

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E ENGENHARIAS
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS FLORESTAIS E DA MADEIRA

MARTHA ELISA OLIVEIRA VALORY CAPUCHO

EMIÇÃO DE CO₂, TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO SOB
DIFERENTES SISTEMAS DE COBERTURA DE SOLO NO CULTIVO
DE YACON

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2016

MARTHA ELISA OLIVEIRA VALORY CAPUCHO

EMISSÃO DE CO₂, TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO SOB
DIFERENTES SISTEMAS DE COBERTURA DE SOLO NO CULTIVO DE
YACON

Monografia apresentada ao
Departamento de Ciências
Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito
Santo, como requisito parcial para
obtenção do título de Engenharia
Florestal.

JERÔNIMO MONTEIRO
ESPÍRITO SANTO
2016

MARTHA ELISA OLIVEIRA VALORY CAPUCHO

EMISSÃO DE CO₂, TEMPERATURA E UMIDADE DO SOLO SOB DIFERENTES
SISTEMAS DE COBERTURA DE SOLO NO CULTIVO DE YACON

Monografia apresentada ao Departamento de Ciências Florestais e da Madeira da
Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do
título de Engenheiro Florestal.

Aprovada em 24 de junho de 2016.

COMISSÃO EXAMINADORA



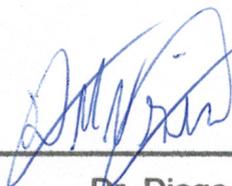
Prof. Dr. Eduardo de Sá de Mendonça
Universidade Federal do Espírito Santo

Orientador



Prof. Dr. Fábio Luiz Oliveira
Universidade Federal do Espírito Santo

Examinador



Dr. Diego Mathias Natal da Silva
Universidade Federal do Espírito Santo

Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, meu melhor amigo, por me sustentar e guiar meus passos em todos os momentos de minha vida, pela Sua fidelidade, pelo amor incomparável, que sinto no simples ato de respirar.

Aos meus pais, Taís de Paula Oliveira e Gilmar Luiz Capucho, por todo amor. Por simplesmente serem quem são. Por muitas vezes desistirem de seus sonhos para realizarem os meus.

À minha família, pelo carinho, apoio, por se mostrarem sempre orgulhosos de mim, mesmo quando não merecia.

Às minhas amigas e irmãs de coração, Laís e Mariane. Agradeço pela amizade singular, pela ajuda não só na realização deste trabalho, mas em toda minha vida acadêmica. Não poderia deixar de agradecer também ao Eduardo, por toda amizade neste caminho e pelos momentos alegres que ele nos proporciona.

Ao Diego, pela paciência e disponibilidade em ajudar-me nas idas ao campo, na realização das análises e pelas sugestões muito válidas ao longo de todo experimento.

Ao meu orientador, Prof. Eduardo de Sá Mendonça, pelos ensinamentos, conselhos e por acreditar na minha capacidade para realização deste trabalho.

A todos meus amigos, por se fazerem presentes em minha vida, dando-me forças pra chegar até aqui.

À FAPES pelo financiamento do projeto de pesquisa.

Ao professor Fábio Luiz de Oliveira, pela coordenação geral do projeto, pelas sugestões e por ter aceito participar da banca.

À Universidade Federal do Espírito Santo, pela oportunidade de conclusão do curso de Engenharia Florestal.

RESUMO

O Yacon (*Smallanthus sonchifollius*) é uma planta originária da América do sul, atualmente muito utilizada na alimentação e tornando-se foco estudos. Os solos em geral, podem atuar como fonte ou dreno dos gases de efeito estufa visto que a produção de CO₂ do solo está relacionada com a atividade biológica. A atividade biológica do solo pode ser influenciada pelas condições de temperatura e umidade. O objetivo do trabalho foi estudar o impacto dos sistemas de cobertura do solo sobre as emissões de CO₂ e a temperatura e umidade do solo. O experimento foi realizado em Ibatiba-ES, obedecendo o delineamento de blocos ao acaso com cinco repetições. Os tratamentos foram constituídos por sete sistemas de proteção do solo: 1- cobertura com palha de milho (30L/m²); 2- nível I de palha de café (25L/m²); 3- nível II de palha de café (50m²/L); 4- nível III de palha de café (75L/m²); 5-lona preta; 6- lona dupla face e 7- sem cobertura de solo. As avaliações foram feitas mensalmente, no período de maio a novembro de 2015. Os resultados mostraram que todos os sistemas de cobertura se diferenciaram positivamente quando comparados com o solo descoberto, visto que a lona dupla face proporcionou menores valores de temperatura e a cobertura com palha de café nível 1 apresentou menores emissões de C-CO₂, em média 3,57 μmol m⁻² s⁻¹.

Palavras-chave: Manejo do solo; Efeito estufa; Carbono.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
1.1 Objetivos	2
1.1.1 Objetivo geral.....	2
1.1.2 Objetivos específicos	2
2. REVISÃO DE LITERATURA.....	3
2.1 Batata Yacon.....	3
2.2 Emissão de CO ₂ na atmosfera.....	4
2.3 Cobertura do solo.....	5
2.4 Umidade do solo	6
2.5 Temperatura do solo	7
3. METODOLOGIA	8
3.1 Amostragem.....	10
3.1.1 Caracterização física de rotina.....	10
3.1.2 Caracterização química de rotina	11
3.1.3 Umidade e Temperatura:	11
3.1.4 Emissão de C-CO ₂ (ECO ₂)	11
3.1.5 Análise estatística	12
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	22

LISTA DE TABELA

Tabela 1. Caracterização química e física de rotina.	11
Tabela 2 Determinação do coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o fluxo de CO ₂ e a umidade do solo	19

LISTA DE FIGURA

Figura 1. Médias mensais de precipitação (mm), temperatura média e temperatura média das máximas e mínimas (°C), observadas no período de janeiro a dezembro de 2015, em Muniz Freire-ES.	8
Figura 2. Croqui do experimento com diferentes sistemas de cobertura do solo.	9
Figura 3. Área experimental com diferentes tratamentos.	9
Figura 4. Temperatura do solo sob diferentes coberturas.	14
Figura 5. Umidade do solo (kPa) sob diferentes coberturas.	16
Figura 6. Fluxo de C-CO ₂ (μmol m ⁻² s ⁻¹) sob diferentes coberturas.	18

1. INTRODUÇÃO

O yacon (*Smallanthus sonchifollius*) é uma planta originária da América do sul, na qual sua raiz tuberosa é atualmente muito utilizada na alimentação, por ser considerado um alimento funcional, apresentando em sua composição compostos bioativos que oferecem benefícios à saúde (VANINI et al., 2009). Essa espécie gera muitos benefícios para o consumidor em geral, representando um novo produto a ser explorado e aplicado em níveis social, agrícola, tecnológicos e científicos.

Nos últimos anos, a concentração de Gases do Efeito Estufa (GEE) na atmosfera tem aumentado de forma significativa, como consequência das ações antrópicas. Essa atividade pode resultar na intensificação do efeito estufa. Estima-se que a temperatura média do planeta pode aumentar em até 5,8 °C nos próximos 100 anos (INTERGOVERNAMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE - IPCC, 2007).

O dióxido de carbono (CO₂) é considerado um dos três principais GEE. A emissão de CO₂ pelo solo é considerada a segunda maior componente do ciclo global do carbono, tornando-se um relevante fator nas variações climáticas (RETH et al., 2005).

No âmbito das variações climáticas, os solos agrícolas se tornam motivo de estudo, visto que os mesmos podem se comportar como fonte ou dreno de GEE, dependendo da forma como são manejados (IPCC, 2001).

Segundo Cerri, (2007), o setor agrícola brasileiro contribui de forma significativa para as emissões de GEE, sendo responsável por 75% das emissões de CO₂.

A escolha de sistemas de manejo menos intensivos e o uso de plantas de cobertura oferecem proteção da superfície, que além de manter a umidade e diminuir a amplitude térmica do solo, promovem o aumento do conteúdo de matéria orgânica (XAVIER et al., 2006). Sabe-se que 89% do potencial de mitigação desses gases depende do sequestro de carbono pelo solo (SMITH et al., 2008).

Visto que a emissão de CO₂ do solo depende do gradiente vertical do gás em profundidade, do gradiente de pressão do ar e da velocidade horizontal do vento em relação a superfície do solo, os principais fatores que afetam as emissões de CO₂ são a temperatura do ar e do solo e o teor de umidade (RUSSELL & VOONEY, 1998; RUSTAND et al., 2000; JANSSENS et al., 2001).

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Gerar informações a respeito dos impactos dos sistemas de cobertura do solo sobre os atributos físicos e o fluxo de dióxido de carbono em sistema de produção de yacon.

1.1.2 Objetivos específicos

- Avaliar as emissões de CO₂ do solo sob diferentes coberturas;
- Estudar o impacto dos sistemas de cobertura do solo sobre os atributos temperatura e umidade.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Batata Yacon

A Yacon (*Smallanthus sonchifolius*) é uma espécie de planta perene e herbácea, pertencente à família Asteraceae (DUARTE et al., 2008). Sua origem é decorrente das regiões andinas, possuindo uma boa adaptabilidade a diferentes condições de clima, altitude e tipo de solo.

A altura da planta varia em torno de 1,5 a 3,0 metros, com um sistema radicular de 4 a 20 tubérculos, suas raízes são semelhantes com as da batata doce possuindo também gosto adocicado, e uma polpa firme, optando se por consumi-la in natura (SANTANA; CARDOSO, 2008).

Essa espécie foi introduzida no Brasil em 1990, aumentando o seu consumo em meados dos anos 2000 (MOSCATTO et al., 2004), devido ao seu fácil manejo, processamento e por suas raízes serem fonte de composto bioativos de importância humana (OJANSIVU et al., 2011; DUARTE et al., 2008).

Seus tubérculos são compostos principalmente por água e carboidratos, sendo esses armazenados sob a forma de frutooligossacarídeos (FOS), entre outros açúcares livres. O teor de água armazenado situa-se em torno de 83 a 90 % do peso fresco, o que ocasiona um baixo valor energético (LACHMAN et al., 2004). As raízes contêm entre 10 a 14% de matéria seca sendo esta composta em torno de 90 % de carboidratos (MANRIQUE & PÁRRAGA, 2005). Em relação aos carboidratos, entre os açúcares encontrados estão os monossacarídeos (frutose e glicose), e os oligossacarídeos (sacarose e frutooligossacarídeos), além de traços de amido e inulina (GRAU & REA, 1997).

Devido a grande quantidade de inulina presente nas raízes e caules do yacon essa espécie tem sido utilizado como substituto natural do açúcar na alimentação de diabéticos (MACHADO et al., 2004). Outros efeitos benéficos têm sido relacionados a esse tubérculo na saúde humana, como na redução dos lipídeos no sangue, aumento da absorção de minerais como cálcio, magnésio e ferro e a inibição dos estágios iniciais do câncer de colón (QUINTEROS, 2000; VANINI et al., 2009; SILVA et al., 2004).

2.2 Emissão de CO₂ na atmosfera

O aumento da concentração global dos gases de efeito estufa, tais como, o dióxido de carbono (CO₂), o metano (CH₄) e o óxido nitroso (N₂O) contribuem para a alteração do balanço da entrada e saída da energia proveniente da radiação solar no sistema Terra-atmosfera, tendendo a elevar a temperatura média do planeta e provocar mudanças climáticas globais (SOLOMON et al., 2007).

O CO₂ é o GEE mais significativo e ainda tem suas emissões intensificadas pelas atividades humanas. A concentração atmosférica desse gás aumentou em torno de 115 ppm desde o ano de 1750 (ano pré industrial) até 2010. No ano de 2005, por determinações feitas por amostras de gelo, constatou-se que a concentração de CO₂ da atmosfera ultrapassa muito a faixa natural ao longo dos últimos 650 mil anos (MAPA, 2012).

O Carbono (C) circula entre diferentes reservatórios globais, sendo eles: atmosfera, oceanos e os sistemas terrestres. A atmosfera atua como condutor entre os reservatórios, desempenhando importante papel no ciclo do C. A concentração de CO₂ presente nela é regida pela dinâmica das trocas entre os três reservatórios (CAST, 2004).

Ainda assim, o sistema terrestre é o maior dentre os três sistemas globais. Através de atividades realizadas pelo ecossistema, o CO₂ é absorvido, no caso da fotossíntese, ou liberado por animais e microrganismos, através do processo de respiração (CAST, 2004). Dessa forma, os solos são um importante reservatório de C. Presume-se que nos primeiros 100cm de profundidade, o compartimento de C é 4 vezes maior que na vegetação terrestre e 3 vezes mais que o C presente na atmosfera (BATJES, 1996).

Os lançamentos de CO₂ pelo solo geralmente estão associados com a respiração autotrófica e heterotrófica, que é estimulada pelo preparo do solo. O manejo reduzido ou práticas adotadas como o Plantio Direto podem diminuir essas emissões e conseqüentemente aumentar os estoques de C no solo (MOSIER et al., 2004).

Entretanto, as emissões, em decorrência da decomposição de microrganismos, são dependentes das condições as quais o solo se encontra, como o conteúdo de matéria orgânica e a disponibilidade de resíduos, uma vez que estes são as principais fontes de C à microbiota, além de influenciar as propriedades

físicas, químicas e biológicas do solo (VARGAS&SCHOLLES, 2000; COSTA et al., 2003; CIOTTA et al., 2004).

Assim sendo, manejos inadequados do solo podem mineralizar a matéria orgânica e transferir quantidades consideráveis de gases do efeito estufa para a atmosfera (CERRI et al., 2007).

2.3 Cobertura do solo

O manejo do solo com cobertura é uma alternativa adotada em diversas áreas para reduzir a infestação da vegetação espontânea (MACLEAN et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2008), diminuir a evaporação da água do solo e, conseqüentemente, a necessidade de irrigação (LIMA et al., 2009), quando comparado com um solo sem cobertura. Um solo coberto pode também manter ou melhorar sua fertilidade (ESPINDOLA et al., 2006) e as características físicas, prevenindo contra processos erosivos e melhorando a agregação do solo (SMOLIKOWSKI et al., 2001; CORRÊA, 2002).

Quando o solo está coberto por qualquer tipo de material, seja resíduos, vegetação ou coberturas inorgânicas, grande parte das gotas de chuva são interceptadas pela cobertura, antes de alcançar o solo, reduzindo a formação de crostas na camada superficial. De mesmo modo, reduzindo o impacto da chuva, o escoamento superficial é menor, conferindo ao solo maiores índices de umidade (DULEY, 1939).

Stanghellini (1993) observou que em um solo submetido à proteção, a taxa de evapotranspiração é reduzida em até 30%, comparando-o ao solo descoberto.

A cobertura do solo pode ser realizada com material inorgânico ou orgânico, uma vez que o objetivo dessa prática também é proteger o solo das adversidades climáticas as quais o mesmo está sujeito. O regime térmico do solo pode ser modificado, aumentando ou diminuindo a temperatura e umidade. Essas características são condicionadas ao tipo e espessura da cobertura utilizada (GASPARIMET al., 2005; RESENDE et al., 2005).

Além de materiais como plantas de cobertura (cobertura viva) e resíduos orgânicos, as coberturas plásticas também proporcionam excelentes benefícios ao agricultor e ao ambiente (BRANCO et al., 2010).

A cobertura morta trata-se da ação de cobrir o solo com resíduos vegetais como cascas, folhas e palhas. Além de conferir efeitos significativos sobre os atributos edáficos, esses materiais podem atuar na redução da germinação de plantas espontâneas (CONSTANTIN, 2001).

Experiências sobre a cobertura do solo, orgânicas ou não, geram benefícios ao solo, podendo atuar positivamente quando relacionado com características físicas, incremento do carbono orgânico, atividade da biomassa microbiana, reciclagem de nutrientes e fornecimento de nitrogênio através da fixação biológica pelas leguminosas (PERIN et al., 2002; TORRES et al., 2006; GAMA-RODRIGUES et al., 2007; BAYER et al., 2009; LEITE et al., 2010; TEODORO et al., 2011a, 2011b; CONCEIÇÃO et al., 2013; THOMAZINI et al., 2015).

2.4 Umidade do solo

Conforme Carvalho et al. (2007) atributos físicos como densidade e umidade são indicadores da qualidade do solo. A qualidade do solo pode ser entendida como a capacidade deste em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da Terra.

Alterações na umidade do solo são dinâmicas e podem ocorrer em curto e longo período, na camada superficial do solo. Essas alterações estão associadas com fatores como manejo do solo e condições ambientais. (KAY, 1990).

A adoção de sistemas que oferecem proteção para o solo conservar o conteúdo de água, promovem grande impacto sobre os períodos de déficit hídrico (CAMPOS, 1994).

A umidade do solo pode atuar positiva ou negativamente quando relacionada com a emissão de CO₂ do solo. Umidades ótimas podem maximizar a respiração (ZANCHI et al., 2002) e proporcionar ótimas condições para a atividade microbiana e conseqüentemente incrementar a produção de CO₂ pelo solo (BUYANOWSKI; WAGNER, 1983)

2.5 Temperatura do solo

A Temperatura do solo é dos elementos mais importantes para o desenvolvimento das plantas, absorção de nutrientes e atividade microbiana. Trata-se de uma componente variável no tempo e no espaço e assim, assume grande relevância nos processos físicos, químicos e biológicos do solo. Através da temperatura, é possível a determinação de taxas de evaporação do solo e a mensuração das reações químicas ocorridas no mesmo. Assim, informações relacionadas com a temperatura do solo são fundamentais para a agricultura (HILLEL, 1998).

A temperatura do solo é um elemento significativo no controle da maioria dos processos no ciclo do C e conseqüentemente, exerce influencia nas taxas de emissão de CO₂. (JABRO et al. 2008; USSIRI; LAL, 2009). É sabido que tal componente também pode elevar rapidamente as taxas de respiração do solo.

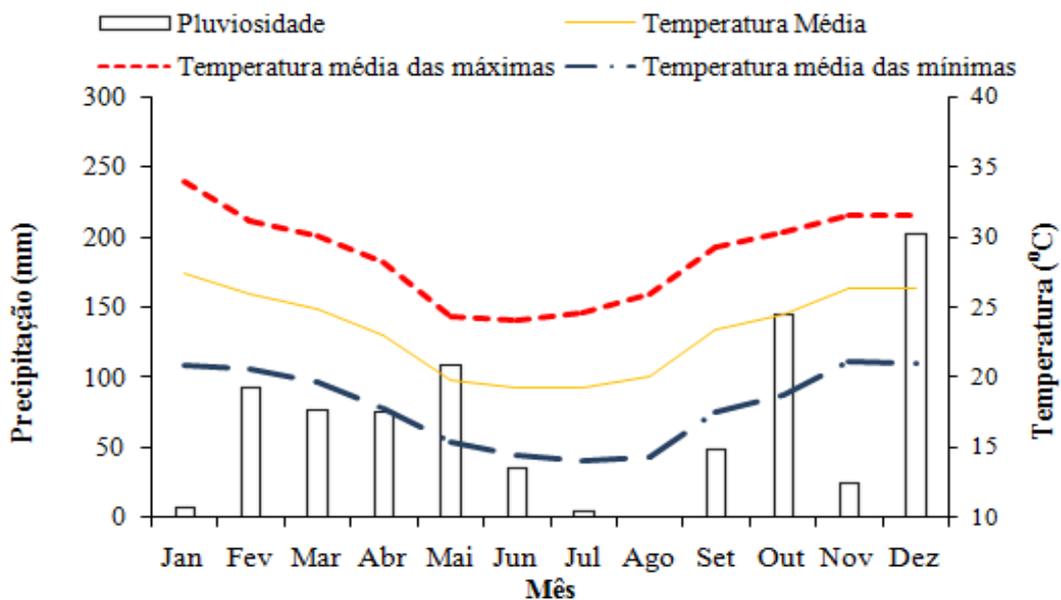
Diversas pesquisas apontam que a temperatura do ar e do solo tem relação direta com as emissões de CO₂ para atmosfera (RUSSELL & VOONEY, 1998). Hanson et al. (1993) e Freitas (2001) afirmam que a respiração microbiana também influencia nas estimativas do fluxo de CO₂ do solo. Desta maneira, um fator está diretamente ligado com o outro. Altas temperaturas influenciam na respiração microbiana e conseqüentemente na emissão de CO₂ para a atmosfera.

3. METODOLOGIA

O experimento foi realizado entre os meses de abril e novembro de 2015, na área de um agricultor familiar, localizada no distrito de Criciúma, Ibatiba-ES. As coordenadas geográficas referentes à área são: 20° 14' de latitude Sul e 41° 38' de longitude Oeste, com altitude de 880m.

A temperatura mensal variou entre mínima de 14°C e máxima de 31,5°C e a precipitação pluvial alcançou 446,1mm no período em que o estudo foi desenvolvido na área (Figura 1).

Figura 1. Médias mensais de precipitação (mm), temperatura média e temperatura média das máximas e mínimas (°C), observadas no período de janeiro a dezembro de 2015, em Muniz Freire-ES.



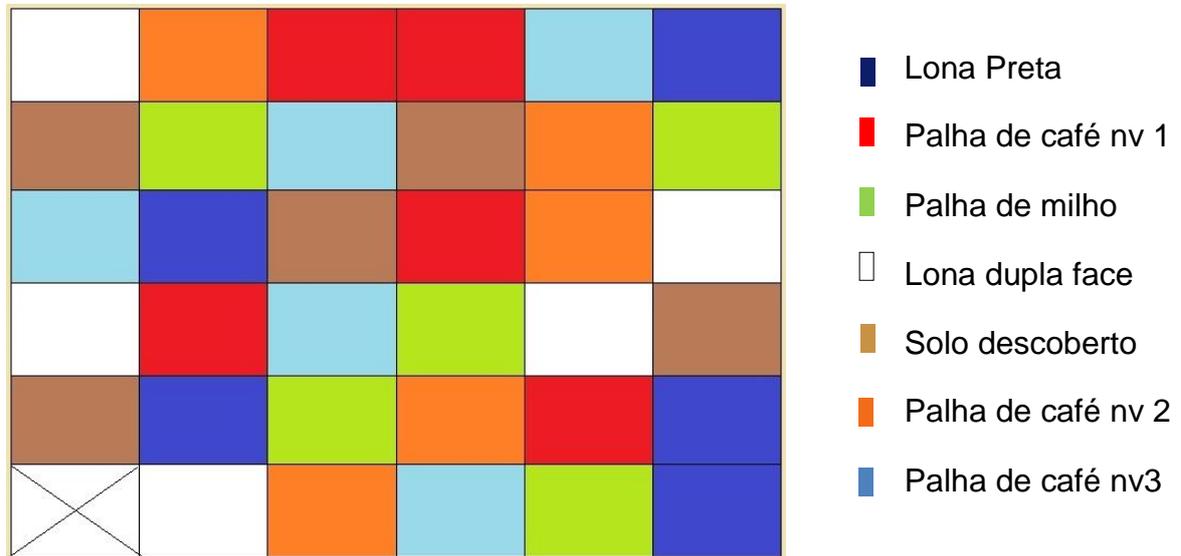
Fonte: INCAPER*, Sistema de Informações Meteorológicas, 2015. *Estação meteorológica automática do INMET, localizada em Muniz Freire/ES (20,470° de latitude 41,420° de longitude Oeste e 575 m de altitude).

O solo onde o experimento foi conduzido foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo, textura argilosa.

Instalou-se o experimento obedecendo ao delineamento em blocos ao acaso com sete tratamentos e cinco repetições, sendo eles: cobertura com filme plástico preto, dupla face (branco/preto), cobertura com palha de milho (30L/m²), três coberturas com palha de café em diferentes níveis (1,2 e 3, correspondendo a 25, 50

e 75L/ m², respectivamente) e uma testemunha, ou seja, solo descoberto, totalizando 35 parcelas experimentais (Figura 2).

Figura 2. Croqui do experimento com diferentes sistemas de cobertura do solo.



Cada parcela ocupou uma área de 9m², constituída por 28 mudas de batata Yacon espaçadas de 1,0 m entre linhas e 0,5 m entre plantas, totalizando 7 plantas por linha de plantio (Figura 3).

Figura 3. Área experimental com diferentes tratamentos.



O sistema de cobertura com filme plástico foi confeccionado com filme MPP (Mulching Poli Propileno), oriundo da marca ElectroPlastic S.A.®. O mesmo é considerado ideal para cobertura em canteiros de hortaliças. Um filme possui uma face preta e outra branca, sendo a face branca pra cima e outra possui somente face preta. As duas foram usadas como tratamento.

A palha de milho utilizada foi derivada da colheita do milho na mesma propriedade. A colheita foi realizada 50 dias antes da utilização da palha. Quanto à casca de café, a mesma foi oriunda do processamento de café arábica, sucedido 270 dias antes do seu uso. Ressalta-se que tanto a palha de milho quanto a casca de café permaneceram expostas às intempéries climáticas até a data de uso.

O solo foi preparado por meio de aração à 30 cm e gradagem. O plantio foi realizado em sulcos utilizando-se mudas produzidas em sacolas e obedecendo ao espaçamento de 1,00 x 050 m.

Procedeu-se o preparo do solo com adubação de cobertura contendo 180 g de esterco bovino curtido por planta. O esterco bovino possuía os seguintes nutrientes: 10,1 g kg⁻¹ de N; 3,96 g kg⁻¹ de P; 7,59 g kg⁻¹ de K; 4,54 g kg⁻¹ de Ca e 2,14 g kg⁻¹ de Mg.

Instalou-se um sistema de irrigação por aspersão convencional, entretanto, devido a problemas estruturais dentro da propriedade e o longo período de estiagem na região, não foi possível mantê-lo em funcionamento. Desta forma, após o trigésimo dia de plantio não foi realizado nenhum tipo de irrigação na área.

3.1 Amostragem

Amostras deformadas e indeformadas de solo foram coletadas em trincheiras no centro das camadas 0-20 cm para análise dos atributos do solo.

3.1.1 Caracterização física de rotina

Para a densidade do solo foram coletadas amostras indeformadas de solo, em anel volumétrico de aço com auxílio de amostrador de Uhland. A análise textural foi realizada pelo método da pipeta de acordo com EMBRAPA (1997), porém, com utilização de agitação lenta de 50 rpm por 16 h (RUIZ, 2005a). O teor de silte foi

determinado utilizando-se o método da pipetagem (RUIZ, 2005b). O silte e argila foram determinados pelo método da pipeta - agitação lenta (ALMEIDA et al., 2012). Areia grossa e areia fina por peneiramento após dispersão das partículas (Tabela 1).

3.1.2 Caracterização química de rotina

A caracterização química do material coletado foi realizada no Laboratório de Solos do CCA-UFES. O pH em água foi determinado na relação solo:solução de 1:2,5; a acidez potencial (H+Al) extraída com $\text{Ca}(\text{OAc})_2$ 0,5 mol L⁻¹ tamponado a pH 7,0 e quantificada por titulometria com NaOH 0,025 mol L⁻¹; os teores de Ca, Mg e Al trocáveis foram extraídos com KCl 1 mol L⁻¹, sendo o Ca e Mg determinados por espectrofotometria de absorção atômica e o Al por titulometria com NaOH 0,025 mol L⁻¹; o Na e K foram extraídos com Mehlich-1 e quantificados por fotometria de chama; o P disponível foi extraído com Mehlich-1 e quantificado por colorimetria. Todas as análises de rotina foram efetuadas segundo EMBRAPA (1997). A capacidade de troca catiônica total (T) foi calculada pela soma dos cátions (Ca, Mg, Na, K e H+Al) (Tabela 1).

Tabela 1: Caracterização química e física do solo.

Prof	Areia	Silte	Argila	pH	P	K	Ca	Mg	Al	SB	t	V
cm	-----%-----				mg dm ⁻³		-----cmol _c dm ⁻³ -----				%	
0-20	65	5	30	6,15	12,05	48,00	2,57	0,96	0,00	3,69	3,69	43,96

3.1.3 Umidade e Temperatura:

As estimativas foram dadas por meio de TDR (Time Domain Reflectometry), com medidas instantâneas de umidade, temperatura e condutividade elétrica do solo na camada de 0-10 cm.

3.1.4 Emissão de C-CO₂ (ECO₂)

As avaliações foram realizadas por meio de um analisador portátil LI-8100 (Li-Cor, EUA) acoplado a uma câmara dinâmica (LI-8100). A câmara é acoplada a um sistema de análise que quantifica a concentração de CO₂ em seu interior através da espectroscopia de absorção óptica na região espectral do infravermelho. A câmara de solo foi instalada sobre uma base de PVC com 10 cm de diâmetro, previamente inserida no solo a 5 cm de profundidade. Em cada ponto foram realizadas medidas com duração total de 1,5 minutos cada, obtendo-se a

concentração de CO₂ a cada três segundos. Todas as avaliações foram realizadas no período da manhã, das 08:00h as 11:00h.

A umidade, temperatura e emissão de CO₂ foram medidas a cada 30 dias após o plantio do Yacon até o fim do experimento, ou seja, em novembro de 2016.

3.1.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância pelo teste F e as médias comparadas pelo teste de Skott-Knott a 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas com auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2008).

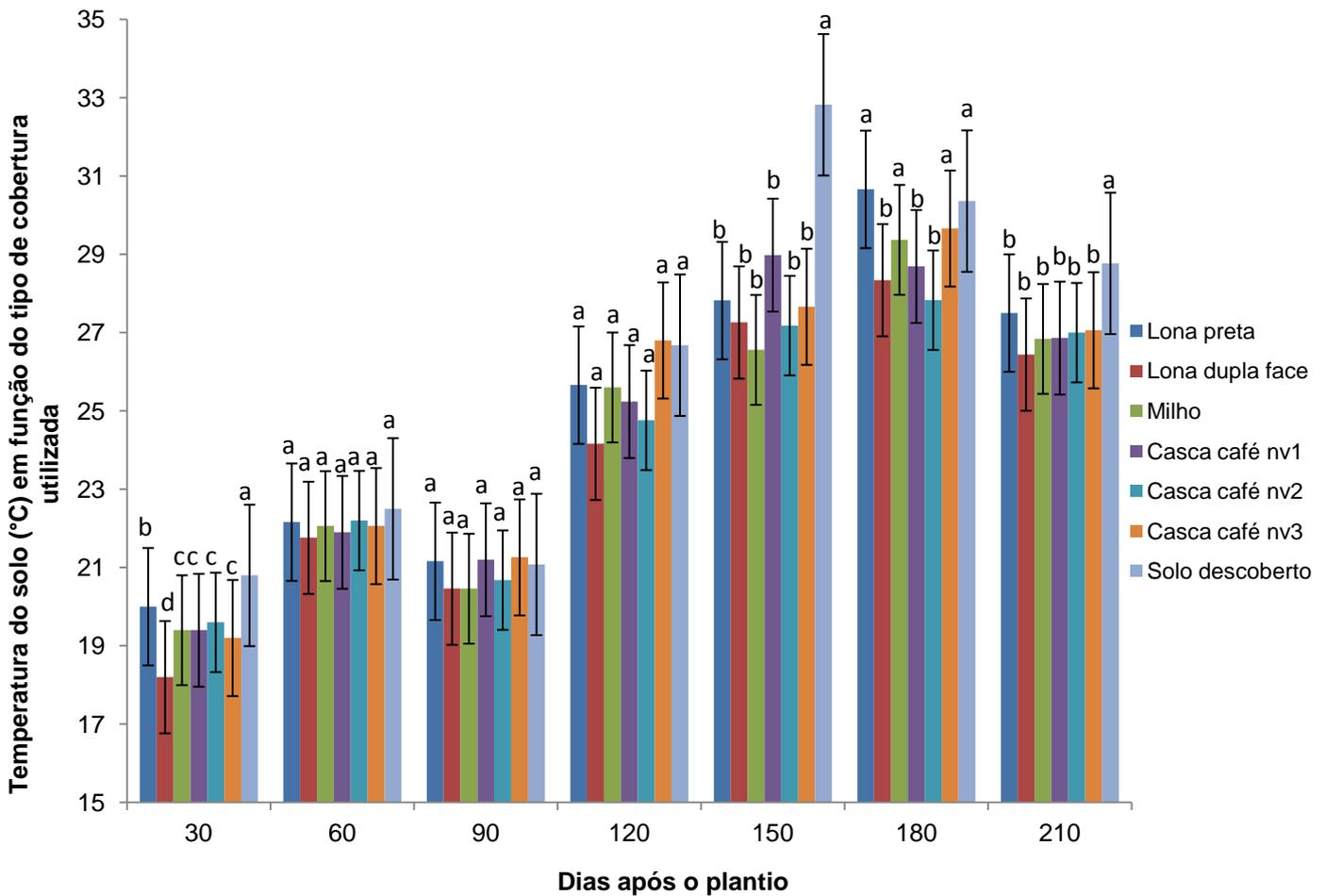
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes à temperatura e umidade do solo aferidos simultaneamente com a emissão de CO₂, são apresentados nas figuras 4 e 5.

Em relação à temperatura, aos 30 dias após o plantio, as coberturas apresentaram valores bastante variáveis. A lona dupla face apresentou a menor temperatura, enquanto o solo descoberto a maior. Dos 60 aos 120 dias após o plantio, as coberturas apresentaram valores semelhantes de temperatura. Aos 150 dias, o solo descoberto apresentou valor superior às demais. Aos 180 dias, as coberturas de lona dupla face, palha de café nível 1 e 2 apresentaram os menores valores enquanto as coberturas de lona preta, café nível 3 e o solo descoberto apresentaram valores superiores. Aos 210 dias após o plantio, todos os tratamentos apresentaram temperatura do solo similar e inferior a do solo descoberto.

No geral, pode-se aferir que o solo descoberto apresentou as maiores temperaturas ao longo do período experimental e a lona dupla face os menores valores (Figura 4).

Figura 4.Variação na temperatura do solo sob diferentes coberturas, no cultivo de yacon. (Ibatiba/ES, 2015).



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em 5% de probabilidade.

Notou-se que a temperatura do solo está associada com as suas coberturas, isso é devido à capacidade de cada cobertura em reter os raios solares, criando um microclima específico. Esta ação é confirmada por Sandanielo (1983), que ao comparar o solo sem cobertura e sob diversas coberturas, verificou que as mesmas atuavam como atenuador das ondas térmicas, amenizando a temperatura do solo. Isso porque a insolação em solos descobertos é maior quando relacionado com solos cobertos, ocasionando o aumento da temperatura destes (PRIMAVESI, 2002). Igualmente, a manutenção de resíduos no solo reflete a radiação solar, diminuindo a taxa de aquecimento ao longo do tempo (SALTON, 1995).

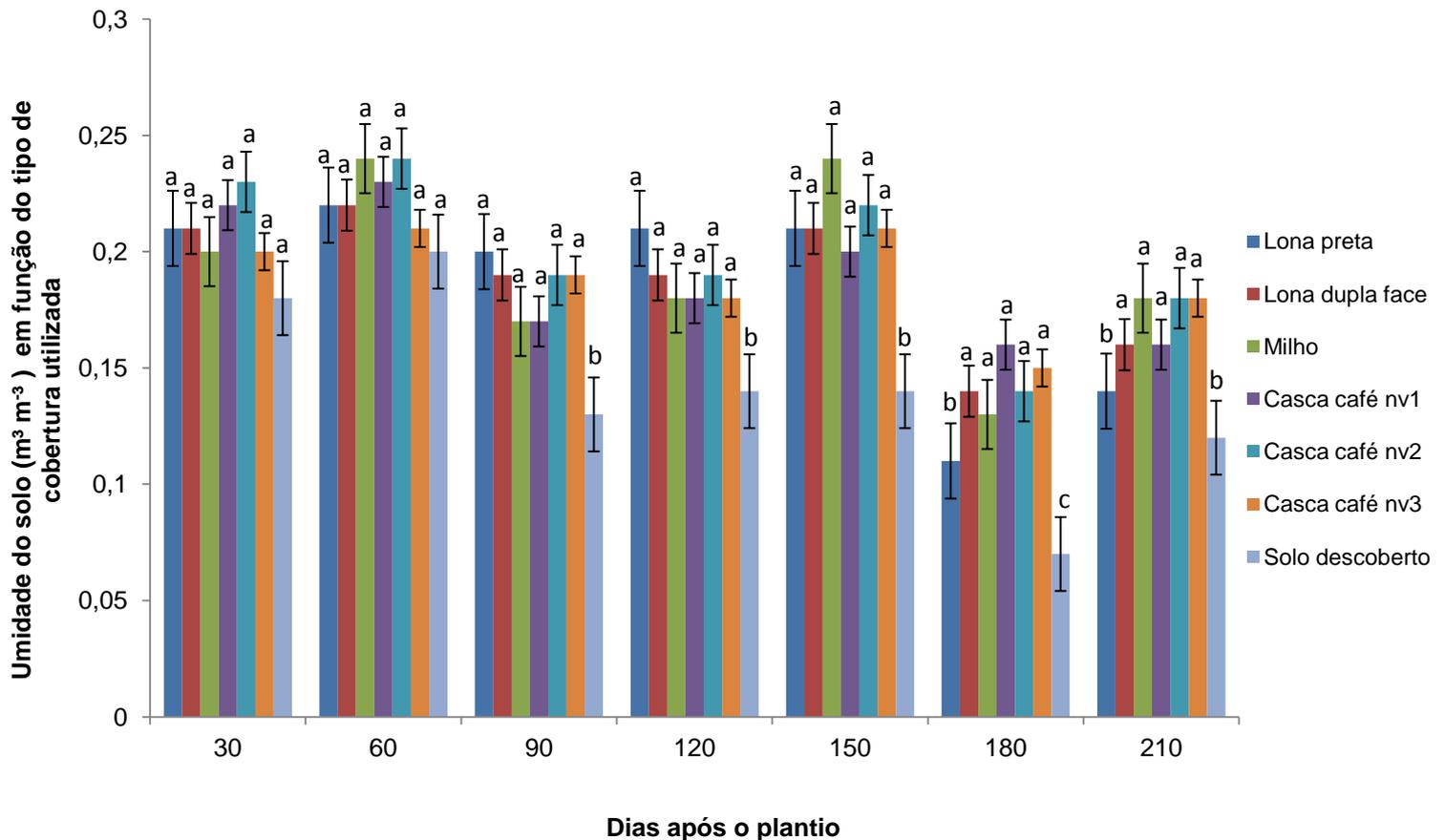
Similarmente, coberturas com cores claras, como o branco, permitem refletir maior parte dos raios solares (SGANZERLA, 1991), amenizando a temperatura do

solo, o que faz-se entender os menores valores observados na cobertura de lona dupla-face.

Em geral, os resíduos utilizados como cobertura morta (palha de milho e café nível 1, 2 e 3) mantiveram um gradiente de temperatura inferior ao tratamento sem cobertura (solo descoberto), efeito similar descrito por RESENDE et al. (2005) ao estudar o efeito de diferentes coberturas mortas no cultivo de cenoura. As coberturas vegetais mortas exercem função semi-isolante no solo, reduzindo a temperatura e amplitude térmica (IAPAR, 1981; CARTER & RENNIE, 1985). De acordo com Prevedello (1996), materiais com grande quantidade de ar originam coberturas com temperaturas mais amenas no solo. Por isso, as coberturas de matéria vegetal também isolam eficazmente e reduzem a magnitude das oscilações diárias da temperatura do solo.

Referindo-se à umidade do solo, até os 60 dias após o plantio, não houve variação entre os tratamentos. A umidade volumétrica do solo não foi afetada pelos sistemas de cobertura do solo, enquanto dos 90 aos 150 dias, apenas o solo descoberto se diferiu, apresentando os menores valores de umidade. Nos dois últimos períodos de coleta, o solo descoberto e o tratamento com lona preta apresentaram valores inferiores de umidade, quando comparados com os demais (Figura 5).

Figura 5: Variação na umidade do solo ($m^3 m^{-3}$) sob diferentes coberturas no cultivo de yacon. (Ibatiba/ES, 2015).



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em 5% de probabilidade.

Todos os tratamentos apresentaram maiores valores de umidade quando comparados com o solo descoberto. Este comportamento dá-se ao fato de que práticas de manejo associadas a diversas coberturas propiciam menores perdas de água por escoamento superficial e maior eficácia no controle da erosão hídrica (SILVA et al., 2011). Streck et al. (1994) ainda afirma que, as coberturas na superfície do solo atuam como barreira física sobre a transferência de energia e vapor d'água entre o solo e a atmosfera. Tal comportamento aumenta a capacidade de manutenção da umidade do solo.

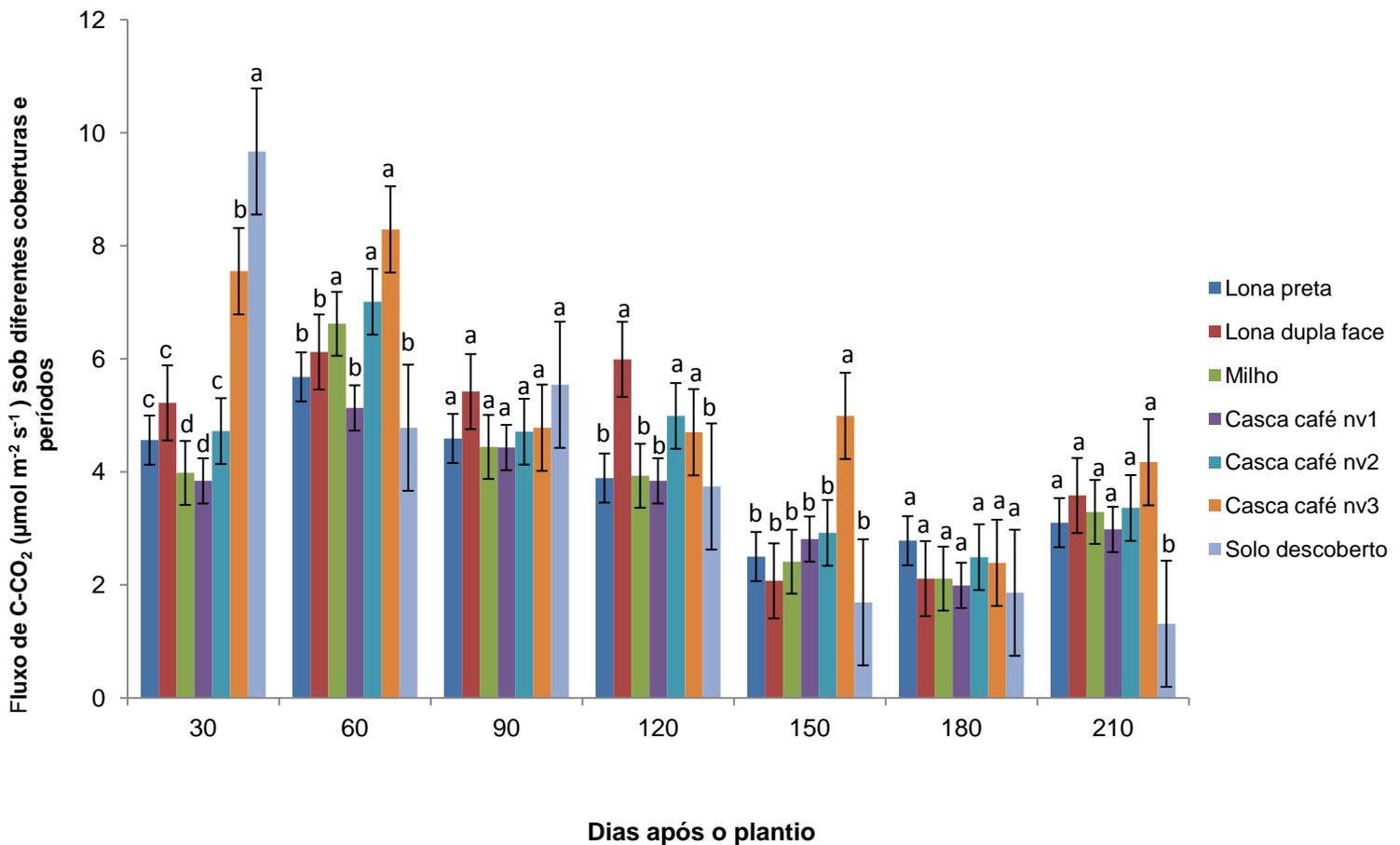
Os períodos chuvosos também foram fatores limitantes para determinar a quantidade de água presente no solo. Nos meses com maiores índices de precipitação, os teores de umidade foram maiores que nos demais períodos. No entanto, aos 180 dias de plantio, ocorreram os menores índices de umidade, apesar da ocorrência de precipitação no mesmo período. Este resultado pode estar

relacionado com os períodos de seca verificados anteriormente e também com a elevada temperatura do ar neste período. O comportamento da umidade do solo no período estudado indica que a temperatura do ar contribuiu para que a evaporação da água no solo fosse mais rápida do que sua capacidade de retenção.

Sobre as coberturas de resíduos vegetais, as mesmas colaboram para a retenção de água no solo, liberando-a pouco a pouco e assim, deixando a camada superficial mais úmida por se encontrar em contato direto com os mesmos (OLIVEIRA; SOUZA, 2003).

Quanto à emissão de C-CO₂, aos 30 dias, os solos sob as coberturas se comportaram de forma heterogênea e adimensional, conferindo a palha de café nível 1 e milho o menor índice de emissão e ao solo descoberto o maior. Aos 60 dias, a palha de café nível 1, as duas lonas e o solo descoberto também apresentaram as menores taxas enquanto a palha de café nível 3, apresentou o maior valor, semelhante ao café nível 2 e milho. Aos 90 dias, as coberturas apresentaram padrão de emissão de CO₂ semelhante entre os sistemas. Aos 120 dias, as coberturas com lona dupla face, café nível 2 e 3 apresentaram as maiores emissões, respectivamente, enquanto o solo descoberto conferiu o menor valor, semelhante a lona preta, milho e café nível 1. Aos 150 dias, a cobertura com palha de café nível 3 apresentou os maiores valores, porém os outros tratamentos se comportaram de forma semelhante entre si. Nos 180 dias após o plantio, não houve diferença entre as coberturas.. No ultimo período experimental, apenas o tratamento com solo descoberto diferiu dos demais, apresentando a menor taxa de emissão de CO₂(Figura 6).

Figura 6: Fluxo de C-CO₂ ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) sob diferentes coberturas e períodos



Médias seguidas da mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott, em 5% de probabilidade.

Em geral, as emissões de C-CO₂ diminuíram ao longo do período experimental. Tal fato pode estar relacionado com a atividade microbiana do solo. Uma biomassa microbiana constante é mais eficaz, assim, menos C é perdido como CO₂ pela respiração, incorporando-se no solo de forma significativa (BALOTA et al., 1998). De mesma forma, tal fato pode estar relacionado com o preparo do solo para o plantio. Após o revolvimento do solo, aumenta-se a atividade biológica e de modo consequente, as emissões de CO₂.

Similarmente, pode-se associar o declínio das emissões com a umidade do solo, uma vez que a mesma é um fator limitante na ocorrência das reações bioquímicas de decomposição de matéria orgânica (VALENTINI, 2004; VOURLITIS et al., 2004), influenciando diretamente nas emissões de C-CO₂, fato observado com maior intensidade no solo descoberto, que apresentou menor umidade (Figura 5). Em razão disso, foi possível determinar os coeficientes de correlação de Pearson (r)

entre o fluxo de CO₂ derivado de cada cobertura utilizada e a umidade do solo (Tabela 2).

Tabela 2. Determinação do coeficiente de correlação de Pearson (r) entre o fluxo de CO₂ e a umidade do solo.

	Lona preta	Lona dupla face	Milho	Casca café nível 1	Casca café nível 2	Casca café nível 3	Solo descoberto
Umidade do solo (m³ m⁻³)	0,59	0,52	0,47	0,60	0,66	0,82	0,62

Nos períodos de baixa umidade, as emissões também diminuíram. De mesmo modo, no último período de coleta, houve aumento do fluxo de C-CO₂. Neste mesmo período a umidade do solo aumentou em decorrência da chuva no mês anterior e da baixa temperatura do ar. Assim, os conteúdos de umidade possivelmente favoreceram a maior atividade de microrganismos do solo, acarretando maiores perdas de C.

Em média, o tratamento com casca de café nível 1, foi o que apresentou menores emissões de CO₂ e em contrapartida, a casca de café nível 3 apresentou os maiores valores. Tal comportamento pode ser explicado pelo volume de cobertura destes tratamentos. A casca nível 1, possuía menor volume em relação ao casca nível 3. Dessa forma, o teor de matéria orgânica e a atividade microbiana pode ter sido menor em relação aos demais tratamentos, enquanto a casca de café nível 3, por possuir maior quantidade de material vegetal, pode ter promovido maior atividade. Assim, áreas com maiores teores de matéria orgânica apresentam maior atividade de microrganismos, propiciando maiores emissões de CO₂ (KENNEDY, 1999).

Pode-se entender também que, a casca de café nível 1, integrou-se melhor ao solo, por isso, as menores emissões. Resíduos orgânicos ligados à superfície do solo podem promover uma decomposição gradual de matéria orgânica, favorecendo a incorporação do C no solo e conseqüentemente, diminuindo a perda para a atmosfera em forma de C-CO₂. (BAYER et al, 2009; CONCEIÇÃO et al, 2013)

Ainda, Yoo & Wander (2006) mostraram que a perda de C para a atmosfera está fortemente associada com a umidade e temperatura do solo. O que reforça o comportamento das coberturas, visto que, a palha de café nível 1 apresentou, no geral, menores índices de temperatura e umidade quando relacionado com a casca de café nível 3. Geralmente, em temperaturas menores, os microrganismos apresentam menor atividade microbiana, o que leva ao declínio nas emissões de CO₂ (FANG & MONCRIEF, 2001). Entretanto, a cobertura com lona dupla face apresentou, em média, menores temperaturas e valores consideráveis em relação às emissões de CO₂. Contrariando as observações realizadas por esses autores. Tal reação pode ter ocorrido em função da lona dupla face ter proporcionado temperaturas mais próximas do ideal para a atividade microbiana, visto que, temperaturas muito elevadas contribuem para menor atividade e até mesmo para morte microbiana.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tratando-se da temperatura, a lona dupla face se destacou dos demais tratamentos, conferindo menores índices térmicos.

Dentre os sistemas de cobertura do solo, a palha de café nível 1 (25L/m²) foi o que apresentou menores emissões de C-CO₂.

As emissões de C-CO₂ se correlacionaram positivamente com a umidade do solo, uma vez que o solo descoberto e a lona preta apresentaram, no geral, os menores valores de umidade.

Todos os sistemas de proteção se diferenciaram positivamente quando comparados com o solo descoberto, confirmando a eficiência da adoção de coberturas para o manejo do solo.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABRAMENTO, M. **Resistência ao cisalhamento de solos não saturados: considerações teóricas e estudo experimental sobre solo coluvionar das encostas da Serra do Mar.** São Paulo, 1988. 175 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo.
- ALMEIDA, B. G.; DONAGEMMA, G. K. ; RUIZ, H. A.; BRAIDA, J. A.; VIANA, J. H. M.; REICHERT, J. M. M.; OLIVEIRA, L. B.; CEDDIA, M. B.; WADT, P. S.; FERNANDES, R. B. A.; PASSOS, R. R.; DECHEN, S. C. F.; KLEIN, V. A.; TEIXEIRA, W. G. **Padronização de Métodos para Análise Granulométrica no Brasil.** Rio de Janeiro: Embrapa, 2012.11 p.(Comunicado técnico 66).
- BALOTA, E. L., COLOZZI FILHO, A., ANDRADE, D. S., DICK, R. P. Long-term tillage and crop rotation effects on microbial biomass and C and N mineralization in a Brazilian Oxisol. **Soil Tillage Res**, v. 77, n. 2, p. 137–145, 2004.
- BAYER, C.; DIECKOW, J.; AMADO, T. J. C.; ELTZ, F. L. F.; VIEIRA, F. C. B. Cover crop effects increasing carbon storage in a subtropical no-till sandy Acrisol. **Commun. Soil Sci. Plant Anal**, v. 40, p. 1499–151, 2009.
- BUYANOVSKY, G.A.; WAGNWE, G.H. Annual cycles of carbon-dioxide level in soil air. **Soil Science Society of America Journal**, Madison, v. 47, n.6, p. 1139-1145, 1983.
- BRANCO, R. B. F.; SANTOS. L. G. C.; GOTO. R.; ISHIMURA, I.; SCHLICKMANN, S.; CHIARATI, C.S. Cultivo orgânico seqüencial de hortaliças com dois sistemas de irrigação e duas coberturas de solo. **Horticultura Brasileira**, v. 28, p. 75-80, 2010.
- CAMPOS, L.E.P. Utilização de parâmetros de solos não saturados em encostas. In: CONGRESSO ARGENTINO DE MECÂNICA DE SUELOS E INGENIERIA GEOTECNICA – CAMSIG, 16, 2002, Patagônia. **Anais...** Patagônia, 2002.
- CARTER, I.; JOHNSON, C. Influence of different types of mulches on eggplant production. **Hortscience**, v. 23, n. 1, p. 143-145, 1988.
- CARVALHO, A. J. A.; SOUZA, E. H.; MARQUES, C. T. S.; GAMA, E. V. S.; NACIF, P. G. S. Caracterização física dos solos dos quintais agroflorestais e cultivos monotípicos na região de Amargosa, Bahia. **Rev. Bras. de Agroecologia**, v.2, n.2. p. 941-944, 2007.
- CERRI, C.C.; CERRI, C. E. P. Agricultura e Aquecimento Global. **Boletim da Sociedade Brasileira de Ciência do Solo**, v. 32, n. 1, p. 40-44, 2007.
- CONCEIÇÃO, P. C.; DIECKOW, J.; BAYER, C. Combined role of no-tillage and cropping systems in soil carbon stocks and stabilization. **Soil Tillage Res**, v. 129, p. 40–47, 2013.
- CONSTANTIN, J. Métodos de Manejo. In: OLIVEIRA JUNIOR, R. S. de; CONSTANTIN, J. **Plantas daninhas e seu manejo.** Guaíba: Agropecuária, p. 103-121, 2001.

CORRÊA J. C. Efeito de sistemas de cultivo na estabilidade de agregados de um Latossolo Vermelho-Amarelo em Querência, MT. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, p. 203-209, 2002.

Council for Agricultural Science and Technology (CAST) Climate Change and Greenhouse Gas Mitigation: Challenges and Opportunities for Agriculture, Task Force Report No. 141. CAST, Ames, IA, USA, 120 p., 2004.

DUARTE, M. R.; WOLF, S.; PAULA, B.G. *Smallanthus sonchifolius* (Poepp.) H. Rob. (yacon): identificação microscópica de folha e caule para o controle de qualidade farmacognóstico. **Revista Brasileira Ciências Farmacológicas**, São Paulo, v. 44, n. 1, jan./mar. 2008.

DULEY, F.L. Surface factors affecting the rate of intake of water by soil. **Soil Science Society of America Proceedings**, Madison, v.4, p.60-64, 1939.

EMBRAPA. Manual de Métodos de Análise de Solo, second ed. Centro Nacional de Pesquisa de Solos, Rio de Janeiro, 1997. p. 212 (il.(EMBRAPA/CNPS-RJ. Documentos, 1)).

ESPINDOLA J. A. A.; GUERRA J. G. M.; ALMEIDA D. L.; TEIXEIRA M. G.; URQUIAGA S. Decomposição e liberação de nutrientes acumulados em leguminosas herbáceas perenes consorciadas com bananeira. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.30, p. 321-328, 2006.

FANG, C.; MONCRIEFF, J. B. The dependence of soil CO₂ efflux on temperature. **Soil Biol. Biochem.**, v.33, p.155-165, 2001.

FERREIRA, D. F. Sisvar: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, n. 2, p. 36-41, 2008.

FREITAS, H.C. **Efluxo de CO₂ do solo em uma pastagem na Amazônia (Rondônia): observações com câmara portátil e simulação do ciclo de carbono com o modelo SiB2**. Dissertação de mestrado. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Universidade de São Paulo, 2001.

GASPARIM, E. et al. Temperatura no perfil do solo utilizando duas densidades de cobertura e solo nu. **Acta Sci. Agron.**, v. 27, n. 1, p. 107-115, 2005.

GRAU, A; REA, J. Yacon. *Smallanthus sonchifolius* (Poep. & Endl.) H. Robinson. In: HERMANN, M.; HELLER, J. (Eds.). *Andean roots and tubers: ahupa, arracacha, maca and yacon. Promoting the conservation and use of underutilized and neglected crops.* (Institute of Plant Genetics and Crop Plant Research). Gatersleben/International Plant Genetic Resources Institute. Rome, Italy, ;1997. p.199- 242. Acesso em: 26de julho de 2016. Disponível em: <<http://www.cipotato.org/market/ARTChermann/yacon.pdf>>

HANSON, P.J.; WULLSCHLEGER, S.D.; BOHLMAN, S.A.; TODD, D.E. Seasonal and topographic patterns of forest floor CO₂ efflux from an upland oak forest. **Tree Physiology**, v. 13, p. 1-15, 1993.

JABRO, J. D.; SAINJU, U.; STEVENS, W. B.; EVANS, R. G. Carbon dioxide flux as affected by tillage and irrigation in soil converted structure to tillage events and implications for soil quality. **Geoderma**, Amsterdam, v. 114, n. 3/4, p. 305-3017, 2003.

KENNEDY, A.C. Bacterial diversity in agroecosystems. **Agr. Ecosys. Environ.**, v. 74, p.65-76, 1999.

LACHMAN, J.; HAVRLAND, B.; FERNÁNDEZ, E. C.; DUDJAK, J. Saccharides of yacon [*Smallanthus sonchifolius* (Poepp. et Endl.) H. Robinson] tubers and rhizomes and factors affecting their content. **Plant soil environment, Czech Republic**, v. 50, n. 9, p. 383-390, 2004.

LIMA M. E.; CARVALHO D. F.; SOUZA A. P.; GUERRA J. G. M.; RIBEIRO R. L. D. Desempenho da alface em cultivo orgânico com e sem cobertura morta e diferentes lâminas d'água. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 33, p. 1503-1510, 2009.

LOBO, A.S. Problemas de fundações em solo colapsável – Estudo de casos. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE SOLOS NÃO SATURADOS, 3, 1997, Rio de Janeiro. **Anais**. Rio de Janeiro, 1997, v. 1, p. 77–89.

MACHADO, S. R.; OLIVEIRA, D. M. T.; DIP, M. R.; MENEZES, N. L. Morfoanatomia do sistema subterrâneo de *Smallanthus sonchifolius* (Poepp. & Endl.) H. Robinson (Asteraceae). **Revista Brasileira Botânica**, Botucatu, v.27, n.1, p.115-123, 2004.

MACLEAN R. H.; LITSINGER J. A.; MOODY K; WATSON A. K.; LIBETARIO E. M. Impact of *Gliricidia sepium* and *Cassia spectabilis* hedgerows on weeds and insect pests of upland rice. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v. 94, p. 275-288, 2003.

MANRIQUE, I.; PÁRRAGA, A. Conservación y uso de la biodiversidad de raíces y tubérculos Andinos: Una década de investigación para el desarrollo (1993-2003). **Jarabe de yacón: principios y procesamiento**. Lima: Centro Internacional de La Papa, 2005. 40p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/arq_editor/file/Desenvolvimento_Sustentavel/Abc/8.pdf>. Acesso em: 03 de fevereiro de 2016.

MOSIER, A.; WASSMANN, R.; VERCHOT, L.; KING, J.; PALM, C. Methane and nitrogen oxide fluxes in tropical agricultural soils: sources, sinks and mechanisms. **Environment, Development and Sustainability**, v. 6, p. 11–49, 2004.

MOSCATTO, J. A.; PRUDENCIO-FERREIRA, S. H.; HAULY, M. C. O. Farinha de yacon e inulina como ingredientes na formulação de bolo de chocolate. **Ciência Tecnologia Alimentos**, Campinas, v. 24, n. 4, p. 634-640, 2004.

OJANSIVU, I.; FERREIRA, C. L.; SALMINEN, S. Yacon, a new source of prebiotic oligosaccharides with a history of safe use. **Trends in Food Science & Technology**, v. 22, n. 1, p. 40-46, 2011.

OLIVEIRA, C. A. P. de; SOUZA, C. M. de. Influência da cobertura morta na umidade, incidência de plantas daninhas e de broca-do-rizoma (*Cosmopolites sordidus*) em

um pomar de bananeiras (*Musa ssp.*). **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 345-347, 2003.

OLIVEIRA F. F.; GUERRA J. G. M.; ALMEIDA D. L.; RIBEIRO R. L. D.; ESPINDOLA J. A. A.; RICCI M. S. F.; CEDDIA M. B. Avaliação de coberturas mortas em cultura de alface sob manejo orgânico. **Horticultura Brasileira**, v. 26, p. 216-220, 2008.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; PEREIRA, M. G.; FONTANA, A. Efeito da cobertura viva com leguminosas herbáceas perenes na agregação de um argissolo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 26, p. 713-720, 2002.

PRIMAVESI, A. Manejo ecológico do solo. São Paulo: Nobel, 2002. 549p.

QUINTEROS, E.T.T. **Produção com tratamento enzimático e avaliação do suco de yacon**. Campinas, 2000.164f. Tese (Doutorado em Tecnologia de Alimentos) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2000.

RODRIGUES, R.A. **Modelação das deformações por colapso devidas à ascensão de lençol freático**. São Carlos, 2007. 262 p. Tese (Doutorado) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo.

RUIZ, H. Incremento da exatidão da análise granulométrica por meio da coleta da suspensão (SILTE + ARGILA). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, p. 207-300, 2005b.

RUSSEL, C. A.; VORONEY, R. P. Carbon dioxide efflux from the floor of a boreal aspen forest. I. Relationship to environmental variables and estimates of C respired. **Canadian Journal of Soil Science**, Ottawa, v.78, p. 301-310, 1998.

SALTON, J. C.; MIELNICZUCK, J. Relações entre sistemas de preparo, temperatura e umidade de um Podzólico Vermelho-Escuro de Eldorado do Sul (RS). **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v.19, p.313-319, 1995.

SGANZERLA, E. (1991). **Nova Agricultura: a fascinante arte de cultivar com os plásticos**. 4ed. Porto Alegre: Plasticultura Gaúcha.

SILVA, E.B. Composição química da raiz e das folhas desidratadas do yacon (*Polymnina sonchifolia* Poepp.). **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v .6, n. 3, p. 48-52, 2004.

SILVA, M. A.; SILVA, M. L. N.; CURTI, N.; AVANZI, J. C.; LEITE, F. P. Sistemas de manejo em plantios florestais de eucalipto e perdas de solo e água na região do Vale do Rio Doce, MG. **Ci. Flor.**, v. 21, p. 765-776, 2011.

SMITH, P.; MARTINO, D.; CAI, Z.; GWARY, D.; JANZEN, H.; KUMAR, P.; MCCARL, B.; OGLE, S.; O'MARA, F.; RICE, C.; SCHOLLES, B.; SIROTENKO, O.; HOWDEN, M.; MCALLISTER, T.; PAN, G.; ROMANENKOV, V.; SCHNEIDER, U.; TOWPRAYOON, S.; WATTENBACH, M.; SMITH, J. Greenhouse gas mitigation in agriculture. **Philos. Trans. R. Soc.**, v.363, p. 789-813, 2008.

SMOLIKOWSKI, B; PUIG, H; ROOSE, E. Influence of soil protection techniques on runoff, erosion and plant production on semi-arid hillsides of Cabo Verde. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, v.87, p. 67-80, 2001.

SOLOMON, S.; QIN, D.; MANNING, M. Climate change 2007: The physical science basis. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 996p. Contribution of working group I to the fourth assessment report of the intergovernmental panel on climate change.

<http://www.ipcc.ch/pdf/assessment_report/ar4/wg1/ar4_wg1_full_report.pdf>. 18 Dez. 2012.

STANGHELLINI, C. Evapotranspiration in greenhouse with special reference to Mediterranean conditions. *Acta Horticulture, Leven*, n.335, p.296-304, 1993.
STEWART, D. P. C. Unburnt bush fallows: a preliminary investigation of soil conditions in a bush fallow and two successive crops of taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schoot) in western Samoa. **Field Crops Research**, v. 38, p. 29-36, 1994.

STRECK, N. A.; SCHNEIDER, F. M.; BURIOL, G. A. Modificações físicas causadas pelo mulching. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, Santa Maria, v. 2, p. 131-142, 1994.

VALENTINI, C.M.A. **Efluxo de CO₂ do solo de uma área de floresta de transição no noroeste de Mato Grosso**. 2004. 81 f. Dissertação (Mestrado em Física e Meio Ambiente) – Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2004.

VANINI, M.; BARBIERI, R. L.; CEOLIN, T.; HECK, R. M.; MESQUITA, M. K. A relação do tubérculo andino yacon com a saúde humana. **Cienc Cuid Saude**, v. 8, p. 92-96, 2009.

XAVIER, F.A.S. et al. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba – CE. **Rev. Bras. Cienc. Solo**, Campinas, v. 30, n. 2, p. 247-258, 2006.

YOO, G.; WANDER, M. M. Influence of Tillage Practices on Soil Structural Controls over Carbon Mineralization. **Soil Science Society of America**, J. 70, 651, 2006.

ZANCHI, F. B.; GOMES, B. M.; VAN RANDOW, C.; KRUIJT, B.; MANZI, A.O. Medições dos fluxos de dióxido de carbono e estimativa do “fetch” (área de influência) em pastagem e floresta em Rondônia. 1o Congresso de Estudantes do LBA, ciclagem e armazenamento do Carbono, p. 13, 2002.