



**PBPC**  
ISSN 2674-9432



**Qualis A3**  
CAPES 2021-2024



DOI - Crossref

Latindex

Indexado no  
Google Acadêmico

## **ATRIBUTOS QUÍMICOS E BIOLÓGICOS DO SOLO EM ÁREAS ORGÂNICAS DA UNIVERSIDADE FEDERAL DE GOIÁS.**

*Vinícius Silva Sousa<sup>1</sup>, Wilson Mozena Leandro<sup>1</sup>, Eliana Paula Fernandes Brasil<sup>1</sup>, Fenelon Lourenço de Sousa Santos<sup>2</sup>, Danilo de Souza Sanches<sup>2</sup>, Marianne Araújo Soares<sup>2</sup>, Dennis Ricardo Cabral Cruz<sup>2</sup>, João Antônio Gonçalves e Silva<sup>3</sup>, João Pedro Tavares Fernandes<sup>4</sup>, Vanderlei Artur Bier<sup>5</sup>*



<https://doi.org/10.36557/2674-9432.2026v5n1p2490-2508>

Artigo recebido em 11 de Janeiro e publicado em 11 de Março de 2026

### **ARTIGO ORIGINAL**

#### **RESUMO**

Este artigo busca avaliar a real “vida” no solo, o que é uma tarefa complexa e que envolve diversos fatores e indicadores; muito dos quais ainda são superficiais na confiabilidade dos dados apresentados e sumarizados; partindo desse pressuposto essa revisão visa elencar de forma didática e com uma abrangência maior os atributos biológicos e bioquímicos do solo. Objetivou-se atingir a meta de sustentabilidade do solo, principalmente, quando diagnosticados em áreas com manejo convencional e com manejo orgânico – lembrando que para esse último sabe-se que os estudos ainda estão em uma fase pré-expressiva; fazendo isso na área metropolitana da cidade de Goiânia, capital do Estado de Goiás no Brasil. Foram coletadas amostras de solo ao longo de um transecto, na profundidade de 0-10 cm em dezembro de 2020 (período chuvoso). Em cada talhão foram obtidas amostras com cinco repetições. As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Microbiologia do solo da Universidade Federal de Goiás. Foram determinados o Carbono da biomassa microbiana (Cmic), respiração basal (RB), relação CO<sub>2</sub>:Cmic que é o quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>), relação Cmic:COT o quociente microbiano (qMIC) e a Matéria orgânica do solo para determinação do carbono orgânico total. As análises dos atributos químicos foram realizadas nos laboratórios de solos e substratos da EA-UFG. Os dados obtidos foram submetidos à análise estatística de variância e teste Tukey a 5% considerando delineamento em blocos casualizados. Não houve diferenças na microbiota na camada superficial do solo principalmente para os atributos biológicos do solo. O Cmic e Nmic foram mais sensíveis, demonstrando que a atividade microbiana e a respiração basal. Os resultados de Carbono orgânico e atributos químicos do solo total foram maiores nas glebas Mandala e Pequi, evidenciando maior sensibilidade destas variáveis que a microbiota.

**Palavras-chave:** Fertilidade do Solo. Bioquímica do solo. Agroecologia. Olericultura.

## ABSTRACT

This article seeks to evaluate the true “life” in the soil, a complex task that involves multiple factors and indicators, many of which still present limited reliability in the data reported and summarized. Based on this premise, this review aims to list, in a didactic manner and with broader scope, the biological and biochemical attributes of the soil. The objective was to achieve soil sustainability, especially when diagnosing areas under conventional and organic management—bearing in mind that, for the latter, studies are still at an early, non-expressive stage. This was conducted in the metropolitan area of the city of Goiânia, capital of the state of Goiás, Brazil. Soil samples were collected along a transect at a depth of 0–10 cm in December 2020 (rainy season). In each plot, samples were obtained with five replications. Microbiological analyses were performed at the Soil Microbiology Laboratory of the Federal University of Goiás. Microbial biomass carbon (Cmic), basal respiration (BR), the CO<sub>2</sub>:Cmic ratio—known as the metabolic quotient (qCO<sub>2</sub>), the Cmic:TOC ratio—the microbial quotient (qMIC), and soil organic matter for determination of total organic carbon were determined. Analyses of chemical attributes were carried out at the Soil and Substrate Laboratories of EA-UFG. The data obtained were subjected to statistical analysis of variance and the Tukey test at 5%, considering a randomized block design. No differences were observed in the microbiota of the soil surface layer, particularly for biological soil attributes. Cmic and Nmic were more sensitive, indicating microbial activity and basal respiration. The results for organic carbon and total soil chemical attributes were higher in the Mandala and Pequi plots, demonstrating greater sensitivity of these variables compared to the microbiota.

**Keywords:** Soil Fertility. Soil Biochemistry. Agroecology. Olericulture

### Instituição afiliada –

- <sup>1</sup> Universidade Federal de Goiás (UFG)
- <sup>2</sup> Universidade Estadual de Goiás (UEG) – UnU Posse
- <sup>3</sup> Centro Universitário de Goiás (UniGoiás)
- <sup>4</sup> Instituto Federal Catarinense - Campus Camboriú
- <sup>5</sup> Instituto Federal do Paraná - Campus Iratí

**Autor correspondente:** Vinícius Silva Sousa

This work is licensed under a [Creative Commons Attribution 4.0 International License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/).



## **1 INTRODUÇÃO**

O solo no meio de cultivo é um componente importante dentro da produção de hortaliças orgânicas. Assim, para desempenhar seu papel ecológico e, enquanto recurso natural e para que a planta possa expressar todo seu potencial de produtividade, o solo deve apresentar determinados atributos que lhe confirmam as condições de equilíbrio ambiental e sustentabilidade de uso. Nesse sentido, é importante dar atenção à qualidade do solo que é definida como sendo a sua capacidade de funcionar dentro de um ecossistema, de modo a manter sua produtividade, a qualidade do ambiente e a saúde de animais e vegetais (DORAN, 1997).

Ademais, o estudo sobre o efeito de diferentes manejos, condições climáticas e cultivares na microbiota dos solos tropicais, utilizando avaliações qualitativas e quantitativas na produção de alimentos, atividades e diversidades microbianas são fundamentais para indicar quais os parâmetros poderiam ser utilizados como indicadores biológicos. Todos os procedimentos mencionados para avaliação da biomassa e atividade microbiana, permitem avaliar alguns aspectos microbiológicos e auxiliam nos estudos sobre o efeito dessas variantes (BALOTA et al., 2003; MENDES et al., 2003; FRACHINI et al., 2007; HUNGRIA et al., 2009; SILVA et al., 2009)

Na produção orgânica, a compreensão e levantamento dos aspectos biológicos e bioquímicos do solo são considerados critérios importantes capazes de sinalizar a existência de degradação e também de advertir sobre eventuais perturbações potenciais ou melhoria do solo, além de identificar a sustentabilidade e equilíbrio dos sistemas de manejo (ARATANI et al., 2009). Qualquer alteração no solo pode alterar diretamente sua estrutura e atividade biológica e, em consequência, a fertilidade, com reflexos na sua qualidade e na produtividade das culturas (CARNEIRO et al., 2009).

No entanto, em áreas orgânicas, os estudos nos atributos biológicos, microbiológicos

e bioquímicos ainda são incipientes. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do cultivo de hortaliças em áreas orgânicas nos atributos microbiológicos e bioquímicos do solo, para identificar se há equilíbrio e sustentabilidade e possíveis modificações no solo em decorrência do cultivo orgânico.

O objetivo do presente trabalho foi de avaliar os atributos químicos e biológicos do solo utilizado para produção de hortaliças em áreas orgânicas em comparação com áreas cultivadas de forma convencional, na região metropolitana de Goiânia, Goiás.

## 2 METODOLOGIA

### 2.1. Localização e caracterização da área de estudo

O trabalho foi realizado em duas áreas experimentais: (1) na Escola de Agronomia da Universidade Federal de Goiás, localizada em Goiânia, Goiás, Brasil, nas coordenadas 16°35" de latitude sul e 49°21" de longitude oeste; (2) Na Fazenda da Mata localizada no Município de Teresópolis, nas coordenadas 16°34" de latitude sul e 49°22" de longitude oeste. O clima da região, de ambas as áreas, é tropical de savanas (Figura 1), com invernos secos e verões chuvosos (Köppen, 1948).

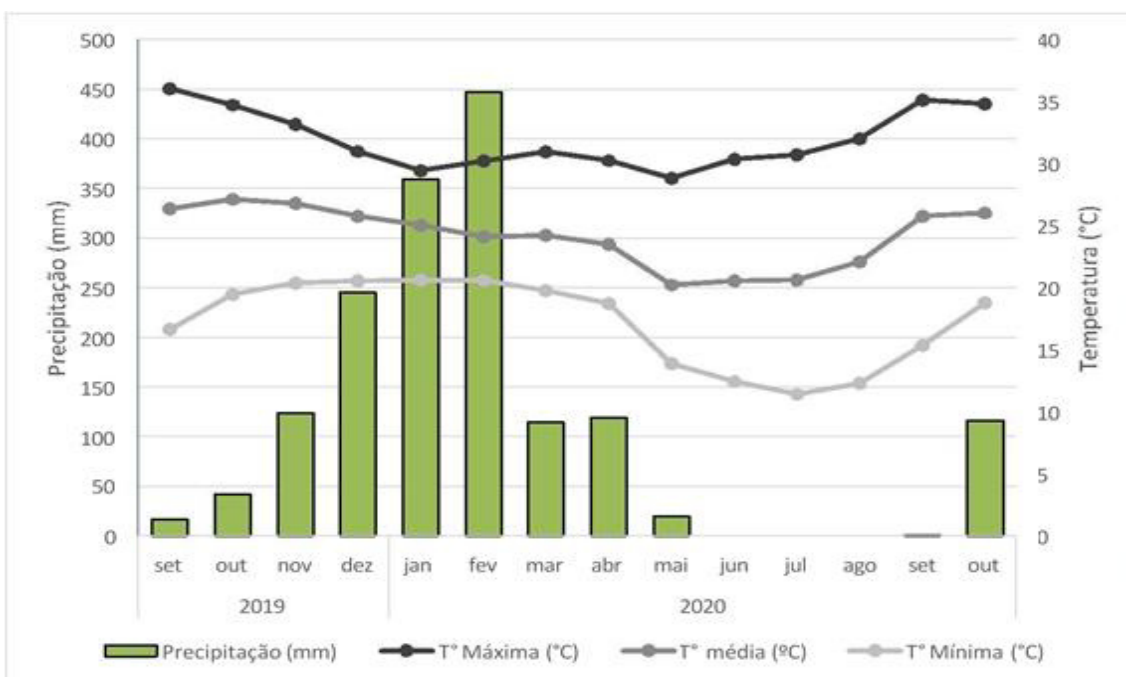


Figura 1: Médias mensais de precipitação e temperatura (2019/2020). Dados da estação meteorológica da Escola de Agronomia-UFG (INMET).

A área de estudo está a 730m de altitude, precipitação média anual de 1600 mm e temperatura mínima e máxima histórica de 15,2 e 30,4 °C, respectivamente. O solo foi classificado como Latossolo Vermelho acriférico típico (Embrapa, 2018) e a caracterização textural e química do solo é apresentada na Tabela 1.

Tabela 1. Análise textural e caracterização química do solo da área experimental na profundidade 0-0,20m. Goiânia – 2020:

Talhões:	Argila (dag/L)	Silte (dag/L)	Areia (dag/L)	Cu (Mehl) mg/d m <sup>3</sup>	Fe (Mehl) mg/d m <sup>3</sup>	Mn (Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	Zn (Mehl) mg/dm <sup>3</sup>	M.O. %
Pequi	57,0	11,0	32,0	4,9	111	35	14,5	3,2
Manda	34,0	8,0	58,0	7,4	91	111	31,7	3,7
F Mata	40,0	10,0	50,0	3,6	77	28	1,4	2,4
Horta	47,0	16,0	37,0	7,7	63	89	16,4	2,7
Pais	34,0	10,0	56,0	6,3	83	147	21,5	4,4
Baru	40,0	10,0	50,0	3,0	47	43	2,2	2,9
Talhões:	pH (CaCl <sub>2</sub> )	P (Mehl) mg/d m <sup>3</sup>	K mg/d m <sup>3</sup>	Ca mg/d m <sup>3</sup>	Mg mg/d m <sup>3</sup>	H + Al cmolc/d m <sup>3</sup>	Al cmolc/d m <sup>3</sup>	CTC cmolc/d m <sup>3</sup>
Pequi	5,7	18,9	128	4,0	1,8	2,8	0,0	8,9
Manda	5,5	10,7	45	4,9	1,1	2,8	0,0	8,9
la								
F Mata	4,3	1,8	30	1,0	0,3	4,3	0,4	5,7
Horta	5,1	42,5	186	3,9	1,4	3,5	0,0	9,3
Pais	5,4	23,7	93	4,2	2,0	3,5	0,0	9,9
Baru	4,4	3,4	23	0,8	0,4	4,8	0,3	6,1
Talhões:	M %	V %						
Pequi	0,0	68,6						
Manda	0,0	68,6						
la								
F Mata	22,5	24,3						
Horta	0,0	62,3						
Pais	0,0	64,8						
Baru	19,2	20,8						

Após a realização de estudos prévios nas áreas certificadas como orgânicas na EA-UFG e na Fazenda da Mata foram selecionadas áreas com produção de hortaliças folhosas orgânicas, com suas características e manejos adotados descritos na Tabela 2.

Tabela 2. Características das áreas selecionadas (Talhões). Goiânia -2020:

Talhões:	Local/Ano Implantação:	Sistemas de Culturas Anteriores:	de	Corretivos Fertilizantes:	e	Controle Sanitário:
Pequi	EA-UFG Goiânia Plantio – 2010	Orgânico desde 2015 Mandioca Pequi	– e	2 t/ha dolomítico e composto rochagem	calcário de 3 em 3 e anualmente orgânico conforme	Extrato de plantas e calda bordalesa

			análise de solo		
Mandala	EA-UFG Goiânia Plantio – 2012	Orgânico desde 2015 – Pimenta e batata-doce	2 t/ha calcário dolomítico de 3 em 3 anos e anualmente composto orgânico e rochagem conforme análise de solo		Extrato de plantas e calda bordalesa
F Mata	Fazenda da Mata Teresopolis/2017	Orgânico desde 2017 – Brocólis e Alface	2 t/ha calcário dolomítico de 3 em 3 anos e anualmente composto orgânico e rochagem conforme análise de solo		Extrato de plantas e calda bordalesa
Horta	EA-UFG Goiânia Plantio – 1975	Convencional desde 1975 - Folhosas	2 t/ha calcário dolomítico e NPK 13-03- 20 e esterco de curral orgânico conforme análise de solo		Defensivos Registrados
Pais	EA-UFG Goiânia Plantio – 2015	Orgânico desde 2015 – Folhosas	2 t/ha calcário dolomítico de 3 em 3 anos e anualmente composto orgânico e rochagem conforme análise de solo		Extrato de plantas e calda bordalesa
Baru	EA-UFG Goiânia Plantio – 2006	Orgânico desde 2015 – Sistema Agroflorestal	2 t/ha calcário dolomítico de 3 em 3 anos e anualmente composto orgânico e rochagem conforme análise de solo		Extrato de plantas e calda bordalesa

As áreas na Escola de Agronomia descritas como talhões Pequi, PAIS, Mandala e Agrofloresta são certificados como orgânicos desde 2015, através da Certificação por Auditoria, concedida pelo IBD (Associação de Certificação Instituto Biodinâmico), credenciado junto ao MAPA (Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento). A área do PAIS (produção agroecológica integrada sustentável) é um sistema divulgado pelo SEBRAE que consiste em canteiros circulares e com uma unidade de produção animal (galinhas) no centro. A Mandala é similar ao PAIS porém não há a unidade de produção animal. A área do Baru é uma agroflorestal onde o componente florestal é o Baru e há produção de Banana, Café, feijão caupi e mandioca. Todas as áreas são certificadas para orgânicos e é também um dos associados da Associação para o Desenvolvimento da Agricultura Orgânica de Goiás (ADAOG), que auxilia no processo de certificação, produção e comercialização dos produtos produzidos pelos agricultores. Já a área da Horta da Agronomia é uma área tradicional em cultivo desde 1975 com a produção de hortaliças para realizar pesquisa, desenvolver e aprimorar técnicas de produção. Utiliza sistema convencional, mas com critérios técnicos na adubação e na

aplicação de hortaliças. No último ano na foi plantada com alface crespa com as seguintes cultivares Amélia, Laucy Brown, Laurel e Crespa 5007 e 5010. A Adubação empregada foi da fórmula 13-3-20 na dosagem de 0,187g/m<sup>2</sup>.

A Fazenda da Mata Orgânicos (F) é propriedade do Roberto Lunardelli, a venda da produção de hortaliças teve início em 2018. Situada no município de Nerópolis-GO, fica no Km-10 da estrada Nerópolis-Terezópolis. Em 2017 enquanto era elaborado o projeto, estruturação, planejamento e acordos comerciais a área da fazenda estava arrendada para produção de gado de corte, pois era tudo pasto, no final do ano de 2017 começou o preparo do solo, com gradagem até eliminar o pasto e posterior a isso uma subsolagem para descompactação solo antes de levantar os canteiros e montar o sistema de irrigação.

A área destinada a horta foi dividida em subáreas, começando no subárea A, ao norte, indo até a subárea F, mais ao sul da área. As subáreas foram subdivididas em lotes, com área de 650 m<sup>2</sup> cada lote. Os lotes são classificados numericamente, iniciando no número 1 (um) no lado leste do bloco e segue crescente para o oeste até o número de lotes que o bloco comporta, o maior bloco chega a ter 57 lotes.

Os solos dos talhões amostrados foram classificados critérios da Embrapa, (2018) são: Latossolo Vermelho acriférrico típico argiloso para o talhão Pequi, Latossolo Vermelho acriférrico típico franco argiloso arenoso para o talhão Mandala, Latossolo Vermelho distrófico argilo-arenoso para o talhão Fazenda da Mata; Cambissolos háplicos perférricos argiloso na Horta, Cambissolos háplicos areno-franco-argiloso no talhão Pais. Latossolo Vermelho acriférrico típico argilo-arenoso só para o talhão Baru

As áreas orgânicas da Agronomia receberam adubação de composto orgânico e esterco de curral curtido. A área da Horta da Escola de Agronomia em sistema convencional recebeu aproximadamente 2000 kg/ha 13-18-05 (Hortimax plantio) e 1000 kg/ha de 13-03-25 (Hortimax cobertura) conforme a exigências das culturas na rotação e sucessão. Receberam também herbicidas, inseticidas e fungicidas recomendadas para a cultura da Hortaliças folhosas respeitando os prazos de carência e as recomendações técnicas para cada produtos.

As áreas da fazenda da Mata receberam adubação de base, um composto organomineral, a base de esterco (gado e aves), pó de rocha (ex.: Yoorin), sulfatos (ex.: potássio, magnésio), farelos, ácido bórico, gesso agrícola e inoculantes biológicos (condicionadores para a compostagem). O composto foi espalhado sobre o canteiro e misturado com um roto-encanteirador. Antes do plantio o canteiro da alface foi preparado com uma cobertura plástica conhecida como mulching, o mulching é furado para permitir o plantio das mudas, com isso a limpeza das plantas espontâneas foi feita manualmente nestes furos pois o mulching tem o efeito de suprimir as plantas espontâneas que ficam embaixo dele. Para o brócolis a capina é com enxada pois não recebe o mulching, por ter um ciclo mais longo ele recebe doses de composto no canteiro após o plantio ao longo do ciclo e este composto é incorporado ao solo no momento da capina.

## 2.2. Amostragem do solo:

As amostragens de solo foram feitas no período de chuva (entre 20 a 27 de janeiro de 2011). O solo foi coletado com o uso de trado holandês (para a maioria das amostras) ou enxada, optando-se pela ferramenta mais adequada à condição do solo no

momento da coleta. Trabalhou-se buscando a maior homogeneidade possível, com os critérios para subdivisão da área: relevo, tipo de solo (cor, textura e profundidade), cobertura vegetal, uso de condicionadores, corretivos e fertilizantes, de acordo com metodologia proposta pela Embrapa (1999) e Dionísio et. al (2016).

Nos talhões homogêneas, ao longo de um transecto, para cada repetição foi composta de seis amostras simples coletadas na profundidade de 0-10 cm para biologia do solo e 0-20cm para os atributos químicos, totalizando cinco amostras compostas por talhão.

### 2.2.1 Atributos químicos do solo:

As amostragens de solo foram feitas na estação das chuvas. O solo foi coletado com o uso de trado holandês (para a maioria das amostras) ou enxadão, optando-se pela ferramenta mais adequada à condição do solo no momento da coleta. Em cada gleba retirada amostra composta constituída de seis amostras simples coletadas na profundidade de 0-20 cm. Os atributos químicos foram analisados conforme EMBRAPA (1997) no Laboratório de Solos e substratos da EA-UFG.

### 2.2.2. Análises biológicas:

As análises microbiológicas foram realizadas no laboratório de Biologia e Microbiologia do solo da Universidade Federal de Goiás. No momento da coleta das amostras de solo, com objetivo de homogeneizar por tamisação, utilizou-se peneira de 4 mm de malha e, ainda, foi feita a remoção cuidadosa da maior parte das raízes e de outros resíduos vegetais (Wardle,1994). As amostras para avaliação da biomassa microbiana e respiração do solo foram acondicionadas em sacos plásticos e colocadas em caixa térmica com gelo, protegidas do calor e da iluminação direta, até sua chegada ao laboratório, onde foram mantidas sob refrigeração (em torno de 4 °C) até a realização das análises. Foi conservado certo teor de umidade nas amostras (60 % da capacidade de campo).

**2.2.2.1. Respiração basal:** A respiração basal (RB) foi determinada por meio do CO<sub>2</sub> evoluído a partir de 20 g de solo, incubado durante sete dias em frasco hermeticamente fechado, sendo o dióxido de carbono extraído com solução de hidróxido de sódio (NaOH 1 mol L<sup>-1</sup>). Posteriormente, para determinação da quantidade de CO<sub>2</sub> liberado das amostras, foi realizada titulação com ácido clorídrico – HCl 0,5 mol L<sup>-1</sup> (Wardle, 1994). Antes da titulação foram adicionados cloreto de bário (BaCl<sub>2</sub>) a 10% (m/v), para completa precipitação do CO<sub>2</sub>, e, também, duas gotas de indicador fenolftaleína 1% (m/v).

**2.2.2.2. Carbono da biomassa microbiana:** O carbono da biomassa microbiana (C<sub>mic</sub>) foi avaliado pelo método indireto da irradiação-extração de acordo com Ferreira et al. (1999), sendo determinado após irradiação das amostras de solo através de micro-ondas. Os teores de C contidos em 20 g de solo, de amostras irradiadas e não irradiadas, foram extraídos em solução de sulfato de potássio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> 0,5 mol L<sup>-1</sup>), seguido de agitação por meia hora e filtragem em papel de filtro quantitativo do tipo faixa azul. Cada alíquota foi transferida para um tubo de cultura, em seguida cada sub amostra recebeu 4 mL da solução digestora (dicromato de potássio). Os tubos foram transferidos para bloco digestor aquecido a 100°C durante 30 min. Posteriormente, com o auxílio de um espectrofotômetro (Lambda XLS), as amostras foram submetidas à leitura. O carbono da biomassa microbiana foi então calculado por meio da expressão:

$C_{mic} = (CI - CNI) \cdot K_{C-1}$

Em que:

Cmic: carbono da biomassa microbiana do solo; CI: carbono extraído da amostra irradiada;

CNF: carbono extraído da amostra não irradiada;

KeC: fator para conversão do carbono extraído a Cmic. Foi usado 0,33, sendo este um dos valores mais amplamente utilizados (SPARLING & WEST, 1988; TATE et al., 1988; DE-POLLI & GUERRA, 1999, citados por CARDOSO, 2004).

**2.2.2.3. Quociente metabólico e Quociente microbiano:** O quociente metabólico (qCO<sub>2</sub>) foi calculado por meio da razão entre RB e Cmic (ANDERSON & DOMSCH, 1993), expresso, neste trabalho, em miligramas de C-CO<sub>2</sub> por grama de Cmic por hora (mg C-CO<sub>2</sub> g<sup>-1</sup>Cmic h<sup>-1</sup>). O quociente microbiano (qMIC) foi determinado pela relação Cmic:COT (SPARLING, 1992).

**2.2.2.4. Análises químicas:** Para determinação do Carbono orgânico total, no laboratório de análises químicas da Universidade Federal de Goiás, as amostras de solo foram homogeneizadas, retirando restos de raízes ou resíduos vegetais e peneiradas em peneira de 2 mm de abertura. Em seguida, foi feita a oxidação da matéria orgânica via úmida com dicromato de potássio em meio sulfúrico. Pesou-se 0,5 g de terra fina seca ao ar (TFSA); a amostra foi transferida para erlenmeyer de 250 mL, onde foram adicionados 10,00 mL da solução de dicromato de potássio 0,0667 M. Adicionou 2 mL de ácido ortofosfórico e 3 gotas do indicador difenilamina; titulou com solução de sulfato ferroso amoniacal 0,1 mol L<sup>-1</sup>; anotou o volume gasto (EMBRAPA, 2011) . O carbono orgânico total foi então calculado por meio da expressão:

$C(g/kg) = (40 - \text{volume gasto}) \times f \times 0,6 f = (40/\text{volume do sulfato ferroso gasto na prova em branco})$

A porcentagem de matéria orgânica é calculada multiplicando-se o resultado do carbono orgânico por 1,724. Esse fator é utilizado em virtude de se admitir que, na composição média do húmus, o carbono participa com 58% (EMBRAPA, 2011).

$\text{Matéria Orgânica (g/kg)} = C (g/kg) \times 1,724$

### 2.2.3. Análise estatística:

A estatística utilizada foi análise de variância e teste de Tukey a 5%, considerando delineamento em blocos casualizados com 5 repetições.

## 3 RESULTADOS e DISCUSSÃO

### 3.1. Atributos Químicos Do Solo:

As variáveis MO, pH, P, K, Fe, Mn, Zn, Ca, Mg, Al, CTC e V% foram afetados pelos manejos adotados em cada talhão avaliado, conforme apresentado nas Tabelas 3 e 4. Já as variáveis Cu, H+Al avaliadas nas glebas não apresentaram diferenças significativo.

Tabela 3 Médias dos atributos químicos do solo com Teste F e coeficiente de variação para sistemas de produção orgânico e convencional.

Talhões:	MOS (dag/L)	pH CaCl <sub>2</sub>	P mg/L	K mg/L	Cu mg/L	Fe mg/L	Mn mg/L	Zn mg/L
----------	----------------	-------------------------	-----------	-----------	------------	------------	------------	------------

Pequi	3,1 b	5,6 a	15,2 ab	122,0 ab	5,1 a	94,6 a	42,6 cd	11,9 cd
Mandala	2,7 b	4,5 b	6,3 b	37,6 c	7,6 a	63,6 b	61,8 cd	7,5 bcd
F. Mata	2,6 b	4,6 b	6,0 b	54,4 c	4,0 a	71,0 b	33,4 c	5,3 cd
Horta	3,2 b	5,3 a	37,3 a	165,6 a	6,5 a	45,6 b	85,2 b	16,2 b
Pais	4,6 a	5,6 a	36,8 a	71,6 cd	5,7 a	82,2 a	138,0 a	32,5 a
Baru	3,0 b	4,4 b	4,1 b	24,6 c	2,9 a	42,4 b	32,6 c	1,7 d
Teste F	5,56 *	16,79 **	6,23 *	21,31 **	2,43 ns	6,2 *	13,55 **	23,02 **
CV %	21,67	5,96	79,03	33,09	46,2	27,53	37,72	41,07

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5%. ns não significativo e CV% - coeficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

O talhão Pais apresentou um maior teor de matéria orgânica em relação aos demais (4,6 dag/L). Nos demais talhões os teores variaram de 2,6 a 3,2 dag/L. A C.F.S.G (1988) considera como teor médio de matéria orgânica para hortaliças os valores de 2,0 a 5,0 dag/L. Esses valores médios estão relacionados com o aporte de resíduos pelas adubações com composto, bokashi, esterco empregados em todos os talhões avaliados. O maior teor no Pequi está relacionado ao maior teor de argila (57,0 dag/L). Souza e Rezende (2003) e Souza (2008) relatam a influência do manejo do solo em atributos químicos do solo.

De acordo com a Tabela 3 os maiores teores de P foram obtidos para os talhões Horta, Pais e Pequi. De acordo com a C.F.S.G (1988) são considerados teor médio para hortaliças entre 10 a 30 mg/L. Esses talhões demonstram que o manejo da adubação fosfatada tem proporcionado nutrição adequada aos cultivos. Nos solos de cerrado o fósforo é o que mais limita a produtividade de plantas cultivados solos de cerrado (RESENDE, 2004).

Em um sistema orgânico Souza et al (2015), obtiveram em um sistema orgânico uma elevação do pH acima de 7,0 e aumento nos teores de fósforo, que pode ser atribuído no trabalho em destaque á mobilização deste elemento do solo devido ao cultivo de leguminosas.

Quanto aos teores de K a C.F.S.G (1988) consideram com o teor médio para hortaliças entre 40 a 120 mg/L. Considerando esses critérios de interpretação somente os talhões Baru e Mandala apresentam teores baixos. Os demais talhões por meio da adubação e rochagem conseguiram atingir níveis para boa nutrição dos cultivos. Os maiores teores foram obtidos no talhão Pequi e Horta. A adubação com formulações N- P-K na área da Horta e de remineralizador de Micaxisto (FMX).

Quanto aos micronutrientes segundo critérios de interpretação da C.F.S.G (1988) todos enquadram-se em níveis médios e altos. Apesar das diferenças entre os talhões (em geral o talhão Pais apresentou maiores teores de Fe, Mn e Zn) esses aportes são consequência das fontes orgânicas utilizadas e dos micronutrientes que acompanham as fontes de macronutrientes empregadas. O bom suprimento do nutriente Zn que atua na ativação de enzimas como a sintetase do triptofano, precursor do ácido indol acético (AIA), desidrogenase e anidrase carbônica (SFREDO E BORKERT, 2004). As plantas cultivadas são muito sensíveis à deficiência de Zn, esse é o micronutriente que mais limita a produtividade (RESENDE, 2004) nos solos de cerrado junto com o fósforo.

A C.F.S.G (1988) considera como teor médio de cálcio e magnésio para hortaliças os valores de 2,0 a 5,0 cmolc/L e 0,5 a 1,2 cmolc/L respectivamente. Os teores de Cálcio foram baixos para os talhões Mandala, Fazenda da Mata e Baru. Para o magnésio foram baixo no talhão Baru. Dada a exigência de cálcio e magnésio para as hortaliças espera-se que o emprego de calagem proporcione respostas positivas nas produtividades da cultura. Esses valores médios para os demais talhões estão relacionados com o aporte de resíduos pelas adubações com composto, bokashi, esterco empregados em todos os talhões avaliados. O Ca participa do processo da germinação do grão de pólen e do crescimento do tubo polínico, ativa enzimas relacionadas ao metabolismo do P e atua na manutenção da integridade funcional da membrana e da parede celular e, também, como ativador de enzimas relacionadas ao metabolismo do P (SFREDO & BORKERT, 2004). A participação do Mg na clorofila é fundamental nos processos da fotossíntese e na obtenção de produtividades adequadas das plantas cultivadas (AZAMBUJA, 1996). Com relação as variáveis relacionadas a acidez (H+Al, Al<sup>3+</sup>, M% e V%) verifica-se que A C.F.S.G (1988) que Pequi, Horta e Pais apresentam teores mais adequados ao bom desenvolvimento das culturas. Inclusive nos talhões Mandala, Fazenda da Mata e Baru apresentaram teores de Al e M% altos e V% baixos indicando que a calagem proporcionaria melhor desempenhos dos cultivos empregados.

Tabela 4. Médias dos atributos químicos do solo com Teste F e coeficiente de variação para sistemas de produção orgânico e convencional com hortaliças.

Talhões:	Ca cmolc/L	Mg cmolc/L	H + AL cmolc/L	Al <sub>3+</sub> cmolc/L	CTC cmolc/L	M %	V %
Pequi	3,4 b	1,5 a	3,3 a	0,0 b	8,5 ab	0,0 a	61,3 a
Mandala	1,7 c	0,6 bc	4,3 a	0,3 ab	6,7 b	16,8 a	31,2 b
F. Mata	1,6 a	0,6 bc	3,9 a	0,2 ab	6,2 b	13,3 a	33,4 b
Horta	3,8 b	1,5 ab	3,5 a	0,0 b	9,2 ab	0,0 a	62,0 a
Pais	5,9 a	1,4 ab	4,3 a	0,0 b	11,8 a	0,0 a	66,0 a
Baru	0,9 c	0,4 c	4,8 a	0,4 a	6,1 b	22,1 a	21,9 b
Teste F	22,14 **	6,17 *	1,00 ns	6,44 *	6,84 *	5,52 ns	12,85 **
CV %	30,87	46,39	31,51	101,82	20,66	108,64	2,61

\*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5%. ns não significativo e CV% - coeficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

### 3.2. ATRIBUTOS BIOLÓGICOS:

Não houve diferenças significativa para os diferentes talhões avaliados com exceção do carbono orgânico total (COT) (Tabela 5). O carbono orgânico total (COT) foi maior no talhão PAIS onde os aportes de matéria orgânica foram mais expressivos com o uso de compostos orgânicos. Apesar destas alterações em relação aos outros talhões não houve influência nos demais atributos biológicos. De acordo com Silva et al (2016), em um sistema de interação lavoura-pecuária e floresta, pode-se inserir que o estoque de Carbono Orgânico do Solo (COS), aumentou a curto e a médio prazo melhorando desta forma sua qualidade estrutural. No trabalho sobre biomassa microbiana do solo em milho com leguminosa, o carbono microbiológico, de acordo com Araújo et al (2019), apresento valores menores que em um ambiente natural, fato relacionado a uma menor diversidade agroecológica.

Nos atributos biológicos e o teor de carbono orgânico total, além da maioria dos

atributos químicos que exercem influência sobre a atividade biológica do solo, apresentaram variações significativas, refletindo, em maior ou menor grau a influência das cultivares de alface crespa e da época de amostragem (Tabela 5).

Tabela 5 - Médias dos atributos biológicos do solo com Teste F e coeficiente de variação para sistemas de produção orgânico e convencional com hortaliças na profundidade de 0-10 cm.

Talhões:	RB	qMic	Cmic	Nmic	COT
Pequi	0,6590 a	206,06 a	0,0060 a	13,22 a	1,8 b
Mandala	0,9421 a	95,76 a	0,0223 a	8,556 a	1,6 b
F. Mata	0,6270 a	206,06 a	0,0060 a	19,963 a	1,5 b
Horta	0,7244 a	187,88 a	0,0046 a	8,566 a	1,9 b
Pais	1,0350 a	253,33 a	0,0056 a	25,407 a	2,7 a
Baru	0,8010 a	157,58 a	0,0067 a	18,926 a	1,7 b
Teste F	2,63 ns	1,23 ns	1,68 ns	1,59 ns	5,56 **
CV %	6,13	0,27	33,54	28,20	21,67

Obs. respiração basal do solo (RB), quociente microbiano (qMIC) Carbono da biomassa microbiana (Cmic), Nitrogênio da biomassa microbiana (Cmic) e Carbono Orgânico Total (COT) \*\* significativo a 1% de probabilidade; \* significativo a 5%. ns não significativo e CV% - coeficiente de variação em porcentagem. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5%.

De acordo com Balota et al. (2003), a biomassa microbiana e sua atividade, é responsável pelos processos bioquímicos e biológicos que ocorrem no solo, sendo sensivelmente alterada pelas condições impostas pelo ambiente.

Em ambientes agrícolas, o sistema de manejo seja ele orgânico ou convencional, além das práticas de uso da terra desde o preparo da terra à colheita, exercem um expressivo impacto sobre o solo em virtude no manejo, aplicação de defensivos e fertilizantes. Nesse contexto, os atributos microbiológicos são indicadores importantes de qualidade do solo (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006; TÓTOLA; CHAER, 2002;

VASCONCELLOS et al., 2013), principalmente por serem sensíveis às alterações causadas pelas práticas empregadas, além de serem facilmente determináveis (Dick et al., 1994) apesar de que não foram observados neste trabalho. Na região do solo que é influenciada pela raiz da planta, a rizosfera, ocorre maior acúmulo de matéria orgânica, nutrientes e onde há maior interação entre planta e microrganismos. Nessa região, a comunidade microbiota do solo pode sofrer muitas influências na sua diversidade estrutural e funcional, devido a variações na composição dos exsudatos radiculares (BERG; SMALLA, 2009; RIBEIRO; CARDOSO, 2012). O componente perene presente no talhão do Baru e Pequi não influenciaram na época amostrada neste ensaio. Possivelmente a longo prazo podem ser detectadas pois a comunidade microbiana é muito sensível a variações ambientais (ANDREOTE et al., 2014).

Os resultados de respiração basal do solo quantificaram a atividade bioquímica da microbiota, indicando a presença de uma comunidade microbiana ativa. Esse indicador foi sensível ao uso de diferentes cultivares, principalmente na época seca, quando apresentou maior atividade respiratória (Tabela 5). Altas taxas de respiração podem ser interpretadas como uma característica desejável quando se considera que a decomposição dos resíduos orgânicos irá disponibilizar nutrientes para as plantas (ROSCOE et al., 2006).

A respiração basal (RB) reflete a velocidade de decomposição do material orgânico no solo pela atividade microbiológica. Quando essa atividade microbiana é alta ocorre maior decomposição e, conseqüentemente, liberação de nutrientes para as plantas; porém, também pode significar perdas de C do solo, em longo prazo (Severino et al., 2004; Souza et al., 2010). A Alface no sistema convencional indica maiores valores de respiração basal e a Fazenda da Mata os menores apesar de não apresentarem diferenças significativas na época amostrada. Há expectativas de após mais alguns anos de adoção sejam evidenciadas diferenças significativas.

De acordo com os resultados, as diferentes glebas amostradas com diferentes manejos do solo empregado provocam alterações na quantidade de microrganismos em relação a um solo convencional. Fialho et al. (2006) e Araujo et al. (2007) também encontram valores elevados de respiração basal em solo sob sistema convencional.

Esse resultado vai contra os valores observados por D'Andréa et al. (2002); e Souza et al. (2010) que encontram valores maiores de RB. A alta taxa respiratória pode ser um indicador desejável, uma vez que pode significar transformação rápida de resíduos orgânicos em nutrientes disponíveis para as plantas (Batista et al., 2009). No entanto, Araujo et al. (2007) discutem que alta atividade microbiana não é necessariamente indicador de melhoria da qualidade do solo, podendo, inclusive ser interpretado como um fator negativo, em virtude de acelerar a decomposição de resíduos orgânicos e, portanto, diminuir o tempo de residência da matéria orgânica no solo.

Nas áreas de hortaliças no talhão Horta em sistema convencionais foram realizados intensos tratamentos culturais na cultura, com aplicações de herbicidas e inseticidas, o que poderiam ter interferido negativamente na respiração basal do solo, uma vez que agrotóxicos afetam alguns grupos da fauna edáfica do solo, influenciando na cadeia trófica desses sistemas (EVANGELISTA et al., 2013). Em experimentos com os principais herbicidas utilizados, Reis et al. (2008) e Vivian et al. (2006) observaram a influência negativa da aplicação de herbicidas na evolução de CO<sub>2</sub> no solo, justificando assim os valores encontrados nesse sistema de manejo.

Estudos mostram que alterações de um período para o outro podem ocorrer devido a práticas de manejo empregadas, como aplicação de defensivos agrícolas que produzem efeitos negativos sobre a atividade microbiana do solo, verificado por Oliveira et al. (2009). Além disso, a deposição de matéria orgânica na forma de palhada no solo devido à colheita mecanizada que foi realizada entre o período chuvoso e seco exerceu efeitos positivos sobre essa mesma atividade.

Os resultados de análise do C<sub>mic</sub> nos ambientes estudados mostram que os maiores valores foram obtidos no Alface tipo crespa (Tabela 5). Esses valores corroboram com os observados por Evangelista et al. (2013), Souza et al. (2006) e Partelli et al. (2012). No entanto, não houve diferença significativa entre as áreas orgânicas e a área de convencional. Alguns fatores que proporcionam o aumento e a diversidade microbiana a partir da decomposição da matéria orgânica são a deposição de materiais carbonáceos no solo via raízes (rizodeposição) e restos culturais oriundos da colheita mecanizada (SIQUEIRA & MOREIRA, 2006).

A biomassa microbiana é responsável pelos processos de mineralização e decomposição do material orgânico do solo, porque utiliza esses resíduos como fonte de nutrientes e energia para formação e desenvolvimento das suas células, que pode tornar esses nutrientes temporariamente indisponíveis às plantas (ASSIS et al., 2003; GAMA-RODRIGUES & GAMA-RODRIGUES, 2008). O resíduo orgânico, portanto, tende a

melhorar além da qualidade do ambiente para o desenvolvimento dos microrganismos do solo, proporciona a proteção física devido à estruturação do solo, já que está ligada diretamente ao teor de carbono no solo.

De modo geral, na profundidade de 0-10 cm, houve um aumento da média do Cmic para as de PAIS, Fazenda a área de Pequi que foi de 137 %. Corroborando com os resultados encontrados por Evangelista et al. (2013) que observaram comportamento semelhante em sistema de cultivo convencional.

A área de manejo convencional apresentou maiores valores observados em relação à média das áreas orgânicas, a diferença foi de 158,78. Fialho et al. (2006) relataram que em áreas com o mínimo de interferência antrópica, há alguns fatores responsáveis pelas condições mais favoráveis ao desenvolvimento microbiano, como a ausência de preparo do solo que resulta em maior teor de raízes, as quais propiciam aumento de material orgânico e conseqüentemente maior aporte de carbono no sistema além de preservar a estrutura formada pelos agregados protegendo internamente os microrganismos do solo (SANT'ANNA et al. 2009); a maior quantidade e qualidade dos resíduos vegetais retornados ao solo e aos níveis adequados de umidade e temperatura que favorecem as populações de fungos.

De acordo com Vasconcelos & Garcia (2005), o sistema de rotação de cultura explora mais intensamente as camadas superficiais do solo, conforme o sistema radicular das culturas empregadas resulta em maior aporte de carbono no solo, via rizosfera e necrofitomassa, exerce efeito na ativação da microbiota edáfica (TATE, 1992; CARNEIRO et al., 2008; ALVES et al., 2011).

Em relação a esse atributo microbiológico, pode-se concluir que mesmo sendo menores os valores encontrados para as cultivares em relação à convencional, o solo das áreas com alface crespa proporcionou um favorecimento do desenvolvimento da microbiota do solo na época seca. Costa et al. (2006), com objetivo de avaliar a qualidade de um Latossolo Vermelho submetido a um grande aporte de material orgânico e a um sistema convencional, verificaram tendências de valores maiores de Cmic em solo sob material orgânico, sugerindo que um sistema mais conservacionista favorece a biota do solo.

Houve efeito das épocas de amostragem no quociente metabólico, até 10 cm de profundidade, porém não apresentou diferença significativa (Tabela 5). Esse atributo é usualmente utilizado como indicador ecofisiológico das mudanças na comunidade microbiana do solo, representando a relação entre as quantidades de CO<sub>2</sub> produzidas por unidade de carbono da biomassa microbiana (Cmic), por unidade de tempo (Anderson, 2003). De modo geral, as cultivares não apresentaram um comportamento linear, em relação a esse atributo.

Esses resultados corroboram com os encontrados por Barbosa (2010) ao avaliar o mesmo atributo em diferentes épocas e culturas. Já no período chuvoso, os maiores valores foram encontrados na área de Fazenda.

Valores de quocientes metabólicos mais altos indicam maior consumo de energia, indicando que a biomassa está sob estresse. Ademais, de acordo com Barreto et al. (2008), valores mais altos de qCO<sub>2</sub> também indicam menor eficiência na imobilização e mineralização de nutrientes por parte da biomassa microbiana do solo. No entanto, esses valores devem ser comparados no mesmo tipo de solo, uma vez que outros fatores como temperatura, pH e maior depósito de resíduos orgânicos podem influenciar a biomassa microbiana (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

Matos (2010) ao estudar áreas cultivadas sob diferentes tipos de manejo em período seco, verificou valores maiores de  $qCO_2$  nestas áreas em relação a áreas com mata nativa, resultados estes que corroboram com os resultados obtidos nesta pesquisa. Para o presente trabalho, os resultados foram diferentes, onde foram encontrados valores de  $qCO_2$  500% maiores que as áreas de Fazenda.

De modo geral, para as áreas de alface crespa, a média do  $qCO_2$  foi menor no período seco em relação ao período chuvoso (Tabela 5). Diferente do que descreve Insam (1990) ao discutir que solos de clima mais quente têm respiração mais elevada. Para resultados onde o quociente metabólico foi alto infere-se, portanto, que a microbiota não está sendo eficiente na utilização dos recursos do ecossistema (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006), ou seja, o ambiente não está no seu estado de equilíbrio, perdendo maior quantidade de  $CO_2$  e incorporando ainda menos Carbono ao seu tecido celular.

Os resultados encontrados no presente trabalho apesar de não demonstrarem diferenças significativa o talhão do PAIS apresentou um comportamento diferente das demais, resultando num  $qCO_2$  muito maior no período de chuva em relação ao período de estiagem quando ocorreu a colheita mecanizada e o aporte de carbono orgânico foi maior.

Infere-se, portanto, dos resultados do presente trabalho, devido o  $qCO_2$  ser um índice muito sensível às modificações ocorridas no solo, se faz necessário o monitoramento das áreas de alface crespa e da área de vegetação antrópica arborizada por um longo período. Isso para que o indicador contribua para a avaliação da qualidade dos solos e o seu nível de estresse que possa interferir na atividade da biomassa microbiana do solo. Para a relação  $N_{mic}$  não houve diferença significativa entre as cultivares de alface crespa (Tabela 5). Porém, as variações nos resultados podem refletir eficiência na conversão do Cot em  $C_{mic}$ , já que esse quociente fornece uma medida de qualidade da matéria orgânica (Tótolá & Chaer, 2002; Reis Junior & Mendes, 2007).

De modo geral, nas duas épocas, o  $qMIC$  foi maior nas áreas de alface crespa em relação a área de referência. Porém, Carneiro et al. (2009) observaram que nos solos cultivados, o  $C_{mic}$  e a relação  $C_{mic}:Cot$  foram reduzidas em relação a áreas de mata nativa. Ademais, outros estudos realizados em solos tropicais brasileiros comparando áreas sob vegetação nativa e submetidas a uso agropecuário, em camadas superficiais do solo, apresentaram  $qMIC$  com comportamento semelhante aos resultados da biomassa microbiana, com valores menores nas áreas cultivadas (D'ANDRÉA et al., 2002; BEHERA & SAHANI, 2003; FONSECA et al., 2007; CARDOSO et al., 2009).

Os valores altos nas áreas agrícolas são desejáveis, já que quando é encontrado um  $qMIC$  baixo, o resultado pode indicar uma provável condição de estresse para a população microbiana, o que significa que a capacidade de utilização de carbono é diminuída (WARDLE, 1994), decorrente, algumas vezes, da redução da quantidade e qualidade de substrato orgânico na formação de serapilheira, além da ocorrência de outros fatores estressantes como deficiências nutricionais, alterações do pH, presença de poluentes e etc. (WARDLE, 1994; CARDOSO et al., 2009).

O quociente microbiano fornece uma medida da qualidade da matéria orgânica (TÓTOLA & CHAER, 2002; REIS JUNIOR & MENDES, 2007), sendo que variações neste atributo do solo podem refletir também os acréscimos de Matéria orgânica do solo, a eficiência de conversão do carbono orgânico total (Cot) do solo para  $C_{mic}$ , a estabilização do Cot pelas frações minerais do solo e, ainda, as eventuais perdas de C do solo (SPARLING, 1992). Sendo que houve acréscimo de matéria orgânica derivada da

colheita mecanizada que ocorreu no período de estiagem, além do decréscimo de Cot que foi uma situação evidenciada nas áreas estudadas quando comparadas com a área de referência (Tabela Cot).

Dessa forma, visto que há uma grande variedade de fatores que influenciam os valores do qMIC, se torna necessário uma avaliação de longo prazo para afirmar que há eficiência na conversão do Cot em Cmic e sobre a qualidade da matéria orgânica nos solos das áreas de cana-energia estudados. Conhecendo-se os valores de equilíbrio da relação Cmic: Cot de um solo para a cultura desejada, essa razão pode fornecer uma indicação sobre o quanto um solo está distante do seu equilíbrio.

#### 4 CONCLUSÃO

As diferenças entre o manejo do solo empregadas nos sistemas orgânicos e convencional proporcionaram diferenças nas variáveis químicas do solo.

As diferenças entre o manejo do solo empregadas nos sistemas orgânicos e convencional não proporcionaram diferenças significativas nos atributos biológicos com exceção do Carbono Orgânico total.

É necessário um estudo de longo prazo para verificar com maior precisão a sensibilidade desses indicadores biológicos nos diferentes manejos empregados.

Houve diferença entre os sistemas de produção estudados nos atributos químicos do solo.

#### 5 REFERÊNCIAS

ALCARDE, J. C.; GUIDOLIN, J. A.; LOPE, A. L. **Os adubos e a eficiência das adubações**. Boletim Técnico, 3. ed. – São Paulo, ANDA, 1998.

ANDREOTE, F.D.; GUMIERE, T.; DURRER, A. **Exploring interactions of plant microbiomes**. Scientia Agricola, Piracicaba, v. 71, p. 528-539, 2014.

ANDERSON, T.H. & DOMSCH, K.H. **The metabolic quotient for CO<sub>2</sub> (qCO<sub>2</sub>) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils**. Soil Biol. Biochem., 25:393-395, 1993.

ARATANI, R. G.; FREDDI, O. S.; CENTURION, J. F.; ANDRIOLI, I. **Qualidade física de um Latossolo Vermelho acriférrico sob diferentes sistemas de uso e manejo**. Revista Brasileira de Ciência do Solo. Viçosa, v. 33, n. 1, p. 677-687, 2009.

ARAUJO, T. DOS S.; GALLO, A, DE ARAUJO, FAGUINER DOS S; SANTOS. L. C. DOS SANTOS; GUIMARÃES, N.DE F, GUIMARÃES; E SILVA, R, F. DA. **Biomassa e atividade microbiana em solo cultivado com milho consorciado com leguminosas de cobertura**. Revista de Ciências Agrárias, 2019, 42(2): 347-357

BALOTA, E.L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D.S.; DICK, R.P. **Microbial biomass in soils under different tillage and crop rotation systems**. Biology and Fertility of Soils, Firenze, v. 38, n. 1, p. 15-20, 2003.

CAMARGO, M. S. C. **A importância do uso de fertilizantes para o meio ambiente**. Pesquisa&Tecnologia, v. 9, n. 2, jul./dez. 2012.

- CARDOSO, E. L.; OLIVEIRA, H. **Sugestões de uso e manejo dos solos do assentamento Taquaral**. Corumbá: Embrapa-Pantanal, 2004. 4 p. (Circular Técnica, 35).
- CHAER, G.M. & TÓTOLA, M.R. **Impacto do manejo de resíduos orgânicos durante reforma de plantios de eucalipto sobre indicadores de qualidade do solo**. R. Bras. Ci.Solo, 31:1381- 1396, 2007.
- COMISSÃO DE FERTILIDADE DE SOLOS DE GOIÁS. **Recomendações de calagem e adubação para Goiás**. Ed UFG. Convenio UFG/EMGOPA. 1988
- DICK, R.P. **Soil enzyme activities as indicators of soil quality**. In: DORAN, J.V. et al. (Ed.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Madison: SSSA; American Society of Agriculture, 1994. p. 107-124.
- DITOMASO, J.M.; BARNEY, J.N.; FOX, A.M. **Biofuel feedstocks: The risk of future invasions**. The Council for Agricultural Science and Technology, Commentary QTA-007-1. Iowa: Ames. 7p. 2007.
- EMBRAPA MILHO E SORGO. **Sistemas de Produção**, 2 ISSN 1679-012X. Versão Eletrônica 4ª=edição. Set./2008.
- FERNANDES, A. L. T.; TESTEZLAF, R. **Fertirrigação na cultura do melão em ambiente protegido, utilizando-se fertilizantes organominerais e químicos**. Revisita Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 6, n. 1, p. 45-50, 2002.
- FOGAÇA, J. R. V. **Adubos Orgânicos e Inorgânicos**; Brasil Escola, 2005. Disponível em <<http://brasilecola.uol.com.br/quimica/adubos-organicos-inorganicos.htm>>. Acesso em 05 de Dezembro de 2021.
- GILLER, K. E.; BEARE, M. H.; LAVELLE, P.; IZAC, A. M. N.; SWIFT, M.J. **Agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function**. Applied Soil Ecology, Amsterdam, v.6, n. 1, p. 3-16. 1997
- GRAHAM, M.H.; HAYNES, R.J. & MEYER, J.H. **Soil organic matter content and quality: effects of fertilizer applications, burning and trash retention on a long-term sugarcane experiment in South Africa**. Soil Biol. Biochem., 34:93-102, 2002.
- HERMAN, W.A.; MCGILL, W.B. & DORMAAR, J.F. **Effects of initial Chemical composition on decomposition of roots of three grass species**. J. Soil Sci., 57:205- 215, 1977.
- IRES, J. F.; JUNQUEIRA, A. M. R. **Impacto da adubação orgânica na produtividade e qualidade das hortaliças**. Horticultura Brasileira, v. 19, n. 2, p. 195. 2001.
- ISLAM, K.R. & WEIL, R.R. **Land use effects on soil quality in a tropical forest** eKcloEsHysLt,emE.oJ.fFBearntigilzaadnetsehs.oArggarinco.mEicnoesryasi.s.EPnivriarcoinc.a,b7a9::N9-S1T6, 12909090. 146 p.
- KONZEN, E. E. **Fertilização de lavoura e pastagem com dejetos de suínos e cama de aves**. 2004. 65 p. (Circular Técnica, 31).
- MATSUOKA S.; KENNEDY A.J.; SANTOS E.G.D.; TOMAZELA A.L.; RUBIO L.C.S. (2014). **Energy Cane: Its Concept, Development, Characteristics, and Prospects Advances in Botany**. 2014:1-13. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1155/2014/597275>>
- MILLIGAN, S.B.; GRAVOIS, K.A.; BISCHOFF, K.P.; MARTIN, F.A. **Crops effects on broad-sense heritabilities and genetic variances of sugarcane yield components**. Crop Sci. 30:344-349. 1990.
- NOVAIS, R. F.; ALVAREZ, V. H.; BARROS, N. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. **Fertilidade do solo**. Sociedade Brasileira de Ciência do solo. 1017 p. 2007.
- PEIXOTO FILHO, J. U. et al. **Produtividade de alface com doses de esterco de frango, bovino e ovino em cultivos sucessivos**. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v.17, n. 4,



p. 419–424, 2013.

RAHN, C.R. & LILLYWHITE, R.D. **A study of the quality factors affecting the short – term decomposition of field vegetable residues.** J. Sci. Food Agric., 82:19-26, 2001.

RUBIN, E.M., 2008. **Genomics of cellulosic biofuels.** Nature 454(14):841-845.

SAMUELS, G.; ALEXANDER, A.G.; RIOS, C. E.; GARCIA, H. **The production of energy cane in Puerto Rico: The Hatillo Project.** Journal of the American Society of Sugar Cane Technologists 3:14-17. 2008.

SANTOS, G. A.; SILVA, Leandro Souza; CANELLAS, Luciano Pasqualoto; CAMARGO, Fávio A. O. **Fundamentos da Matéria Orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais.** 2ed. 654p.:il. Porto Alegre: Metropole, 2008.

SANTO ANTÔNIO DA POSSE. Vignis Ltda. **Energy Cane: Its Concept, Development, Characteristics, and Prospects.** Fazenda São Pedro, CP 62, 62.13830- 000 Santo Antonio de Posse, SP, Brazil.

SIQUEIRA, J.O.; MOREIRA, F.M.S. **Biologia e Bioquímica do solo.** Lavras: UFLA/FAEPE, 2002. 291 p.

SILVA. A. R; SALES. A; VELOSO, C, A, COSTA; **Atributos físicos e disponibilidade de carbono do solo em sistemas de integração Lavoura-Pecuária-Floresta (iLPF), homogêneo e Santa Fé, no estado do Pará,** Agropecuária Técnica (2016) Volume 37 (1):96-104 Versão Online ISSN: 0100-7467.

SMITH, J. L.; PAUL, E. A. **The significance of soil microbial biomass estimations.** In: BOLLAG, J.M.; STOTZKY, G. (Eds.) Soil Biochemistry. New York: Marcel Dekker, 1990. V6, p. 357-396.

SOUZA, J. L.; RESENDE, P. **Manual de horticultura orgânica.** Viçosa: CPT, 2003. 564 p. (Aprenda fácil).

SOUZA, I. P. de. **Adubação orgânica de alface com co-produtos do biodiesel.** 42 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2008.

SOUZA JL; GUIMARÃES GP; FAVARATO LF. 2015. **Desenvolvimento de hortaliças e atributos do solo com adubação verde e compostos orgânicos sob níveis de N.** Horticultura Brasileira. 2020.

STICKLEN, M.B. **Plant genetic engineering for biofuel production: towards affordable cellulosic ethanol.** Nature Reviews 9:433-443. 2008.

TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. **Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos.** In: V. ALVAREZ, V.H. et al. (Ed.). Tópicos em ciência do solo. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do solo, 2002. v. 1, p. 487- 592.

VASCONCELLOS, R.L.F. et al. **Soil macrofauna as an indicator of soil quality in an undisturbed riparian forest and recovering sites of different ages.** European Journal of Soil Biology, Montrouge, v. 58, p. 105-112, 2013.

VENZKE FILHO, S.P.; FEIGL, B.J.; PICCOLO, M.C.; SIQUEIRA NETO, M. & CERRI, C.C. **Biomassa microbiana do solo em sistema de plantio direto na região de Campos Gerais – Tibagi, PR.** R. Bras. Ci. Solo, 32:599-610, 2008.

VILLAS BÔAS, R. L. et al. **Efeito de doses e tipos de compostos orgânicos na produção de alface em dois solos sob ambiente protegido.** Horticultura Brasileira, v. 22, n. 1, p. 28-34,2004.