



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS
TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO



LUCIRENE CAMILO DA SILVA THOMAZ

**COMPORTAMENTO DO GIRASSOL NA FASE INICIAL DE CRESCIMENTO COM
ADUBAÇÃO DE ESTERCO DE AVES EM DIFERENTES
NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO**

PALMAS

2016




MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO - MEC
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA – SETEC
IFTO – CAMPUS PALMAS
DIRETORIA DE ENSINO
COORDENAÇÃO DA ÁREA DE RECURSOS NATURAIS
TECNOLOGIA EM AGRONEGÓCIO



LUCIRENE CAMILO DA SILVA THOMAZ

**COMPORTAMENTO DO GIRASSOL NA FASE INICIAL DE CRESCIMENTO COM
ADUBAÇÃO DE ESTERCO DE AVES EM DIFERENTES
NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à
Coordenação de Recursos Naturais como
requisito para obtenção da conclusão do Curso
Superior de Tecnologia em Agronegócio IFTO-
Campus Palmas.

Orientador: Prof^o Dr. Edvaldo Vieira Pacheco
Sant´Ana.

**PALMAS
2016**

Thomaz, Lucirene Camilo da Silva

Comportamento do girassol na fase inicial de crescimento com adubação de esterco de aves em diferentes níveis de compactação / Lucirene Camilo da Silva Thomaz. - Palmas, 2016
35 f.

Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Agronegócio – Instituto Federal de Educação do Tocantins, Campus Palmas, 2016.

Orientador(a): Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant´Ana.

1. Adubação orgânica 2. Compactação 3. Girassol

LUCIRENE CAMILO DA SILVA THOMAZ

**COMPORTAMENTO DO GIRASSOL NA FASE INICIAL DE CRESCIMENTO COM
ADUBAÇÃO DE ESTERCO DE AVES EM DIFERENTES
NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO**

Este Trabalho de Conclusão de Curso foi julgado e aprovado como cumprimento às exigências legais do currículo do Curso Superior de Tecnologia em Agronegócio pela Coordenação da Área Recursos Natural no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia-*Campus* Palmas.

Palmas, 16 março de 2016.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant´Ana
Presidente e Orientador

Prof. Dr.^a Cheila Cristina Naves Barbiero
Membro de Banca Examinadora

Prof. Dr. José Eustáquio Canguçu leal
Membro de Banca Examinadora

“Põe tu confiança no Senhor, e segue os seus caminhos” (Sl 36,34).

AGRADECIMENTOS

Peço a permissão ao meu bom Deus para agradecer pelas pessoas importantes em minha vida.

Agradeço ao meu amado marido Walter Thomaz de Souza Filho pelo incentivo, força e carinho nas horas difíceis e por acrescentar razão e beleza aos meus dias. Ao meu lindo e amado filho Igor Camilo Thomaz, com seu gesto tão singelo, mãozinha a me acariciar, me envolvendo com um sorriso fazendo eu até esquecer-se das minhas ansiedades e angústias, grande razão da minha determinação para concluir este trabalho.

Agradeço a minha mãe Lúcia, guerreira que me deu apoio, incentivo, e acreditou na minha determinação. Ao meu pai José Batista “In memoriam” que apesar de todas às dificuldades, de alguma forma me mostrava que precisava fazer a diferença, que para mim foi muito importante. Agradeço aos meus irmãos e sobrinhos, que de alguma forma injetaram estímulo na minha vida por mais difícil que fossem as circunstâncias. Agradeço muito a minha tia Nerivalda e ao tio Gilberto, pelos deliciosos mingaus nas tardes aconchegantes de domingo.

Agradeço aos professores pelo conhecimento, que desempenharam com dedicação as aulas ministradas no decorrer do curso.

Agradeço aos meus colegas de classe e com certeza futuros excelentes profissionais.

Não poderia deixar de agradecer em especial a minha amiga Aline Bernardo Queiroz, companheira dessa jornada, regada de dignidade, carinho e amizade, que sempre esteve ao meu lado nos momentos difíceis, engraçados, tristes, alegres e na cumplicidade do dia-a-dia na sala de aula ou na elaboração dos trabalhos.

E agradeço ao meu querido orientador, Dr. Edvaldo Vieira Pacheco Sant´Ana que me acolheu de braços abertos conduzindo-me pelo caminho da pesquisa com disposição e atenção me ajudou nesta etapa final, um excelente professor e profissional no qual me espelho.

É com imensa gratidão, agradeço todas familiares e amigos que de algum modo, nos momentos serenos e ou apreensivos, fizeram ou fazem parte da minha vida, por isso agradeço a todos de coração.

E finalmente agradeço a Deus, por proporcionar este momento e poder agradecer a todos que tornaram minha vida mais dinâmica, autêntica e afetuosa. Meu bom Deus obrigado pela luz em meu caminho.

Obrigada!

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho primeiramente a Deus, por ser essencial em minha vida, minha luz e socorro presente na hora da angústia. A meu esposo Walter Thomaz de Souza Filho, meu companheiro, com quem amo partilhar a vida. Ao meu amado filho Igor Camilo Thomaz.

RESUMO

THOMAZ, Lucirene Camilo da Silva. **COMPORTAMENTO DO GIRASSOL NA FASE INICIAL DE CRESCIMENTO COM ADUBAÇÃO DE ESTERCO DE AVES EM DIFERENTES NÍVEIS DE COMPACTAÇÃO DO SOLO em Palmas-TO.** 2016. 35 f. Trabalho de Conclusão de Curso – Tecnologia em Agronegócio. Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia – IFTO. Palmas-Tocantins

O diagnóstico da compactação dos solos agrícolas é fundamental na escolha do modelo de mecanização agrícola para que possa proporcionar alta produtividade aliada ao manejo e conservação do solo e do meio ambiente. O presente trabalho teve como objetivo analisar o comportamento das sementes de girassol em solo compactado com ou sem adubação orgânica, no caso, o esterco de aves. O experimento foi conduzido no IFTO – Campus Palmas, município de Palmas, estado do Tocantins, em um ambiente protegido. O delineamento foi inteiramente casualizado, esquema fatorial 3x2, onde os tratamentos foram três densidades do solo: 1,00, 1,30 e 1,60 g cm³ e duas adubações orgânicas de esterco de aves: 0 e 20 t/ha, com quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5%. Conforme a análise de variância houve efeito significativo para a produção de massa seca parte aérea (MSPA) e de massa seca de raízes (MSR) em resposta à adubação orgânica, e não a compactação do solo e a interação da adubação orgânica e os níveis crescentes de compactação do solo. A maior dose de esterco de aves favoreceu a produção de MSPA e MSR em níveis decrescente de compactação do solo, portanto, não minimizou o efeito da compactação na produção de MSPA e MSR.

Palavras-chave: adubação orgânica, compactação, girassol.

ABSTRACT

THOMAZ, Lucirene Camilo da Silva **BEHAVIOR IN SUNFLOWER GROWTH INITIAL PHASE WITH POULTRY MANURE OF MANURE IN DIFFERENT SOIL COMPRESSION LEVELS in Palmas-TO.** 2016. 35 f. Work Completion of course - Technology in Agribusiness. Federal Institute of Education, Science and Technology - IFTO. Palmas, Tocantins

Abstract: The diagnosis of compaction of agricultural soils is critical to the choice of agricultural mechanization model so that it can provide high productivity coupled with the management and conservation of soil and the environment. The research project aimed to analyze the sunflower behavior in compacted soil with or without organic fertilization, in case the poultry manure. The experiment was conducted in IFTO - Campus Palmas, city of Palmas, Tocantins state, in a protected environment. The design was completely randomized factorial 3x2, where treatments were three soil density: 1.00, 1.30 and 1.60 g cm³ and two organic fertilizer from poultry manure: 0 and 20 t / ha, with four replications. The results were submitted to analysis of variance, and means were compared by Tukey test at 5%. As the variance significant effects analysis for the production of dry mass part air (MSPA) and dry mass of the root (MSR) in response to organic fertilization, and no soil compaction and the interaction of organic fertilizer and increasing levels of soil compaction. Most poultry manure dose favored the production of MSPA and MSR in decreasing levels of soil compaction, therefore, did not minimize the effect of compression in the production of MSPA and MSR.

Keywords: organic fertilizer, compression, sunflower.

Sumário

1	INTRODUÇÃO.....	13
1.1	Problema.....	14
1.2	Justificativa.....	14
2	OBJETIVOS.....	15
2.1	Objetivo Geral:	15
2.2	Objetivos Específicos:	15
3	REVISÃO DE LITERATURA.....	16
3.1	Girassol	16
3.2	Produção - Girassol.....	17
3.3	Adubação orgânica na cultura do girassol	18
3.4	Compactação do solo na cultura do girassol.....	19
3.5	Compactação do solo x adubação orgânica	20
3.6	Adubação orgânica para grandes áreas	22
4	MATERIAIS E MÉTODOS.....	24
4.1	Universo da pesquisa.....	24
5	RESULTADOS E DISCUSSÃO	29
6	CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	32

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Telado	24
Figura 2 - Preparação dos anéis	25
Figura 3 - Compactação (êmbolo).....	26
Figura 4 - 40 DAE plantas	27
Figura 5 – Raízes separadas da terra	27
Figura 6 – Material vegetal (parte aérea e raízes).....	28

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Composição química típica.....	22
Tabela 2 – Produção de MSPA (g) e MSR (g) do girassol	29

LISTA DE QUADRO

Quadro 1 – Análise do Solo.....	24
---------------------------------	----

1 INTRODUÇÃO

O girassol se destaca entre as cinco maiores culturas oleaginosas produtoras de óleo vegetal comestível, atrás apenas da soja, do algodão, da colza e do amendoim. Em termos de produção de grão, o Brasil é um produtor pouco expressivo de girassol, tendo participado com aproximadamente 0,5% da produção mundial nos últimos anos (FAGUNDES, 2002).

A cultura do girassol tem um grande potencial por permitir cultivos em qualquer época do ano na maioria das regiões do Brasil. Além disso, tem um grande potencial para a produção de grãos e óleo vegetal, forragem e adubo verde quando bem manejada. Diante disso, o crescimento da cultura em relação à área plantada está em ascensão, com uma produção para a safra 2012-2013 de 109.630 toneladas, para uma área plantada de 69.340 hectares (IBGE, 2013).

Segundo Lopes et al. (2009) O girassol está inserido entre as espécies vegetais de maior potencial para a produção de energia renovável no Brasil, como matéria-prima para a produção de biocombustível, além de se constituir em uma importante opção para o produtor agrícola em sistemas envolvendo rotação ou sucessão de culturas.

A adubação orgânica quando utilizada de forma adequada traz ganhos significativos à produtividade na maioria das cultivares. Um produto na linha de produção que demanda baixo custo de investimento, porém necessita da utilização de técnicas adequadas para evitar o uso desnecessário de nutrientes o que pode em determinados casos influenciar negativamente a produtividade.

A utilização de esterco nas plantações foram muito utilizados no passado, mas com o advento dos adubos químicos o interesse pelos fertilizantes orgânicos diminuiu. Mas a preocupação com a degradação ambiental renovou o interesse pelo uso dos esterco, ou seja, pela agricultura sustentável (MENESES, 1993).

O efeito do uso de fertilizantes de origem orgânica sobre a produtividade das culturas pode ser direto, através do fornecimento de nutrientes, ou indireto, através da modificação das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1997).

A compactação do solo é danosa para a produção agrícola, pois influencia negativamente o crescimento de raízes, fazendo com que a planta tenha

problemas em seu desenvolvimento. A compactação também diminui a movimentação da água pelo solo, pois cria uma camada muito densa de solo onde a água não infiltra, ocasionando excesso de água no solo nas camadas superficiais, podendo provocar erosão. Nos solos compactados, a armazenagem de água também é deficiente, causando problemas às culturas em épocas de estiagens.

Revista Globo Rural (2014)

“Borges et al. (1988) observaram que as raízes desenvolvem-se melhor em pontos de menor resistência oferecidos pelo solo, razão por que ocorrem modificações na morfologia da raiz, como redução no comprimento e aumento no diâmetro, quando estas encontram restrição ao crescimento. Desta forma, a resistência do solo à penetração é fundamental para a avaliação dos efeitos dos sistemas de preparo no ambiente físico do solo para o crescimento das plantas”.

Diante do exposto, foram avaliados os efeitos da adubação orgânica com utilização de esterco de aves na plantação do girassol em diferentes níveis de compactação de solo.

1.1 Problema

Quais os efeitos do esterco de aves e os diferentes níveis de compactação do solo no plantio do girassol?

1.2 Justificativa

De acordo Luchiari Junior et al (1985) o cultivo de plantas em solos dos cerrados, provoca profundas alterações nas propriedades físicas destes solos, causando um aumento da densidade e diminuição no volume total de vazios, principalmente na macroporosidade; isto provoca uma sensível redução na permeabilidade do solo, um aumento na resistência mecânica ao crescimento das raízes, com consequente aumento dos riscos de erosão sob condições de chuvas de alta intensidade, comuns nos Cerrados.

Para Rosolem (1995), a resistência do solo à penetração é uma das propriedades físicas do solo diretamente relacionados com o crescimento das plantas e modificados pelos sistemas de preparo do solo.

Devido à carência de trabalhos relacionados ao manejo da adubação orgânica com influência em solo compactado, este presente trabalho visou também

colaborar na otimização do uso da adubação com esterco de aves como um instrumento relacionado ao manejo da fertilidade do solo e como promotora de desenvolvimento rural sustentável.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral:

Estudar o efeito de diferentes densidades do solo sobre o desenvolvimento do sistema radicular e da parte aérea do girassol (*Helianthus annuus* L.) com o uso do esterco de aves.

2.2 Objetivos Específicos:

- Caracterizar o desenvolvimento da parte aérea e radicular em função de diferentes níveis de compactação e doses de esterco de aves;
- Identificar os níveis de compactação que limitam o desenvolvimento radicular do girassol (*Helianthus annuus* L.) com ou sem esterco de aves.

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Girassol

Origem e Difusão Geográfica

O girassol (*Helianthus annuus* L.), dicotiledônea anual, pertence à família Compositae (Asteraceae) teve inicialmente o Peru definido como seu centro de origem, porém, pesquisas arqueológicas revelaram o uso do girassol por índios norte americanos, com pelo menos uma referência indicando o cultivo nos Estados de Arizona e Novo México, por volta de 3000 anos a. C. (SELMECZI-KOVACS, 1975).

Em 1510, o girassol foi levado, por conquistadores espanhóis, do continente americano para o Jardim Botânico de Madri, Espanha (PUTT, 1997). Inicialmente o interesse foi como planta ornamental, mas também havia o uso alimentício. No final do século XVI, o girassol foi difundido para diversas partes da Europa.

A migração para o leste Europeu ocorreu por volta do século XVIII, e foi em 1769, que o girassol foi citado pela primeira vez na Rússia como planta comercial. Desse modo, nos anos subsequentes, esse país iniciou um programa de fomento à cultura, investindo no melhoramento genético e extração de óleo do girassol. No século XX, tornaram-se umas das culturas mais importantes com cerca de 150 mil hectares cultivados (PUTT, 1997).

Após ser melhorado no continente europeu, por volta de 1880, o girassol é reintroduzido nos EUA, por fazendeiros americanos. Inicialmente, o uso foi como planta forrageira e posteriormente como oleaginosa, com a introdução de cultivares com bom rendimento e alto teor de óleo.

O cultivo do girassol no Brasil iniciou no século XIX, na região Sul, provavelmente trazida por colonizadores europeus que consumiam as sementes torradas e fabricavam uma espécie de chá matinal (PELEGRINI, 1985).

A primeira indicação de cultivo comercial data de 1902, em São Paulo, quando a Secretaria da Agricultura distribuiu sementes aos agricultores (UNGARO 1982). Na década de 30, o girassol foi indicado como planta de muitas aptidões como produtora de silagem, oleaginosa, alimentação de aves, entre outros

(UNGARO 1982). Os primeiros cultivos comerciais ocorreram no Rio Grande do Sul, porém não obtiveram sucesso, pela falta de adaptação dos cultivares e competição com a área de soja.

Os desafios que o girassol enfrenta no Brasil são basicamente três: oferecer ao produtor uma alternativa, que em caráter complementar, possibilite uma segunda colheita, sobre a mesma área e no mesmo ano agrícola; oferecer mais uma matéria prima oleaginosa às indústrias de processamento de outros grãos, reduzindo sua ociosidade e finalmente, oferecer ao mercado um óleo comestível de alto valor nutricional (PELEGRINI, 1985).

3.2 Produção - Girassol

Mundo

A produção mundial de grãos de girassol para a safra 2015/16, segundo o (USDA - junho/2015) deverá ser da ordem de 39,9 milhões de toneladas, queda de 0,3%, se comparada com a safra passada. A Ucrânia, maior produtor de grão de girassol, com uma produção para a safra 2015/16 em torno de 10,0 milhões de toneladas, deverá ter queda de 2,0% devido principalmente ao conflito entre Ucrânia e Rússia. Em seguida vem à Rússia com uma produção de 9,4 milhões de toneladas, aumento em torno de 5,3% em relação à safra passada, devido às melhores condições climáticas na hora do plantio. Quanto a União Europeia, é prevista uma produção em torno de 8,5 milhões de toneladas, queda em torno de 4,9%, se comparada com a safra passada. Já o consumo é previsto em torno de 8,4 milhões de toneladas e queda em torno de 0,8%, se comparados com a safra anterior.

Segundo informações do (USDA – junho de 2015). A produção mundial de óleo de girassol para a safra 2015/16 deverá ser da ordem de 15,2 milhões de toneladas, aumento de 0,8%, se comparada com a safra 2014/15. O maior produtor é a Ucrânia, com uma produção de 4,2 milhões de toneladas, produzindo 29% de todo o óleo de girassol no mundo e com queda em sua produção de óleo prevista em torno de 2,0%, em relação à safra anterior. Já o segundo maior produtor, em termos percentuais é a Rússia, com 24% da produção mundial.

Brasil

No 10º "Levantamento de Safra", - safra 2014/15 -, realizado pela (CONAB julho/2015). A produtividade média nacional de girassol, prevista para a safra 2014/15, deverá ser da ordem de 1.559 kg/ha, ou seja, queda de 2,4%, em relação à safra 2013/14. A melhor média de produtividade das regiões produtoras deverá ser obtida no Centro-Oeste, algo em torno de 1.730 kg/ha. Espera-se, para o Mato Grosso, uma produtividade média equivalendo a 1.528 kg/ha, queda de 5,2% em comparação à safra anterior. Nos últimos levantamentos de safra, realizados em maio e junho de 2015, constatou-se que não haverá plantação de girassol no Nordeste na safra atual.

As estimativas da produção nacional de girassol para a safra 2014/15 devem girar em torno de 144,5 mil toneladas, ou seja, 37,9% inferior à safra passada. De acordo com informações do setor produtivo, as condições climáticas estavam desfavoráveis no momento do plantio, além do que, há de se considerar que os insumos tiveram substancial aumento devido à elevação na cotação do dólar, aumentando, também, o custo de produção nos demais Estados de maior produção.

3.3 Adubação orgânica na cultura do girassol

Existem vários trabalhos na literatura envolvendo adubos químicos na cultura do girassol, mas muito pouco com esterco de aves.

A adubação orgânica traz enormes benefícios ao meio ambiente, a saúde das pessoas e, ainda melhora a vida no solo. Segundo, (SILVA, 2011).

A prática de adubação orgânica é uma forma de tratar bem o solo, ou seja, como um "organismo vivo". A vida no solo só é possível onde há disponibilidade de ar, água e nutrientes. Os organismos vivos do solo fazem a transformação química dos nutrientes, tornando-os disponíveis para absorção pelas raízes das plantas. De maneira simples e direta, pode-se dizer que a matéria orgânica é a parte do solo que já foi ou ainda é viva.

A adubação orgânica aumenta a penetração das raízes e a oxigenação do solo. Possui macro (NPK, Ca, Mg e S) e micronutrientes em quantidades bem equilibradas, que as plantas absorvem conforme sua necessidade, em quantidade e qualidade. Além disso, na adubação orgânica, as perdas dos nutrientes com as

chuvas intensas e frequentes são bem menores, quando comparado à adubação química altamente solúvel, (SILVA, 2011).

No trabalho de NOBRE, et al. (2010). Os efeitos da reposição hídrica e adubação orgânica sobre o girassol ocorreram de forma independente. A adubação orgânica na dosagem de 1,5% proporcionou a maior altura, assim como até a dosagem de 1,4%, houve ligeira redução no número de dias necessários para iniciar a floração do girassol.

De acordo com o trabalho de Pereira, et al p. 59-64, (2014), “os resultados apresentados, observa-se que a altura de plantas da cultura do girassol foi afetada pelas doses de esterco ovino. Ou seja, relação entre altura de plantas e doses de esterco ovino foi crescente. O uso da adubação orgânica com esterco ovino favoreceu o crescimento e desenvolvimento da cultura do girassol, podendo ser recomendado como fonte de fertilização orgânica viável para a cultura”.

3.4 Compactação do solo na cultura do girassol

O termo compactação do solo refere-se à compressão do solo não saturado durante a qual existe um aumento de sua densidade em consequência da redução de seu volume (GUPTA; ALLMARAS, 1987; GUPTA et al., 1989) resultante da expulsão de ar dos poros do solo.

Em geral, os solos em seu estado natural, sob vegetação nativa, apresentam características físicas, como permeabilidade, estrutura, densidade do solo e espaço porosos, agronomicamente desejáveis. Nessa situação, o volume de solo explorável pelas raízes é grande. Entretanto, à medida que os solos vão sendo trabalhados, consideráveis alterações físicas vão ocorrendo.

BORGES et. al. (1988) observaram que as raízes desenvolvem-se melhor em pontos de menor resistência oferecidos pelo solo, razão por que ocorrem modificações na morfologia da raiz, como redução no comprimento e aumento no diâmetro, quando estas encontram restrição ao crescimento. Desta forma, a resistência do solo à penetração é fundamental para a avaliação dos efeitos dos sistemas de preparo no ambiente físico do solo para o crescimento das plantas.

No mesmo sentido Piffer (2008), afirma que a capacidade das raízes em penetrar nas camadas compactadas varia de um solo para outro, e mesmo, de uma

planta para outra. O tipo de raízes da espécie também deve ser levado em consideração em solos compactados.

Segundo Embrapa (2008) o girassol dotado de um sistema radicular que se aprofunda no solo, tem alta capacidade de absorção de água e nutrientes. Porém, a planta é sensível à compactação do solo e prefere terrenos melhorados.

De acordo Materecheira et. al. (1992 apud Foloni et al. 2003), com a compactação do solo as raízes sofrem modificações morfológicas e fisiológicas, que são específicas para cada espécie ou cultivar, para se adaptarem.

Os resultados em alguns trabalhos segundo Bennie (1996) são contraditórios, sobre a dificuldade de se estudar o desenvolvimento de plantas em solos compactados.

Rosolem et al. (2002)

Avaliaram o crescimento radicular de *Crotalaria juncea*, *Crotalaria spectabilis*, girassol, milho e sorgo de guiné em vasos com camada subsuperficial compactada, e observaram que as espécies milho e sorgo de guiné apresentaram maior potencial para serem usadas como plantas de cobertura em solos compactados por apresentarem maior densidade de comprimento radicular que as outras espécies, em todos os níveis de compactação testados; constataram, porém, que o crescimento radicular dessas espécies foi afetado com o aumento da resistência do solo à penetração, o que não ocorreu, ou ocorreu suavemente, com as espécies *C. spectabilis* e *C. juncea*, 18 respectivamente, que tiveram valores de densidade de comprimento radicular quase que constante, mesmo com o aumento da compactação do solo.

Silva e Rosolem (2001b)

Verificaram que a compactação do solo piora a nutrição da soja, porém quando cultivada em sucessão às plantas de cobertura esse problema é amenizado. Os autores destacam as espécies aveia-preta, guandu e milho como plantas que favorecem o crescimento radicular da soja abaixo de camadas compactadas de solo.

3.5 Compactação do solo x adubação orgânica

O efeito do uso de fertilizantes de origem orgânica sobre a produtividade das culturas pode ser direto, através do fornecimento de nutrientes, ou indireto,

através da modificação das propriedades físicas do solo que, por sua vez, melhoram o ambiente radicular e estimulam o desenvolvimento das plantas (KIEHL, 1997).

A incorporação de esterco de animais ou outros materiais orgânicos e as práticas de preparo do solo em condições adequadas de umidade podem promover efeitos benéficos nas características físicas do solo, tais como: aumento da microporosidade e retenção de água em solos arenosos. (HAFEZ, 1974; WEIL & KROONTJE 1979 apud ANDREOLA et. Al. 2000).

O efeito dos dejetos animais sobre a estabilização dos agregados do solo em água varia de solo para solo e, muitas vezes, são necessárias aplicações durante vários anos para que as diferenças sejam detectadas. (HAFEZ, 1974; WEIL & KROONTJE, 1979 apud ANDREOLA et.al.2000).

Por outro lado, uma redução na densidade do solo e na suscetibilidade à compactação e um aumento no fluxo de água através do solo saturado podem depender do teor de fibras do esterco utilizado (HAFEZ, 1974).

Segundo Epstein (1975) e Weil & Kroontje (1979), a taxa de infiltração de água pode diminuir nos períodos imediatamente após a aplicação de altas doses de esterco, especialmente o de aves (Epstein, 1975), em razão do diminuto tamanho das partículas, da alta densidade e do baixo teor de fibras desse esterco em relação a outros.

Segundo Bennie (1996), a dificuldade em generalizar conclusões retiradas da literatura, no que diz respeito à influência da compactação do solo na morfologia radicular, ocorre devido à forma das raízes, que depende da espécie em estudo, da classe em que a raiz se enquadra e da idade da raiz.

Em trabalho realizado por Rodrigues et. al. (2011). As dosagens aplicadas do composto orgânico proporcionaram efeitos significativos no crescimento do milho, em termos de biomassa seca. A compactação do solo pouco influenciou as variáveis estudadas.

A resposta das principais plantas cultivadas à compactação ainda não é completamente conhecida. Dependendo da sensibilidade das espécies e das condições ambientais, tem-se observado reduções de até 75% da produtividade, como no feijoeiro quando submetido à compactação. (RODRIGUES et. al, apud, ORZOLEK, 1991).

3.6 Adubação orgânica para grandes áreas

As áreas de agricultura orgânica são pequenas quando comparadas ao total de áreas cultivadas no Brasil.

Silva et al. (2008), Afirnam que em grandes áreas cultivadas organicamente, a adubação com composto orgânico é considerada de uso restrito, pois gera grandes problemas de execução, como à forma de aplicação e a quantidade.

Mesmo adubação orgânica representar melhorias no solo, tendo aspectos bastante favoráveis, como resíduos, cujo descarte causaria impactos ambientais. Para:

Santiago; Rossetto, (2005).

A composição nutricional da adubação orgânica, em alguns casos, pode não ser balanceada, devido à origem da matéria-prima empregada nesse tipo de adubação (Tabela 1), tornando-se necessária a complementação com fertilizantes minerais.

Tabela 1. Composição química típica de vários materiais orgânicos de origem animal, vegetal e agroindustrial.

Material orgânico	C/N	umidade	C	N	P	K	Ca	Mg	S	Zn	Cu	Cd	Ni	Pb
		(g/kg)								(mg/Kg)				
Esterco bovino fresco	20	620	100	5	2,6	6	2	1	1	33	6	0	2	2
Esterco bovino curtido	21	340	320	15	12	21	20	6	2	217	25	0	2	1
Esterco de galinha	10	550	140	14	8	7	23	5	2	138	14	2	2	17
Esterco de porco	9	780	60	7	2	5	12	3	-	242	264	0	2	3
Composto de lixo	27	410	160	6	2	3	11	1	2	255	107	11	25	111
Lodo de esgoto	11	500	170	16	8	2	16	6	2	900	435	-	362	360
Vinhaça in natura	17	950	10	0,6	0,1	3	1	0,4	0,5	3	5	-	-	-
Torta de filtro	27	770	80	3	2	0,6	5	0,8	3	20	13	-	-	-
Torta de mamona	10	90	450	45	7	11	18	5	-	128	73	-	-	-
Mucuna	20	870	60	3	0,6	3	2	0,4	-	6	3	-	-	-
Crotalária júncea	25	860	70	2,8	0,4	3	2	0,4	-	2	1	-	-	-
Milho	46	880	60	1,3	0,2	3	0,5	0,2	0,2	3	1	-	-	-
Aguapé	20	940	20	1	0,1	1	1	0,2	0,2	3	2	0	1	2

Fonte: Rajj et al. (1996)

O maior empecilho do emprego da adubação orgânica em grandes áreas é a falta de equipamentos adequados para a aplicação no campo, pois, geralmente, são materiais com alto teor de umidade, o que torna a atividade pouco eficiente e demorada em relação à adubação mineral. (SANTIAGO ; ROSSETTO, 2005).

4 MATERIAIS E MÉTODOS

4.1 Universo da pesquisa

O experimento foi conduzido no IFTO – *Campus* Palmas, município de Palmas, *Estado* do Tocantins, em um ambiente protegido telado (figura 1). O clima da região é classificado Aw – quente e úmido, com chuvas de outubro a maio, precipitação média anual de 1.500 mm.

Figura 1 - Telado



O solo (camada 0-20cm) da área do *Campus* Palmas- IFTO foi encaminhado a um laboratório comercial de análise química e física do solo para determinar características químicas e físicas e realizar a correção (aplicação de calcário) e adubação de plantio (Quadro 1). O material do solo foi destorroado, homogeneizado e passado em peneira de 4 mm para separação de torrões, raízes e palha.

Quadro 1 - Análise do Solo.

pH	M.O.	Ca+Mg	Ca	Mg	Al	H+Al	K
CaCl ₂	g/dm ³				cmol _c /dm ³		
5,30	2,60	1,60	1,00	0,60	0,00	2,50	41,00
K	P (Melich)	CTC	V	M	Argila	Limo	Areia
mg/dm ³		cmol _c /dm ³		%	g/kg		
0,10	20,00	4,20	40,48	0,00	400,00	80,00	520,00

O solo coletado, após secagem ao ar, foi subdividido em subamostras de 5 kg cada, e em seguida, foi feita calagem, calculada para atingir 60% de saturação por bases do solo. Após, misturado, o solo foi incubado por 25 dias, com umidade em torno de 80% da capacidade de campo, determinada segundo método proposto pela EMBRAPA (1999). Passado esse período, foi adubado de acordo com a análise do solo e a água foi corrigida para 80% da capacidade de campo, e permaneceu em repouso por 48 horas, para distribuição uniforme da umidade no solo, e foi acondicionada nos anéis.

A unidade experimental foi constituída pela sobreposição de três anéis de PVC: o superior, com 10 cm de altura e 10 cm de diâmetro interno, foi preenchido com solo até 5 cm, para desta forma, permitir uma irrigação adequada, o que corresponderá a um volume de $392,70 \text{ cm}^3$. Os outros dois anéis tiveram um diâmetro interno de 10 cm e alturas de 5 e 10 cm, respectivamente, para o anel intermediário, com volume de $392,70 \text{ cm}^3$, e para o anel inferior, de capacidade para $785,40 \text{ cm}^3$, unidos com fita adesiva. O fundo do vaso foi fechado com tampa de isopor conforme figura 2. Em todos os vasos, o primeiro e o terceiro anel receberam amostras deformadas de solo com densidade aparente de $1,00 \text{ g cm}^{-3}$ e adubadas uniformemente.

Figura 2 - Preparação dos anéis



O segundo anel teve densidade de solo variável conforme o tratamento de compactação, que correspondeu a valores de 1,00, 1,30 e 1,60 g cm⁻³. A compactação do solo, foi efetuada somente no segundo anel de cada vaso e quantificada pela densidade aparente, foi obtida, determinando se previamente a quantidade de solo necessário para alcançar os diferentes níveis de compactação. Em seguida, mediante a queda livre de um êmbolo de 4,00 kg, de uma altura de 85 cm sobre um cilindro de ferro com o mesmo diâmetro do anel foi obtido à densidade desejada possível visualizar na figura 3.

Figura 3 - Compactação (êmbolo)



No plantio do girassol (cultivar HELIO 358), foi utilizado cinco sementes por unidade experimental. Dez dias após a emergência (DAE) das plântulas, foi efetuado um desbaste deixando apenas uma plântula. O experimento teve uma duração de 40 DAE. Após esse período a parte aérea das plantas foram cortadas rente ao solo conforme exposto na figura 4.

Para avaliação da penetração das raízes nas camadas compactadas, os três anéis que formam o vaso, foram separados e as raízes correspondentes de cada anel foram coletadas, descartando se aquela cuja penetração tenha ocorrido entre a parede do anel e a camada do solo compactada.

Figura 4 - 40 DAE plantas



E as raízes foram separadas da terra por lavagem sobre a peneira de 2 mm de malha manualmente conforme figura 5.

Figura 5 - Raízes separadas da terra



O material vegetal (parte aérea e raízes), foi seco em estufa de ventilação forçada a 70°C, por 72 horas até peso constante para determinação da massa seca total (MST) figura 6. O delineamento foi inteiramente casualizado, onde os tratamentos foram três densidades do solo: 1,00, 1,30 e 1,60 g cm⁻³ e duas adubações orgânicas com esterco de aves na dose equivalente 0 e 20 t/há, com

quatro repetições. Os resultados foram submetidos à análise de variância, e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, ao nível de 5%.

Figura 6 - Material vegetal (parte aérea e raízes).



5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A cultura do girassol apresenta ótimos desempenhos produtivos, quando submetida à utilização de fontes orgânicas. Moraes et al. (2012).

Conforme a análise de variância houve efeito significativo para a produção de massa seca parte aérea (MSPA) e de massa seca de raízes (MSR) em resposta à adubação orgânica. Mas não houve interação significativa da compactação do solo e adubação orgânica e os níveis crescentes de compactação do solo.

No trabalho realizado por Nolasco et.al. (2012) observaram Influência da compactação e da adubação orgânica no crescimento inicial do milho. Os autores relatam que houve efeito significativo para a produção de MSPA em resposta à adubação orgânica, no caso o esterco bovino, e, para a interação da adubação orgânica com os níveis crescentes de compactação do solo, o efeito foi não significativo.

A elevação crescente da compactação do solo e do esterco de aves resultou uma redução da MSPA e da MSR. (Tabela 2).

Tabela 2. Produção de MSPA (g) e MSR (g) do girassol em função da compactação do solo e do esterco de aves.

Densidade do solo* (g.cm ⁻³)	Esterco de aves* (t/ha)		Média**
	0	20	
	MSPA		
1,00	0,86	1,51	1,19 a
1,30	0,64	1,55	1,09 a
1,60	0,66	1,00	0,83 a
Média**	0,72b	1,35 a	
	MSR		
1,00	0,19	0,82	0,50 a
1,30	0,17	0,63	0,40 a
1,60	0,16	0,46	0,31 a
Média**	0,17 b	0,64 a	

* Não foi aplicado o teste de comparação de médias por que o F de interação (densidade x esterco de aves) não foi significativo.

** As médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si. Foi aplicado o Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

De acordo com Oliveira et al. (2009), elevados teores de esterco podem proporcionar desbalanço nutricional no solo e, em consequência, redução no

desenvolvimento e produção final da cultura. E em relação à raiz do girassol, Ungaro (2000), reforça que planta é sensível a solos compactados, apresentando baixa capacidade de penetração, o que pode inibir seu crescimento em profundidade.

Na experimentação a maior dose de esterco de aves favoreceu a produção de MSPA e MSR em níveis decrescente de compactação do solo, portanto, não minimizou o efeito da compactação na produção de MSPA e MSR.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Embora o resultado esperado quanto à adubação orgânica seria uma maior porosidade do solo com facilidade de penetração e ramificações da raiz, foi constatado que o solo se mostrou pouco alterado nos resultados obtidos, o que nos leva a observar que nesse procedimento só são encontrados seus benefícios de acordo com o tempo e com outras fazes de adubações, transformando assim, o solo compacto e de pouca absorção, em um solo poroso com bom aproveitamento de água e nutrientes que favorecem significativamente a produção de MSPA e MSR na plantação.

Já a utilização de maior dose de esterco de aves favoreceu a produção de MSPA e MSR em níveis decrescente de compactação do solo. As dosagens aplicadas do composto orgânico proporcionaram efeitos significativos no crescimento do girassol, em termos de produção de massa seca aérea e no crescimento da raiz.

Para um maior entendimento da dinâmica da matéria orgânica e a compactação do solo são necessárias mais pesquisa a campo, que leve em consideração a relação da matéria orgânica com o solo de acordo com o tempo.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS

BENNIE, A. T. P. Growth and mechanical impedance. In: (eds.). **Plant Roots: the hidden half**. WASEL, Y., ESHEL, A., KAFKAFI, U. 2. ed. New York: Marcel Dekker, 1996, 1.002 p.

BORGES, E. N., R.F. NOVAIS, B. FERNANDEZ, N.F. **Barros. Respostas de variedades de soja à compactação de camadas de solo**. Revista Ceres, Viçosa, v. 35, p. 553-568. 1988.

CONAB – Companhia Nacional de Abastecimento - **Conjuntura mensal GIRASSOL**
Período: Junho de 2015. Disponível em <
http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/15_07_14_14_15_03_girassoljunho2015.pdf> Acesso em 21 de março de 2016.

EMBRAPA/SOJA/GIRASSOL. **Girassol**. Disponível em <
<https://www.embrapa.br/soja/cultivos/girassol>. Acesso em 22 de novembro de 2015.

FAGUNDES, M. H. **Sementes de girassol**. Disponível em: <<http://www.conab.gov.br>. 5 Out. 2002> Acesso em 22 de novembro de 2015..

GUPTA, S. C.; HADAS, A.; SCHAFER, R. L. **Modeling soil mechanical behavior during compaction**. In: LARSON, W. E.; BLAKE, G. R.; ALLMARAS, R. R.; VOORHEES, W. B.; GUPTA, S. C. (Ed.) Mechanics and related processes in structured agricultural soils. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 1989. p. 137-152.

HAFEZ, A.A.R. **Comparative changes in soil - physical properties induced by admixture of manure from various domestic animals**. Soil Sci, 1974.; WEIL, R.R. & KROONTJE, W. **Physical condition of a Davidson clay loam after five years of heavy poultry manure applications**. J. Environ, 1979. Apud F. ANDREOLA, L. M. COSTA; N. OLSZEWSKI. **Influência da Cobertura Vegetal de Inverno e da Adubação Orgânica e, ou, Mineral sobre as Propriedades Físicas de uma Terra Roxa Estruturada**. Tese de Doutorado do primeiro autor apresentada ao Departamento de Solos da Universidade Federal de Viçosa – UFV.

IBGE Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Estatística da Produção Agrícola Setembro de 2013** disponível em:<
http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/indicadores/agropecuaria/lspa/estProdAgr_201309.pdf> Acesso em 20 de novembro de 2015.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. Piracicaba, SP: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

LOPES, P. V. L.; MARTINS, M. C.; TAMAI, M. A.; Oliveira, A. C. B. de.; Carvalho, C. G. P. de. **Produtividade de genótipos de girassol em diferentes épocas de semeadura no oeste da Bahia**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 4p. Comunicado Técnico, 208.

LUCHIARI JUNIOR, A.; RESENDE, M.; RITCHEY, K. D., et al. **Manejo do solo e aproveitamento de água**. In: Mckyes, E. (Ed.) Agricultural engineering soil mechanics. Netherlands: Elsevier Science Publishers, 1989. 292 p. (Developments in Agricultural Engineering, 10).

MATERECHERA, S. A.; ALSTON, A. M.; KIRBY, J. M.; DEXTER, A. R. **Influence of root diameter on the penetration of seminal roots into a compacted subsoil**. *Plant and Soil*, Dordrecht, v. 144, p. 297-303, 1992. Apud FOLONI, J. S. S.; CALONEGO, J. C.; LIMA, S. L. **Efeito da compactação do solo no desenvolvimento aéreo e radicular de cultivares de milho**. *Pesq. agropec. bras.*[online]. 2003, vol.38, n.8, pp.947-953. ISSN 1678-3921.

MENESES, O.B. **Efeitos de doses de esterco no rendimento do feijão-de-corda e do milho em cultivos isolados e consorciados**. Mossoró: ESAM, 1993.

MENEZES, R. S. C.; Oliveira, T. S. **Mudanças na fertilidade de um Neossolo Regolítico após seis anos de adubação orgânica**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.12, p.251-257, 2008.

MORAES, M. T.; SILVA, V. R.; ARNUTI, F. **Resíduos líquidos de efluentes de agroindústria de carnes na produtividade de girassol**. *Enciclopédia Biosfera*, Goiânia, v. 8, n. 14, p. 843-853, 2012.

NOBRE R. G.; GHEYI H. R.; SOARES F. A. L.; ANDRADE L. O.; NASCIMENTO E. C. S. **Produção do girassol sob diferentes lâminas com efluentes domésticos e adubação orgânica**. *Rev. bras. eng. agric. Ambient.* vol.14 no.7 Campina Grande July 2010- apud ORZOLEK, M. D. **Establishment of vegetables in the field**. *Hort Technology*, v.1, p.78-81, 1991.

NOLASCO, R. X.; JÚNIOR, V. P. S.; SANT'ANA, E. V. P.; MARINHO, A. J. B. **Influência da compactação e da adubação orgânica no crescimento inicial do milho**. VII CONNEPPI Congresso Norte Nordeste de Pesquisa e Inovação – 2012.

OLIVEIRA F. de A. de; OLIVEIRA FILHO, A.F. de; MEDEIROS, J.F. de; ALMEIDA JÚNIOR, A.B. de; LINHARES, P. C. F. **Desenvolvimento inicial da mamoneira sob diferentes fontes e doses de matéria orgânica.** Revista Caatinga, v.22, n.1, p.206-211, 2009.

PELEGRINI, B. **Girassol: uma planta solar que das Américas conquistou o mundo.** São Paulo: Icone, 1985. 117 p.

PEREIRA T. A.; SOUTO S. L.; Sá F. V. S.; PAIVA E. P.; SOUZA D. L.; SILVA V. N.; SOUZA. F. M. **Esterco ovino como fonte orgânica alternativa para o cultivo do girassol no semiárido.** V. 10, n. 1, p. 59-64, jan - mar, UFCG - Universidade Federal de Campina Grande. Centro de Saúde e Tecnologia Rural – CSTR. Campus de Patos – PB.

PIFFER, C. R.; BENEZ, S. H. **Desenvolvimento do sistema radicular de amaranto, milho e pé-de-galinha em diferentes níveis de compactação.** Energia na Agricultura, Botucatu, v. 20, n. 1, p. 50-52, 2005.

PUTT, E.D. Early history of sunflower. In: SCHNEITER, A. A. (Ed.). **Sunflower technology and production.** Madison: American Society of Agronomy, 1997. P.1-19.

Revista globo rural, **4 fatores que causam degradação do solo na agricultura** 03 de Dezembro de 2014 disponível em: <<http://revistagloborural.globo.com/Noticias/Agricultura/noticia/2014/12/4-motivos-que-causam-degradacao-do-solo-na-agricultura.html>> acesso em 22 de novembro de 2015.

RODRIGUES P. N. F., ROLIM. M. M., NETO.E. B., COSTA R.N. T., PEDROSA²E. M. R. & OLIVEIRA² V.S. **Efeito do composto orgânico e compactação do solo no milho e nutrientes do solo.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental v.15, n.8, p.788–793, 2011.

ROSOLEM, C.A. **Relação solo-planta na cultura do milho.** Jaboticabal: Funep, 53p. 1995.

ROSOLEM, C.A.; FOLONI, J.S.S.; TIRITAN, C.S. **Root growth and nutrient accumulation in cover crops as affected by soil compaction.** Soil Tillage Research, v. 65, p. 109-115, 2002.

SANTIAGO A. D. ; ROSSETTO R. **Árvore Do Conhecimento Cana-De-Açúcar, Ageitec/ Agência Embrapa de Informação Tecnológica**, disponível em <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/cana-de-acucar/arvore/CONTAG01_37_711200516717.html> acesso em 18 de fevereiro de 2016.

SELMECZI-KOVACS, A. **Akklimatisation und verbreitung der sonnenblume in Europa**. Acta Ethnographica Academiae Hungaricae, Budapest, v.24, n. 1-2, p.47-88, 1975.

SILVA, A. C. F. **Agricultura orgânica x agricultura convencional: Mitos e verdades parte V** disponível em: <http://cultivehortaorganica.blogspot.com.br/2011/11/agricultura-organica-x-agricultura_29.html>.

SILVA, R. G.; GALVÃO, J. C. C.; MIRANDA, G. V.; SILVA, D. G.; ARNHOLD, E. Produtividade de variedades de milho nos sistemas de cultivo orgânico e convencional. Caatinga, Mossoró, v. 21, n. 3, p. 78-85, 2008.

SILVA, R.H.; ROSOLEM, C.A. **Influência da cultura anterior e da compactação do solo na absorção de macronutrientes em soja**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v. 36, n. 10, p. 1269-1275, 2001b.

SILVA, T.O.; MENEZES, R.S.C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I.H.; SILVEIRA, L.M. **Adubação orgânica da batata com esterco e/ou Crotalaria juncea. I - Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.31, p.39-49, 2007.

UNGARO, M.R.G. **O girassol no Brasil**. O Agrônomo, Campinas, v.34, p.43-62, 1982.

USDA. Oilseeds: **World markerts and trade**. Foreing Agricultural Service / USDA, Circular Series, Junho/ 2015.