o Fe, Cu, Mn e o Zn (TAIZ *et al.*, 2017).

7 CONCLUSÕES

A aplicação do esterco de frango na cova de plantio altera a disponibilidade de nutrientes no solo em relação ao esterco de bovino, entretanto, há um aumento a mortalidade de plantas no campo;

O estabelecimento das plantas de cajueiro 'BRS 226' no campo foi favorecido com a utilização de esterco de bovino na cova de plantio;

Doses de esterco de bovino entre 8,85 e 9,1 L por cova aumentam o desenvolvimento de plantas de cajueiro-anão 'BRS 226'.

REFERÊNCIAS

- ABDALLA, S. R. S.; PROCHNOW, L. I.; FANCELLI, A. L. Como utilizar insumos e recursos para otimizar a produtividade do milho. *In: Informações Agronômicas*, 122., 2008, Piracicaba/SP. **Anais** [...]. Piracicaba/SP: International Plant Nutrition Institute/IPNI, 2008. Disponível em: <http://www.ipni.net>. Acesso em: 22 de junho de 2019. p. 1-24.
- ADEIGBE, O. O.; OLASUPO, F. O.; ADEWALE, B. D.; MUYIWA, A. A. A review on cashew research and production in Nigeria in the last four decades. **Scientific Research and Essays**, [S.l.], v. 10, n. 5, p. 196-209, 2015.
- ADEJOBI, K. B.; FAMAYE, A. O.; ADENIYI, D. O.; ORISAJO, S. B.; ADEYEMI, E. A. Effect of cocoa pod husk ash and goat dung on nutrient content and growth performance of cashew (*Anacardium occidentale* L.). **Advances in Environmental Biology**, [S.l.], v. 7, n. 5, p. 1536-1542, 2011.
- AGUIAR NETTO, A. O.; GOMES, C. C. S.; LINS, C. C. V.; BARROS, A. C.; CAMPECHE, L. F. S. M.; BLANCO, F. F. Características químicas e salino-sodicidade dos solos do Perímetro Irrigado Califórnia, SE, Brasil. **Revista Ciência Rural**, Santa Maria, v. 37, n. 6, p. 1640-1645, 2007.
- AGUIAR, M. J. N.; LIMA, J. B.; BARRETO JÚNIO, J. H. C.; CARNEIRO, F. de A.; LIMA, M. W. **Dados climatológicos: estação de Pacajus**. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002. 26p. (Circular Técnica, n. 60).
- ALVES, F. A. L.; SILVA, S. L. F.; SILVA, E. N.; SILVEIRA, J. A. G. Clones de cajueiro-anão-precoce expostos ao estresse salino e ao acúmulo de potássio e sódio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 3, p. 422-428, 2008.
- ARAÚJO, E. N.; OLIVEIRA, A. P.; CAVALCANTE, L. F.; PEREIRA, W. E.; BRITO, N. M.; NEVES, C. M. L.; SILVA, E. E. Produção do pimentão adubado com esterco bovino e biofertilizante. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n. 5, p. 466-470, 2007.
- ARAÚJO, L. F.; LIMA, R. E. M.; COSTA, L. O.; SILVEIRA, E. M. C.; BEZERRA, M. A. Alocação de íons e crescimento de plantas de cajueiro anão-precoce irrigadas com água salina no campo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande v. 18, p. 34-38, 2014.
- AZEEZ, J. O.; AVERBEKE, V. W.; OKOROGBONA, A. O. M. Differential responses in yield of pumpkin (*Cucurbita maxima* L.) and nightshade (*Solanum retroflexum* Dun.) to the application of three animal manures. **Bioresource Technology**, [S.l.], v. 101, n. 7, p. 2499-2505, 2010.
- BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; PAIVA, J. R.; CRISÓSTOMO, J. R.; CORRÊA, M. P. F.; LIMA, A. C. Seleção de clones de cajueiro-anão para o plantio comercial no estado do Ceará. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 35, n. 11, p. 2197-2204, 2000.

BARROS, L. M.; PIMENTEL, C. R. M.; CORREA, M. P. F.; MESQUITA, A. L. M. **Recomendações técnicas para a cultura do cajueiro-anão-precoce**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 1993. 65p. (Circular Técnica, n. 1).

BERNAL, M. P.; ALBURQUERQUE, J. A.; MORAL, R. Composting of animal manures and chemical criteria for compost maturity assessment. **Bioresource Technology**, [S.l.], v. 100, n. 22, p. 5444-5453, 2009.

BERNAL, M. P.; NAVARRO, A. F.; SÁNCHEZ-MONEDERO, M. A.; ROIG, A.; CEGARRA, J. Influence of sewage sludge compost stability and maturity on carbon and nitrogen mineralization in soil. **Soil Biology and Biochemistry**, [S.l.], v. 30, n. 3, p. 305-313, 1998.

BEZERRA, M. A.; LACERDA, C. D.; GOMES FILHO, E.; PRISCO, J. T. Physiology of cashew plants grown under adverse conditions. **Brazilian Journal of Plant Physiology**, [S.l.], v. 19, n. 4, p. 449-461, 2008.

BRAINER, M. S. C. P.; VIDAL, M. F. **Cajucultura nordestina em recuperação**. Fortaleza/CE: Banco do Nordeste do Brasil-Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste/ETENE, 2018. 13p. (Estudos Econômicos e Sociais, n. 54).

BRASIL. Instrução Normativa. **Diário Oficial da União**. Seção 1, p.11. SDA nº 28, de 27 julho de 2007. Disponível em: <https://sogi8.sogi.com.br/Arquivo/Modulo113.MRID109/Registro10565/documento%201.pdf>. Acesso em: 22 de julho de 2019.

BRITO, O. R.; VENDRAME, P. R. S.; BRITO, R. M. Alterações das propriedades químicas de um Latossolo-Vermelho distroférico submetido a tratamentos com resíduos orgânicos. **Ciências Agrárias**, v. 26, p. 33-40, 2005.

BROCKMANN, D.; PRADEL, M.; HÉLIAS, A. Agricultural use of organic residues in life cycle assessment: Current practices and proposal for the computation of field emissions and of the nitrogen mineral fertilizer equivalent. **Resources, Conservation and Recycling**, [S.l.], v. 133, p. 50-62, 2018.

BUTLER, T. A.; SIKORA, L. J.; STEINHILBER, P. M.; DOUGLASS L. W. Compost age and sample storage effects on maturity indicators of biosolids compost. **Journal of Environment Quality**, [S.l.], v. 30, n. 6, p. 2141-2148, 2001.

CÂMARA, C. R. S. **Indicadores de qualidade de amêndoas de castanha de caju em pedaços durante o processo industrial**. 2010. 118p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia de Alimentos). Universidade Federal do Ceará-UFC. Fortaleza/CE. 2010.

CANESIN, R. C. F. S.; CORRÊA, L. S. Uso de esterco associado à adubação mineral na produção de mudas de mamoeiro (*Carica papaya* L.). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 28, n. 3, p. 481-486, 2006.

CANTARELLA, H. Nitrogênio. *In*: NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. V. H.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (ed.). **Fertilidade do solo**. Viçosa/MG: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2007. p.375-470.

CANTARELLA, H.; TRIVELIN, P. C. O. Determinação de nitrogênio inorgânico em solo pelo método da destilação a vapor. *In*: RAIJ, B. V.; ANDRADE, J. C.; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A (ed.). **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. 1ª ed. Campinas/SP: Instituto Agronômico, 2001. p. 270-276.

CARMO, C. A. F. S.; ARAÚJO, W. S. A.; BERNARDI, A. C. C.; SALDANHA, M. F. C. **Métodos de análise de tecidos vegetais utilizados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro/RJ: Embrapa Solos, 2000. 41p. (Circular Técnica, n. 6).

CARNEIRO, P. T.; FERNANDES, P. D.; GHEYI, H. R.; SOARES, F. A. L. Germinação e crescimento inicial de genótipos de cajueiro-anão-precoce em condições de salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 2, p. 199-206, 2002.

CARNEIRO, R. G.; MOURA, M. A. L.; SILVA, V. P. R.; SILVA JUNIOR, R. S.; ANDRADE, A. M. D.; SANTOS, A. B. Variabilidade da temperatura do solo em função da liteira em fragmento remanescente de mata atlântica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 18, n. 1, p. 99-108, 2014.

CASTRO, O. M. **Preparo do solo para a cultura do milho**. Campinas/SP: Fundação Cargill, 1989. 41p.

CAVALCANTE, A. C. P.; SILVA, A. G.; SILVA, M. J. R.; ARAÚJO, R. C. Produção de mudas de gliricídia com diferentes substratos orgânicos. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 9, n. 33, p. 233-240, 2015.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T. Propagação assexuada e substituição de copa do cajueiro. *In*: ARAÚJO, J. P. P. (ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. p. 61-75.

CAVALCANTI JÚNIOR, A. T.; CHAVES, J. C. M. **Produção de mudas de cajueiro**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2001. 43p. (Circular Técnica, n. 42).

CRISÓSTOMO, J. R.; BARROS, L. M.; PAIVA, J. R.; CAVALCANTI, J. J. Melhoramento genético do cajueiro. *In*: QUEIROZ, M. A.; GOEDERT, C. O.; RAMOS S. R. R (ed.). **Recursos genéticos e melhoramento de plantas para o Nordeste brasileiro**. 1ª ed. Petrolina/PE: Embrapa Semi-Árido, 1999. p. 828-843.

CRISÓSTOMO, J. R.; CAVALCANTI, J. J. V.; BARROS, L. M.; ALVES, R. E.; FREITAS, J. G.; OLIVEIRA, J. N. Melhoramento do cajueiro anão precoce: avaliação da qualidade do pedúnculo e a heterose dos seus híbridos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 24, n. 2, p. 447-480, 2002.

CRISÓSTOMO, L. A.; ROSSETTI, A. G.; PIMENTEL, C. R. M.; BARRETO, P. D.; LIMA, R. N. Produtividade, atributos industriais e avaliação econômica de castanha em cajueiro-anão

precoce adubado com doses crescentes de nitrogênio e potássio em cultivo sob sequeiro. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 35, n. 1, p. 87-95, 2004.

CRISÓSTOMO, L. A.; SANTOS, F. J. S.; OLIVEIRA, V. H.; RAIJ, B. V.; BERNARDI, A. C.; SILVA, C. A.; SOARES, I. **Cultivo do cajueiro anão precoce: aspectos fitotécnicos com ênfase na adubação e na irrigação**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 8p. (Circular Técnica, n. 8).

DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, M.; PEDROSO, C. J. Adubação orgânica na produção e qualidade de frutos de maracujá-doce. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 1, p. 188-190, 2005.

DANTAS, J. P.; MARINHO, F. J. L.; FERREIRA, M. M. M.; AMORIM, M. S. N.; ANDRADE, S. I. O.; SALES, A. L. Avaliação de genótipos de caupi sob salinidade. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 6, n. 3, p. 425-430, 2002.

DIAS, N. S.; BLANCO, F. F.; SOUZA, E. R.; FERREIRA, J. F. S.; SOUSA NETO, O. N.; QUEIROZ, I. S. R. Efeitos dos sais na planta e tolerância das culturas à salinidade. *In*: GHEYI, H. R.; DIAS, N. S.; LACERDA, C. F.; GOMES FILHO, E. (ed.). **Manejo da salinidade na agricultura: estudos básicos e aplicados**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Instituto Nacional de Pesquisa e Tecnologias em Salinidade, 2016. P. 150-162.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION STATISTICS/FAOSTAT: **Production Crops 2016**. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/es/#data/QC>. Acesso em: 28 de julho de 2019.

FARIAS, J. R. B.; NEPOMUCENO, A. L.; NEUMEIER, N. **Ecofisiologia da soja**. Londrina/PR: Embrapa Soja. 2007. 9p. (Circular Técnica, n. 48).

FARIAS, S. G. G.; SANTOS, D. R.; FREIRE, L. O.; SILVA, R. B. Estresse salino no crescimento inicial e nutrição mineral de gliricídia (*Gliricidia sepium* (jacq.) Kunth ex Steud) em solução nutritiva. **Revista Brasileira Ciência Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 1499-1505, 2009.

FERREIRA, D. F. Análise estatística por meio do SISVAR (Sistema para Análise de Variância) para Windows versão 4.0. *In*: Reunião Anual da Região Brasileira da Sociedade Internacional de Biometria, 45., 2000, São Carlos/SP. **Anais [...]**. São Carlos/SP: Universidade Federal de São Carlos/UFScar, 2000. Disponível em: <https://www.bv.fapesp.br>. Acesso em: 22 de julho de 2019. p. 255-258.

FERREIRA, R. G.; TÁVORA, F. J. A. F.; HERNANDEZ, F. F. F. Distribuição da matéria seca e composição química das raízes, caule e folhas de goiabeira submetida a estresse salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 79-88, 2001.

FIGUEIRÊDO JUNIOR, H. S. de. Desafios para a cajucultura no Brasil: o comportamento da oferta e da demanda da castanha de caju. **Revista Econômica do Nordeste**, [S.l.], v. 37, n. 4, p. 550-571, 2006.

FIGUEIREDO, C. C.; RAMOS, M. L. G.; MCMANUS, C. M.; MENEZES, A. M. Mineralização de esterco de ovinos e sua influência na produção de alface. **Horticultura Brasileira**, Recife, v. 30, n. 1, p. 175-179, 2012.

FIGUEIRÊDO, M. C. B.; POTTING, J.; SERRANO, L. A. L.; BEZERRA, M. A.; BARROS, V. S.; GONDIM, R. S.; NEMECEK, T. Environmental assessment of tropical perennial crops: the case of the Brazilian cashew. **Journal of Cleaner Production**, [S.l.], v. 112, n. 1, p. 131-140, 2015.

FREI, V. V. M. **A produção de caju e a dinâmica socioespacial no distrito de Angoche, Nampula – Moçambique**. 2013. 209p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Geografia). Universidade Federal de Goiás-UFG. Jataí/GO. 2013.

GAADI, K. A. A.; MADUGUNDU, R.; TOLA, E. Investigating the response of soil and vegetable crops to poultry and cow manure using ground and satellite data. **Saudi Journal of Biological Sciences**, [S.l.], v. 26, n. 7 2019.

GASPARIM, E.; RICIERI, R. P.; SILVA, S. L.; DALLACORT, R.; GNOATTO, E. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Scientiarum Agronomy**, [S.l.], v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005.

GUNTIÑAS, M. E.; LEIRÓS, M. C.; TRASAR-CEPEDA, C.; GIL-SOTRES, F. Effects of moisture and temperature on net soil nitrogen mineralization: A laboratory study. **European Journal of Soil Biology**, [S.l.], v. 48, n. 1, p. 73-80, 2012.

GUO Z.; ZHANG, J.; FAN, J.; YANG, X.; YI, Y.; HAN, X.; WANG, D.; ZHU, P.; PENG, X. Does animal manure application improve soil aggregation? Insights from nine long-term fertilization experiments. **Science of the Total Environment**, [S.l.], v. 660, n. 1, p. 1029-1037, 2019.

HAAG, H. P.; SARRUGE, J. R.; SCOTON, L. C.; DECHEN, A. R. Nutrição mineral do cajueiro (*Anacardium occidentale* L.): III – Absorção de nutrientes. In: Congresso Brasileiro de Fruticultura, 3., 1975, Rio de Janeiro/RJ. **Anais [...]**. Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro/UFRRJ, 1975. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/aesalq/v32/16.pdf>. Acesso em: 22 de julho de 2019. v. 32, p. 197-204.

HERNANDES, A.; NATALE, W.; PRADO, R. M.; ROZANE, D. E.; ROMUALDO, L. M.; SOUZA, H. A. Calagem no crescimento e desenvolvimento da caramboleira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 5, n. 2, p. 170-176, 2010.

HERNÁNDEZ, T.; CHOCANO, C.; MORENO, J. L.; GARCIA, C. Towards a more sustainable fertilization: Combined use of compost and inorganic fertilization for tomato cultivation. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.l.], v. 196, n. 1, p. 178-184, 2014.

INSTITUTO BRASILEIRO E GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE, 2018. **Área plantada ou destinada à colheita, área colhida, quantidade produzida, rendimento médio e valor da produção das lavouras temporárias e permanentes**. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/tabela/5457>. Acesso em: 29 de julho de 2019.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes Orgânicos**. 1ª ed. São Paulo/SP: Agronômica “Ceres”, 1985. 492p.

LARNEY, F. L.; HAO, X. A review of composting as a management alternative for beef cattle feedlot manure in southern Alberta, Canada. **Bioresource Technology**, [S.l.], v. 98, n. 17, p. 3221-3227, 2007.

LEONEL, S.; DAMATTO JUNIOR, E. R. Efeitos do esterco de curral na fertilidade do solo, no estado nutricional e na produção da figueira. **Revista Brasileira de Fruticultura**, [S.l.], v. 30, n. 2, p. 534-538, 2008.

LIMA, A. A. C.; AQUINO, A. R. L. de; OLIVEIRA, F. N. S.; CRISÓSTOMO, L. A. FROTA, P. L. C. E. Clima, solos, adubação e nutrição mineral do cajueiro. In: SILVA, V. V. (ed.). **Caju: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. 1ª ed. Brasília/DF: Embrapa produção de informação, 1998. p. 15-33.

LIMA, A. A. C.; OLIVEIRA, F. N. S.; AQUINO, A. R. L. **Classificação e aptidão agrícola dos solos do campo experimental de Pacajus, Ceará, para agricultura**. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical. 2002. 20p. (Documento, n. 53).

LIMA, V. P. M. S. **A cultura do cajueiro no Nordeste do Brasil**. Fortaleza/CE: Banco do Nordeste do Brasil-Escritório Técnico de Estudos Econômicos do Nordeste/ETENE, 1988. 486p. (Estudos Econômicos e Sociais, n. 35).

MAIA, S. S. S.; PINTO, J. E. B. P.; SILVA, F. N.; OLIVEIRA, C. Influência da adubação orgânica e mineral no cultivo do bamburral (*Hyptis suaveolens* (L.) Poit.) (*Lamiaceae*). **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 3, n. 4, p. 327-331, 2008.

MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. 1ª ed. São Paulo/SP: CERES, 1980. 251p.

MANJUNATH, M.; KUMAR, U. YADAVA, RAI, A. B.; SINGH, B. Influence of organic and inorganic sources of nutrients on the functional diversity of microbial communities in the vegetable cropping system of the Indo-gangetic plains. **Comptes Rendus Biologies**, [S.l.], v. 341, n. 6, p. 349-357, 2018.

MARTINS, T. S. **Folha diagnóstica para avaliação do estado nutricional de clones de cajueiro-anão**. 2019. 50p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Ciência do Solo). Universidade Federal do Ceará-UFC. Fortaleza/CE. 2019.

MARROCOS, S. T. P. **Composição de biofertilizante e sua utilização via fertirrigação em meloeiro**. 2011. 62p. Dissertação de Mestrado (Programa de pós-graduação em fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido-UFERSA, Mossoró/RN, 2011.

MARSCHNER, P. **Mineral nutrition of higher plants**. 3ª ed. San Diego/EUA: ACADEMIC PRESS, 2012. 651p.

MELO, A. R. B. **Concentração e quantidade de macronutrientes em cajueiro (*Anacardium occidentale* L.) anão precoce**. 1991. 72p. Dissertação de Mestrado (Programa

de Pós-Graduação em Solos e Nutrição de Plantas). Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”-ESALQ. Piracicaba/SP. 1991.

MELO, A. S.; COSTA, C. X.; BRITO, M. E. B.; VIÉGAS, P. R. A.; SILVA JÚNIOR, C. D. Produção de mudas de mamoeiro em diferentes substratos e doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 2, n. 4, p. 257-261, 2007.

MELO, L. C. A.; SILVA, C. A.; DIAS, B. O. Caracterização da matriz orgânica de resíduos de origens diversificadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, p. 101-110, 2008.

MENDONÇA, V.; MELO, J. K. H.; MENDONÇA, L. F. M.; LEITE, G. A.; PEREIRA, E. C. Avaliação de diferentes substratos na produção de porta enxertos de tamarindeiro. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 27, n. 1, p. 60-66, 2014.

MENDONÇA, V.; MENDONÇA, L. F. de M. **Fruticultura Tropical: bananeira, cajueiro e mangueira**. 1ª ed. Mossoró/RN: EDUFERSA, 2013. 351p.

MESQUITA, E. F.; CHAVES, L. H. G.; FREITAS, B. V.; SILVA, G. A.; SOUSA, M. V. R.; ANDRADE, R. Produção de mudas de mamoeiro em função de substratos contendo esterco bovino e volumes de recipientes. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 58-65, 2012.

MORAIS, F. A.; GÓES, G. B.; COSTA, M. E.; MELO, I. G. C.; VERAS, A. R. R.; CUNHA, G. O. M. Fontes e proporções de esterco na composição de substratos para produção de mudas de jaqueira. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, p. 784-789, 2012.

MOREIRA, R. A.; RAMOS, J. D.; ARAÚJO, N. A.; MARQUES, V. B.; MELO, P. C. Produtividade e teores de nutrientes em cladódios de pitaia vermelha utilizando-se adubação orgânica e granulada bioclástica. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 7, n. 1, p. 714-719, 2012.

NATALE, W.; ROZANE, D. E. **Análise de solo, folhas e adubações de frutíferas**. 1ª ed. São Paulo/SP: Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”, 2018. 124p.

NATALE, W.; ROZANE, D. E.; PARENT, L. E.; PARENT, S. E. Acidez do solo e calagem em pomares de frutíferas tropicais. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 34, n. 4, p. 1294-1306, 2012.

NEVES, O. S. C.; CARVALHO, J. G.; RODRIGUES, C. R. Crescimento e nutrição mineral de mudas de umbuzeiro (*Spondias tuberosa* arr. cam.) submetidas a níveis de salinidade em solução nutritiva. **Ciência e Agrotecnologia**, lavras, v. 28, n. 5, p. 997-1006, 2004.

OLIVEIRA, F. C.; MATTIAZZO, M. A.; MARCIANO, C. R.; ABREU JUNIOR, C. H. Alterações em atributos químicos de um Latossolo pela aplicação de composto de lixo urbano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, n. 4, p. 529-538, 2002b.

OLIVEIRA, F. N. S.; AQUINO, A. R. L.; LIMA, A. A. C. **Correção da acidez e adubação mineral em solos de Cerrado cultivados com cajueiro anão precoce enxertado**. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000. 32p. (Circular Técnica, n. 5).

OLIVEIRA, F. T.; HAFLE, O. M.; MENDONÇA, V.; MOREIRA, J. N.; PEREIRA JUNIOR, E. B.; ROLIM, H. O. Respostas de porta-enxertos de goiabeira sob diferentes fontes e proporções de materiais orgânicos. **Revista Comunicata Scientiae**, Bom Jesus, v. 6, n. 1, p. 17-25, 2015.

OLIVEIRA, V. H. **Cultivo do cajueiro anão precoce**. 2ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2008. 44p. (Sistema de Produção, n. 1).

OLIVEIRA, V. H.; MONTENEGRO, A. T.; CARBAJAL, A. C. R.; MESQUITA, A. L. M.; AQUINO, A. R. L.; FREIRE, F. C. O.; OLIVEIRA, F. N. S.; ARAÚJO FILHO, G. C.; PAIVA, J. L.; BARROS, L. M.; CRISÓSTOMO, L. A.; PESSOA, P. F. A. P.; SILVEIRA, S. S. **Cultivo do cajueiro anão precoce**. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2002a. 40p.

PAIVA, J. R. de; CARDOSO, J. E.; MESQUITA, A. L. M.; CAVALCANTE, J. J. V.; SANTOS, A. A. de. Desempenho de clones de cajueiro anão-precoce no semiárido do estado do Piauí. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 39, n. 2, p. 295-300, 2008.

PAIVA, J. R.; BARROS, L. M. **Clones de cajueiro: obtenção, características e perspectivas**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2004. 26p. (Documentos, n. 82).

PAIVA, J. R.; CRISÓSTOMO, J. R.; BARROS, L. M. **Recursos genéticos do cajueiro: Coleta, conservação, caracterização e utilização**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2003. 43p. (Documentos, n. 65).

PEIXOTO FILHO, J. U.; FREIRE, M. B. G. S.; FREIRE, F. J.; MIRANDA, M. F. A.; PESSOA, L. G. M.; KAMIMURA, K. M. Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 17, n. 4, p. 419-424, 2013.

PESSOA, P. F. A. P. LEITE, L. A. S. Desempenho do agronegócio caju brasileiro. *In*: ARAÚJO, J. P. P. (ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. p. 20-40.

PESSOA, P. F. A. P.; OLIVEIRA, V. H.; SANTOS, F. J. S.; SEMRAU, L. A. S. Análise da viabilidade econômica do cultivo do cajueiro irrigado e sob sequeiro. [*S.l.*], **Revista Econômica do Nordeste**, v. 31, n. 2, p. 178-187, 2000.

RIBEIRO, K. A.; OLIVEIRA, T. S.; MENDONÇA, E. S.; XAVIER, F. A. S.; MAIA, S. M. F.; SOUSA, H. H. F. Qualidade do solo na cultura do cajueiro anão precoce cultivado sob diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 31, p. 341-351, 2007.

ROBERTS, T. L. Improving nutrient use efficiency. **Turkish Journal of Agriculture and Forestry**, [*S.l.*], v. 32, n. 1, p. 177-182, 2008.

ROGERI, D. A.; ERNANI, P. R.; LOURENÇO, K. S.; CASSOL, P. C. GATIBONI, L. C. Mineralização e nitrificação do nitrogênio proveniente da cama de aves aplicada ao solo.

Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v. 19, n. 6, p. 534–540, 2015.

RONQUIM, C. C. **Conceitos de fertilidade do solo e manejo adequado para as regiões tropicais**. 1ª ed. Campinas/SP: Embrapa Monitoramento por Satélite, 2010. 26p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, n. 8).

ROUSSO, P. A.; GASPARATOS, D.; KECHROLOGOU, K.; KATSENO, P.; BOUCHAGIER, P. Impact of organic fertilization on soil properties, plant physiology and yield in two newly planted olive (*Olea europaea* L.) cultivars under mediterranean conditions. **Scientia Horticulturae**, [S.l.], v. 220, n. 1, p. 11-19, 2017.

SANTOS, A. S.; SANTOS FILHO, V. F. O.; DINIZ, G. L.; SOUZA, F. M. Efeito de diferentes doses de esterco bovino em dois tipos de solo no crescimento inicial de cajueiro anão-precoce. *In*: Simpósio Nacional de Estudo para a Produção Vegetal no Semiárido (SINPROVS), 3., 2018. Campina Grande/PB. **Anais [...]**. Capina Grande/PB: Universidade Federal de Campina Grande, 2018. Disponível em: <http://www.sinprovs.com.br/>. Acesso em: 22 de julho de 2019. v. 1, p. 1-4.

SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDE, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 1395-1398, 2001.

SENESI, N. Composted materials as organic fertilizer. **Science of the Total Environment**, [S.l.], v. 81, n. 82, p. 521-542, 1989.

SERRANO, L. A. L.; MELO, D. S.; TANIGUCHI, C. A. K.; VIDAL NETO, F. C.; CAVALCANTE JÚNIOR, L. F. Porta-enxertos para produção de cajueiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 48, n. 9, p. 1237-1245, 2013.

SERRANO, L. A. L.; OLIVEIRA, V. H. Aspectos botânicos, fenologia e manejo de culturas de cajueiro. *In*: ARAÚJO, J. P. P. (ed.). **Agronegócio caju: práticas e inovações**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. p. 77-165.

SERRANO, L. A. L.; PESSOA, F. A. P. P. 2016. **Sistema de Produção do caju: aspectos econômicos da cultura do cajueiro**. Disponível em: https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?p_p_id=conteudoportlet_WAR_sistema6_1galceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p__ol_id=column2&p_p_col_count=1&p_r_p_6293187_sistemaProducaoId=7705&p_r_p_996514_topicoId=10308. Acesso em: 22 de setembro de 2018.

SILVA, F. C.; EIRA, P. A.; BARRETO, W. O.; PÉREZ, D. V.; SILVA, C. A. **Análises químicas para avaliação da fertilidade do solo: métodos usados na Embrapa Solos**. Rio de Janeiro/RJ: Embrapa Solos, 1998. 40p. (Documento, n. 3).

SILVA, J. A. G. Caju. *In*: SEREJO, J. A. S.; DANTAS, J. L. L.; SAMPAIO, C. V.; COELHO, Y. S. (ed.). **Fruticultura Tropical: espécies regionais e exóticas**. 1ª ed. Brasília/DF: Embrapa Informação Tecnologia, 2009. p. 19-32.

SILVA, V. B.; SILVA, A. P.; DIAS, B. O.; ARAUJO, J. L.; SANTOS, D.; FRANCO, R. P. Decomposição e liberação de N, P e K de esterco bovino e de cama de frango isolados ou misturados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 38, n. 5, p. 1537-1546, 2014.

SILVA, W. C. M.; NASCIMENTO, M. F.; RICIERI, R. P. Influência da temperatura do solo na cultura da alface. *In*: Congresso Brasileiro de Engenharia Agrícola, 30., 2001. Foz do Iguaçu/PR. **Anais [...]**. Foz do Iguaçu/PR: Associação Brasileira de Engenharia Agrícola/SBEA, 2001. Disponível em: <https://www.conbea.org.br/>. Acesso em: 20 de setembro de 2019.

SOUSA, A. B. O. **Germinação e desenvolvimento inicial de plântulas de cajueiro anão precoce sob irrigação salina**. 2011. 60p. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola). Universidade Federal do Ceará-UFC. Fortaleza/CE. 2011.

SOUTO, P. C.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V.; ARAÚJO, G. T.; SOUTO, L. S. Decomposição de esterco disposto em diferentes profundidades em área degradada no semi-árido da Paraíba. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 125-130, 2005.

SUGE, J. K.; OMUNYIN, M. E.; OMAMI, E. N. Effect of organic and inorganic sources of fertilizer on growth, yield and fruit quality of eggplant (*Solanum melongena* L.). **Scholars Research Library**, [S.l.], v. 3, n. 6, p. 470-479, 2011.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6ª ed. Porto Alegre/RS: ATMED, 2017. 858p.

TECCHIO, M. A.; DAMATTO JUNIOR, E. R.; LEONEL, S.; PEDROSO, C. J. Distribuição do sistema radicular do maracujazeiro-doce cultivado com adubação química e orgânica. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 27, n. 2, p. 324-326, 2005.

TEDESCO, M. J.; SELBACH, P. A.; GIANELLO, C.; CAMARGO, F. A. O. Resíduos orgânicos no solo e os impactos no ambiente. *In*: SANTOS, G. A.; SILVA, L. S.; CANELLAS, L. P.; CAMARGO, F. A. O. (ed.). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2ª ed. Porto Alegre/RS: Metrópole, 2008. p. 113-136.

TEIXEIRA, P. C.; DONAGEMMA, G. K.; FONTANA, A.; TEIXEIRA, W. G. **Manual de métodos de análise de solo**. 3ª ed. Rio de Janeiro/RJ: Embrapa Solos, 2017. 573p.

TEJADA, M.; HERNANDEZ, M. T.; GARCIA, C. Soil restoration using composted plant residues: effects on soil properties. **Soil and Tillage Research**, [S.l.], v. 102, n. 1, p. 109-117, 2009.

TORRES, J. L. R.; PEREIRA, M. G. Dinâmica do potássio nos resíduos vegetais de plantas de cobertura no cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 32, n. 4, p. 1609-1618, 2008.

TREICHEL, M.; KIST, B. B.; SANTOS, C. E.; CARVALHO, C.; BELING, R. R. **Anuário Brasileiro de Fruticultura 2016**. Santa Cruz do Sul/SC: Gazeta Santa Cruz, 2016. 88p.

TROEH, F. R.; THOMPSON, L. M. **Solo e fertilidade do solo**. 6ª Ed. São Paulo: editora-andrei, 2007. 718p.

VIDAL NETO, F. C.; BARROS, L. M.; CAVALCANTI, J. J. V.; MELO, D. S. Melhoramento genético e cultivares de cajueiro. *In*: ARAÚJO, J. P. P. (ed.). **O agronegócio caju: práticas e inovações**. 1ª ed. Fortaleza/CE: Embrapa Agroindústria Tropical, 2013. p. 481-508.

WEBER, M. A.; MIELNICZUK, J. Estoque e disponibilidade de nitrogênio no solo em experimento de longa duração. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 33, n. 1, p. 429-437, 2009.

WIDIATMAKA, A.; SUTANDI A.; ISWANDI, A.; DARAS, U.; HIKMAT, M.; KRISNOHADI, A. Establishing Land Suitability Criteria for Cashew (*Anacardium occidentale* L.) in Indonesia. **Applied and Environmental Soil Science**, [S.l.], v. 2014, n. 1, p. 1-14, 2014.

XAVIER, F. A. S.; MAIS, S. M. F.; RIBEIRO, K. A.; MENDONÇA, E. S.; OLIVEIRA, T. S. Effect of cover plants on soil C and N dynamics in different soil management systems in dwarf cashew culture. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, [S.l.], v. 165, n. 1, p. 173-183, 2012.

XIONG, L.; ZHU, J. Molecular and genetic aspects of plant responses to osmotic stress. **Plant, Cell and Environment**, [S.l.], v. 25, n. 2, p. 131-139, 2002.

ZECH, W.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A. & SCHROTH, G. Factor controlling humification and mineralization of soil organic matter in the tropics. **Geoderma**, [S.l.], v. 79, n. 4, p. 117-161, 1997.