

**RELATÓRIO TÉCNICO PARCIAL  
(PROJETO AGRISUS: 1351/14)**

**01/03/2015**

**Coordenador Técnico do Projeto: Prof. Dr. Paulo Fortes Neto**

**APOIO**



**PARCERIA**



INSTITUTO  
SUPERIOR DE  
AGRONOMIA  
*Universidade de Lisboa*





**UNITAU**

**Equipe de Pesquisa da Instituição Proponente**  
**Universidade de Taubaté – UNITAU**

**Responsável:** Paulo Fortes Neto, Engenheiro Agrônomo, Doutor em Solos e Nutrição de Plantas (ESALQ/USP), Professor Assistente Doutor, Universidade de Taubaté, Avenida Itália, 1551, R3, Rua 9, Casa 252, Bairro Jardim das Nações, Taubaté-SP, Cep: 12030-212, (021) 36355511/36254118, paulofortes.neto@gmail.com

**Equipe:** Prof<sup>a</sup> Dra Elizabeth da Costa Neves Fernandes de Almeida Duarte (Universidade de Lisboa)

Prof<sup>a</sup> Dra Nara Lúcia Perondi Fortes (Universidade de Taubaté)

Me Raquel Alexandra Cardoso Costa (Universidade de Lisboa)

Me Eliana Maria Araujo Mariano (Universidade de Taubaté)

Aluno Kaio Pinheiro, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (Universidade de Taubaté)

Aluno Gustavo Tadeu A. M. de Souza, Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais (Universidade de Taubaté)

Aluna Fabiana Brambatti, Curso de Ciências Agrárias (Universidade de Taubaté)

Aluno Ruy Costa, Curso de Engenharia Ambiental (Universidade de Taubaté)

Aluna Flávia Evangelista, Curso de Ciências Agrárias (Universidade de Taubaté)

Aluna Maria Gabriela Cursino, Curso de Engenharia Ambiental (Universidade de Taubaté)

**Classificação do Projeto:** Embasamento da educação (C1 - Pesquisa Agrônômica)



**UNITAU**

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b>	<b>4</b>
<b>2</b>	<b>ATIVIDADES DESENVOLVIDAS</b>	<b>5</b>
2.1	Área Experimental na Fazenda Piloto	5
2.2	Caracterização do Solo	5
2.3	Caracterização do Vermicomposto	6
2.4	Desempenho Agronômico do Alface e Tomate	7
2.4.1	Cultura do Alface	7
2.4.1.1	Correção da Acidez e Adubação de Plantio	7
2.4.1.2.	Sistema de Irrigação	8
2.4.1.3	Cobertura do Canteiro	8
2.4.1.4	Cobertura do Canteiro	9
2.4.1.5	Plantio do Alface Lisa ( <i>Lactuca sativa</i> )	9
2.4.1.6	Controle de Fitossanitários	9
2.4.1.7	Temperatura e Umidade do Solo	11
2.4.1.8	Formas Nitrogenadas no Solo	13
2.4.1.9	Fertilidade do Solo	14
2.4.1.10	Condutividade elétrica do Solo	15
2.4.1.11	Rendimento da Alface Lisa	15
2.4.2	Cultura do Tomate	17
2.4.2.1	Adubação de Plantio e Cobertura	18
2.4.2.2	Plantio do Tomate ( <i>Solanum lycopersicum</i> )	18
2.4.2.3	Controle Fitossanitários	18
2.4.2.4	Temperatura e Umidade do Solo	22
2.4.2.5	Formas Nitrogenadas no Solo	24
2.4.2.6	Fertilidade do Solo	26
2.4.2.7	Condutividade elétrica do Solo	26
2.4.2.8	Rendimento do Tomate	27
2.5	Estudo da Biodegradabilidade e Toxicidade do Bioplástico	27
2.5.1	Liberação do Dióxido de Carbono (C-CO <sub>2</sub> ) do Solo	27
2.5.2	Carbono da Biomassa Microbiana do Solo	29
2.5.3	Identificação de fungos degradadores	29
2.5.4	Teste de toxicidade	31
<b>3</b>	<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS</b>	<b>32</b>



**UNITAU**

## 1. INTRODUÇÃO

O presente relatório técnico parcial apresenta as atividades realizadas e os resultados verificados no Projeto Agrisus : nº 1351/14 entre o período de agosto de 2014 e fevereiro de 2015.

O projeto teve início em agosto de 2014 com o preparo da área para o plantio da alface lisa e após a colheita em outubro as cobertura com palha de arroz, polietileno e bioplástico foram incorporados ao solo e em seguida efetuou-se o plantio do tomate.

O ensaio com o tomate teve que ser encerrado em fevereiro devido a severidade das doenças Mancha bacteriana e Murcha bacteriana que acabaram comprometendo a sanidade das plantas de tomate.

O plantio do tomate será realizado em maio de 2015 quando as temperatura serão mais amenas na Região do Vale do Paraíba, agora na área do tomate estamos com o plantio do melão.

Os resultados dos projetos estão sendo utilizados em 2 dissertações de mestrados do Programa de Pós-graduação em Ciências Ambientais da Universidade de Taubaté (UNITAU), 2 trabalhos de conclusão de curso de graduação em Ciências Agrárias e 1 trabalho de conclusão de curso em Engenharia Ambiental e Sanitária da UNITAU.

Dos resultados parciais foram elaborados 3 resumos expandidos que foram apresentados no "**III Congresso Internacional de Ciência, Tecnologia e Desenvolvimento (CICTED)**" organizado pela Universidade de Taubaté. Neste evento o trabalho intitulado "Biodegradação de bioplásticos em condição de laboratório e de campo" recebeu o prêmio de 1º lugar na área de Biociência.

O projeto também foi apresentado no telejornal regional (<http://g1.globo.com/sp/vale-do-paraiba-regiao/link-vanguarda/videos/t/edicoes/v/novidade-na-agricultura-e-pesquisada-por-estudantes-de-taubate/3726209/>), no jornal impresso da universidade (<http://www.unitau.br/noticias/detalhes/1379/Material-inedito-na-producao-agricola-do-Brasil-e-testado-na-Universidade>) e no Globo Rural (<http://g1.globo.com/economia/globo-rural/videos/t/edicoes/v/plastico-feito-de-amido-de-milho-e-aposta-de-agricultores-de-sp/3743347/>).



**UNITAU**

## **2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS**

O projeto foi subdividido em dois estudos: 1-Avaliar o desempenho agrônômico das culturas produzidas com cobertura de bioplástico no solo e 2-Verificar a biodegradabilidade e toxicidade do bioplástico durante a sua decomposição no solo.

### **2.1. Área Experimental na Fazenda Piloto**

O terreno da área experimental foi demarcado para realizar a operação de aração e gradeamento do solo até a camada de 40 cm de profundidade, depois efetuou-se o nivelamento e a demarcação da área experimental com 440 m<sup>2</sup> (Figura 1).



**Figura 1.** Preparo e nivelamento da área experimental

A área experimental foi dividida em quatro canteiros com 0,3 m de altura, 1,2m de largura e 50m de comprimento e a distância entre os canteiros foi de 1,0m. Depois a área foi cercada com uma cerca plástica de 0,5m de altura para evitar a entrada de animais domésticos e silvestres (Figura 2).

### **2.2. Caracterização do Solo**

Para a caracterização da composição química do solo foram coletadas cerca de 10 sub-amostras na profundidade de 20 cm do solo, depois as sub-amostras foram misturadas para compor uma amostra composta e enviada para o Laboratório de

Analises de Solos e Plantas do Departamento de Ciências Agrárias da Universidade de Taubaté.

O solo foi classificado como um Latossolo Vermelho Amarelo distrófico de textura média (Embrapa, 1999 ) e com a seguinte composição química: pH (CaCl<sub>2</sub>) = 5,3; MO = 21 g dm<sup>-3</sup>; P = 30 mg dm<sup>-3</sup>; K = 3,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Ca = 30 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 14 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; H + Al = 18 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; SB = 47,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; T = 65,5 mmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 73%.



**Figura 2.** Vista geral da área experimental com os canteiros e demarcada

### 2.3. Caracterização do Vermicomposto

A fonte de matéria orgânica utilizada foi o vermicomposto produzido no Departamento de Ciências Agrárias a partir da mistura de esterco bovino e podas de jardins.

Para a caracterização da composição química foram coletadas seis sub-amostras de vermicomposto em diferentes pontos do canteiro de produção, depois as amostras foram misturadas em uma amostra composta e enviada para o Laboratório de Analises de Solos e Plantas da Universidade de Taubaté.

O vermicomposto apresentou a seguinte composição química: pH = 7,0; COT = 320 g kg<sup>-1</sup>; N = 12,0 g kg<sup>-1</sup>; P = 2,0 g kg<sup>-1</sup>; K = 5,1 g kg<sup>-1</sup>; Ca = 4,1 g kg<sup>-1</sup>; Mg = 2,8 g kg<sup>-1</sup>; B = 25 mg kg<sup>-1</sup> e Cu = 25 mg kg<sup>-1</sup>.

## 2.4. Desempenho Agrônômico do Alface e Tomate

O delineamento experimental para avaliar o desempenho agrônômico do alface e tomate foi o de blocos casualizados, com cinco blocos e quatro tratamentos: 1-sem cobertura; 2-com cobertura morta; 3-com cobertura de polietileno e 4-com cobertura de bioplástico. Os resultados foram submetidos a análise de variância e a diferença entre as medias foram avaliadas pelo teste de Tukey a 5%. Os dados foram analisados pelo software “SAS for Windows” (SAS, 2002).

Os tratamentos foram distribuídos em canteiros com 1,2m de largura, 0,3m de altura e 10m de comprimento (Figura 3).



**Figura 3.** Vista da área experimental com os canteiros cultivados com a alface lisa

### 2.4.1. Cultura do Alface

#### 2.4.1.1. Correção da Acidez e Adubação de Plantio

Para correção da acidez do solo foram distribuído e incorporado  $0,6 \text{ t ha}^{-1}$  de calcário dolomítico e ao mesmo tempo foi aplicado  $40 \text{ t ha}^{-1}$  de vermicomposto (Figura 4).



**Figura 4** Aplicação e distribuição do calcário dolomítico e vermicomposto nos canteiros

A adubação de plantio foi realizada com a aplicação de  $300 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de super simples e  $100 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na forma de cloreto de potássio.

O nitrogênio na quantidade de  $40 \text{ kg ha}^{-1}$  na forma de sulfato de amônio foi parcelado em três aplicações aos 10, 20 e 30 dias após o transplante das mudas.

#### **2.4.1.2. Sistema de Irrigação**

Depois da incorporação do calcário, vermicomposto e fertilizantes minerais nos canteiros foi realizado a instalação do sistema de irrigação por gotejamento.

O sistema de gotejamento foi colocado sobre a superfície dos canteiros com duas linhas de tubo gotejador com emissores a cada 20 cm e com vazão aferida de  $1,67 \text{ L h}^{-1}$  a pressão de serviço de 1,6 kPa.

#### **2.4.1.3. Cobertura do Canteiro**

A cobertura morta com palha de arroz foi colocada sobre a superfície do canteiro numa camada com espessura de 4 cm, a cobertura de polietileno de 30  $\mu\text{m}$  de espessura



**UNITAU**

e o plástico biodegradável derivado de amido de milho e com espessura de 15µm na cor preta foram esticados sobre os canteiros e as sobras laterais fixadas com uma camada de 20 cm de terra.

#### **2.4.1.4. Cobertura do Canteiro**

A cobertura morta com palha de arroz foi colocada sobre a superfície do canteiro numa camada com espessura de 4 cm, a cobertura de polietileno de 30 µm de espessura e o plástico biodegradável derivado de amido de milho e com espessura de 15µm na cor preta foram esticados sobre os canteiros e as sobras laterais fixadas com uma camada de 20 cm de terra.

#### **2.4.1.5. Plantio do Alface Lisa (*Lactuca sativa*)**

O plantio das mudas de cultivar de alface lisa foi realizado no dia 22/09/2014 no espaçamento de 0,2 x 0,2m.

#### **2.4.1.6. Controle de Fitossanitários**

Durante o desenvolvimento da alface lisa a capina manual foi realizada semanalmente para controlar as ervas daninhas e foi observado que a maior incidência de diferentes espécies de plantas invasoras ocorreu nos canteiros sem cobertura e depois nos canteiros com cobertura morta.

Nos canteiros com cobertura de polietileno e bioplástico a incidência de ervas daninhas ocorreu com menor intensidade e a espécie predominante foi a tiririca (*Cyperus rotindus* L)

Nos canteiros sem cobertura e com cobertura morta houve predomínio de tiririca (*Cyperus rotindus* L), caruru (*Amaranthus hybridis* L), beldoegra (*Portulaca oleracea* L) e capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L).

Quanto a ocorrência de pragas foi observado a presença da Lagarta minadora (*Liriomyza huidobrensis*) nas folhas da alface em todos os tratamentos, porém a presença da lagarta não proporcionou riscos de danos econômicos a produção da alface.

O controle da Lagarta minadora (*Liriomyza huidobrensis*) foi realizado manualmente com a retirada das folhas infectadas e com este procedimento não foi necessário aplicar inseticida.

A distribuição da presença de doenças entre os tratamentos estão apresentados na Tabela 1, observa-se que apenas 18 plantas de alface apresentaram sintomas de doenças foliares provocadas por fungo e vírus. Deste montante a menor incidência foi observado no tratamento sem cobertura e a maior com 8 plantas apresentando os sintomas de doenças foi verificada no canteiro com cobertura morta.

**Tabela 1.** Número de plantas de alface com sintomas de doenças foliares em canteiros sem cobertura e com diferentes tipos de cobertura (morta, polietileno e bioplástico)

<b>Tratamentos</b>	<b>Septoriose</b>	<b>Vira-cabeça</b>
	(número de plantas com sintomas)	
Sem cobertura		1
Cobertura morta	6	2
Cobertura com polietileno	4	1
Cobertura com bioplástico	3	1
Sub-total	13	5
<b>Total</b>		<b>18</b>

Ainda na Tabela 1 verifica-se que o sintoma de Septoriose (*Septoria lactucae* pass) foi predominante nos canteiros revestidos com cobertura morta, polietileno e bioplástico e não foi constatado no canteiro sem cobertura. Este comportamento pode estar relacionado ao fato de que nos canteiros com cobertura a umidade e a temperatura foram mais elevadas e estas condições ambientais favorecem o desenvolvimento do fungo. Já a ocorrência de folhas de alface com sintomas de Vira-cabeça (Topovirus) foram observados em um menor número de plantas em todos os tratamentos.

Pelos resultados constata-se que a presença destes fitopatogenos não apresentaram riscos de danos econômico para a produção do alface e por isso o controle foi realizado manualmente com a eliminação das folhas e plantas que apresentavam os sintomas das doenças.



**UNITAU**

#### 2.4.1.7. Temperatura e Umidade do Solo

A temperatura da superfície da cobertura e do solo foi determinada em quatro pontos dos canteiros sempre as 14:00 horas. A medição da temperatura da superfície com cobertura morta, polietileno e bioplástico foi realizada com um termômetro infravermelho (Mira Laser - 60 + 500°C) colocado tangencialmente a 20 cm de distância da superfície das coberturas.

A temperatura do solo foi avaliada por meio da medição com um termômetro específico colocado a uma profundidade de 5cm abaixo da superfície do solo.

Os valores da temperatura da superfície das coberturas dos canteiros e da superfície do solo estão apresentados na Tabela 2, nota-se de uma maneira geral que houve diferença significativa da temperatura entre os tratamentos. Os valores mais elevados foram verificados nos canteiros com cobertura de polietileno e bioplástico e os menores nos canteiros sem cobertura.

A diferença entre a temperatura da superfície da cobertura com o solo foi maior no tratamento com cobertura morta em todos os meses de medições.

**Tabela 2.** Variação da temperatura da superfície das coberturas dos canteiros e do solo durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2014

Tratamentos	Solo	Cobertura	Diferença
Setembro			
Temperatura °C			
Sem cobertura	31,8c	-	-
Cobertura morta	43,3b	52,6a	9,3
Cobertura de polietileno	46,5a	50,7a	4,2
Cobertura com bioplástico	40,8a	48,0b	7,2
Outubro			
Temperatura °C			
Sem cobertura	32,8b	-	-
Cobertura morta	39,3b	51,1b	11,8
Cobertura de polietileno	53,6a	60,7a	7,1
Cobertura com bioplástico	53,4a	62,1a	8,7
Novembro			
Temperatura °C			
Sem cobertura	26,3b	-	-
Cobertura morta	29,0b	32,2b	3,2
Cobertura de polietileno	36,2a	38,7a	2,5
Cobertura com bioplástico	37,4a	38,8a	1,4

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Duncan

A umidade do solo foi determinada pelo método da diferença de peso, coletando-se amostras de solo no centro dos canteiros, a 10 cm de profundidade. Depois de homogêneas as amostras foram acondicionadas em recipientes de isopor e enviadas ao laboratório para a quantificação do peso úmido. Para depois serem colocadas em estufas a 105°C, até a completa secagem do solo e então pesadas (peso final). O teor de umidade do solo foi obtido pela diferença entre as pesagens final e inicial das amostras, e posteriormente o peso foi transformado em porcentagem (Embrapa, 1997).

Na Tabela 3 estão apresentados os valores da umidade do solo determinados nos canteiros sem cobertura e com cobertura durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2014, nota-se que o teor de umidade do solo variou significativamente entre os tratamentos sem e com cobertura. Os valores variam de 10,2% para o solo do canteiro sem cobertura a 22,7% de umidade no solo com cobertura de polietileno, por outro lado, não houve diferença significativa nos teores de umidade do solo entre os tratamentos com cobertura de polietileno e bioplástico. Já o teor de umidade no solo do canteiro com cobertura morta foi superior ao valor verificado no solo do canteiro sem cobertura e inferior aos teores de umidade determinados no solo dos canteiros com cobertura de polietileno e bioplástico.

**Tabela 3.** Teor de umidade do solo em amostras coletadas na camada de 10cm de profundidade dos canteiros sem e com cobertura durante os meses de setembro, outubro e novembro de 2014

<b>Tratamentos</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>	<b>Novembro</b>
	Umidade do Solo (%)		
Sem cobertura	10,2c <sup>1</sup>	10,3c	10,9g
Cobertura morta	13,16b	12,7b	14,1b
Cobertura com polietileno	22,6a	22,4a	23,7a
Cobertura com bioplástico	22,5a	22,7a	23,5a
<b>C.V</b>	3,60	4,40	4,50

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey



**UNITAU**

#### 2.4.1.8. Formas Nitrogenadas no Solo

As determinações das formas nitrogenadas ( $N-NH_4$ ,  $N-NO_2 + N-NO_3$ ) no solo foram realizadas nas amostras de solo coletada na camada de 20 cm de profundidade do solo. A extração do nitrogênio foi realizada com a adição de uma solução de KCl (2N) no solo, depois a amostra foi submetida a agitação por 30 minutos e deixada em repouso por mais 30 minutos. Após este período as amostras foram filtradas e 20 ml dos extratos foram submetidas à destilação no micro Kjeldahl conforme a metodologia preconizada por Bremner e Mulvaney (1982).

Os resultados de  $N-NH_4$ ,  $N-NO_2 + N-NO_3$  determinados nas amostras de solo dos canteiros sem e com cobertura morta, plástico e bioplástico estão apresentados na Tabela 4. Observa-se que os teores de  $N-NH_4$  no solo do canteiro com cobertura morta apresentou diferença significativa quando comparado com os valores de  $N-NH_4$  determinados nas amostras de solo dos tratamentos sem cobertura e com cobertura de plástico e bioplástico. Os teores de  $N-NH_4$  apresentam uma variação entre  $6,82 \text{ mg kg}^{-1}$  no solo do tratamento com cobertura morta a  $16,11 \text{ mg kg}^{-1}$  no solo revestido com bioplástico no mês de setembro.

**Tabela 4.** Teores de  $N-NH_4$  determinados em amostras de solo coletadas a 20 cm de profundidade nos canteiros sem e com cobertura, durante os meses de setembro, outubro e novembro

Tratamentos	Setembro	Outubro	Novembro
$N-NH_4$ no solo ( $\text{mg kg}^{-1}$ )			
Sem cobertura	14,42a <sup>1</sup>	10,67a	9,35a
Cobertura morta	6,82b	8,51b	7,18b
Cobertura com polietileno	15,36a	10,59a	9,26a
Cobertura com bioplástico	16,14a	10,43a	9,14a
<b>C.V</b>	10,30	13,30	9,30

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tuke

Em relação as variações nos teores de  $N-NO_2 + N-NO_3$  no solo, nota-se na Tabela 5 que os valores foram menores no solo com cobertura morta durante todo o período de coleta e os maiores teores foram determinados nas amostras coletadas no solo com cobertura de bioplástico. Esta tendência observada de redução nos teores de  $N-NH_4$ ,  $N-NO_2 + N-NO_3$  no solo com cobertura morta poderá estar associado ao

processo de imobilização das formas nitrogenadas no solo devido a elevada relação C/N da casca de arroz utilizada como cobertura morta. Entretanto convêm ressaltar que a alface produzida com cobertura morta não apresentou sintomas de deficiência de nitrogênio em suas folhas, pois elas apresentaram coloração verde durante o período de produção.

**Tabela 5.** Teores de N-NO<sub>2</sub> + N-NO<sub>3</sub> determinados em amostras de solo coletadas a 20 cm de profundidade nos canteiros sem e com cobertura, durante os meses de setembro, outubro e novembro

Tratamentos	Setembro	Outubro	Novembro
N-NO <sub>2</sub> + N-NO <sub>3</sub> no solo (mg kg <sup>-1</sup> )			
Sem cobertura	2,91ab <sup>1</sup>	2,50ab	9,35a
Cobertura morta	1,67b	1,22b	7,18b
Cobertura com polietileno	3,80a	2,73a	9,26a
Cobertura com bioplástico	4,48a	3,17a	9,14a
<b>C.V</b>	32,80	29,30	19,20

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

#### 2.4.1.9. Fertilidade do Solo

Os resultados da análise química do solo dos canteiros sem cobertura e com cobertura morta, plástica e bioplástico estão apresentados na Tabela 6, observa-se que apenas o teor de fósforo apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Sendo os maiores valores verificados no solo dos canteiros com cobertura de plástico e bioplástico.

**Tabela 6.** Composição química do solo coletado a 20 cm profundidade nos canteiros sem cobertura e com coberturas morta, plástica e bioplástico

Tratamentos	pH	MO	P	K	Ca	Mg	SB	H+Al	CTC	V
	(CaCl <sub>2</sub> )	(g dm <sup>-3</sup> )	(mg dm <sup>-3</sup> )			(mmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup> )				%
<b>SC</b>	6,2a <sup>1</sup>	21,4a	24b	1,9a	35,8a	16,6a	54,7a	14,6a	68,7a	78,8a
<b>CM</b>	6,3a	22,8a	24,8b	2,1a	38a	17,6a	57,7a	14,6a	72,3a	79,6a
<b>CP</b>	6,2a	23,4a	36,6a	1,9a	41,8a	19,2a	63a	13,8a	76,7a	81,8a
<b>CB</b>	6,3a	22a	36,6a	2,0a	51,6a	22,2a	75,6a	13,8a	89,5a	83,2a
<b>CV (%)</b>	1,39	11,52	20,09	23,81	26,31	16,85	23,25	9,16	18,52	4,51

SC = sem cobertura; CM = Cobertura morta; CP = Cobertura com polietileno e CB = Cobertura com bioplástico

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey



**UNITAU**

#### 2.4.1.10. Condutividade elétrica do Solo

Os valores da condutividade elétrica do solo determinados nas amostras coletadas nos canteiros sem cobertura e com cobertura morta, polietileno e bioplástico estão apresentados na Tabela 7. Observa-se que entre os meses de setembro e outubro os valores da condutividade elétrica não diferem estatisticamente entre os tratamentos, porém percebe-se uma tendência de elevação na condutividade elétrica entre setembro e novembro.

**Tabela 7.** Condutividade elétrica de amostras de solo coletadas nos canteiros sem e com diferentes coberturas de solo entre setembro, outubro e novembro de 2014

Tratamentos	Setembro	Outubro	Novembro
	Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )		
Sem cobertura	195,2a <sup>1</sup>	214,8a	206,4b
Cobertura morta	196,2a	201,4a	200,8b
Cobertura com polietileno	214,0a	221,4a	241,0a
Cobertura com bioplástico	200,6a	204,0a	209,2b
CV (%)	5,04	6,86	5,22

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Analisando os resultados constata-se que os valores da condutividade elétrica do solo com cobertura de polietileno apresentam os valores mais elevados e em novembro difere significativamente dos demais tratamentos.

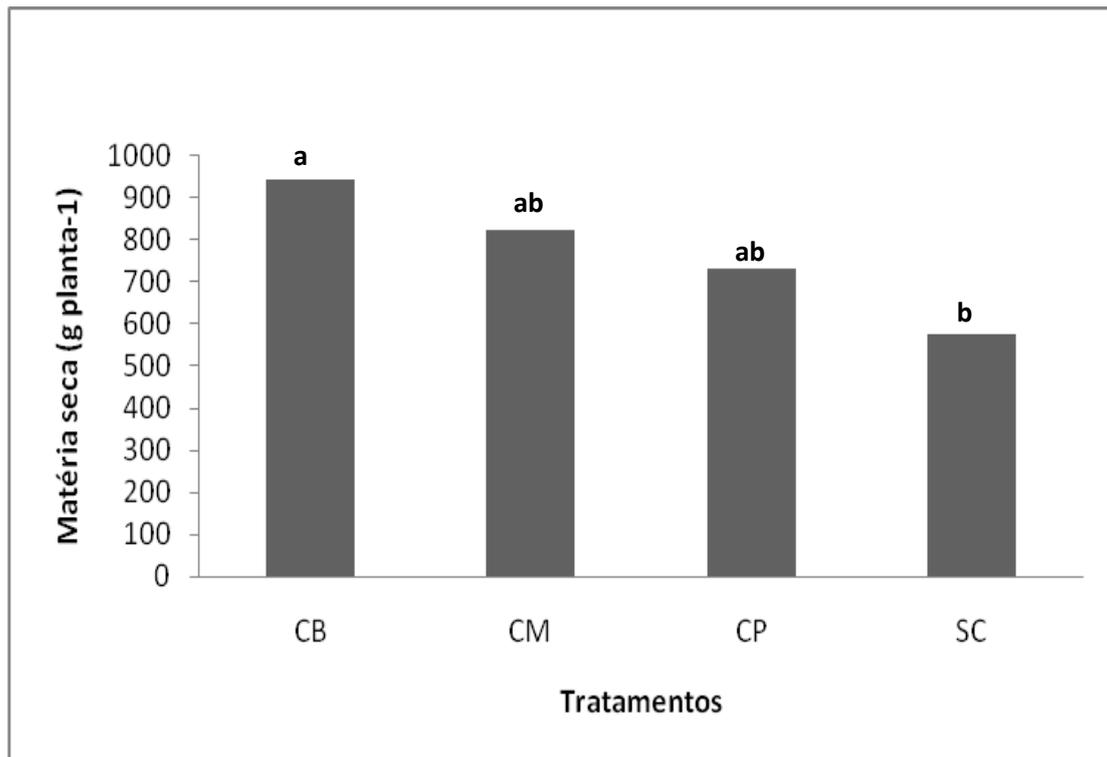
#### 2.4.1.11. Rendimento da Alface Lisa

A colheita foi realizada 50 dias após o transplante das mudas de alface e para medir a massa da matéria seca foram retiradas 20 plantas situadas no centro dos canteiros. As plantas foram cortadas rente ao solo logo abaixo das folhas basais e depois pesadas em balança para se determinar a massa fresca. Os resultados dessa variável foi expresso em  $\text{g planta}^{-1}$ . Os resultados da massa da matéria fresca do alface apresentou diferença significativa entre os tratamentos sem cobertura e com cobertura de bioplástico (Figura 5). Os tratamentos com coberturas de bioplástico, plástico e casca de arroz apresentaram valores de massa de matéria fresca superior ao determinado no canteiro sem cobertura. Esses resultados sugerem que a cobertura morta aplicada à



**UNITAU**

superfície do solo, seja de origem vegetal ou com filmes plásticos e bioplásticos favoreceram o desenvolvimento da alface. Isto ocorre porque a cobertura do solo inibem o crescimento de plantas espontâneas, reduzem a lixiviação de nutrientes e evitam a perda da água do solo para a atmosfera.



**Figura 5.** Produção (g planta<sup>-1</sup>) de alface cultivada sem cobertura (SC), com cobertura morta (CM), cobertura plástica (CP) e cobertura com bioplásticos (CB). Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Na Figura 6 estão apresentadas as fotos da alface lisa por tratamento antes de serem colhidas para determinar a produção de matéria seca.



**Figura 6.** Alface lisa cultivada sem cobertura (a), com casca de arroz (b), polietileno (c) e bioplástico (d)

#### 2.4.2. Cultura do Tomate

O plantio do tomate foi realizado na mesma área cultivada com a alface lisa, após a incorporação das coberturas de casca de arroz, polietileno e bioplástico no solo.

Os canteiros foram remodelados com as mesmas dimensões (0,3m de altura, 1,2m de largura e 50m de comprimento) e depois de aberto as covas e efetuado a adubação de plantio foi distribuído o sistema de irrigação por gotejamento.

Os quatro canteiros de 50m foram subdivididos em 20 canteiros com 10m de comprimento e depois cinco canteiros foram revestidos com casca de arroz (4,0 cm de espessura), cinco com polietileno, cinco com bioplástico e cinco sem cobertura.

#### **2.4.2.1. Adubação de Plantio e Cobertura**

Na adubação de plantio para o tomate foram aplicados  $60 \text{ kg ha}^{-1}$  de N na forma de sulfato de amônio e  $500 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$  na forma de super simples,  $200 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{K}_2\text{O}$  na forma de cloreto de potássio e  $20 \text{ Mg ha}^{-1}$  de vermicomposto. O calcário não foi aplicado porque a saturação de bases do solo já estava próxima de 80% (Tabela 6).

A adubação de nitrogênio em cobertura foi aplicada na quantidade de  $200 \text{ kg ha}^{-1}$ , parcelado em quatro vezes, com intervalos de 15 dias entre as aplicações.

#### **2.4.2.2 Plantio do Tomate (*Solanum lycopersicum*)**

O plantio das mudas de tomate variedade "Débora" foi realizado no dia 17/11/2014 no espaçamento de  $1,0 \times 0,8\text{m}$  (Figura 7).



**Figura 7.** Área experimental com o cultivo de tomate

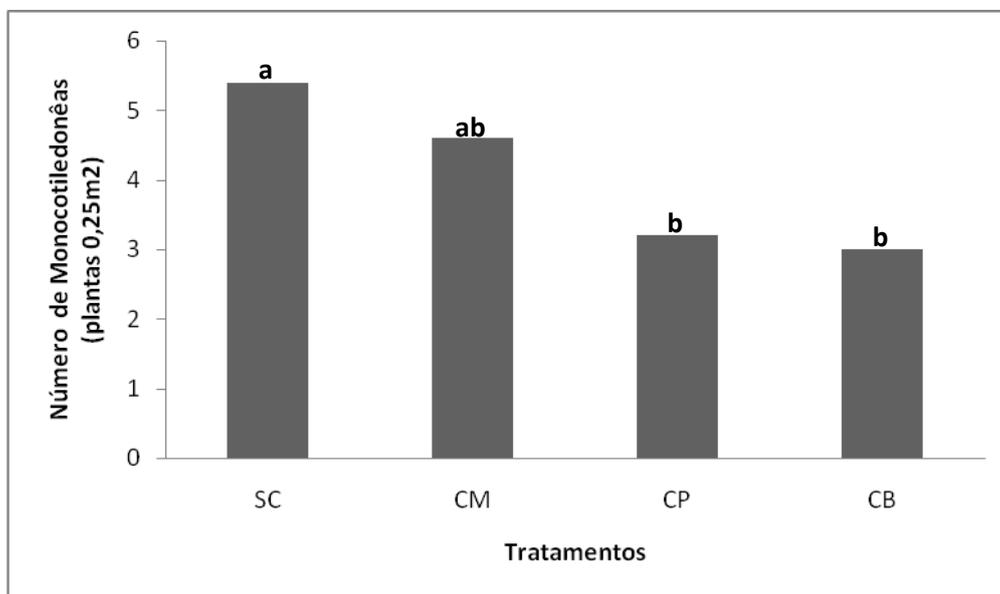
#### **2.4.2.3. Controle Fitossanitários**

O controle das plantas invasoras durante o desenvolvimento do tomate foi realizado semanalmente por meio da capina manual em todos os canteiros.

Na Figura 8 estão apresentados o número de plantas invasoras monocotiledôneas verificada no solo sem cobertura e com diferentes tipos de coberturas, observa-se que a

maior incidência de plantas invasoras foram quantificadas no solo sem cobertura e com cobertura morta e a menor incidência ocorreu no solo com cobertura de polietileno e bioplástico.

No solo sem cobertura e com casca de arroz as monocotiledôneas predominantes foram a tiririca (*Cyperus rotundus* L) e o capim-pé-de-galinha (*Eleusine indica* L) e no solo com cobertura de polietileno e bioplástico houve o predomínio da tiririca (*Cyperus rotundus* L), pois as suas folhas pontiaguadas conseguem perfurar a cobertura de polietileno e bioplástico e com isso se beneficiam da radiação solar para se desenvolver e predominar na área.

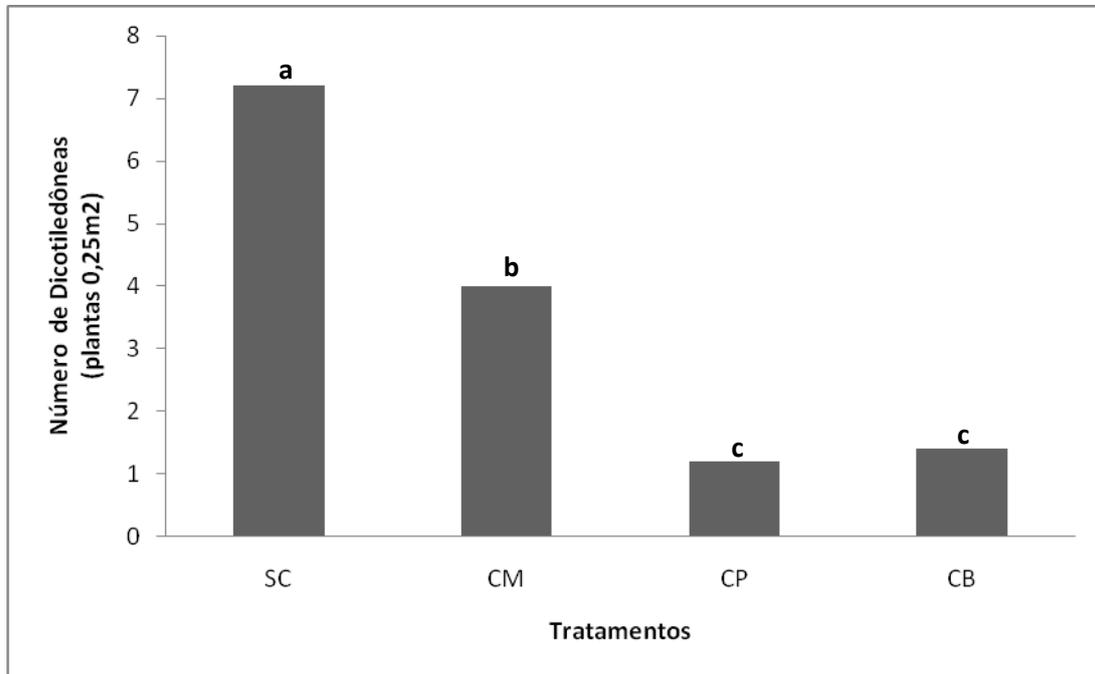


**Figura 8.** Número de plantas monocotiledôneas na cobertura do solo com casca de arroz (CM), com polietileno (CP), com bioplástico (CB) e no solo sem cobertura (SC), durante o cultivo do tomate, Taubaté (SP), 2015. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Os números de plantas dicotiledôneas determinados no solo sem e com cobertura durante o cultivo do tomate estão apresentados na Figura 9, percebe-se que a maior incidência de plantas invasoras ocorreu no solo sem cobertura e as coberturas com casca de arroz, polietileno e bioplástico inibiram significativamente o desenvolvimento das plantas invasoras quando comparados com o solo sem cobertura.

A densidade populacional das espécies dicotiledôneas predominantes no solo sem cobertura e com cobertura de casca de arroz, foi composta pelas seguintes espécies:

capim carrapicho (*Cenchrus echinatus* L); caruru (*Amaranthus hybridis* L) e erva-de-Santa-Luzia (*Euphorbia irta* L).



**Figura 9.** Número de plantas dicotiledôneas na cobertura do solo com casca de arroz (CM), com polietileno (CP), com bioplástico (CB) e no solo sem cobertura (SC), durante o cultivo do tomate, Taubaté (SP), 2015. Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

As dicotiledôneas determinadas no solo com cobertura de polietileno e bioplástico foram retiradas próximas ao colo das plantas de tomate, pois nesta região há uma abertura na cobertura que foi utilizada para plantar as mudas de tomate.

Quanto a ocorrência de pragas foi observado o predomínio de Tripés (*Frankliniella* spp) e Burrinho (*Epicauta atomaria*) nas folhas do tomate em todos os tratamentos e o controle foi realizado com a aplicação de inseticida.

Em relação a ocorrência de doenças durante o cultivo do tomate, foi observado o predomínio das doenças bacterianas como a Mancha-bacteriana (*Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria*) e a Murcha-bacteriana (*Pseudomonas solanacearum*). O controle foi realizado de forma preventiva com a pulverização da calda bordalesa, porém o controle não foi efetivo e a produção do tomate ficou toda comprometida pela infestação das doenças e por isso não finalizamos o ensaio com o tomate (Figura 10).



**Figura 10.** Plantas de tomate comprometidas com a severidade das doenças

Na Tabela 8 estão apresentados os números de plantas de tomate com os sintomas de doenças cultivadas no solo sem cobertura e com cobertura de casca de arroz, polietileno e bioplástico, nota-se que não houve diferença significativa no número de plantas doentes entre os tratamentos.

**Tabela 8.** Número de plantas de tomate com sintomas de doenças em canteiros sem cobertura e com diferentes tipos de cobertura (morta, polietileno e bioplástico)

Tratamentos	Mancha bacteriana	Murcha bacteriana	Total
----- (número de plantas com sintomas) -----			
Sem cobertura	6,1	5,3	11,4a <sup>1</sup>
Cobertura morta	6,2	4,4	10,6a
Cobertura com polietileno	5,2	5,0	10,2a
Cobertura com bioplástico	8,4	1,8	10,8a

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey



**UNITAU**

#### 2.4.2.4. Temperatura e Umidade do Solo

A metodologia para determinar a temperatura da superfície da cobertura e do solo é a mesma descrita no item 3.4.1.5. referente ao cultivo da alface lisa.

Os valores da temperatura da superfície das coberturas dos canteiros e da superfície do solo estão apresentados na Tabela 9, nota-se de uma maneira geral que houve diferença significativa da temperatura entre os tratamentos. Sendo que em dezembro a temperatura mais elevada foi determinada na superfície da cobertura com bioplástico e depois em janeiro e fevereiro a cobertura com plástico proporcionou os maiores valores de temperatura.

**Tabela 9.** Variação da temperatura da superfície das coberturas dos canteiros e do solo durante os meses de dezembro de 2014, janeiro e fevereiro de 2015

Tratamentos	Solo	Cobertura	Diferença
Dezembro			
Temperatura °C			
Sem cobertura	34,92c <sup>1</sup>	0,00c	0,00
Cobertura morta	42,98b	51,36ab	8,38
Cobertura com plástico	47,24ab	55,44ab	8,20
Cobertura com bioplástico	51,40a	62,60a	11,20
Janeiro			
Temperatura °C			
Sem cobertura	50,28a	0,00c	0,00
Cobertura morta	42,32b	63,00a	20,68
Cobertura com plástico	37,94c	67,96a	30,02
Cobertura com bioplástico	50,44	52,90b	2,46
Fevereiro			
Temperatura °C			
Sem cobertura	43,00a	0,00c	0,00
Cobertura morta	31,62b	37,90b	6,28
Cobertura com plástico	35,16b	49,44a	14,28
Cobertura com bioplástico	43,26a	0,00c	0,00

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

As coberturas de plástico e bioplástico apresentaram os maiores valores de temperatura devido a coloração negra destes polímeros que em contato com a radiação solar absorvem e retêm a energia luminosa que depois se converte em calor que fica retido entre a superfície do solo e a cobertura.

As temperaturas determinadas na superfície das coberturas de uma maneira geral foram mais elevadas do que aquelas verificadas no solo e a maior diferença entre as temperaturas foi constatada em janeiro com a cobertura plástica (Tabela 9).

A partir de janeiro e depois em fevereiro a determinação da temperatura da superfície da cobertura com bioplástico não foi mais determinada porque o bioplástico apresentou fissuras e foi se desintegrando expondo assim a superfície do solo (Figura 11). O rompimento da cobertura de bioplástico pode ter ocorrido devido as elevadas temperaturas e radiação solar observadas no período.



**Figura 11.** Cobertura de bioplástico com fissuras na superfície

A metodologia para determinar a umidade do solo é a mesma descrita no item 3.4.1.5. referente ao cultivo da alface lisa.

Na Tabela 10 estão apresentados os valores da umidade do solo determinados nos canteiros sem cobertura e com cobertura durante os meses de dezembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2015, verifica-se que o teor de umidade do solo variou significativamente entre os tratamentos sem e com cobertura. Os valores variam de



**UNITAU**

13,48% para o solo do canteiro sem cobertura a 23,78% de umidade no solo com cobertura de bioplástico. Já o teor de umidade no solo do canteiro com cobertura morta foi superior ao valor verificado no solo do canteiro sem cobertura.

Ainda na Tabela 10, observa-se em janeiro e fevereiro que a umidade do solo revestido com bioplástico apresentam valores inferiores aos determinados no solo com cobertura morta, isto ocorreu porque o bioplástico apresentou fissuras e rompimento em sua superfície favorecendo desta maneira a evaporação da água do solo.

**Tabela 10.** Teor de umidade do solo em amostras coletadas na camada de 10cm de profundidade dos canteiros sem e com cobertura durante os meses de dezembro de 2014 e janeiro e fevereiro de 2015

Tratamentos	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
	Umidade do Solo (%)		
Sem cobertura	13,48c <sup>1</sup>	15,89c	16,85b
Cobertura morta	17,58b	19,14b	17,30b
Cobertura com polietileno	22,48a	23,20a	22,84a
Cobertura com bioplástico	23,78a	18,57bc	15,68b
<b>C.V</b>	10,75	7,91	8,06

<sup>1</sup> Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

#### 2.4.2.5. Formas Nitrogenadas no Solo

A metodologia de coleta e análises das formas nitrogenadas (N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub> + N-NO<sub>3</sub>) foram descritas no item 3.4.1.6.

Os resultados de N-NH<sub>4</sub>, N-NO<sub>2</sub> + N-NO<sub>3</sub> referentes ao mês de dezembro, janeiro e fevereiro determinados nas amostras de solo dos canteiros sem e com cobertura morta, plástico e bioplástico estão apresentados na Tabela 11. Verifica-se que os teores de N-NH<sub>4</sub> no solo entre dezembro e janeiro não apresentam diferença significativa entre os tratamentos e somente em fevereiro os teores de N-NH<sub>4</sub> diferem significativamente entre os canteiros com cobertura morta e bioplástico. Observa-se também que os menores teores de N-NH<sub>4</sub> foram determinados no solo do canteiro revestido com a cobertura morta e os maiores no solo com cobertura com bioplástico. Os valores de N-NH<sub>4</sub> no solo com cobertura de bioplástico não apresentou variação



**UNITAU**

significativa quando comparados com os valores determinados nos solos sem cobertura e com cobertura plástica.

**Tabela 11.** Teores de N-NH<sub>4</sub> determinados em amostras de solo coletadas a 20 cm de profundidade nos canteiros sem e com cobertura, durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro

Tratamentos	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
N-NH <sub>4</sub> no solo (mg kg <sup>-1</sup> )			
Sem cobertura	20,00a <sup>1</sup>	19,85a	18,87ab
Cobertura morta	15,87a	14,72a	13,20b
Cobertura com polietileno	17,25a	16,12a	14,95ab
Cobertura com bioplástico	21,75a	22,70a	22,22a
<b>C.V</b>	23,71	23,31	22,88

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Os teores de N-NO<sub>2</sub> + N-NO<sub>3</sub> determinados nas amostras de solo coletadas nos canteiros sem e com cobertura durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro estão apresentados na Tabela 12. Percebe-se que a partir de janeiro os teores de N-NO<sub>2</sub> + N-NO<sub>3</sub> diferem significativamente somente entre os tratamentos com cobertura morta e bioplástico. Também assim como ocorreu com a N-NH<sub>4</sub> os teores de N-NO<sub>2</sub> + N-NO<sub>3</sub> foram menores no solo com cobertura morta quando comparados com o solo sem e com cobertura de plástico e bioplástico.

**Tabela 12.** Teores de N-NO<sub>2</sub> + N-NO<sub>3</sub> determinados em amostras de solo coletadas a 20 cm de profundidade nos canteiros sem e com cobertura, durante os meses de dezembro, janeiro e fevereiro

Tratamentos	Dezembro	Janeiro	Fevereiro
N-NO <sub>2</sub> + N-NO <sub>3</sub> no solo (mg kg <sup>-1</sup> )			
Sem cobertura	8,40a <sup>1</sup>	7,85ab	7,20ab
Cobertura morta	5,72a	4,42b	4,92b
Cobertura com polietileno	9,50a	9,47ab	9,67ab
Cobertura com bioplástico	11,95a	11,72a	11,27a
<b>C.V</b>	33,73	35,89	31,75

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

Este comportamento de menores valores das formas nitrogenadas no solo com cobertura morta, sugerem que a casca de arroz utilizada como cobertura poderá estar ocasionando a imobilização do nitrogênio no solo. Porém esta reação de imobilização não ocasionou o amarelecimento das folhas do tomate a ponto de evidenciar a carência de nitrogênio. Esta tendência também foi verificada durante o cultivo do alface sem no entanto comprometer a produção.

#### 2.4.2.6. Fertilidade do Solo

As amostras de solo referentes ao mês de fevereiro já foram coletadas e estão sendo analisadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas do Departamento de Ciências da UNITAU.

#### 2.4.2.7. Condutividade elétrica do Solo

Os resultados da condutividade elétrica do solo determinados em amostras coletadas em dezembro de 2014 e janeiro de 2015 na área de cultivo do tomate sem cobertura e com cobertura de casca de arroz, polietileno e bioplástico estão apresentados na Tabela 13. Analisando os resultados constata-se que os valores da condutividade elétrica do solo com cobertura de polietileno são superiores aos valores determinados nas amostras de solo coletados nos canteiros sem cobertura e com cobertura de casca de arroz e bioplástico.

**Tabela 13.** Condutividade elétrica de amostras de solo coletadas nos canteiros sem e com diferentes coberturas de solo entre dezembro de 2014 e janeiro de 2015

<b>Tratamentos</b>	<b>Dezembro/2014</b>	<b>Janeiro/2015</b>
Condutividade elétrica ( $\mu\text{S cm}^{-1}$ )		
Sem cobertura	227,20b <sup>1</sup>	224,80b
Cobertura morta	244,00b	250,20b
Cobertura com polietileno	368,60a	431,40a
Cobertura com bioplástico	285,40b	286,20b
<b>CV (%)</b>	11,13	11,06

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

As amostras de solo referentes ao mês de fevereiro já foram coletadas e estão sendo processadas no Laboratório de Análises de Solos e Plantas da UNITAU, sendo assim não foi possível acrescentar os valores da condutividade do solo no mês de fevereiro de 2015.

#### **2.4.2.8. Rendimento do Tomate**

O rendimento do tomate não foi determinado porque a incidência e a severidade das doenças provocaram danos as plantas em todos os tratamentos.

Estaremos realizando o plantio do tomate em maio quando a temperatura fica mais amena na Região do Vale do Paraíba.

### **2.5. Estudo da Biodegradabilidade e Toxicidade do Bioplástico**

A biodegradabilidade e toxicidade do bioplástico no solo foi avaliada pela liberação do dióxido de carbono ( $\text{CO}_2$ ), biomassa de carbono, identificação de fungos degradadores e teste de toxicidade em amostras de solo coletadas após a incorporação da cobertura morta, polietileno e bioplástico no solo.

O delineamento experimental utilizados no ensaio de biodegradação e toxicidade foi o de blocos casualizados, com quatro blocos e cinco tratamentos: 1-terra; 2-terra + cobertura morta; 3-terra + polietileno; 4-terra + bioplástico e 5-terra e glicose.

Os resultados foram submetidos a análise de variância e a diferença entre as medias foram avaliados pelo teste de Tukey a 5%. Os dados foram analisados pelo software “SAS for Windows” (SAS, 2000).

#### **2.5.1. Liberação do Dióxido de Carbono (C-CO<sub>2</sub>) do Solo**

A liberação do dióxido de carbono (C-CO<sub>2</sub>) do solo foi avaliada pelo método de incubação do solo em respirômetros e a quantidade de CO<sub>2</sub> liberado dos tratamentos foi quantificado por condutivimetria conforme a metodologia descrita por Coscione e Andrade (2006).

Amostras de 500 g de terra foram coletadas após a incorporação da cobertura morta, polietileno e bioplástico no solo e depois foram colocados em frascos respirômetros. Em paralelo foi também conduzido um tratamento utilizando a glicose, adicionada a 500g de terra em quantidade correspondente a 800 mg de carbono, como

controle para o ensaio de incubação. Os tratamentos foram instalados com quatro repetições e mantidos, durante 15 dias em temperatura de  $\pm 28^{\circ}\text{C}$  (ABNT, 1999), com 70% da capacidade de retenção de água (CRA) e no escuro. A CRA foi mantida avaliando a massa dos frascos, ou seja, pesando-se o frasco com a amostra de terra e a quantidade de água adicionada. A determinação e a quantidade de  $\text{CO}_2$  emanada dos tratamentos foi realizada por condutivimetria conforme descrito por Rodella e Sabóia (1999).

Os resultados da liberação de dióxido de carbono do solo das amostras coletadas dos canteiros sem cobertura e com coberturas de cascas de arroz, polietileno e bioplástico estão apresentados na Tabela 14. Percebe-se que durante todos os períodos a liberação de C- $\text{CO}_2$  foi mais acentuada no tratamento controle com a glicose e depois em setembro e outubro a liberação de C- $\text{CO}_2$  no solo com a incorporação do bioplástico tende a apresentar uma elevação de C- $\text{CO}_2$  superior a dos solos sem cobertura e com incorporação da casca de arroz e polietileno.

Esses resultados sugerem que o bioplástico por apresentar em sua composição o amido tende a se degradar mais rapidamente no solo, pois o amido é uma molécula orgânica de fácil assimilação pela maioria dos microrganismos do solo.

**Tabela 14.** Valores de C- $\text{CO}_2$  liberados do solo sem e com incorporação de casca de arroz, polietileno, bioplástico e glicose durante os meses de agosto, setembro e outubro de 2014

<b>Tratamentos</b>	<b>Agosto</b>	<b>Setembro</b>	<b>Outubro</b>
----- (mg de C- $\text{CO}_2$ g de solo <sup>-1</sup> ) -----			
Sem cobertura	16,68b <sup>1</sup>	11,82d	15,84c
Cobertura morta	17,95b	18,59c	17,52c
Cobertura com polietileno	17,84b	18,79c	17,95c
Cobertura com bioplástico	18,05b	31,79b	32,01c
Glicose	119,04a	121,47a	118,51a
<b>CV (%)</b>	7,36	6,93	7,0

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

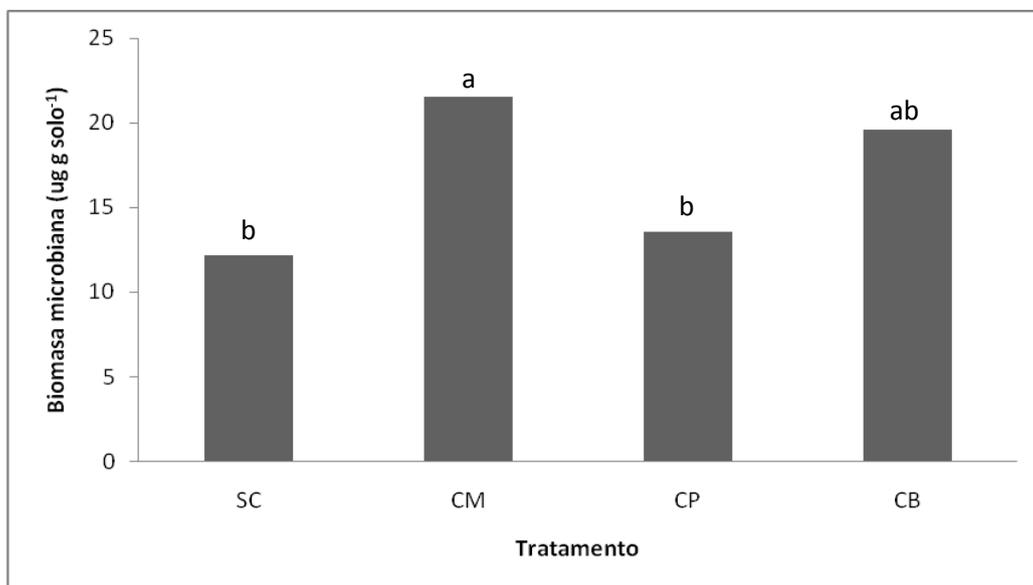


**UNITAU**

### 2.5.2. Carbono da Biomassa Microbiana do Solo

O carbono referente à biomassa microbiana do solo foi determinado nas amostras coletadas em outubro de 2014 e o método adotado foi de fumigação e extração conforme os procedimentos descritos por Vance, Brooks e Jenkinson (1987).

A quantidade de biomassa microbiana de carbono determinadas em amostras de solo coletadas nos canteiros sem e com cobertura de casca de arroz, polietileno e bioplástico estão apresentadas na Figura 12. Pelos resultados constata-se que a biomassa microbiana foi mais elevada no canteiro com a incorporação de casca de arroz e depois no solo com bioplástico.



**Figura 12.** Biomassa microbiana do solo determinado em amostras coletadas nos canteiros sem e com cobertura morta, polietileno e bioplástico. Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

### 2.5.3 Identificação de fungos degradadores

As amostras de fragmentos de polímeros de polietileno e bioplástico coletados do solo foram dispostos em placas de Petri contendo meio de cultura apenas com Agar e depois colocados em uma estufa com temperatura de  $\pm 28$  °C por um período de 72 h, os fungos crescidos no meio de cultura foram isolados e, com o auxílio de um microscópio óptico estão sendo identificados quanto ao gênero.

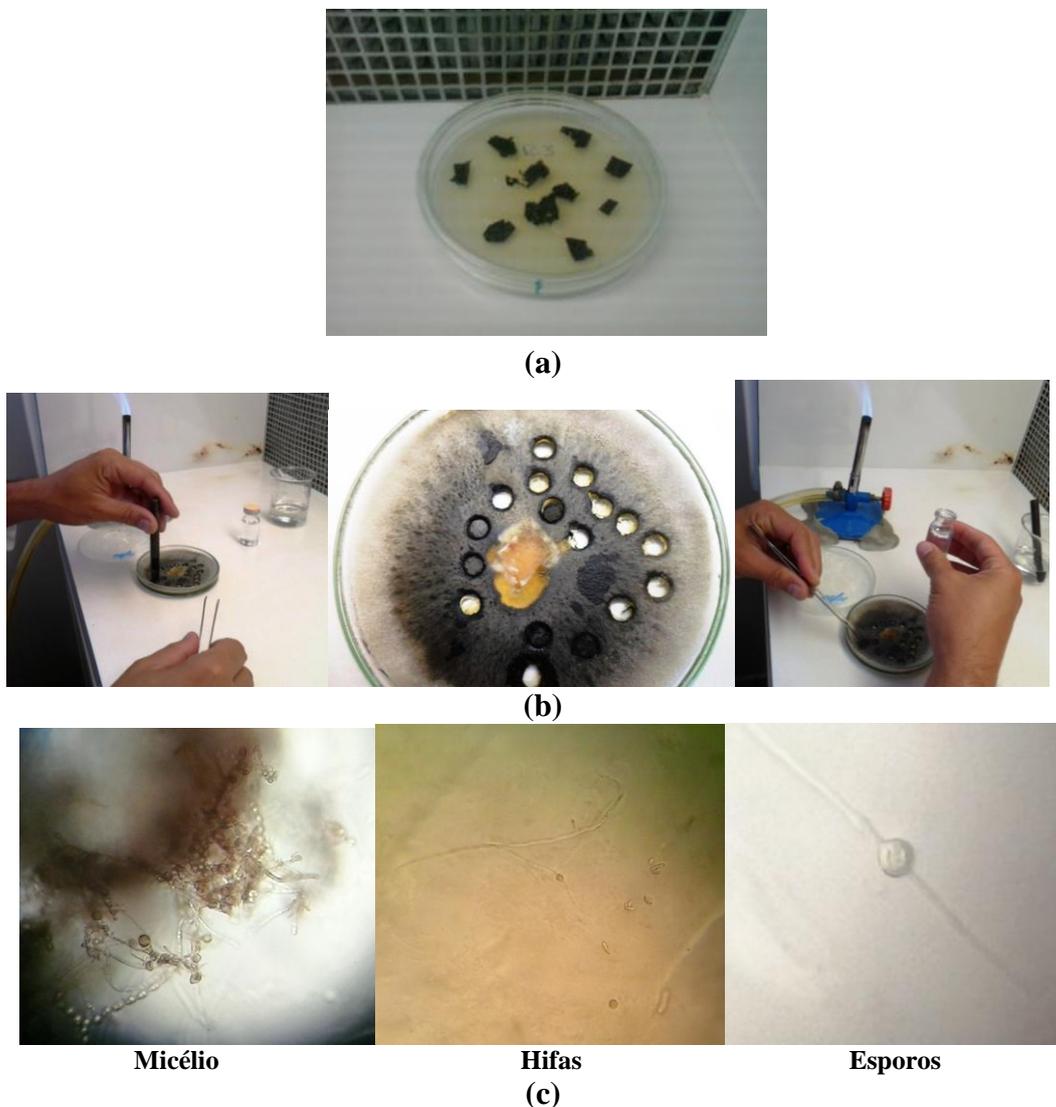
Como o meio de cultura para o crescimento dos fungos foi preparado apenas com Agar, todas as colônias de fungos presentes nos fragmentos de bioplásticos são de

microrganismos degradadores de bioplástico, pois a única fonte de carbono para o crescimento dos fungos é o amido do bioplástico.

Os fungos estão sendo isolados dos fragmentos de polímeros de bioplástico, pois nos fragmentos de polietileno ainda foi identificado crescimento micelial para realizar o isolamento dos fungos.

Já foram realizados o isolamento de 20 micélio de fungos e estes estão conservados em meio de Castellani e armazenados em câmara fria a  $\pm 5^{\circ}\text{C}$ .

Na Figura 13 estão apresentadas as etapas de extração, crescimento e isolamento dos fungos que se desenvolveram sobre os fragmentos de bioplásticos.



**Figura 15.** Etapas realizadas durante a extração (a), crescimento e isolamento (b) e identificação (c) dos fungos degradadores de bioplásticos



**UNITAU**

#### **2.5.4 Teste de toxicidade**

A toxicidade do solo foi avaliada pelo teste de germinação de sementes de *Brassica oleraceae* semeadas em 200 g de terra proveniente dos ensaios de liberação do dióxido de carbono (C-CO<sub>2</sub>). As amostras de terra foram colocadas em caixas de acrílico medindo 11,0 × 11,0 × 3,5 cm. Em cada caixa foram semeadas 40 sementes, numa profundidade de 0,5 cm. O solo sem a adição do bioplástico foi utilizado como controle. A contagem das plântulas germinadas foi realizada no 5º, 7º e 14º dia, após a montagem do experimento, sendo expressa como porcentagem de germinação (Guerra e Angelis, 2009). A massa seca da parte aérea foi determinada a partir de vinte plântulas colhidas no 14º dia, após o início do experimento de toxicidade. As plântulas foram lavadas e separadas apenas a parte aérea, depois as amostras da parte aérea foram colocadas em estufa com ventilação forçada de ar a ±60 °C por um período de 24 horas, depois as amostras foram retiradas e pesadas para determinar a massa seca da parte aérea.

Na média o percentual de germinação das sementes de *Brassica oleraceae* foi igual a 97% em agosto e 98% em setembro, estes resultados indicam que a germinação não foi afetada pela presença de nenhuma substância liberada pelo polietileno e bioplástico no solo.

Na Tabela 15 estão apresentados os resultados da produção de matéria seca da parte aérea das plantas de *Brassica oleraceae* semeadas nas amostras de solo coletadas dos canteiros sem e com cobertura de palha de arroz, polietileno e bioplástico. Constatase que não foi observado diferença significativa entre os tratamentos e a produção média de matéria seca entre os tratamentos foi de 0,22 g em agosto e 0,20 g em setembro.



**UNITAU**

**Tabela 15.** Produção de matéria seca (g) de *Brassica oleraceae* semeada em amostras de solo coletadas nos canteiros sem e com cobertura de palha de arroz, polietileno e bioplástico

Tratamentos	Agosto	Setembro
-----Produção de matéria seca (g)-----		
Sem cobertura	0,21a <sup>1</sup>	0,21a
Cobertura morta	0,23a	0,19a
Cobertura com polietileno	0,24a	0,20a
Cobertura com bioplástico	0,23a	0,22a
CV (%)	13,78	18,43

<sup>1</sup>Médias seguidas da mesma letra na vertical não diferem estatisticamente entre si a 5% de probabilidade pelo teste de Tukey

### 3. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- BREMNER, J.M.; MULVANEY, C.S. Nitrogen-total. In: PAGE, A.L. (Ed.). Methods of soil analysis. Madison: ASA, 1982. pt.2, p.595-624.
- COSCIONE, A.R.; ANDRADE, C.A. Protocolos para avaliação da dinâmica de resíduos orgânicos no solo. In: ANDRADE, J. C.; ABREU, M. F. Análise Química de Resíduos Sólidos para Monitoramento e Estudos Agroambientais. Campinas: Instituto Agrônomo, p.159-177, 2006.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUARIA - EMBRAPA. 1999. Sistema brasileiro de classificação de solos. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 412p.
- GUERRA, R.C.; ANGELIS, D.F. Toxicidade do lodo gerado pelo tratamento biológico da água de produção, no terminal marítimo Almirante Barroso, município de São Sebastião, SP. Arquivo do Instituto Biológico, São Paulo, v.76, n.2, p.259-267, abr./jun., 2009
- RODELLA, A. A.; SABOYA, L. V. Calibration for conductimetric determination of carbon dioxide. Soil Biology and Biochemistry, v.31, p.2059-2060, 1999.
- SOFTWARE STATISTICAL ANALYSIS SYSTEM – SAS. Procedures guides. Version 6. Cary [EstadosUnidos]: SAS by SAS INSTITUTE –Inc. Cary, NC, USA. 2002/ 2003.
- VANCE, E. D.; BROOKS, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. Soil Biology and Biochemistry, v.19, p. 703-707, 1987.



**Universidade de Taubaté**  
Autarquia Municipal de Regime Especial  
Reconhecida pelo Dec. Fed. nº 78.924/76  
Redeenciada pelo CEE/SP  
CNPJ 45.176.153/0001-22

33

Taubaté, 1 de março de 2015.

A handwritten signature in black ink, appearing to read 'Paulo Fortes Neto', is centered on a light blue rectangular background.

---

Prof. Dr. Paulo Fortes Neto  
Coordenador do Projeto