



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO NÚCLEO DE PÓS  
GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE  
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL  
PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DO DANO AMBIENTAL  
CAUSADO POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA  
FRUTICULTURA IRRIGADA DO PLATÔ DE NEÓPOLIS POR  
ANÁLISE DA MICROBIOTA DO SOLO**

Autora: Miralda Bezerra da Silva

Orientador: Jefferson Luís da Silva Costa; Ph.D.

Fevereiro-2006  
São Cristóvão – Sergipe  
Brasil

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA**  
**NÚCLEO DE PÓS GRADUAÇÃO**  
**EM**  
**DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL**  
**PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DO DANO AMBIENTAL**  
**CAUSADO POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA**  
**FRUTICULTURA IRRIGADA DO PLATÔ DE NEÓPOLIS POR**  
**ANÁLISE DA MICROBIOTA DO SOLO**

Dissertação apresentada ao Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente e da Universidade Federal de Sergipe, como parte dos requisitos exigidos para a obtenção de título de Mestre em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Autora: Miralda Bezerra da Silva

Orientador: Jefferson Luís da Silva Costa; Ph.D.

Fevereiro-2006  
São Cristóvão – Sergipe  
Brasil

**FICHA CATALOGRÁFICA**

Silva, Miralda Bezerra da

S586d Determinação do potencial do dano ambiental causado por agrotóxicos utilizados na fruticultura irrigada do Platô de Neópolis por análise da microbiota do solo / Miralda Bezerra da Silva. – São Cristóvão, 2006.  
77f. : il.

Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Núcleo de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Programa Regional de Desenvolvimento e Meio Ambiente, Pró-Reitoria de Pós-Graduação e Pesquisa, Universidade Federal de Sergipe, 2006.

Orientador: Jefferson Luís da Silva Costa, Ph. D.

1. Bioindicadores. 2. Sustentabilidade ambiental. 3. Monitoramento ambiental. 4. Solo – Análise microbiota. I. Título.

CDU 504.064.2/.3:631.427.4

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**  
**PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO**  
**NÚCLEO DE PÓS GRADUAÇÃO**  
**EM**  
**DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**  
**ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: DESENVOLVIMENTO REGIONAL**  
**PROGRAMA REGIONAL DE DESENVOLVIMENTO E MEIO AMBIENTE**

**DETERMINAÇÃO DO POTENCIAL DO DANO AMBIENTAL**  
**CAUSADO POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA**  
**FRUTICULTURA IRRIGADA DO PLATÔ DE NEÓPOLIS POR**  
**ANÁLISE DA MICROBIOTA DO SOLO**

Dissertação de Mestrado defendida por Mirada Bezerra da Silva e aprovada em 27 de março de 2006 pela Banca Examinadora constituída pelos membros:

---

Prof. Dr. Carlos Dias da Silva Júnior  
(PRODEMA/UFS)

---

Prof.Dr.Roberto Rodrigues de Souza  
(PRODEMA/UFS)

---

Prof. Dr. Lauro Xavier Filho  
Universidade Tiradentes

**Aos meus pais**  
**Josefa Marlete da Silva**  
**José Fernando da Silva**

## AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por iluminar minha vida e proporcionar condições para o meu desenvolvimento científico, através de uma trajetória de descoberta e contribuição científica, cuja conclusão foi a dissertação.

Agradeço aos meus pais que me incentivaram e proporcionaram sempre condições para o meu desenvolvimento científico.

Meu irmão pelo suporte técnico e imensa compreensão.

Aos meus familiares pela imensa colaboração.

Agradeço ao Dr. Jefferson Luís da Silva Costa, Embrapa pela orientação e possibilidade de execução do meu trabalho técnico e científico.

Aos professores do PRODEMA pelo incentivo e doação de conhecimento científico.

Agradeço a Embrapa Tabuleiros Costeiros pelo estágio, fornecendo condições para o desenvolvimento da dissertação.

Aos colegas estagiários e funcionários do laboratório de Biotecnologia Embrapa.

Agradeço a Gabriela estagiária do laboratório de Biotecnologia pela fundamental colaboração.

À MSc, Virgínia Carla pela colaboração e compartilhamento de informações.

Agradeço a Luciano funcionário da Embrapa pela colaboração no trabalho de campo.

Agradeço ao Dr. Roberto Rodrigues de Souza pela colaboração.

Agradeço ao Dr. Carlos Dias pela colaboração.

Aos colegas da turma NESA/2004 pela amizade e cumplicidade.

À ASCONDIR pelas informações referentes ao Platô de Neópolis e disponibilizando os lotes para pesquisa de campo.

Aos produtores do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis pela colaboração.

Agradeço a todos que de forma direta ou indireta que participaram da elaboração de um projeto e desenvolvimento de parcelas que contribuíram para elaboração da dissertação, que escrevi à comunidade científica baseado na resposta à sociedade e ao meu ambiente.



## RESUMO

O efeito das atividades agrícolas na degradação dos recursos naturais como aquele causado pelo desmatamento, erosão do solo e uso de agroquímicos, é bastante evidente em várias regiões do mundo, necessitando buscar sistemas agrícolas sustentáveis, para isto, a pesquisa agrícola precisa da definição de indicadores mais precisos, que permitam monitorar a qualidade ambiental, e, portanto obter soluções efetivas para diferentes situações diagnosticadas. O distrito de irrigação Platô de Neópolis, em Sergipe, possui área total de 10.432 ha., dos quais 7.000 ha, úteis irrigáveis, sendo dividido, em 27 lotes, variando de 22 a 570 ha. O objetivo desta pesquisa foi conhecer os principais agrotóxicos utilizados pelos produtores do Platô de Neópolis através da aplicação de questionários com dados de identificação do lote, das culturas e dos principais agrotóxicos herbicidas, inseticidas e fungicidas utilizados e o modo de aplicação. Os agrotóxicos mais utilizados foram: herbicida glifosato, inseticida malation e fungicida tiofanato metílico. Para monitorar a agressão dos agrotóxicos utilizados pelos produtores da região à comunidade microbiana de área de cultivo de frutas foi feita coleta de solos representativos da área georeferenciado, distribuídos em bandejas para aplicação dos agrotóxicos e promover a avaliação do impacto da microbiota do solo, através das técnicas de análise da atividade microbiológica efetuada pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) e para análise da dinâmica da população microbiana efetuada pelo método de diluição de solo com meios seletivos para fungos, bactérias e actinomicetos que possibilitaram a identificação da microbiota do solo e o impacto causado pelos agrotóxicos, uma vez, que a massa microbiana é um componente crítico dos ecossistemas naturais manipulados pelo homem. Foi utilizada como um dos parâmetros a atividade enzimática microbiológica, em quatro tratamentos, sendo, um sem adição de agrotóxico: solo controle, com o herbicida glifosato, inseticida malation e o fungicida tiofanato metílico, para análise da atividade microbiológica foi efetuada o método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) em diferentes diluições ( $10^1$ ,  $10^2$  e  $10^4$ ) que verificaram as alterações sofridas por cada amostra de solo. A atividade de hidrólise de diacetato de fluoresceína foi eficaz em todos os tratamentos, sendo que a atividade microbiológica foi altamente notável em solos que não sofreram nenhum tipo de exposição a tratamentos com agrotóxicos, o solos controles atingiram os maiores valores em todas as diluições com valores entre

4,16-19,92 $\mu\text{g FDA/mim}^{-1}\text{g}^{-1}$ , os demais tratamentos apresentaram uma atividade enzimática relativamente similar, porém, o tratamento com tiofanato metílico, demonstrou uma considerável redução na atividade enzimática, obtendo valores entre 3,48-12,70 $\mu\text{g FDA/mim}^{-1}\text{g}^{-1}$  representando a menor atividade enzimática. Com relação à análise da quantificação da população microbiana, o resultado da dinâmica da população de fungos, bactérias e actinomicetos diferiu estatisticamente em função de cada tratamento. A população de fungos, foi a menor densidade populacional encontrada, onde o solo controle, onde não houve adição de agrotóxico foi de 22 ufc  $\times$  10g/solo. Nos solos contaminados pelos inseticidas constituiu de: Malation uma densidade populacional relativa correspondente a 18 ufc  $\times$  10g /solo, o solo tratado com Glifosato 11 ufc  $\times$  10g /solo, sob o solo tratado com Tiofanato metílico 05 ufc  $\times$  10g/solo,. Quanto à população de actinomicetos a segunda menor população, os solos tidos como controle 160 ufc  $\times$  10g/solo. Nos solos contaminados pelos inseticidas constituiu de: Malation, apresentaram uma densidade populacional correspondente a 132 ufc  $\times$  10g/solo, solo tratado com Glifosato 128 ufc  $\times$  10g/solo e sob o solo tratado com Tiofanato Metílico 104 ufc  $\times$  10g/solo. A população de bactérias com a maior densidade populacional, o solo tido como controle obteve 2.225 ufc  $\times$  10g/solo. Nos solos contaminados pelos inseticidas constituiu de: Malation, apresentaram uma densidade populacional correspondente a 2.140 ufc  $\times$  10g/solo, sob o solo tratado com Glifosato 1.690 ufc  $\times$  10g/solo e sob o solo tratado com Tiofanato Metílico 1.700 ufc  $\times$  10g/solo. Portanto, os dois métodos utilizados neste trabalho, se correlacionaram, com sucesso, como bioindicadores do dano causado a microbiota do solo pelos agrotóxicos: herbicida glifosato, inseticida malation e fungicida tiofanato metílico, através da determinação da atividade enzimática contribuindo desta forma, como indicador sensível para relatar mudanças em propriedades microbiológicas do solo. Foi encontrada uma ampla variabilidade da comunidade microbiológica do solo estudado através das populações de fungos, actinomicetos e bactérias e a dinâmica populacional de fungos, actinomicetos e bactérias responderam de forma significativa a exposição dos agrotóxicos com uma considerável redução da densidade populacional, contribuindo desta forma, para uma melhor compreensão do dano ambiental causado por agrotóxicos a microbiota do solo.

**PALAVRAS CHAVES:** bioindicadores, sustentabilidade, monitoramento

## ABSTRACT

The agricultural activities effect in the natural resources degradation as that caused by the desforestation, agroquímicos soil and use erosion, is evident enough in several world regions, needing to seek sustainable agricultural systems, for this, the definition more necessary indicators necessary agricultural research, that allow monitor the environmental quality, and, therefore obtain effective solutions for different diagnosed situations. The irrigation district Platô de Neópolis, in Sergipe, owns total area of 10.432 ha., of which 7.000 ha, irrigable useful, being divided, in 27 lots, varying of 22 to 570 ha. The goal of this research was going to know the main agrotóxicos used by the producers of Platô de Neópolis through the questionnaires application with lot identification data, of the cultures and of the main agrotóxicos herbicides, insecticides and used fungicides and aplicação.Os agrotóxicos way usedder were: herbicide glifosato, insecticide malation and fungicide tiofanato metilic. To monitor agrotóxicos aggression used by the producers of the region to the fruit cultivation microbial community area was representative soils made collection of the area georeferenciado, distributed in trays for agrotóxicos application and to promote microbiota soil impact evaluation, through the technical of microbiological activity analysis made by diacetato fluoresceína hydrolisis method (FDA) and for dynamics microbial population analysis made by the soil dilution method with selective means for mushrooms, bacteria and actinomicetos that enabled the soil microbiota identification and the impact caused by agrotóxicos, once, that the microbial mass is a natural ecosystems critical component manipulated by the man. It was going used like one of the parameters the microbiological enzymatic activity, in four treatments, being, one without agrotóxico addition: soil control, with the herbicide glifosato, insecticide malation and the fungicide tiofanato metilico, for microbiological activity analysis was going made diacetato fluoresceína hydrolisis method (FDA) in different dilutions ( $10^1$ ,  $10^2$  and  $10^4$ ) that verified the alterations suffered for each soil sample. Diacetato fluoresceína hydrolisis activity was effective in all treatments, and the microbiological activity was highly notable in soils that didn't suffer no exhibition kind the treatments

with agrotóxicos, the soils controls reached the biggest values in all dilutions with values between 4,16-19,92 $\mu\text{g FDA/mim}^{-1}\text{g}^{-1}$ , the rest treatments introduced an enzymatic relatively similar activity, however, the treatment with tiofanato metilico, demonstrated a considerable reduction in the enzymatic activity, obtaining values between 3,48-12,70 $\mu\text{g FDA/mim}^{-1}\text{g}^{-1}$  representing the minor activity enzimática. Com relation to the quantification microbial population analysis, the result of mushrooms population dynamics, bacteria and actinomicetos differed statistically in function of each treatment. The mushrooms population, it went to smaller density populacional found, where the soil control, where there wasn't agrotóxico addition belonged to 22  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ . In the soils contaminated by the insecticides constituted of: Malation a density populacional corresponding relative to 18  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ , the soil treaty with Glifosato 11  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ , under the soil treaty with Tiofanato metilico 05  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ . Regarding actinomicetos population the smaller second population, the soils tidos like control 160  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ . In the soils contaminated by the insecticides constituted of: Malation, they introduced a density populacional corresponding to 132  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ , soil treaty with Glifosato 128  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$  and under the soil treaty with Tiofanato Metilico 104  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ . A bacteria population with the biggest density populacional, o soil known as control obtained 2.225  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ . In the soils contaminated by the insecticides constituted of: Malation, they introduced a density populacional corresponding to 2.140  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ , under the soil treaty with Glifosato 1.690  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$  and under the soil treaty with Tiofanato Metilico 1.700  $\text{ufc} \times 10\text{g/solo}$ . Therefore, both used methods in this work, correlated, with success, like bioindicadores of the caused damage microbiota of the soil by agrotóxicos: herbicide glifosato, insecticide malation and fungicide tiofanato metilico, through the enzymatic activity determination contributing thus, like sensitive indicator to relate changes in soil microbiological properties. It was going found a community's studied soil wide microbiological variability through the mushrooms populations, actinomicetos and bacteria and the dynamic populacional of mushrooms, actinomicetos and bacteria answered of significant form agrotóxicos exhibition with a density populacional considerable reduction, contributing thus, for a better environmental damage comprehension caused by agrotóxicos microbiota of the soil.

KEY WORDS: biographers, sustentabilidade, monitoramento.

## SUMÁRIO

	<b>Página</b>
<b>LISTA DE FIGURAS .....</b>	<b>14</b>
<b>LISTA DE TABELAS.....</b>	<b>15</b>
<b>CAPÍTULO 1 - INTRODUÇÃO.....</b>	<b>16</b>
<b>CAPÍTULO2-MICROBIOTA DO SOLO E AGROTÓXICOS .....</b>	<b>21</b>
2.0-DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E QUALIDADE DE VIDA.....	22
2.1- IMPORTÂNCIA DO SOLO.....	24
2.2-ATIVIDADE DOS MICRORGANISMOS DO SOLO.....	26
2.2.1-Fatores que afetam a População Microbiana.....	27
2.3-PRÁTICA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE.....	28
2.4-AGROTÓXICOS.....	29
2.4.1-Exposição Ambiental aos Agrotóxicos.....	31
2.5-BIODIVERSIDADE.....	32
2.5.1- Biodiversidade Microbiana.....	33
2.6-DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL.....	35
2.7-PLATÔ DE NEÓPOLIS :PROJETO DE FRUTICULTURA IRRIGADA DO ESTADO DE SERGIPE.....	37
2.8-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	43

**CAPÍTULO 3 - ATIVIDADE MICROBIANA ENZIMÁTICA (FDA) COMO BIOINDICADOR DO DANO CAUSADO POR AGRATÓXICOS UTILIZADOS NA FRUTICULTURA IRRIGADA NO PLATÔ DE NEÓPOLIS.....51**

3.0- INTRODUÇÃO.....	56
3.1-MATERIAL E MÉTODOS.....	58
3.2-COLETA DE SOLO.....	59
3.3-ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA DOS SOLOS.....	60
3.4-RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	61
3.5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	68

**CAPÍTULO 4 – POPULAÇÃO MICROBIANA DO SOLO COMO BIOINDICADOR DO DANO AMBIENTAL CAUSADO POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA FRUTICULTURA IRRIGADA NO PLATÔ DE NEÓPOLIS.....71**

4.0-INTRODUÇÃO.....	75
4.1 - MATERIAL E MÉTODOS.....	76
4.2-COLETA DE SOLO.....	77
4.3 - DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO DE FUNGOS BACTÉRIAS E ACTINOMICETOS.....	78
4.4-RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	80
4.5 -REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	89
<b>5.0 – CONCLUSÕES E SUGESTÕES.....</b>	<b>93</b>

## LISTA DE FIGURAS

Número	Título	Página
<b>CAPÍTULO 2</b>		
Figura 1	Localização geográfica do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis.	38
<b>CAPÍTULO 3</b>		
Figura 1	Hidrólise de Fluoresceína 25% como indicador microbiológico em solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis Sergipano em diferentes tratamentos.	62
Figura 2	Hidrólise de Fluoresceína 50% como indicador microbiológico em solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis Sergipano em diferentes tratamentos.	63
Figura 3	Hidrólise de Fluoresceína 100% como indicador microbiológico em solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis Sergipano em diferentes tratamentos.	64
Figura 4	Representação de todos os tratamentos e solo controle por diferentes concentrações de acetona em solução de FDA.	65
<b>CAPÍTULO 4</b>		
Figura 1	Efeito de agrotóxicos na Densidade Populacional de Fungos em solos do semi-árido Sergipano no Platô de Neópolis.	80
Figura 2	Efeito de agrotóxicos na Densidade Populacional de Actinomicetos em solo do semi-árido Sergipano no Platô de Neópolis.	81
Figura 3	Efeito de agrotóxicos na Densidade Populacional de Bactérias em solo do semi-árido Sergipano no Platô de Neópolis.	83

	Efeito de Agrotóxicos na redução da Densidade Populacional de Fungos,	84
--	---	----

### LISTA DE TABELAS

Número	Título	Página
CAPÍTULO 2		
Tabela		
1	Pesquisa realiza no Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis.	41
CAPÍTULO 3		
Tabela	Atividade Enzimática de fda nas concentrações(25%,50%e100%) dos tratamentos com solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis	61
1		
CAPÍTULO 4		
Tabela	Efeito de agrotóxicos na Densidade Populacional de Fungos, Actinomicetos e Bactérias através de ufc x 10g de solo.	79
1		



## **CAPÍTULO 1**

### **INTRODUÇÃO**

## 1-INTRODUÇÃO

O paradigma científico que fragmenta e simplifica a compreensão da realidade, é caracterizado como um dos fatores da crise ambiental da atualidade. Segundo Carvalho(2000), o horizonte histórico-cultural deste debate está irremediavelmente atravessado por uma multiplicidade de interesses e projetos sociais que vão disputar diferentes interpretações sobre o ambiental.

A crise ambiental que enfrentamos não esta inserida em raízes exclusivamente naturais, baseia-se no impacto da sociedade industrial, direta ou indiretamente sobre o meio ambiente. Para obtenção de uma visão crítica da crise ambiental atual torna-se necessário fazer uma análise sobre a Civilização Ocidental, da qual fazemos parte. Nas suas origens remotas, possui duas posturas intelectuais básicas que oscilam no decorrer da história, o Teocentrismo gira em torno da idéia de Deus e o Antropocentrismo que coloca o homem como centro absoluto do universo. Estas duas posturas são formadoras da Civilização Ocidental, ou seja, o judaísmo (marcado pelo teocentrismo) que coloca a natureza a disposição do homem justificando a exploração do meio ambiente há séculos (Soffiati, 1987).

Estas duas vertentes fundem-se na chamada civilização do ocidente que perpetua ao longo de sua história, o movimento pendular entre teocentrismo e antropocentrismo. Na idade média a primeira fase da Civilização Ocidental prevalece à atividade teocêntrica. Período posterior ao Renascimento predomina uma visão antropocêntrica. O homem começa a exercitar suas capacidades intelectuais com mais liberdade, surge o racionalismo, o experimentalismo, o empirismo, o naturalismo e o individualismo.

No século XVII com René Decartes lança o pensamento filosófico ocidental que se torna o momento para localizar a crise ecológica atual. Rompe o cordão umbilical que prendia o homem a natureza, e de fornecer bases para que as sociedades humanas sofram grande transformação que vai gerar as sociedades atuais. (Huisman & Vergez ,1976).

Essa transformação criou sistemas econômicos concebidos sobre alicerces declaradamente antiecológicos, na medida em que encaram a natureza como um espaço amorfo do qual são extraídos recursos para produção, circulação de bens de consumo. A natureza não passa de externalidade com capacidade ilimitada de fornecer recursos e de absorver resíduos do processo econômico.

A Revolução Industrial criou as economias de mercado e as contradições desta em alguns países, as economias socialistas e capitalistas cujas relações com a natureza são distintas segundo críticos de ecologistas. As economias socialistas tanto liberais quanto marxista se empenham em minimizar a crise ambiental apontada, sendo que, a economia capitalista engloba uma grande racionalidade econômica dentro de cada unidade produtiva com vista à valorização do capital.

No entanto crise atual decorre de um processo civilizatório que deve incorporar uma visão completa das partes para elaboração de uma atitude crítica sobre o homem em seu processo sócio econômico e a natureza. Não apenas a elaboração de uma nova proposta ecológica e sim uma nova ordem econômica, social, política e cultural que busque a convivência harmoniosa das sociedades humanas com o meio ambiente. Descobrir o natural que existe no homem e que foi esquecido e recalado por toda tradição humanista radical do ocidente. Sendo necessário o surgimento de uma ordem que reate o cordão umbilical que ligava o homem a natureza e que resgate a importância do meio ambiente para as sociedades humanas (Soffiati, 1987).

A crise ambiental que se torna evidente nos anos 60 reflete a irracionalidade ecológica do processo econômico de produção, consumo, mercado e os limites do crescimento econômico. Surge à necessidade de valorizar a natureza e internalizar as “externalidade sócio ambientais” ao sistema econômico. Portanto faz surgir uma nova percepção de que o sistema econômico está inserido no físico-biológico e que lhe oferece suporte, uma vez que, há necessidade de questionar a sustentabilidade.

A sustentabilidade é retratada através de uma postura preventiva, mas segundo Almeida(2002), é preciso que identifique tudo que um empreendimento pode fazer de positivo para ser maximizado e negativo para ser minimizado. Utilizando fatores importantes como tempo e espaço, associados aos avanços tecnológicos. A Tecnologia pode causar um maior impacto em um curto espaço de tempo, e ações locais, geograficamente, tem efeito global, baseado nessas questões à degradação ambiental causada por um empreendimento pode ter repercussão mundial, sendo necessário agir de maneira a garantir sua sobrevivência em longo prazo, ou seja, perenidade dos desafios impostos pela natureza e pela sociedade (Almeida, 2002).

Há necessidade de atribuir pré-requisitos de sustentabilidade que estejam inseridos em uma nova visão, que comporte novas tecnologias técnicas, econômicas e ambientais baseadas na utilização mínima de recursos naturais com menor impacto e poluição onde o desenvolvimento do empreendimento esteja assegurado com práticas de comando, controle e auto-regulação, baseada no monitoramento do ambiente agredido para detecção de danos causados pelo empreendimento, para adoção de medidas preventivas garantindo a sobrevivência das gerações futuras e a qualidade de vida da população

Busca-se o denominado desenvolvimento sustentável, que segundo Machado(1997), pode em uma de suas definições, ser dito como um desenvolvimento cientificamente embasado, onde é necessário que pesquisas básicas e tecnológicas dêem suporte a este desenvolvimento ou atividade de uma região, como, por exemplo, conhecer a biota em seus aspectos qualitativos e quantitativos presentes no ambiente, a dinâmica das populacionais animais e vegetais, determinar os melhores biótipos para que forneçam o material genético necessário à continuidade das espécies.

A avaliação prévia de impacto ambiental tem como objetivo analisar as conseqüências ambientais prováveis de uma atividade humana. Essas avaliações da qualidade ambiental são necessárias para monitorar o grau de agressão ambiental. Segundo Weitzenfeld(1996) o monitoramento é importantíssimo à medida que ele vai registrar a dinâmica do processo, identificando impactos não previstos, permitindo verificação de

compromissos assumidos, determinando a eficácia das medidas mitigadoras, permitindo o estabelecimento de compensações pelos efeitos adversos.

Há muitas razões para que o solo seja considerado algo muito importante por diferentes segmentos da sociedade. O solo é também amplamente considerado um dos mais complexos sistemas do universo. Essa complexidade deriva do fato de que o solo é um meio natural poroso formado pela ação do clima e de microorganismos sobre rochas, em diferentes condições de tempo e repouso. Daí derivam uma natureza heterogênea e não-linear e processos físicos, químicos e biológicos, que se integram e se associam, em escalas e espaciais e temporais diferentes, que respondam pelo grau de complexidade alcançado pelo meio.

Manejar de maneira sustentável os recursos do solo através de novos métodos, conceitos, e modelos já disponíveis em diferentes escalas de observação, especificamente, através da avaliação da qualidade do solo, por bioindicadores enzimáticos e determinação da densidade populacional da microbiota, com o objetivo de identificar de forma prévia problemas em áreas produtivas, efetuar estimativas da produção de alimentos, monitorar a ação das atividades agrícolas como o uso de agrotóxicos, para implantação de instrumentos preventivos de danos ambientais, esses instrumentos têm extrema importância, uma vez que a reparação de danos ambientais causados por ações e empreendimentos promove sustentabilidade e qualidade ambiental relacionada ao manejo da agricultura com produção sustentável de alimentos limpos e minimização da degradação do solo para atender as necessidades internas e a crescente demanda mundial.

O estudo em questão teve como finalidade monitorar o dano causado pela aplicação de agrotóxicos sobre a comunidade microbiana do solo, através de técnicas de monitoramento ambiental baseadas na avaliação da Atividade Enzimática da Diversidade Microbiana Método de Hidrólise de Diacetato de Fluoresceína (FDA), e a determinação da População Microbiana do Solo. O solo do estudo está situado no Projeto de Fruticultura Irrigado Platô de Neópolis, envolvendo principal região frutícola do Estado.

**CAPÍTULO 2**  
**MICROBIOTA DO SOLO E AGROTÓXICOS**

## **2 - DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO E QUALIDADE DE VIDA**

Há uma mudança em marcha denominada mudança dos paradigmas. Esta mudança dos paradigmas esta provocando alterações profundas no pensar e agir da humanidade, sendo imperioso que o processo educativo esteja preparado para acompanhar tais mudanças.

Entender a educação ambiental implica em um rompimento com os paradigmas que preconizam a compreensão de forma isolada tal como fomos acostumados a pensar. Segundo Morin(1979) a história do mundo e do pensamento ocidental foi comandada por um paradigma de disjunção, de separação. Separou-se o espírito da matéria, a filosofia da ciência; separou-se o conhecimento particular que vem da literatura e da música do conhecimento que vem da pesquisa científica. Separam-se as disciplinas, as ciências, as técnicas. Separou-se o sujeito do conhecimento. Assim, vivemos num mundo em que é cada vez mais difícil estabelecer ligações.

A Agenda 21 propõe estratégias para o desenvolvimento sustentável local. Planejando o futuro a curto, médio e longo prazo, mediante propostas de ações concretas, com metas, recursos e responsabilidades, enfatizando a participação de todos os atores sociais. Incentiva ainda o planejamento e gestão participativa para o desenvolvimento local, dando autenticidade e autonomia às comunidades no caminho do desenvolvimento de suas economias, na geração de renda e emprego, na proteção ambiental e justiça social.

Diante dos objetivos quantitativos da lógica do progresso econômico (crescimento do produto, aumento real dos salários, distribuição de renda, distância social medidas em termos econômicos e produção e satisfação de necessidades através do mercado), novas categorias de análise – mais qualitativas – estão configurando discurso de desenvolvimento sustentável. A declaração da Conferência das Nações Unidas sobre o meio ambiente e desenvolvimento celebrada no Rio de Janeiro em 1992,

ao afirmar como fim último do desenvolvimento sustentável pleno desenvolvimento das capacidades afetivas e intelectuais de todo ser humano, coloca a qualidade de vida no centro de seus objetivos (Lifo, 2001).

Entre as atividades humanas, a agricultura é considerada potencialmente degradadora e/ou poluidora do meio ambiente, pois ela interfere e/ou utiliza dos recursos naturais quais sejam, solo, água, vegetação natural, etc. (Ferreira 2000). O efeito das atividades agrícolas na degradação dos recursos naturais como aqueles causados pelo desmatamento, erosões do solo e uso de agroquímicos, é bastante evidente em varias regiões do mundo (Siqueira et al. 1994).

O crescimento da população provocou a necessidade do desenvolvimento da agricultura que deixa de ser extrativista e de subsistência para tornar-se parte do desenvolvimento industrial baseada na necessidade de suprir ou integrar-se ao desenvolvimento sócio-econômico das cidades.

Contudo o desenvolvimento econômico deve ter como base a sustentabilidade do meio e a qualidade de vida atualmente, com todos os avanços tecnológicos, tem aumentado muito o número de poluentes ambientais que causam prejuízos à qualidade de vida, e isso, por sua vez, tem estimulado na mesma proporção à necessidade de avaliar a toxicidade de cada um deles (Azevedo, 1998).



## 2.1 IMPORTÂNCIA DO SOLO

Segundo Raminelli (2001), três grandes catástrofes ecológicas marcaram a evolução do processo de uso do solo como um recurso “renovável”. A primeira foi a expansão da cana-de-açúcar, eleita pelos portugueses para substituir os espaços antes cobertos pelas matas nativas, a Mata Atlântica. A produção de açúcar, portanto, provoca derrubada de árvores, destrói a fauna, polui os rios e destrói os mangues. As chuvas torrenciais e as queimadas empobreciam o solo e reduzem a produtividade das plantações. Os portugueses solicitaram então, à coroa a expansão de suas propriedades para manter a produção. A sede por terras produziu, enfim, uma verdadeira catástrofe ecológica nos primeiros séculos da colonização.

A segunda catástrofe foi a exploração das minas gerais, no século XVIII, com a descoberta de jazidas auríferas nos sertões de Minas Gerais. Os rios eram desviados em direção das encostas para lavar o solo e encontrar o precioso material.

A terceira catástrofe foi a pecuária no litoral e às margens do rio São Francisco. Os bois e vacas eram provenientes da Europa e acompanhavam os europeus em todas as partes conquistadas, contribuindo desta forma para promover mais um desequilíbrio ecológico, modificando a paisagem da colônia.

Em seu estado natural, o solo encontra-se coberto pela vegetação, que o protege da erosão e contribui para manter o equilíbrio entre fatores de sua formação e aqueles que provocam a sua degradação e, o rompimento dessa relação provoca alterações físicas, químicas e biológicas, as quais, se não forem adequadamente monitoradas e controladas, levam à queda de produtividade e à degradação do solo (Siqueira et al.1994).

A cobertura vegetal nativa do solo cria um habitat adequado aos microrganismos específicos do solo, tanto pela ciclagem do material vegetal, como pela contribuição dos

componentes radiculares (Siqueira et al. 1994). Segundo Raminelli (2001), a cobertura da mata tropical retém no solo os microrganismos e minerais indispensáveis para a fertilidade da terra, o que do contrário, deixa a terra sem capacidade de reproduzir as espécies. Dessa forma, os solos agrícolas representam um importante balizador dos impactos ambientais, devendo-se atentar para as características destes, que permitam uma correta avaliação dos impactos ambientais. Propriedades físicas e químicas determinam características como fertilidade do solo e da atividade biológica, que são quantificáveis (Schaefer, et al. 2000).

Até pouco tempo, a qualidade do solo agricultável era considerada apenas em relação aos seus atributos físicos e químicos e, os microrganismos eram estudados de forma quantitativa, importando somente sua população total. A partir dos anos 80, a situação alterou-se e, verificou-se que os microrganismos são importantes no controle biológico de doenças e pragas da agricultura, por exemplo, além de fixarem nitrogênio atmosférico, funcionavam como micorrizas, ajudando plantas a sobreviver em condições metabólicas de estresse e, protegendo-as contra patógenos, realizando transformações metabólicas, produzindo toxinas e muitos outros produtos (Azevedo, 1998).

Atualmente, a medida da população microbiana é um importante indicador do grau de degradação do solo (Kennedy & Sismith, 1995). Estudos sobre o efeito provocados na microbiota do solo pelos sistemas de produção são fundamentais, uma vez que, os microrganismos desempenham um papel importante para garantir a sustentabilidade e a biodiversidade (Hungria et al., 1994).

## 2.2-ATIVIDADE DOS MICRORGANISMOS DO SOLO

A atividade biológica do solo inclui todas as reações metabólicas celulares, suas interações e seus processos bioquímicos mediados ou conduzidos pelos organismos do solo (Siqueira, 1994).

Existe uma infinidade de enzimas no solo, como uréase, catalase, invertase, fosfatases, etc., que transformam não somente a matéria orgânica do solo, mas aumentam o que se denomina de “potencial enzimático” do solo. Um solo não se torna ativo pelo número de microorganismos presente, mas sim, pela quantidade de enzimas nele existentes, portanto não interessa a quantidade de seres, mas sim, sua atividade, que é representada pela quantidade de enzimas excretadas. (Primavesi, 1984).

Parâmetros microbiológicos, relacionados com a atividade dos microorganismos, têm sido utilizados como indicadores de qualidade, para estimar a sustentabilidade dos solos (Dilly e Blume, 1998 citado por Godoi, 2001). Tais parâmetros são avaliados em termos metabólicos através da avaliação da taxa de respiração, produção de ATP, produção e liberação de calor, biossíntese de macromoléculas, transformações específicas, consumo de substrato ou acúmulo de produto e atividade enzimática total e específica (Siqueira et al., 1994).

Um método que avalia a atividade hidrolítica indiscriminada consiste na hidrólise do diacetato de fluoresceína (3,6-diacetil-fluoresceína) (Schnurer e Rosswall, 1982 citado por Godoi, 2001). O diacetato de fluoresceína (FDA) é hidrolisado por várias enzimas (lipases, proteases e esterases) das células vivas e, por esse motivo, tem sido usado para avaliar a atividade microbiana nas amostras de solo (Costa, 1995; Costa, 2002). A fluoresceína também pode permanecer nas células causando fluorescência intracelular que pode ser visualizada por microscopia de fluorescência ou quantificada por fluorometria ou espectrofotometria Ghini et al., 1998).

A técnica de hidrólise de FDA apresenta algumas vantagens tais como, rapidez e facilidade de execução, baixo custo, pouca necessidade de mão-de-obra, materiais e equipamentos, por outro lado, apresenta alguns problemas, como a possível hidrólise do FDA por enzimas extracelulares, as diferenças entre os organismos quanto ao tempo de adsorção do FDA, a possível adsorção do FDA pela matéria orgânica do solo (Ghini et al., 1998).

### **2.2.1-Fatores que afetam a População Microbiana**

De maneira geral os organismos do solo são afetados por fatores físicos tais como: temperatura, umidade, aeração, estrutura, viscosidade, tensão osmótica, componente gasoso, por fatores químicos como: carbono orgânico, nutrientes, pH, metais pesados, xenobioticos, antibióticos e vitaminas, e por fatores biológicos: morfologia, fisiologia, genética e reprodução do organismo, interações biológicas, presença de raízes e por fatores de manejo: uso do solo, erosão.

Um dos fatores que vem causando muitos danos a microbiota dos solos, é o uso descontrolados de inseticidas, herbicidas, fungicidas e bactericidas, muitos são extremamente tóxicos, o que causa consideráveis mudanças nas propriedades funcionais e diversidade populacional em solos.

### **2.3 - PRÁTICA AGRÍCOLA E MEIO AMBIENTE**

A atividade econômica preponderante no espaço rural é a agricultura cuja finalidade é a da transformação da natureza pelo homem a fim de obter produtos que atendam as suas necessidades. Para obter esses produtos, torna-se necessária uma modificação do comportamento natural da fauna e da flora, objetivando satisfazer as necessidades humanas.

O uso indiscriminado de técnicas modernas, em associação com queimadas e desmatamento, gera profundas alterações na estrutura dos solos e nos ciclos hidrológicos, que favorecem a erosão e as perdas de água por escoamento superficial e evaporação. A salinização e a perda da microbiota local dos solos vêm engordar a lista dos problemas mais sérios, quanto à irrigação surge como necessidade para produção agrícola, em regiões carentes de política de monitoramento e controle efetivo.

Contudo o desenvolvimento econômico deve ter como base na sustentabilidade do meio e a qualidade de vida. Atualmente, com todos os avanços tecnológicos, tem aumentado muito o número de poluentes ambientais que causam prejuízos à qualidade de vida, e isso, por sua vez, tem estimulado na mesma proporção à necessidade de avaliar a toxicidade de cada um deles. A consciência sobre a importância desses poluentes ambientais tem levado a um esforço na prevenção da exposição aqueles potencialmente tóxicos, cujos danos incluem na extensa variedade de alterações genéticas (Azevedo, 1998).

O uso de agrotóxicos na prática agrícola reflete diretamente na qualidade do solo através da degradação da microbiota nativa. Os solos agrícolas apresentam balizador dos impactos ambientais devendo-se atentar para as características que permitam uma correta avaliação dos impactos ambientais. Propriedades físicas e químicas determinam

características como fertilidade do solo e atividade biológica, que são quantificáveis (Schaefer et al, 2000).

## **2.4-AGROTÓXICOS**

A adoção dos termos defensivos agrícolas, produto fito sanitários, pesticida e agrotóxico tem sido marcado por controvérsias há anos. A legislação brasileira adotou e definiu o termo agrotóxico. O termo agrotóxico é utilizado englobando os produtos químicos nas diferentes categorias de uso: inseticida/acaricidas, fungicidas e herbicidas.

Os agrotóxicos além de cumprirem o papel de salvaguardar as culturas agrícolas das pragas, doenças e plantas daninhas, oferecem riscos à saúde humana e ao ambiente. O questionamento dos princípios e resultados disseminados pela “revolução verde não se restringem mais a pequenos grupos de ecologistas”. A popularização do ambientalismo intensificou nos últimos anos, devido às conseqüências dos métodos modernos de produção agropecuária. Produtores, consumidores, extensionistas, pesquisadores e políticos têm se mobilizado no sentido da obtenção de alimentos saudáveis, a um custo compatível e sem conseqüências nocivas para o ambiente (Brasil, 1995).

A América Latina participou em 1991 com 11,0% das vendas de agrotóxicos no mundo, sendo que o Brasil foi responsável por 3,7% desse total, ocupando a quinta posição. O consumo de agrotóxicos no Brasil foi de 151,8 mil toneladas de produtos comerciais (formulados) em (Futino & Silveira, 1991). Enquanto que o consumo no expresso em quantidade de ingredientes-ativos passou de 16,0 mil toneladas em 1964 (Ruegg et al., 1987) para 60,2 mil toneladas em 1991 (Goellner, 1993). Portanto, o aumento no consumo nesse período foi de 276,3%.

O monitoramento do uso de agrotóxicos pode ser realizado desde ao nível de propriedade rural, ou mesmo de microbacias hidrográficas, até escalas geograficamente mais abrangentes (Spadotto, 1998).

Os impactos ambientais do uso de agrotóxicos podem ser vistos sob as seguintes perspectivas: efeitos do uso de agrotóxicos sobre as atividades agrícolas-impactos intrínsecos, e efeitos sobre outras atividades, em escala local ou regional-impactos extrínsecos.

Os impactos dos agrotóxicos podem ser diretos ou indiretos, de fonte difusa ou pontual, e podem ocorrer nos meios físico-químicos (abiótico), biótico e sócio econômico, portanto, a análise de risco ambiental deve complementar, sempre que possível, os aspectos ecológicos, sociais e econômicos, mantendo estreita relação com conceito de sustentabilidade agrícola.

Os agrotóxicos oferecem riscos com a contaminação dos solos agrícolas, das águas de abastecimento para as populações rurais e urbanas e dos alimentos, e a intoxicação direta dos trabalhadores/produtores rurais. A agricultura de uma dada região pode sofrer impactos externos devido à restrição legal no uso de determinados agrotóxicos por motivos ambientais.

A avaliação de exposição humana e ambiental é elemento crítico na análise dos riscos dos agrotóxicos. Vários métodos podem ser usados para avaliar a exposição aos agrotóxicos nos diversos compartimentos ambientais (solo, água, planta e atmosfera). Estudar o movimento de agrotóxicos em determinado compartimento, e de um compartimento para outro é importante para a avaliação compreensiva da exposição ambiental e dos subsequentes riscos (Donigian & Crsel, 1992).

A análise de risco ambiental de agrotóxicos não deve ser considerada apenas como uma técnica, mas como uma dimensão política de gerenciamento. Para esta finalidade as

autoridades governamentais poderão estabelecer diretrizes de rótulo, restrições de uso e necessidades de monitoramento (Brasil-Ministério da Saúde, 1995).

O comportamento dos agrotóxicos no ambiente, depois de aplicados em áreas agrícolas, está relacionado a processos de movimento entre os compartimentos ambientais (solo, água, planta e atmosfera): deriva volatilização, absorção pelas plantas (foliar ou radicular), lixiviação e escoamento superficial (transporte de sedimentos ou em solução). Além desses, existem nos compartimentos ambientais os processos de transformação: fotodecomposição, decomposição química, degradação microbiana e metabolização pelas plantas e outros organismos. Dentre os compartimentos ambientais a degradação microbiana ocorrida pelo uso agrotóxicos necessita de estudos mais precisos devido a carência da avaliação da toxicidade dos mesmos aos microrganismos do solo.

A identificação dos problemas, potenciais ou já existentes, suas causas e conseqüências, propondo medidas preventivas e corretivas faz surgir a necessidade do monitoramento ambiental, da ação dos agrotóxicos no solo através de metodologias como o uso de bioindicadores ambientais.

#### **2.4.1- Exposição Ambiental aos Agrotóxicos**

No contexto do monitoramento do risco ambiental a exposição pode ser expressa como a co-ocorrência, que é a presença do agrotóxico no habitat do organismo, ou com o contato entre o agrotóxico e o organismo. Um perfil de exposição pode então ser desenvolvido, no qual se descreve a magnitude e as distribuições espacial e temporal da exposição para a modalidade de uso do agrotóxico monitorado. A exposição depende da concentração do agrotóxico na matriz ambiental, da sua disponibilidade biológica e da biologia do organismo considerado.

Depois da aplicação de um agrotóxico, vários processos físicos, químicos, físico-químicos e biológicos determinam seu comportamento. O destino de agrotóxicos no ambiente é governado por processos de retenção (sorção, absorção), de transformação



(degradação química e biológica) e de transporte (deriva, volatilização, lixiviação e carreamento superficial), e por interações desses processos.

Nas estruturas e propriedades das substâncias químicas, e nas características e condições ambientais, podem afetar esses processos. Condições meteorológicas, composição das populações de microrganismos do solo, propriedades físicas e composição química do solo, presença ou ausência de plantas, localização da área na topografia e práticas de manejo do solo podem também afetar o destino de agrotóxicos no ambiente. Além, disso, a taxa e a quantidade de água que se move na superfície e no perfil do solo têm um grande impacto no movimento dos agrotóxicos. O entendimento dos processos do comportamento e destino de agrotóxicos no ambiente é essencial para direcionar planos de monitoramento dos riscos ambientais.

## **2.5 - BIODIVERSIDADE**

Diversidade biológica, ou biodiversidade, significa a variabilidade de organismos vivos de todas as origens, compreendendo, dentre outros, os ecossistemas terrestres, marinhos e outros ecossistemas aquáticos e os complexos ecológicos de que fazem parte; compreendendo ainda a diversidade dentro de espécies, entre espécies e de ecossistemas, ou ainda, refere-se à variedade de vida no planeta terra, incluindo a variedade genética dentro das populações e espécies, a variedade de espécies da flora, e da fauna e de microrganismos nos ecossistemas formados pelos organismos (Azevedo,1998).

A Biodiversidade é uma das propriedades fundamentais da natureza, responsável pelo equilíbrio e estabilidade dos ecossistemas, e fonte de imenso potencial de uso econômico (Melo & Azevedo,1998). É a base das atividades agrícolas, pecuárias, pesqueiras e florestais. As funções ecológicas desempenhadas pela biodiversidade são ainda pouco compreendidas muito embora se considere que ela seja responsável pelos

processos naturais e produtos fornecidos pelos ecossistemas e espécies que sustentam outras formas de vida e modifica a biosfera, tornando-a apropriada e segura para a vida. A diversidade biológica possui, além de seu valor intrínseco, valor ecológico, genético, social, econômico, científico, educacional, cultural recreativo e estético. Com tamanha importância, é preciso evitar a perda da diversidade (Melo & Azevedo, 1998).

### **2.5.1 - Biodiversidade Microbiana**

Os microrganismos e a sua diversidade de solos consistem de diversos grupos de organismos, com diferentes importância e relevância para o homem (Siqueira et al., 1994).

Os microrganismos do solo podem ser classificados em grupos funcionais de acordo com suas atuações nos processos biológicos do ecossistema. Exemplos desses grupos são os microrganismos envolvidos no ciclo de nitrogênio (diazotróficos, desnitrificadores, amonificadores) e os envolvidos no ciclo do carbono, desde os degradadores de polímeros complexos até arqueas, incluindo metanogênicas e metanotróficas (Torsvik & Ovreas, 2002). Os conhecimentos ainda escassos sobre a diversidade taxonômica de grupos funcionais não permitem a avaliação da contribuição efetiva dos componentes dos grupos funcionais na estabilidade e atividade dos processos (Watanabe, 2001).

Sem os microrganismos, os solos não seriam formados. A intemperização físico-química das rochas matrizes por si só resultaria em terrenos sem nenhuma fertilidade, visto que há necessidade de nitrogênio e esqueletos de carbono para que a vida se estabeleça. As algas são tidas como colonizadores primários do solo, pela sua capacidade de fixar carbono e nitrogênio, respectivamente. A partir daí fungos e bactérias terão recursos para desenvolver e liberar nutrientes dos minerais do solo, como o fósforo, cálcio e ferro. O solo formado, havendo a disponibilidade de água, permitirá o crescimento de plantas, que ao serem decompostas gerarão matéria orgânica que reterá nutrientes, liberando-os lentamente para próximos colonizadores. Esta maneira simplificada de aprender o processo de

pedogênese, do ponto de vista biológico, ilustra a importância da biodiversidade para a formação dos solos (Coutinho, 1996).

Por outro lado, a biodiversidade de solos tem papel fundamental na regulação dos processos biogeoquímicos formadores e mantenedores dos ecossistemas (Hungria, 1994).

É nos solos que se realiza a maior parte da ciclagem de nutrientes da qual o planeta terra depende para se manter vivo. Por tudo isso, o solo é um recurso natural que deve ser conservado para que os serviços que ora prestam às sociedades sejam sustentáveis para as próximas gerações. Dentre estes, incluem-se: a formação e estruturação de solos; a decomposição da matéria orgânica; a ciclagem de nutrientes e a formação dos gases componentes da atmosfera terrestre (Drozdowicz, 1977).

Entretanto, os solos e seus organismos podem ser afetados pela maneira como o homem cuida deste recurso natural (Brady, 1983). A atividade agrícola predatória, o desmatamento exarcebado, a poluição e as mudanças globais podem ter feitos deletérios sobre a diversidade e os processos ecológicos do solo, com consequências nefastas para o homem. (Watanabe, 1987).

A elaboração de medidas para a conservação da biodiversidade microbiana dos solos deve considerar as peculiaridades da diversidade microbiana e da biodiversidade de solos, dada a importância deste componente biológico para o funcionamento do planeta e para a sustentabilidade de atividades econômicas, como agricultura (Hungria, 1994; Azevedo, 1998). Outra justificativa para um esforço integrado de pesquisa e prospecção tecnológica da biodiversidade de solos é a falta de conhecimento da verdadeira extensão desta diversidade nos biomas tropicais, e o grau de ameaça em que se encontra. Estima-se que menos de 5% dos microrganismos existentes no planeta tenham sido caracterizados e descritos (Rosado et al., 1997).

Vê-se dessa forma que a diversidade de microrganismos é crítica para o funcionamento do ecossistema, porque há necessidade da manutenção de processos ecológicos como a decomposição de matéria orgânica, ciclagem de nutrientes, agregação de patógenos dentro do ecossistema (Kennedy, 1999). Dessa forma, é extremamente importante a busca de métodos de avaliação da diversidade de microrganismos do solo.

## **2.6 – DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL**

Na percepção da crise ecológica foi configurado um conceito de ambiente com uma nova visão do desenvolvimento humano, que reintegra os valores potenciais da natureza, as externalidades sociais os saberes subjugados e a complexidade do mundo, negados pela racionalidade mecanicista que conduz o processo de modernização.

A questão ambiental problematiza as próprias bases de produção, aponta para a desconstrução do paradigma econômico da modernidade para a construção de futuros possíveis fundados nos limites da natureza, nos potenciais ecológicos, na produção de sentidos sociais e na criatividade humana, ou seja, caracterizar a sustentabilidade do meio para que o desenvolvimento econômico esteja inserido na construção de uma racionalidade ambiental que se constrói desconstruindo a racionalidade econômica capitalista dominante em todas as ordens da vida social.

É necessário construir uma nova economia com bases de igualdade e sustentabilidade com formas de desenvolvimento com uma visão de equilíbrio entre interesses econômicos e recursos naturais, abordando a importância da manutenção dos mesmos através de práticas sustentáveis de desenvolvimento para assegurar perspectivas de qualidade de vida das grandes gerações futuras.

A expressão “sustentável” é um apêndice obrigatório das palavras desenvolvimento ou agricultura. A agricultura sustentável deve em longo prazo, melhorar a qualidade ambiental e os recursos básicos dos quais a agricultura depende, respondendo às necessidades humanas básicas de alimentos e fibras, sendo economicamente viável e melhorando a qualidade de vida dos agricultores e da sociedade como um todo.

De um lado, a expectativa de crescimento econômico que envolve desde fabricantes de agrotóxicos até transações entre governos de vários países, a expectativa do lucro. De outro lado, a promessa de se reduzir à quantidade de agrotóxicos, controlarem as pragas das plantações e promover maior produção agrícola. E, de outro lado ainda, o solo contaminado por componentes dos agrotóxicos, interferindo diretamente na microbiota e comprometendo a fertilidade do mesmo. Assim as invenções humanas acumulam interrogações cada vez mais acentuadas sobre se estão sendo mesmo benéficas para a própria vida humana.

As linhas de pesquisa que devem ser priorizadas são aquelas voltadas para um melhor conhecimento da biodiversidade, o que deve se constituir na base de qualquer programa que vise o desenvolvimento sustentável. Uma das diretrizes propostas para desenvolvimento sustentável é a identificação, nos sistemas de produção agrícola, dos componentes chaves da diversidade biológica, responsáveis pela manutenção dos ciclos e processos naturais, com o monitoramento e a avaliação dos efeitos das diferentes práticas e tecnologias de produção sobre tais componentes(Agenda 21, 2000).

A Embrapa Tabuleiros Costeiros instituiu um programa que identificou maneiras e meios para melhorar o manejo sustentável da biodiversidade na agricultura (Carvalho et al., 2000). O sistema consiste de uma síntese de informações tecnológicas obtidas de experimentação e observações em escala operacional, integrada em modelo físico de sistema conduzido ao longo de 15 anos nos campos operacionais da Embrapa.

## **2.7-PLATÔ DE NEÓPOLIS : PROJETO DE FRUTICULTURA IRRIGADA DO ESTADO DE SERGIPE**

Dentre as atividades agrícolas desenvolvidas nos tabuleiros do Estado de Sergipe, a fruticultura é uma das que podem ser caracterizadas como agronegócio, em que a produção passa por redes de transporte, armazenagem e distribuição. (Sergipe, 2001). Essa tendência tem sido observada no Estado pelo crescimento de cultivos irrigados, entre os quais, o Projeto de Irrigação Platô de Neópolis, idealizado para desenvolver a fruticultura em Sergipe, visando tanto para o mercado interno quanto o externo. Apesar dos avanços observados, são vários os problemas enfrentados pela cadeia produtiva da fruticultura irrigada, destacando-se a peculiaridade dos solos, principalmente, quanto às propriedades físicas e aos fatores biológicos de crescimento.

Segundo Forsythe (1967), as propriedades físicas: textura, infiltração de água, densidade do solo e das partículas e condutividade hidráulica, entre outras, influenciam e definem os níveis dos fatores físicos de crescimento no solo: potencial total de água, aeração, temperatura e resistência mecânica à penetração das raízes. Chama atenção ainda para o fato de que várias propriedades podem influenciar, ao mesmo tempo, cada fator físico e biológico.

Este Projeto foi desenvolvido no distrito de irrigação Platô de Neópolis, situado no estado de Sergipe, localiza-se a 92 km de Aracaju, 67 km do porto de Sergipe e cerca de 20 km do acesso a BR 101(Figura 1). Possui área total de 10.432ha., dos quais 7.000ha. úteis irrigáveis e o restante com área de reserva ambiental e infra - estrutura. A área é dividida em 27 lotes variando de 22 a 575 ha.



Figura 1. Localização geográfica do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis.

Os irrigantes são empresários agrícolas que exploram as terras em parceria com o governo do Estado de Sergipe no regime concessão de direitos real do uso da terra, não tendo posse de domínio sobre as mesmas. Contratos de concessão têm validade de 25 ou 50 anos, podendo ser renovado por igual período.

Até o ano de 2000 o projeto tinha 4.230 ha. de área plantada e 2765 ha. de processo de implantação, com conclusões previstas para 2003. O município em questão abriga a prática agrícola desenvolvida através do projeto de fruticultura irrigada que possui uma

diversificação da produção agrícola e agroindustrial, permitindo o desenvolvimento da agroexportação.

De acordo com os objetivos e a concepção de planejamento, foram selecionados para cultivo: Coco anão, coco híbrido, manga, abacaxi, banana, maracujá, mamão, Atemóia, melão, melancia. Nesta definição, levou-se em conta a orientação do Governo do Estado, traduzida na implantação da fruticultura voltada para a agroexportação não excluindo a possibilidade de optar-se por culturas rentáveis com um potencial no mercado interno.

O uso de agrotóxicos na prática agrícola reflete diretamente na qualidade do solo através da degradação da microbiota nativa. Os solos agrícolas apresentam balizador dos impactos ambientais devendo-se atentar para as características destes permitam uma correta avaliação dos impactos ambientais. Propriedades físicas e químicas determinam características como fertilidade do solo e atividade biológica, que são quantificáveis (Schaefer et al., 2000).

Devido à degradação ambiental causada pela agricultura e principalmente pelo uso de agroquímicos, há necessidade de buscar sistemas agrícolas sustentáveis. A pesquisa agrícola para monitoramento ambiental realizada através de metodologias que realizem a análise da atividade microbiológica efetuada pelo método de hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) e para análise da dinâmica da população microbiana efetuada pelo método de diluição de solo com meios seletivos para fungos, bactérias e actinomicetos e, portanto obter soluções efetivas para diferentes situações diagnosticadas.

As avaliações da qualidade ambiental são necessárias para monitorar o grau de agressão ambiental principalmente causada pelo uso dos agroquímicos e evitar a degradação ambiental através da prática agrícola sustentável com a promoção do desenvolvimento econômico inserido na manutenção dos recursos naturais e promoção da qualidade de vida da população. O uso de indicadores é necessário para monitorar a mudança na qualidade do solo relacionado ao manejo de uma agricultura sustentável e avaliação do uso da terra.



O objetivo desta dissertação foi conhecer os principais agrotóxicos utilizados pelos produtores do Platô de Neópolis através da aplicação de questionário. O Questionário aplicado teve como objetivo conhecer os principais defensivos agrícolas utilizados por concessionários do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis para determinação do dano ambiental causado por agrotóxicos a diversidade microbiana do solo.

Foi aplicado por mim Miralda Bezerra da Silva, através de visitas em treze lotes do Platô de Neópolis, obtendo informações referente a: dados de identificação, os defensivos mais utilizados e a forma de aplicação.. Diante da realização da pesquisa com os produtores da área de estudo os defensivos mais utilizados foram: herbicida o glifosato, fungicida tiofanato metilico e inseticida malation (Tabela 1).

PROJETO DE FRUTICULTURA IRRIGADA PLATÔ DE NEÓPOLIS						
LOTES		ÁREA	CULTURAS	AGROTÓXICOS MAIS UTILIZADOS		
				HERBICID A	FUNGICID A	INSETICIDA
1	09 C	55ha	Coco	Glifosato	Acremônio	Óleo de Algodão
			Maracujá	Glifosato	Tiofanato Metilico	Malation
2	012	153ha	Feijão e Milho	Glifosato	Tiofanato Metilico	Malation
3	13 A	150ha	Banana	Glifosato	Tiofanato Metilico	Malation
			Coco	Glifosato	Tiofanato Metilico	Óleo Mineral
4	004	143ha	Coco, manga, limão e mamão	Glifosato	Tiofanato Metilico	Malation
5	23 A	123ha	Coco e manga	Glifosato	Acremônio	Óleo de Algodão
6	014	130ha	Coco, manga, limão, tangerina, maracujá e mamão	Glifosato	PBZ	Malation
7	11 A	238ha	Mamão e manga	Glifosato	Acremônio	Óleo de Algodão
8	024	141ha	Coco anão	Glifosato	Derosal	Óleo de Algodão
9	027	64ha	Limão, maracujá e tangerina	Glifosato	Tiofanato Metilico	Malation
10	010	120ha	Coco verde	Glifosato	Pinche/Cal	Malation
11	003	295ha	Manga e limão	Glifosato	Cobre	Malation
12	022	244ha	Coco verde	Não usa	Acremônio	Óleo de Algodão
13	015	298ha	Laranja pêra, tangerina e limão	Glifosato	Não usa	Malation

### Tabela 1. Pesquisa realizada no Platô de Neópolis

Apesar de algumas restrições por parte dos produtores com relação à identificação dos defensivos e obtenção de outras informações, o questionário teve total êxito, obtendo assim dados referentes à área, que variou de 55 ha a 298 ha, e as culturas desenvolvidas pelos produtores: coco, maracujá, feijão, milho, banana, manga, limão, mamão, tangerina e laranja.

O questionário teve total sucesso para obtenção de dados para o desenvolvimento da dissertação, baseado na necessidade da realização de testes enzimáticos e determinação da população microbiana, para obtenção do diagnóstico do dano ambiental causado a microbiota do solo pelos principais agrotóxicos e minimizar a agressão para manutenção do empreendimento e da sustentabilidade do meio.

## 2.8 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT. Associação Brasileira de Normas Técnicas. **Preservação e técnica de amostragem de efluentes líquidos e corpos receptores, NBR 9898**. Rio de Janeiro, 1997.

AGENDA 21 - **Agricultura Sustentável**. DOESP, São Paulo, 2000.190 p.

ALMEIDA, F. **O Bom Negócio da Sustentabilidade**. Rio de Janeiro, Nova Fronteira, 2002. 75-132p.

AZEVEDO, J. L. Biodiversidade microbiana e potencial biotecnológico. In: Melo I. S. DE & Azevedo, J. L. (ed.). **Ecologia microbiana**. Jaguariúna, SP. EMBRAPA-CNPMA, 1998.445-461p.

BARRET, M.R.; WILLAMS, W. M. & WELLS, D. Use of ground water monitoring data for pesticide regulation. *Weed Technology*. 7(1): 238-247, 1993.

BECHT, G. Systems theory, the key to holism and reductionism. *BIOSCINCEV*.24, N.10, P.579-596, 1974.

BEGON, M.; HARPER, J. L.; TOWNSEND, C. R. **Ecology: individuals, populations and communities**. 3 ed. New York: Blackwell Science, 1996.1068p.

BRADY, N. C. **Natureza e propriedades do solo**. São Paulo: Freitas Bastos, 1983.486p.

BRASIL-Ministerio da Saúde SETOX/ SUS; Universidade de Brasília; Universidade Federal do Paraná; ILSI Brasil. **Análise de risco na avaliação toxicológica de substâncias químicas com ação ambiental**. Brasília, 1995. 7p.

BULL, G. F. Biodiversity as a source of innovation in biotechnology. **Annual Review of Microbiology**, v.46, p.219-252, 1992.

CARVALHO FILHO, O. M.; ARAÚJO, L. G. G.; LANGUIDEY, H. P.; SÁ de L. J.; LIMA, B. M. V. Sistemas de produção. Documentos: Embrapa Semi-Árido. 2000.

CETESB.Manual de Produtos Químicos e Perigosos.2005.<http://www.cetesb.sp.gov.br/emergência/produtos/ficha>

COMISSÃO MUNDIAL SOBRE MEIO AMBIENTE E DESENVOLVIMENTO (CMMAD). Nosso futuro comum. Rio de Janeiro: Editora da Fundação Getúlio Vargas, 1988.

COSTA, J.L.S, Godoi L.C (2002) Hydrolysis of fluorescein diacetate as a soil quality indicator in different pasture systems. In: Internacional technical workshop on Biological Management of soil ecosystems for sustainable agriculture. Londrina, p. 83-84.

COSTA, J.L.S, Manguê JA, Casale WI, (2000) Biological control of Phytophthora root rot of avocado with microorganism grown in organic mulches. Brazilian J. Microbiol. 31:239-246

COSTA, J.L.S, Manguê JA, Casale WI (1996) Investigating On Some Of The Mechanisms By Which Bioenhanced Mulches Can Suppress Phytophthora Root Rot Of Avocado. Microbiol. Res. 151:183-192.

COUTINHO, H. L. C. Avaliação da Biodiversidade do Solo através de Exame de DNA, 1996. <http://www.cnps.embrapa.br/documentos>.

DROZDOWICZ. A. **Equilíbrio dos solos de cerrados**. In: SIMPÓSIO SOBRE O CERRADO, 4., 1976, Brasília. Bases para utilização agropecuária. São Paulo: EDUSP/Belo Horizonte: Itatiaia, 1977. 233-245p.

DRUMONT, A. M. et al., **Estratégias para o uso sustentável da biodiversidade da Caatinga. Documento para discussão no GT estratégias para uso sustentável**. In: SEMINÁRIO BIODIVERSIDADE DA CAATINGA, Petrolina, PE, 2000.

EHLERS, E. **Possíveis veredas da transição à agricultura sustentável. Agricultura sustentável**, v.1n. 1, p.12-24, 1995.

Estratégia Nacional de Diversidade Biológica: Microrganismos e Biodiversidade dos Solos. Ministério do Meio Ambiente. CANHOS, V. P.; COUTINHO, H. L. DA C., VAZOLLER, R.; RUMJANEK, N.; ROSADO, A., BARROS, E.; AZEVEDO, J.L.de; PELLIZARI, V.; MOREIRA, F.; SIQUEIRA, J. O.; MORAIS, G. DE SCHENBERG, A. C. 2001.

EVANS, F. C. **Ecosystems as the basic unit in ecology**. Science v.123, p.1127-1128, 1956.

FAWCETT, R.S. **Agricultural environmental audits in the United States**, In: BRIGHTON CROP PROTECTION CONFERENCE, Weeds. 1993. Proceedings... 1993. p. 1107-1113.

FONSECA DA, R. M. Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do Noroeste do Estado de Sergipe. Tese de Doutorado, Campinas-São Paulo. 1991. 187p.

FORSYTHE, W.M. Las propiedades físicas, los factores físicos de crecimiento y la productividad del suelo. Fitotecnia Latinoamericana, v.4, n.2, 1967.

FUTINO, A.M & SILVEIRA, J.M.J.F. da. **A indústria de defensivos agrícolas no Brasil. Agricultura** em São Paulo, 38:1-43,1991.

FONSECA DA, R. M. Análise da vegetação arbustivo-arbórea da caatinga hiperxerófila do Noroeste do Estado de Sergipe. Tese de Doutorado, Campinas-São Paulo. 1991. 187p.

GALVÃO, A. C. F. VASCONCELOS, R. R. Política regional à escala sub-regional : uma tipologia territorial como base para um fundo de apoio ao desenvolvimento regional. In: ENCONTRO NACIONAL DE ECONOMIA, 1998, Vitória. Anais. v.3.

GONÇALVES, Carlos W. P. **Os (dês) caminhos do Meio Ambiente.** São Paulo: Contexto, 1989.

GOELLNER, C. I. **Utilização dos defensivos agrícolas no Brasil: análise do seu impacto sobre o ambiente e a saúde humana.** São Paulo, Ed. Artraph, 1993.102p.

GUIMARÃES, R. P.El desarrollo sustentable: propuesta alternativa o retórico neoliberal?**Revista Eure**, v.XX, n.61. Santiago Del Chile, 1994.

HAECKEL, E. **A origem do Homem.** São Paulo: Ed.Hemus, 1982.250p.

HARE, V.C. **Systems analysis: a diagnostic approach.** New York: Harcourt, Brace and World.554p.1967.

HAYNES, R.J.;DOMINY,C.S.; GRAHAM, M. H. Effect of agriculture land use on soil organic matter status and composition of earthworm communities in KwaZulu- NATAL, **South Africa Agricultura Ecosystem Environment**,v.95,p.453-464.2003.

HAWKSWORTH, D. L.-The fungal dimension of biodiversity: magnitude, significance and conservation. **Mycological Research**, v. 95 p.641-655.

HUNGRIA, M. ARAÚJO, R.S. **Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola. Brasília.** 1994. 180p

HUISMAN, D e VERGEZ, A.Compênicó Moderno de Filosofia(O Conhecimento).Trad.de Lélia de Almeida. Rio de Janeiro: Freitas Bastos, 1976, 162-254p.

JOLY, C.A.; AINDAR, M. P. M; KLINK, C. A.; MCGRATH, D. G; MOREIRA, A. G; MOUTINHO, P; NEPSTAD, D. C.; OLIVEIRA, A.A ; POTT, A.; RODAL, M. J .N; SAMPAIO, E. V. S. B. Evolution of the biodiversity conservation point view. **Ciência & Cultura**, v.51, p.331- 33, 1999.

KENNEDY, A. C.; SMITH, K. L. Soil microbial diversity and sustainability of agricultural soil. **Plant and Soil**, The Hague, v.170, p75-86, 1995.

KENNEDY, A. C. Bacterial diversity in agroecosytems. **Agriculture, Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v.74, n.3, p.197-212, 1999.

KHATOUNIAN, C. A. **A reconstrução ecológica da agricultura. Botucatu: Ed. Agroecologia**, 2001. 304 p.

LAGO, A., PÁDUA, J. A. **O Que é Ecologia**. 7ª Edição. São Paulo: Ed. Brasiliense, 1988.

LINDEMAN, R. L. The tropic- dynamic aspect of ecology. **Ecology**, v.23, p.399-418, 1942.

LITTLE, A.D. Current practices environmental auditing. Washington, U.S. Environmental Protection Agency, 1984. (Report)

LEEF, Henrique. Saber Ambiental. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001.

LOUZADA, J. N. C.; SCHOERDER, J. H.; MARCO JUNIOR, P. de. Litter decomposition in semideciduous forest and Eucaliptus spp. Crop: na comparison in southern Brazil. **Forest Ecology and Management. Amsterdam**, v.94, n.1, p. 31-36, 1997.

MACHADO, L. M. C. P. Qualidade ambiental: indicadores quantitativos e perceptivos. In: MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. (coord). **Indicadores ambientais**. Sorocaba: ESALQ, 1997, p. 15-21.

MAGALHÃES, Antônio R. (org)(1992). "Desenvolvimento e meio Ambiente no semi-árido: discurso e exposições especiais." "Declaração em Fortaleza". Brasília, 1992.

MELO I. S. de; AZEVEDO, J. L. de, ed. **Ecologia microbiana**. Jaguariúna: Embrapa - CNPMA, 1998. 488 p.

MENDES, B. V. **Alternativas tecnológicas para Agropecuária do Semi-Árido**, São Paulo: Nobel, 1985. 171 p.

MENDES, B. V. Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido do Brasil. Coleção Mossoroense, Serie B n. 1196, 1992.

MENDES, B.V. **Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido**. Fortaleza: Ed. Benedito Vasconcelos Mendes, SEMACE, 1997.

MESQUITA, H. A.; PAULA, M. B. de; ALVARENGA, M. I. N. Indicadores de Impactos das atividades agropecuárias. **Informe Agropecuário**, v. 21, n. 202, p. 57-71, jan./fev. 2000.

MORIN, E. O Enigma do Homem, Rio de Janeiro, 1979

OLIVEIRA, V. C. Atividade enzimática, população e análise DNA da biodiversidade do solo em agroecossistemas do Semi-Árido, São Cristóvão, SE:UFS, 2004.

PEREIRA, J. C.; NEVES, M. C. P.; DROZOWICZ, A. Dinâmica das populações bacterianas em solos de cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.34, n 5, p.801-811, 1999.

PWER, J. F. Requeriments for a sustaiable agriculture for the next generation. In: Nath, B., et alk, (Eds), **Proceedings of the International Conference on Environmental Pollution** Vol. I, Budapest, Hungary, 15-19 April, 1996. European Centre for Pollution Reserch, University of London, London E1 4NS, UK, p. 92-98.1996.

RESENDE, M. Caracterizacao dos solos tropicais brasileiros. Brasília: ABEAS, 1988. **Curso de agricultura tropical: modulo 2.1.**

RAMINELLI, R. **Imagem da Colonização.** São Paulo: Jorge Zahar, 2001.

RODRIGUES, G. S. **Avaliação de impactos ambientais em projetos de pesquisa e desenvolvimento tecnológico agropecuário: fundamentos, princípios e introdução a metodologia.** Jaguariúna: EMBRAPA - CNPMA, 1998. 66p.

ROSADO, A. S; DUARTE, G. F.; SELDIN, L & ELSAS, J. D. VAN. Molecular microbial ecology: a minireview. **Microbiology**, v.28, p.135- 147, 1997.

RUEGG, E.F.; PUGA, F.R.; SOUZA, M.C.M. da UNGARO, M.T.S.; FERREIRA, M. da S.; YOKOMIZO, Y. & ALMEIDA, W.F. **Impactos dos agrotóxicos sobre o ambiente e a saúde.** In: J. MARTINE & R.C. GARCIA (ed). Os impactos sociais da modernização agrícola. São Paulo, Ed. Caietés, 1987, p.171-207.

SÁ, B. I. **Degradação ambiental e reabilitação natural no Tópico Semi\_ Árido Brasileiro.** In: CONFERENCIA NACIONAL E SEMINARIO LATINO-AMERICANO DE DESERTIFICAÇÃO, Fortaleza, Fundação Esquel do Brasil. 1994.

SCHAEFER, C. E.; ALBUQUERQUE, M. A; CHARMELO, L.L; CAMPOS, J. C. F.; SIMAS, F. B. Elementos da paisagem e gestão da qualidade ambiental. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 21, n.202, p.20-44, jan./fev, 2000.

SERGIPE. Secretaria de Estado da Agricultura, do Abastecimento e da Irrigação. Grupo de Trabalho para o Desenvolvimento do Plano Estratégico da Fruticultura. Arcacaju, 2001.126p.

SILVA, F. B. R. Artigos Embrapa: Coletânea Rumos & Debates. 2000.

SILVA, J.B. da. Impacto dos Agroquímicos. In: SIMPÓSIO SOBRE IMPACTO AMBIENTAL POR USO AGRICOLA DO SOLO (SIMPAGRE), Campinas, 1992, Anais... p.85, (Documentos IAC, 49).

SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F. M. de S.; GRISI, B. M.; HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. (Ed.). **Microrganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental.** Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão; Centro Nacional de Pesquisa de Soja- Brasília: EMBRAPA- SPI, 1994. 142p. (EMBRAPA - CNPAF. Documentos, 45).

SOFFIATI, Arthur. **Ciência e Cultura.** Niterói RJ, v.39, n10,1987.



SOUZA, M. J. N. DE et al.; **Redimensionamento da região Semi- Árida do Nordeste do Brasil**. IN: CONFERENCIA NACIONAL E SEMINARIO LATINO-AMERICANO DE DESERTIFICACAO, Fortaleza, Fundação Esquel do Brasil. 1994.

SPADOTTO, C.; GOMES, M.A.F.; RODRIGUES, G.S. Uso de agrotóxicos nas diferentes regiões brasileiras: subsídio para a geomedicina. **Pesticidas: Revista de Ecotoxicologia e Meio Ambiente**, v.8p.111-126,1998.

TAUK-TORNISIELO, S. M. Microrganismos como indicadores de impactos ambientais. In: MARTOS, H. L.; MAIA, N. B. (coord.). **Indicadores ambientais** Piracicaba: ESLAQ, 1997, p.157-165.

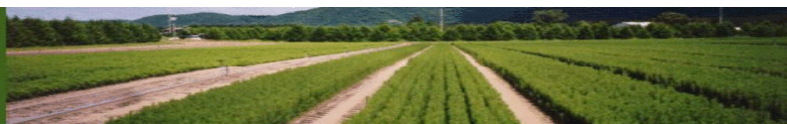
TORSVIK, V.; OVREAS, L. Microbial diversity and function in soil: from genes to ecosystems. **Current Opinion in Microbiology**, Amsterdam, v.5 n.3.p. 240-245, 2002.

WATANABE, S. **Glossário de ecologia**. São Paulo: ACIESP, 1987.271p

WATANABE, K. Microorganism relevant to bioremediation. **Current Opinion in Biotechnology**. Amsterdam, v.12, n.4, p. 237-241, 2001.

## **CAPÍTULO 3**

**ATIVIDADE MICROBIANA ENZIMÁTICA (FDA)  
COMO BIOINDICADOR DO DANO AMBIENTAL  
CAUSADO POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA  
FRUTICULTURA IRRIGADA NO PLATÔ DE NEÓPOLIS .**



## **ATIVIDADE MICROBIANA ENZIMÁTICA (FDA) COMO BIOINDICADOR DO DANO AMBIENTAL CAUSADO POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NA FRUTICULTURA IRRIGADA NO PLATÔ DE NEÓPOLIS .**

<sup>1</sup>Miralda Bezerra Silva,<sup>2</sup> Jefferson Luís Silva Costa

<sup>1</sup>Núcleo de Pós-graduação Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão- SE, 49100-000, Brasil.

<sup>2</sup>Embrapa Tabuleiros Costeiros, CP 44, Aracaju- SE,49001-970, Brasil

### **RESUMO**

A fruticultura Sergipana representada pelo projeto de irrigação Platô de Neópolis que necessita de tratamentos com diferentes agrotóxicos para controle de pragas. Estes compostos atingem o solo e podem afetar a microbiota provocando mudanças nas atividades de ciclagem de nutrientes e conseqüentemente, na fertilidade dos solos. Estes agrotóxicos: herbicida glifosato, fungicida tiofanato metílico e inseticida malation, foram escolhidos por terem sido apontados pelos produtores locais em resposta a entrevistas pessoais, como os predominantes da região. A influência dos agrotóxicos apontados pelos produtores locais foi estudada sobre a atividade microbiológica do solo, através de amostras de solos coletados a uma profundidade de 10cm e levados para casa de vegetação em condições controladas da Embrapa Tabuleiros Costeiros para serem submetidos a aplicações dos agrotóxicos: glifosato, tiofanato metílico e malation. A atividade microbiana do solo foi avaliada através das enzimas do solo onde a taxa de reação enzimática indica a quantidade de enzimas presentes e assim pode-se obter uma atividade microbiológica do solo. O método da hidrólise de diacetato de fluoresceína 3', 6' - diacetilfluoresceína [FDA] tem sido usado para determinar a quantidade de fungos ativos, de bactérias, e encontrar

acetilesterases em células protistas. O produto desta conversão enzimática é a fluoresceína, que pode ser visualizada nas células por microscopia de fluorescência, e pode ser quantificada pela fluorometria ou espectrofotometria. O objetivo deste estudo foi investigar pelo método de diacetato de fluoresceína (FDA), a atividade dos microrganismos, como bioindicador para detecção do impacto causado ao solo pelo uso dos agrotóxicos: glifosato, tiofanato metílico e malation, utilizados pelos produtores do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis. A avaliação da atividade dos microrganismos foi determinante para demonstrar as diferenças ocorridas nos solos sob condições de diferentes tratamentos com diferentes agrotóxicos, sendo demonstrada ainda uma diferença maior quando utilizamos diferentes diluições de FDA ( $10^4$ ,  $10^2$  e  $10^1$ ) obtendo assim porcentagens de 25%, 50% e 100% de FDA. Após realização da atividade enzimática obteve-se os seguintes resultados: porcentagem de 25%, o solo controle, o qual não sofreu nenhuma agressão por agrotóxico foi o que atingiu o maior valor da atividade enzimática,  $4,18 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , já os demais tratamentos com diferentes agrotóxicos revelaram similaridades entre si, sendo, exceto os tratamentos com Malation que apresentaram certa superioridade nos resultados a 25%, cerca de  $4,13 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Glifosato  $4,05 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  e tiofanato metílico com  $3,48 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ . Os resultados obtidos com concentração de 50% também demonstraram que o solo controle, tiveram os maiores resultados  $10,70 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , enfatizando o resultado do solo tratado com Glifosato, que apresentou o maior resultado em comparação aos demais tratamentos, cerca de  $8,74 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Malation apresentou  $6,01 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  e tiofanato metílico  $5,84 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  e finalmente os resultados obtidos com concentração de 100% da solução de FDA, mais uma vez o solo controle, sem adicional de agrotóxico, demonstrou o maior valor entre os resultados obtidos  $19,92 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , e mais uma vez o Malation apresenta um alto valor, comparado aos demais tratamentos foi de  $14,33 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Glifosato  $14,41 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  e o tiofanato metílico  $12,70 \mu\text{g FDA hidrolisada}$ . A atividade enzimática desenvolvida pelo método FDA respondeu de forma proporcional as concentrações de FDA. O solo controle se manteve ativo através da atividade enzimática, respondendo de forma proporcional o aumento da concentração de FDA. Houve similaridade da redução da atividade enzimática do solo tratado com glifosato e malation nas concentrações analisadas e o solo contaminado com Tiofanato metílico obteve redução significativa da atividade enzimática em todas as concentrações sendo o agrotóxico que proporcionou o maior impacto a microbiota do solo analisado. Portanto o método de hidrólise de FDA mostrou-se um excelente bioindicador, ao demonstrar que os agrotóxicos utilizados influenciam a atividade da comunidade microbiana.

**PALAVRAS-CHAVES:** Biodiversidade, microrganismos, impacto ambiental

## ABSTRACT

The horticulture Native of sergipe represented by the irrigation project Platô de Neópolis that needs of treatments with different agrotóxicos for plagues control. These composed reach the soil and can affect microbiota provoking changes in ciclagem nutritious and consequentemente activities, in the soils fertility. These agrotóxicos: herbicide glifosato, fungicide tiofanato metilico and insecticide malation, were going chosen for have been pointed by the local producers in response to personal interviews, as the predominant of região. A agrotóxicos influence pointed by the local producers was going studied about the soil microbiological activity, through collected soils samples to a depth of 10cm and carried homewards of vegetation in conditions controlled of Embrapa Tabuleiros Costeiros to be submitted agrotóxicos: glifosato applications, tiofanato metilico and malation. A soil microbial activity was going evaluated through the soil enzymes where the enzymatic reaction rate indicates the present enzymes quantity and thus can obtain a soil microbiological activity. Diacetato fluoresceína hydrolisis method 3',6'- diacetilfluoresceína [FDA] has been being used to determine the active mushrooms quantity, of bacteria, and to find acetilesterases in cells protistas. The product of this enzymatic conversion is fluoresceína, that can be visualized in the cells for fluorescence microscopy, and it can be quantified by fluorometria or espectrofotômetria. O objective of this study was going to investigate by fluoresceína diacetato method (FDA), microrganismos activity, like bioindicador for impact detection caused to the soil by agrotóxico use: glifosato, tiofanato metilico and malation, used by the Project producers of Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis. a microrganismos activity evaluation was determinate to demonstrate the differences occurred in the soils under different treatments conditions with different agrotóxicos, being demonstrated still a difference larger when we use FDA's different dilutions ( $10^4$ ,  $10^2$  and  $10^1$ ) obtaining thus percentages of 25%, 50% and 100% of FDA. Após enzymatic activity accomplishment it obtained reguintes results: percentage of 25%, the soil control, which didn't suffer no aggression for agrotóxico was what reached enzymatic activity the biggest value,  $4,18 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , already the rest treatments with different agrotóxicos revealed similarities to each other, being, except the treatments with Malation that introduced right superiority in the results to 25%, about  $4,13 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Glifosato  $4,05 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  and tiofanato metilico with  $3,48 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ . The results obtained with concentration of 50% also demonstrated that the soil control, had the biggest results  $10,70 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , emphasizing the result of soil treaty with Glifosato, that introduced the biggest result in comparison to the too much treatments, about  $8,74 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Malation introduced  $6,01 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  and tiofanato metilico  $5,84 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  and finally the results obtained with concentration of 100% of the solution of FDA, once again the soil control, without additional of agrotóxico, it demonstrated the biggest value between obtained results  $19,92 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , and once again Malation introduces a high value, compared to the too much treatments belonged to  $14,33 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Glifosato  $14,41 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  and tiofanato metilico  $12,70 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ . The enzymatic activity developed by the method FDA answered of proportional form FDA's

concentrations. The soil control kept active through the enzymatic activity, answering of proportional form the concentration increase of FDA. Houve soil treaty enzymatic activity reduction similarity with glifosato and malation in the analyzed concentrations and the soil contaminated with Tiofanato methylic obtained enzymatic activity significant reduction in all concentrations being agrotóxico that provided the biggest impact microbiota of the analyzed soil. Therefore the hydrolisis method of FDA it showed an excellent bioindicador, to demonstrarque agrotóxicos used influence community's microbial activity.

**KEY WORDS:**Biodiversity, microrganismos, environmental impact

### 3-INTRODUÇÃO

A agricultura moderna utiliza grandes quantidades de insumos visando menores perdas, entre estes, os agrotóxicos são usados em larga escala para o controle de pragas (insetos e plantas daninhas) durante o plantio e armazenamento. Sua introdução no ambiente deve ser observada em relação aos aspectos de poluição ambiental, já que por atingirem o solo, podem causar mudanças no ambiente, principalmente, em relação aos aspectos de contaminação, persistência de resíduos e influência na bioatividade dos solos (Peres, 2000).

No solo, o metabolismo enzimático microbiano é importante na degradação da matéria orgânica proveniente das plantas e animais, e na liberação de nutrientes e elementos de origem mineral necessários para o desenvolvimento das plantas.

Os agrotóxicos podem provocar pressão de seleção nos organismos modificando a composição de espécies e alterando os processos bioquímicos deste ambiente com conseqüentes mudanças na disponibilidade de nutrientes e, portanto, na fertilidade dos solos (Bottomley, 1999). Por isso a manutenção da atividade biológica é de extrema importância, não deve ser prejudicada pela introdução de agrotóxicos e pode ser usada como bioindicador de efeito de diferentes tratamentos.

A biodiversidade do solo pode ser estimada pela atividade de enzimas (Nielsen & Winding, 2002). A desidrogenase, por exemplo, está envolvida nos processos oxidativos das células microbianas e reflete na bioatividade geral de uma grande parte da população microbiana.

Para verificar a qualidade de um solo, tem sido exigida a identificação dos parâmetros indicativos do seu estado de conservação ou degradação. Entre essas atividades concebem as avaliações de atividades microbianas, como respiração do solo, emprego de

fontes de carbono e a quantificação da biodiversidade de macro microorganismo (Turco & Blume, 1999).

A biodiversidade microbiana representa uma comunidade, praticamente desconhecida, principalmente em termos de comportamento e influência mútua com o ambiente em que se implanta (Colozzi et al., 1999). No trabalho de Kennedy e Smith (1995) obtiveram que a verdadeira expansão e dimensão da diversidade dos microorganismos do solo são ignoradas. A estatura da população e a atividade de cada um desses grupos de microorganismos no solo são bastante diferenciadas e influenciadas pelas condições do ambiente, pode-se notar dentro do mesmo ecossistema uma diversificação contrabalançada da população microbiana do solo, tanto em espaço como em tempo e, entre os diversos fatores que dominam o equilíbrio dinâmico desta população, o fator nutritivo é o mais importante.

O uso de bioindicadores é então, extremamente necessário para identificar problemas em áreas de produção, monitorar a qualidade do solo está relacionado ao manejo de uma agricultura sustentável, e à assistência na formulação e avaliação do uso da terra. A biomassa microbiana é o componente vivo da matéria orgânica de solo que compreende tipicamente 1 a 5% do índice total de matéria orgânica. Devido à sua taxa de respiração, a biomassa microbiana pode responder rapidamente às mudanças práticas do manejo do solo.

A atividade microbiana do solo pode ser avaliada como medida das enzimas do solo onde a taxa de reação enzimática indica a quantidade de enzimas presentes e assim pode-se obter uma atividade microbiológica do solo. O método da hidrólise de diacetato de fluoresceína 3', 6'- diacetilfluoresceína [FDA] tem sido usado para determinar a quantidade de fungos ativos, de bactérias, e encontrar acetilesterases em células protistas.

O produto desta conversão enzimática é a fluoresceína, que pode ser visualizada nas células por microscopia de fluorescência, e pode ser quantificada pela fluorometria ou espectrofotometria. As atividades enzimáticas do solo foram indicadores sensíveis para relatar mudanças em propriedades do solo. As taxas da atividade microbiana incluem a



taxa de respiração basal (evolução de CO<sub>2</sub>) indicações gerais da atividade enzimática, tais como taxa de amonificação da arginina e a hidrólise do diacetato de fluoresceína(FDA), a atividade enzimática endocelulares tais como a deidrogenase e a atividade das enzimas exocelulares específicas envolvidas em transformação de nutrientes(Costa et al., 2002).

O objetivo deste estudo é investigar pelo método de diacetato de fluoresceína (FDA), a atividade dos microrganismos, como bioindicador para detecção do impacto causado ao solo pelo uso dos agrotóxicos: glifosato, tiofanato metílico e malation, utilizados pelos produtores do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis.

### **3.1- MATERIAL E MÉTODOS**

#### **3.1.1 – LOCAL E SOLOS**

Foram utilizados neste estudo do município de Neópolis (Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis), no estado de Sergipe. O clima da região é do tipo tropical chuvoso com verão seco e precipitação pluvial em torno de 1.200mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro. A altitude é aproximadamente 90m e os solos foram classificados como Argissolo Amarelo, com classificação textural Areia Franca/Franco arenosa.

Os solos distribuídos nas bandejas foram submetidos a quatro tratamentos com três repetições citadas a seguir:

**A.** Solo controle sem exposição a agrotóxicos em condições controladas.

**B.** Solo tratado com o herbicida Glifosato:na dose de 0,5 l /100 l de água. aplicação através do pulverizador em todo solo, quatro aplicações uma vez por mês, seguindo as normas de segurança com precauções especiais de EPI's devidamente limpos e em condições de uso.

C.Solo tratado com fungicida tiofanato metílico. Na concentração de 70g/100 l de água; aplicação através do pulverizador em todo solo, quatro aplicações uma vez por mês, seguindo as normas de segurança com precauções especiais de EPI's devidamente limpos e em condições de uso.

D.Solo tratado com inseticida Malation: na concentração 2,5ml para 1000ml de água, aplicação através do pulverizador em todo solo, quatro aplicações uma vez por mês, seguindo as normas de segurança com precauções especiais de EPI's devidamente limpos e em condições de uso.

### **3.2 - COLETA DE SOLO**

O solo foi colhido com o auxílio de um trado numa profundidade de 10cm, onde se encontram a maior parte do sistema radicular das plantas e das propriedades biológicas do solo. Cada ponto de coleta de solo foi georeferenciado com o auxílio de um aparelho de GPS, anotando-se a latitude, a longitude e altitude do local(10° 12' 16" S E 37° 19' 41" W).

Após a homogeneização, as subamostras se constituíram de uma amostra composta, e colocada em sacos de plásticos e transportados a casa de vegetação.

A amostra composta por 50 kg de solo dividida em doze bandejas que foram pulverizadas. A capacidade de irrigação das amostras foi ajustada para 80% antes de iniciar as análises.

### 3.3-ATIVIDADE MICROBIOLÓGICA DOS SOLOS

A atividade microbiana foi estimada pelo método da hidrólise de diacetato de fluoresceína(FDA), primeiramente desenvolvida por Schnurer e Rosswall e adaptado por Costa (1995). Para isto, oito gramas do solo foram incubadas com 50ml de tampão Fosfato de Potássio, 60mM pH 7,6 por 40 minutos em um agitador (125rpm) à 27° C em Erlenmeyer de 120 ml.Subsequentemente, 0,5 mg de FDA (Sigma Chemical Co., St. Louis, MO) dissolvida em 250µl de acetona foram adicionados para cada suspensão de ( $10^4$  ,  $10^2$  e  $10^1$ ) obtendo-se concentrações de 25%,50% e 100% e incubadas por 60 minutos. Após a incubação, 2ml do sobrenadante foi transferido para um tubo de centrífuga seguido pela adição de um volume igual de acetona para paralisar a reação.Os tubos foram centrifugados durante 10 minutos à 5000rpm.Efetuuou-se então a leitura da densidade ótica em espectrofotômetro (Spectronic 21D), para a determinação da absorbância no comprimento de onda de 490nm. A quantidade de fluoresceína hidrolisada produzida em µg/min/g foi calculada de acordo com uma curva preestabelecida para estes solos(Costa, 2000).

Os dados obtidos foram aplicados a uma curva padrão preestabelecida para estes solos, para a determinação da concentração de FDA hidrolisado, em µg/min/g de solo, utilizou-se a metodologia descrita em COSTA(2000).

$$\mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1} \text{ de solo} = 6,53x \text{ D.O.} + 0,1X 1000 \text{ \% } 160$$

DADOS:

6,53- fator constante para os solos em estudo

0,1- fator constante para solos em estudo

D.O -densidade ótica.

### 3.4-RESULTADOS E DISCUSSÃO

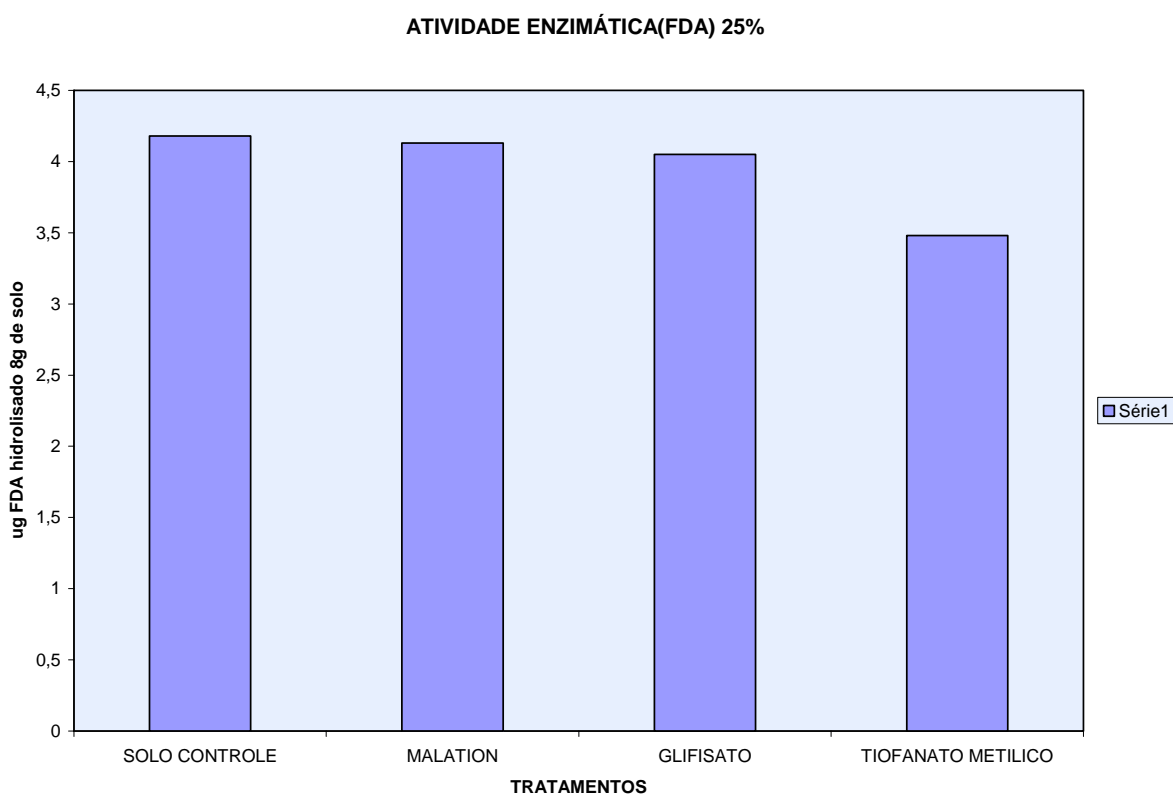
A atividade microbiana do solo foi avaliada com a medida de enzimas do solo onde a taxa de reação enzimática indicou a quantidade de enzimas presentes e obteve-se uma atividade microbiológica do solo, através do método de Hidrólise de Diacetato de Fluoresceína(FDA), primeiramente desenvolvido por Schnurer e Rosswall( 1982) e adaptado por Costa(2002), tem sido usado para determinar a quantidade de fungos ativos e de bactérias de solos. As atividades enzimáticas do solo foram indicadores sensíveis para relatar mudanças em propriedades microbiológicas do solo( Oliveira, 2004).

A avaliação da atividade dos microrganismos foi determinante para demonstrar as diferenças ocorridas nos solos sob condições controladas e submetidos a diferentes tratamentos com os agrotóxicos, sendo demonstrada a conversão enzimática do diacetilfluoreceína (FDA) em fluoresceína, que foi quantificada pela espectrofotometria, através das absorbâncias encontradas para as diferentes concentrações (25%, 50% e 100%) de FDA utilizadas, para o solo controle e o solo contaminado pelo inseticida malation, herbicida glifosato e fungicida Tiofanato metílico. Os dados obtidos (Tabela 1) foram aplicados a uma curva padrão preestabelecida para estes solos, para a determinação da concentração de FDA hidrolisado, em  $\mu\text{g}/\text{min}/\text{g}$  de solo, utilizou-se a metodologia descrita em COSTA (2000).

<b>ATIVIDADE ENZIMÁTICA FDA</b>			
<b>TRATAMENTOS</b>	<b>Concentração <math>\mu\text{g}</math> FDA hidrolisada <math>\text{min}^{-1}\text{g}^{-1}</math></b>		
	<b>25%</b>	<b>50%</b>	<b>100%</b>
<b>SOLO CONTROLE</b>	4,18 $\mu\text{g}$	10,70 $\mu\text{g}$	19,92 $\mu\text{g}$
<b>MALATION</b>	4,13 $\mu\text{g}$	6,01 $\mu\text{g}$	14,33 $\mu\text{g}$
<b>GLIFOSATO</b>	4,05 $\mu\text{g}$	8,74 $\mu\text{g}$	14,41 $\mu\text{g}$
<b>TIOFANATO METILICO</b>	3,48 $\mu\text{g}$	5,84 $\mu\text{g}$	12,70 $\mu\text{g}$

Tabela 1 - Atividade Enzimática FDA nas concentrações (25%, 50% e 100%) dos tratamentos realizados com solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis.

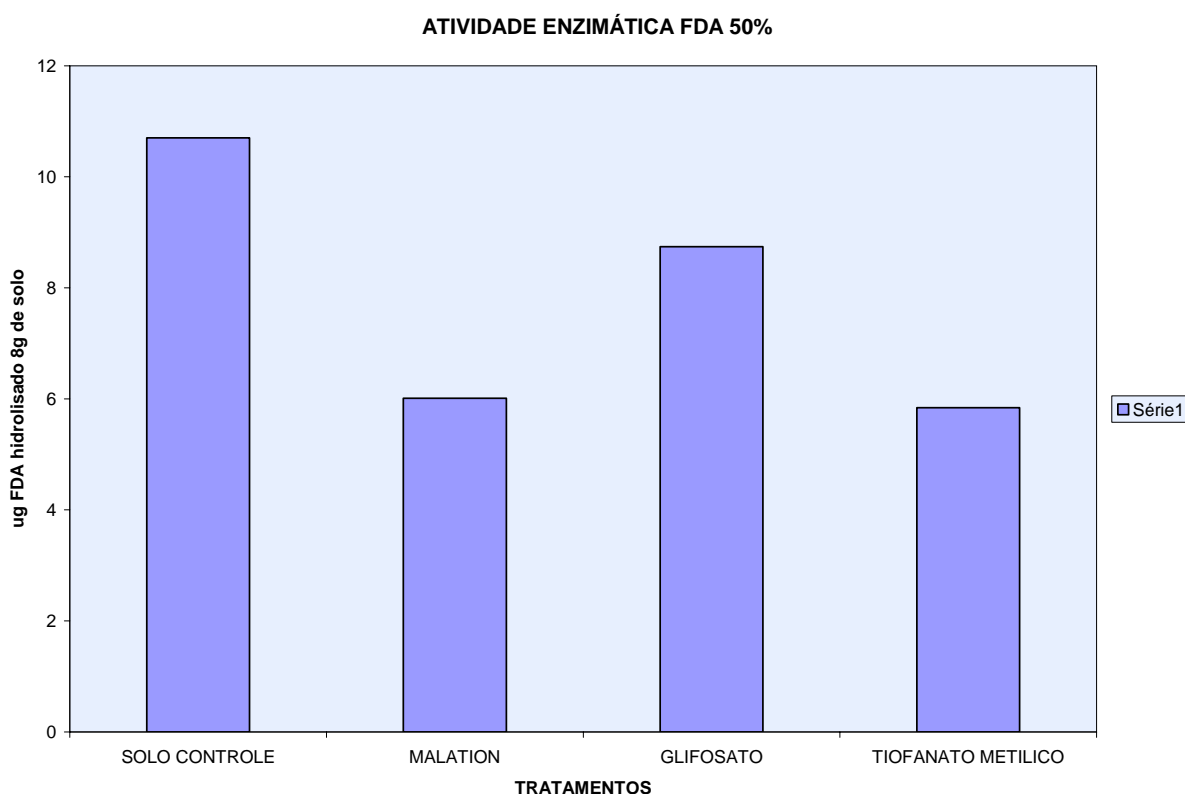
Após realização da atividade enzimática obteve-se os seguintes resultados: porcentagem de 25%, no solo controle, o qual não sofreu nenhuma agressão por agrotóxico foi o que atingiu o maior valor da atividade enzimática,  $4,18 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , já os demais tratamentos com diferentes agrotóxicos revelaram similaridades entre si, sendo, exceto os tratamentos com Malation que apresentaram certa superioridade nos resultados a 25%, cerca de  $4,13 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Glifosato  $4,05 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  e tiofanato metílico com  $3,48 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  (Figura 1).



**Figura 1.** Hidrólise de Fluoresceína 25% como indicador de atividade microbológica em solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis Sergipano, em diferentes tratamentos.

Nos resultados obtidos para 25% de FDA, houve similaridade em todos os tratamentos. A taxa de reação enzimática indicou a maior quantidade de enzimas presentes no solo controle seguido do inseticida malation, herbicida glifosato e o fungicida tiofanato metílico que apresentou a menor taxa de atividade microbiológica devido a sua alta toxicidade para microrganismos principalmente bactérias.

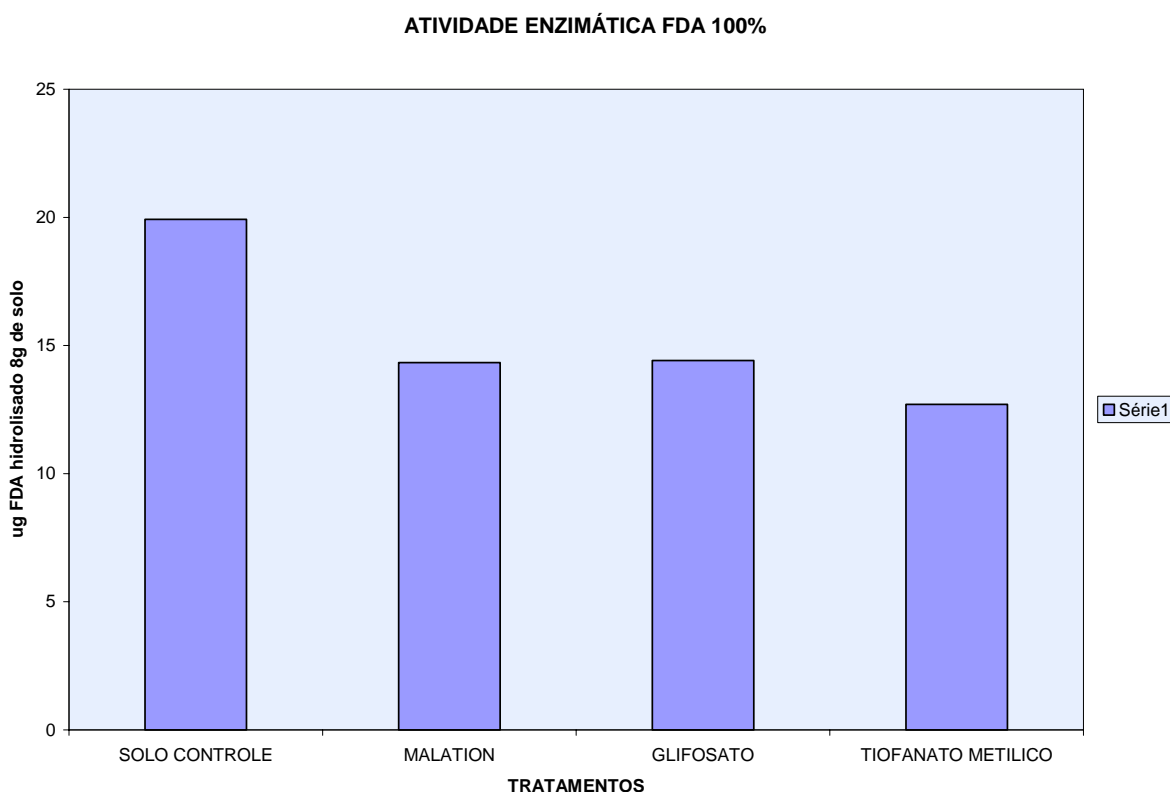
Os resultados obtidos com concentração de 50% também demonstraram que o solo controle, tiveram os maiores resultados  $10,70 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , enfatizando o resultado do solo tratado com Glifosato, que apresentou o maior resultado em comparação aos demais tratamentos, cerca de  $8,74 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Malation apresentou  $6,01 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  e tiofanato metílico  $5,84 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  (Figura 2).



**Figura 2.** Hidrólise de Fluoresceína 50% como indicador de atividade microbiológica em solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis Sergipano, em diferentes tratamentos.

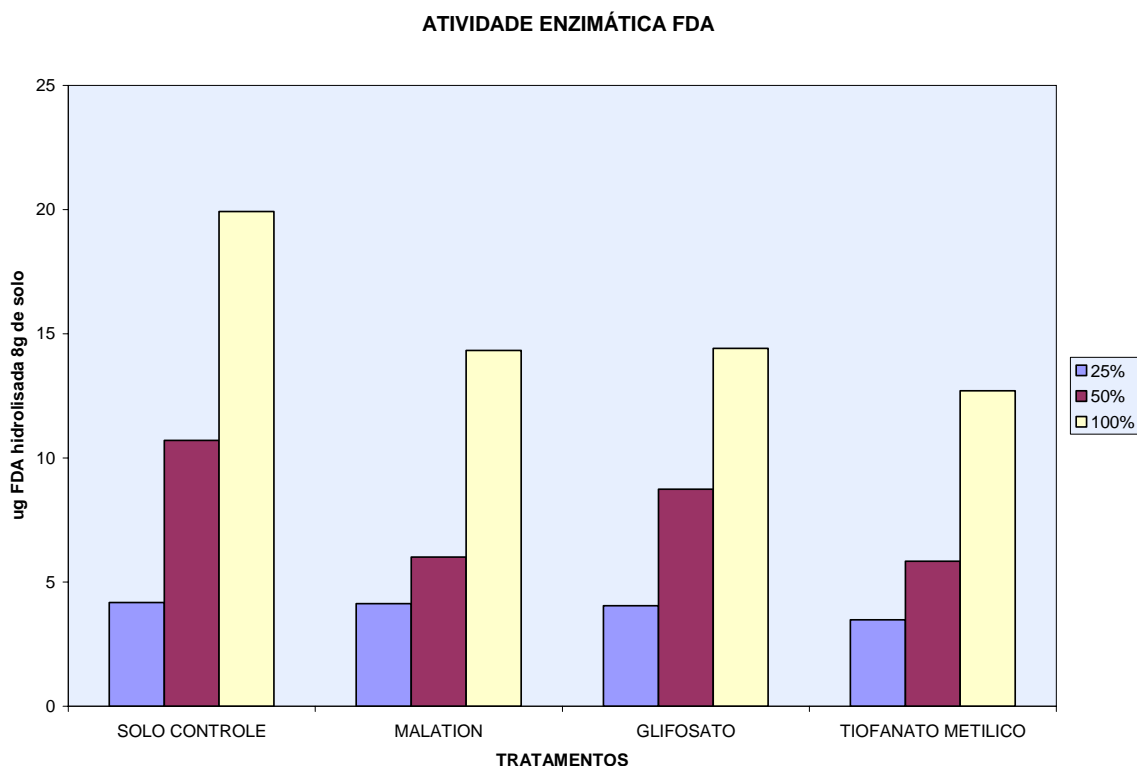
O solo controle se manteve ativo através da atividade enzimática, respondendo melhor devido a maior concentração de FDA, evidenciando maior atividade enzimática estimulada pela conversão do FDA em fluoresceína. Houve redução significativa da taxa de reação enzimática do malation e tiofanato metílico, apesar da maior concentração do FDA a quantidade de enzimas reduziu de forma significativa sendo o tiofanato metílico o agrotóxico que induziu a menor resposta enzimática.

Finalmente os resultados obtidos com concentração de 100% da solução de FDA, mais uma vez o solo controle, sem adicional de agrotóxico, demonstrou o maior valor entre os resultados obtidos  $19,92 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , e mais uma vez o Malation apresenta um alto valor, comparado aos demais tratamentos foi de  $14,33\mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$ , Glifosato  $14,41 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  e o tiofanato metílico  $12,70 \mu\text{g FDA hidrolisada min}^{-1}\text{g}^{-1}$  ( Figura 3).



**Figura 3** Hidrólise de Fluoresceína 100% como indicador de atividade microbiológica em solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis Sergipano, em diferentes tratamentos.

Isso, demonstra nos solos que não houve adicional de agrotóxicos mantiveram o equilíbrio microbiótico nessas condições, os solos tratados com glifosato e malation demonstraram similaridades nas suas atividades microbianas nas diferentes concentrações de FDA, porém o que menos ativou a Atividade das Enzimas foi o tratamento com tiofanato metílico, mostrou que houve uma considerável redução da taxa de atividade enzimática o que sugere alterações sofridas na diversidade funcional dos solos sob esses tratamentos(Figura 4).



**Figura 4.** Representação de todos os tratamentos e solo controle por diferentes concentrações de acetona em solução de FDA.

Considerando os resultados da atividade microbiológica total por tratamentos, definida em média, verificou-se que estas influenciam relativamente na atividade microbiológica dos solos estudados, logo então afirmar que o método de hidrólise de FDA foi sensível para mensurar mudanças ocorridas nos diferentes tratamentos e diferenciá-los entre si.



De acordo com os resultados obtidos observa-se a influência destas substâncias, nas propriedades funcionais da microbiota dos solos, e que alguns agrotóxicos podem reduzir consideravelmente a atividade dos microrganismos do solo (Alencar & Costa, 2000) e que a hidrólise de fluoresceína diacetato é um método confiável para monitorar os diversos manejos e tratamentos dos solos.

Neste estudo investigou-se o efeito de diferentes manejos de solos na comunidade microbiana. O método da hidrólise de diacetato de fluoresceína (FDA) se revelou um bioindicador de sucesso sendo capaz de diferenciar a atividade das enzimas de solos tratados com diferentes agrotóxicos.

A determinação da hidrólise do FDA tem a vantagem de ser simples, rápida e sensível, vem sendo útil, especialmente para estudos comparativos da atividade em vários sistemas. Segundo Oliveira (2004) as medidas diretas da atividade funcional de comunidades microbianas, ou seja, a diversidade das atividades microbianas no solo é mais provável para fornecer informações mais relevantes dos solos do que medidas da diversidade de espécie.

A análise desses resultados mostra que as aplicações de diferentes agrotóxicos influenciaram as enzimas dos solos, em comparação com o solo controle sem adição de agrotóxicos, o solo tratado com agrotóxico glifosato produziu diferentes resultados enzimáticos. Também IQBAL (2002) atribuiu as diferenças no comportamento enzimático dos solos tratados com o herbicida glifosato, podendo determinar diferenças na comunidade microbiana. O solo tratado com malation demonstraram uma diminuição na atividade microbiana, o tiofanato metílico determinou a maior redução da atividade enzimática microbiológica .

O uso de agrotóxicos, sem dúvida, para saúde humana, cria sérios problemas incluindo o amplo acúmulo de resíduos, com danos à vida selvagem, à piscicultura, a insetos benéficos e mesmo ao homem. O impacto de agrotóxicos sobre o meio ambiente

não é sempre óbvio, porém, geralmente insídio. Provoca efeitos muito mais sérios do que se aparenta, tais como mudança adversa na qualidade ambiental, que pode reduzir o potencial produtivo de populações microbianas, ao invés de aparente toxicidade. A avaliação da consequência do uso desses produtos se faz em função da natureza do produto, do organismo e da exposição (Madhun & Freed, 1990).

Este trabalho contribuiu, portanto, para uma melhor compreensão da relação de diferentes agrotóxicos e suas mudanças resultantes na ecologia microbiana do solo e suas funções, sendo extremamente importante e necessário para o desenvolvimento de sistemas de produção mais eficientes.

### 3.5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALEF., K(1995) Estimation of the hidrolisis of fluorescein diacetate. In: Alef,K.,Nannipieri,P.(Eds),Methods in Applied Soil Microbiology and Biochemistry. Academic Press, London, p. 232-238, 1995.

ALENCAR, F.C.N.; COSTA, J.L.S. Impacto da fungigação na biomassa e atividade microbiológica dos solos. In: XXXIII CONGRESSO BRASILEIRO DE FITOPATOLOGIA, 33. Belém. Resumos. Fitopatologia Brasileira, Brasília, v. 25 (suplemento), p.359,2000.

ALMEIDA, RT de, Freire VF, Vasconcelos I (1987) Efeitos da interação *Glomus macrocarpum*, *Rhizobium sp.* E níveis crescentes de fosfatos de rocha sobre o desenvolvimento de mudas de sabiá (*Mimosa caesalpinifolia*) e de leucena (*Leucena Leucocephada* Lam. E Witt.) Cien Agron, 18,p.131-136.

BOTTOMLEY,PJ. Microbiale ecology. In: SYLVIA, D.M.; FUHREMANN, J.J.; HARTEL, P.G.; ZUBERER, D.A. (Eds.). Principles and applications of soil microbiology. New York: Prentice Hall, p.149-167, 1999

CHANDER K, Goyal SMC, Kapoor MKK (2000) Organic matter, microbial biomass and aenzyme activity of soils under different crop rotations in the tropics Biology and Fertility of Soils 24:306-310.

CHAUVEL A, Grimaldi M, Barros E, Blanchart E, Desjardins T, Sarrazin M, Lavelle P (1999) Pasture damage by an Amazonian earthworm. Nature 398:32-33.

COSTA, J.L.S, Godoi L.C (2002) Hydrolysis of flourescein diacetate as a soil quality indicator in different pasture systems. In: Internacional technical workshop on Biological Management of soil ecosystems for sustainable agriculture. Londrina, p. 83-84.

COSTA, J.L.S, Manguê JA, Casale WI, (2000) Biological controlo f Phytophthora root rot of avocado with microorganism grown in organic mulches. Brazilian J. Microbiol. 31:239-246

COSTA, J.L.S, Manguê JA, Casale WI (1996) I nvestigatin On Some Of The Mechaninms By Which Bioenhanced Mulches Can Supperss Phytophthora Root Rot Of Avocado. Microbiol. Res. 151:183-192.

DORAN, W.J, (2002) Soil healt and global sustainability: translating science into practice. Agric Ecosys Eviron 88:119-127.

GIBBSON, A .H (1976) Limitation to dinitrogen fixation in legumes. In: International symposium of nitrogen fixation. Universiity Press, Washington, pp. 400-428.

GILLER, K.E, Beare M.H, Lavelle P, Izac AMN, Swift MJ (1997) agricultural intensification, soil biodiversity and agroecosystem function. *Appl Soil Ecol* 6:3-16

GRAYSTON, S.J. VAUGHAN, D., JONES, D (1996). Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with annual plants: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability, *Appl Soil Ecol* 5:29-56.

HAYNER, J., DOMINY, C.S., Graham MH (2003) effect of agriculture land use on soil organic matter status and composition of earthworm communities in KwaZulu- Natal, South Africa *Agric Ecosyst Environ* 95:453-464.

IQBAL, Z. Impact of long-term agrochemical usage on microbial and enzymatic activities in soil. Lahore, Pakistan: 2002. 160p.

LUPWAYI, N.Z, RICE, W.A, CLAYTON, G.W (1998) Soil microbial diversity and community structure under wheat as influenced by tillage and crop rotation. *Soil Biol Biochem* 30:1733-1741.

LUNDRIGREN, B (1981) Fluorescein diacetate as a stain of metabolically active bacteria in soil. *Oikos* 36:17-22.

KARLEN, D.L, MUSBACH, M.J, DORAN, J.W, CLINE, R.G, HARRIS, R.F, SCHUMAN, G.E, (1997) Soil quality: a concept, definition, and framework for evaluation. *Soil Sci Soc Am J.* 61:4-10.

LAAKSO, J. SETALA, H (1999). Sensitivity of primary production to changes in the architecture of belowground food webs. *Oikos* 7:57-64.

MEDZON, E.L. BRADY, M.L (1969) Direct measurement of acetyl esterase in living protest cells. *J Bacteriol* 97:402-415

MENDES, B.V (1997). Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentavel do Semi- arido. Benedito Vasconcelos Mendes, Fortaleza, SEMACE pp. 210.

NILSSON, M., RULCKER, C (1992). Seasonal variation of active fungal mycelium in an oligotrophic *Sphagnum* mire. *Soil Biol Biochem* 24:795-804

NASBIMANA, D. HAYNES R .J. WALLIS, F .M (2004). Size, activity and catabolic diversity of the microbial biomass as affected by land use. *Appl Soil Ecol*, In Press, Corrected Proof, Available online 6 February.

NIELSEN, M.M. & Winding, A. Microorganisms as indicators of soil health. Denmark, National Environmental Research Institute, 2002. 84p. (Technical Report, n388).

OLIVEIRA, V. C. Atividade Enzimática, população e análise DNA da biodiversidade do solo em agroecossistemas do Semi-Árido, São Cristóvão: 2004. 97p. [Dissertação (MESTRADO)-Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão].

OVREAS, L. TORSVIK, V (1998). Microbial diversity and community structure in two different agricultural soil communities. *Microb Ecol* 36:303-315.

PERES, T. B. Efeito da aplicação de pesticidas na atividade microbiológica do solo e na dissipação do <sup>14</sup>C-Paration Metílico. São Paulo: 2000. 75p. [Dissertação (Mestrado) - Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares, São Paulo].

POWER, J. F. (1996). Requirements for a sustainable agriculture for the next generation. In: Nath, B., et al. (Eds), *Proceedings of the International Conference on Environmental Pollution Vol. I*, Budapest, Hungary, 15-19 April, 1996. European Centre for Pollution Research, University of London, London E1 4NS, UK, pp. 92-98

SORSTOM BE (1997). Vial staining of fungi in pure cultures and in soil with fluorescein diacetate. *Soil Biol Biochem* 9:56-63.

SCHNURER, J. ROSSWAL, T (1982). Fluorescein diacetate hydrolysis as a measure of total microbial activity in soil and litter. *Appl Environ. Microbiol.* 43:1256-1261.

SIQUEIRA, J. O., MOREIRA, F. M. S. GRISI, B. M. HUNGRIA, M. ARAÚJO, R. S. (Eds. (1994) *Microorganismos e processos biológicos do solo: perspectiva ambiental*. Embrapa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Arroz e Feijão ; Centro Nacional de Pesquisa de Soja- Brasília: EMBRAPA- SPI, 142p (EMBRAPA-CNPAF. Documentos, 45).

SPARLING, G. P. (1997) Soil microbial biomass, activity and nutrient cycling as indicadores of soil health. In: Pankhurst, C. E., Doube B. M., Gupta, V. V. S. R (Eds), *Biological indicators of Soil Health*. CAB International, Wallingford, pp. 97-119.

STAHL, P. D., PARKIN, T. B. CHRISTENSEN, M (1999). Fungal presence in paired cultivated and uncultivated soils in central Iowa, USA. *Biol Fertil Soils* 29:92-97.

TABATABAI, A (1994). Soil enzymes. In: Waver, R. W, Nagle, J. S., Bottomley, P. S. (Eds), *Methods of Soil Analyses, Part 2. Microbiological and Biotechnical Properties*, second ed. Soil Sci Soc Am, Madison, WI, USA, pp. 775-833

Zilli É J R, Gouvêa N X, Ribeiro G C, Costa L H, Neves P C M (2003) diversidade microbiana como indicador de qualidade de solo *Cad de Cuencia & Tec* 20:391-411.

**CAPÍTULO 4**

**POPULAÇÃO MICROBIANA DO SOLO COMO**

**BIOINDICADOR DO IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO**

**POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NO PLATÔ DE**

**NEOPÓLIS.**



## **POPULAÇÃO MICROBIANA DO SOLO COMO BIOINDICADOR DO IMPACTO AMBIENTAL CAUSADO POR AGROTÓXICOS UTILIZADOS NO PLATÔ DE NEÓPOLIS.**

<sup>1</sup>Miralda Bezerra Silva,<sup>2</sup> Jefferson Luís Silva Costa

<sup>1</sup>Núcleo de Pós-graduação Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão-SE, 49100-000, Brasil.

<sup>2</sup> Embrapa Tabuleiros Costeiros, CP 44, Aracaju- SE,49001-970, Brasil

### **RESUMO**

O projeto de irrigação Platô de Neópolis necessita de tratamentos com diferentes agrotóxicos para controle de pragas. Estes compostos atingem o solo e podem afetar a microbiota provocando mudanças nas atividades de ciclagem de nutrientes e consequentemente, na fertilidade dos solos. Estes agrotóxicos: inseticida malation herbicida glifosato e fungicida tiofanato metílico, foram escolhidos por terem sido apontados pelos produtores locais em resposta a entrevistas, como os predominantes da região. A influência dos agrotóxicos apontados foi estudada sobre a microbiota do solo, através de amostras de solos coletados a uma profundidade de 10cm e submetidos a aplicações dos agrotóxicos: e malation ,glifosato e tiofanato metílico, para avaliação e determinação da população de fungos, bactérias e actinomicetos pelo método de diluição do solo por contagens de placa de Petri contendo diversos meios de cultura seletivos: Martin, Thornton e Waksman para fungos, bactérias e actinomicetos respectivamente. O objetivo deste trabalho foi determinar a população de fungos, bactérias e actinomicetos através da análise de diferenças nas características da comunidade microbiana dos solos associados com os tratamentos : solo controle, malation, glifosato e Tiofanato metílico. Os resultados demonstraram que a população de fungos no solo controle, malation , glifosato e tiofanato metílico foram respectivamente de 22 , 18 , 11 e 05 ufc × 10g/solo, sendo a população que se apresentou em menor número de organismos. Quanto à população de actinomicetos no solo controle, malation , glifosato e tiofanato metílico respectivamente 160 ,132 ,128 e104 ufc x 10g/solo, foi a segunda população encontrada em número de

organismo, mantendo-se em equilíbrio dinâmico em todos os tratamentos. A população de bactérias no solo controle, malation, glifosato e tiofanato metílico foi respectivamente 2.225, 2.140, 1.690 e 1.700 ufc x 10g/solo. Baseado nos resultados obtidos pelo solo controle a maior densidade populacional foi de bactérias, sendo que, o glifosato e o tiofanato metílico foram os tratamentos que menos favoreceram a densidade populacional de bactérias. O tiofanato metílico foi o agrotóxico que menos favoreceu a densidade populacional para fungos, bactérias e actinomicetos, sendo o agrotóxico que causou maior dano a microbiota do solo. Portanto os resultados evidenciaram que os agrotóxicos utilizados podem influenciar o equilíbrio das populações nas comunidades de fungos, bactérias e actinomicetos.

**PALAVRAS CHAVES:** impacto, biodiversidade e toxicidade



## ABSTRACT

The irrigation project Platô de Neópolis needs of treatments with different agrotóxicos for plagues control. These composed reach the soil and can affect microbiota provoking changes in ciclagem nutritious and consequentemente activities, in the soils fertility. These agrotóxicos: insecticide malation herbicide glifosato and fungicide tiofanato metilico, they were going chosen for have been pointed by the local producers in response to interviews, as the predominant of the region. Agrotóxicos influence pointed was going studied about microbiota of the soil, through collected soils samples to a depth of 10cm and submitted agrotóxicos applications: and malation, glifosato and tiofanato metilico, for mushrooms population evaluation and determination, bacteria and actinomicetos by the soil dilution method for plate countings of Petri contend selective culture several means: Martin, Thornton and Waksman for mushrooms, bacteria and actinomicetos respectivamente. O objective of this work was going to determine the mushrooms population, bacteria and actinomicetos through the differences analysis in the characteristics of soils associates microbial community with the treatments : soil control, malation, glifosato and Tiofanato metilico. The results demonstraram that the mushrooms population in the soil control, malation, glifosato and tiofanato metilico were respectively of 22, 18, 11 and 05 ufc  $\times$  10g/solo, being the population that was introduced in organismos. Quanto smaller number to actinomicetos population in the soil control, malation, glifosato and tiofanato metilico respectively 160, 132, 128  $\times$  10<sup>4</sup> ufc  $\times$  10g/solo, went to Monday population found in organism number, keeping in dynamic balance in all tratamentos. A bacteria population in the soil control, malation, glifosato and tiofanato metilico was respectively 2.225, 2.140, 1.690 e 1.700 ufc  $\times$  10g/solo. Baseado in the results obtained by the soil control the biggest density populacional belonged to bacteria, and, glifosato and tiofanato metilico were the treatments that less favored the density populacional of bacteria. Tiofanato metilico was agrotóxico that less favored the density populacional for mushrooms, bacteria and actinomicetos, being agrotóxico that caused larger damage microbiota of solo. Portanto the results evidenced that agrotóxicos used can influence the populations balance in the mushrooms communities, bacteria and actinomicetos.

**KEYWORDS:** impact, biodiversity and toxicity

## 4. -INTRODUÇÃO

Os solos e seus organismos podem ser afetados pela maneira como o homem cuida deste recurso natural (Parkinson, 1991). A atividade agrícola predatória o desmatamento sem controle, a poluição e as mudanças globais, podem ter efeito decisivos sobre a biodiversidade e os processos ecológicos do solo, com conseqüências graves para o homem e o seu ambiente pode-se aludir: perda do potencial de produção agrícola, redução das taxas de decomposição da matéria orgânica, ruptura ou alterações nos ciclos globais de nutrientes, aumento das emissões de gases causadores de efeito estufa, degradação de terras, erosão e desertificação. (Rasmussem et al., 1998; Zilli et al., 2003). Por este motivo, o solo deve ser utilizado de maneira que possa sustentar a produtividade, tantos em áreas cultiváveis como em áreas de reserva natural.

A incubação de tática deve considerar as características da variedade microbiana e da biodiversidade de solos, dada a importância deste componente biológico para o funcionamento do Planeta e para a sustentabilidade de atividades econômicas, como agricultura (Costa, 2000). Outra justificativa para um empenho integrado de pesquisa e prospecção tecnológica da biodiversidade de solos é a carência de conhecimento da verdadeira dilatação desta diversidade nos bioma tropicais e faltantes no domínio do semi-árido.

Desta maneira, a agricultura atual aponta o desenvolvimento de programas, comprometidos com a conservação dos solos, como é o caso do Desenvolvimento de modelo de agroecossistema sustentável, no sertão sergipano de São Francisco (Carvalho OMF et al., 2000).

A avaliação da qualidade de um solo tem sido exigida a identificação dos parâmetros indicativos do seu estado de conservação e degradação. Entre essas atividades concebem as avaliações de atividades microbianas, como respiração do solo, emprego de fontes de carbono e a quantificação da biodiversidade de macro microorganismo (Turco & Blume, 1999).

A comunidade microbiana do solo é extremamente complexa, com número elevado de microrganismo com grande variabilidade genética e funcional.

Portanto, este trabalho teve como finalidade analisar o potencial de impacto ambiental causado por agrotóxicos utilizados nos solos do Platô de Neópolis por análise da população microbiana dos solos.

## **4.1 - MATERIAL E MÉTODOS**

### **4.1.1 – LOCAL E SOLOS**

Foram utilizados neste estudo do município de Neópolis (Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis), no Estado de Sergipe. O clima da região é do tipo tropical chuvoso com verão seco e precipitação pluvial em torno de 1.200mm anuais, com chuvas concentradas nos meses de abril a setembro. A altitude é aproximadamente 90m e os solos foram classificados como Argissolo Amarelo, com classificação textural Areia Franca/Franco arenosa.

Os solos distribuídos nas bandejas foram submetidos a quatro tratamentos com três repetições citadas a seguir:

**A.** Solo controle sem exposição a agrotóxicos.

**B.** Solo tratado com o herbicida Glifosato:na dose de 0,5 l /100 l de água aplicação através do pulverizador em todo solo, quatro aplicações uma vez por mês, seguindo as normas de segurança com precauções especiais de EPI's devidamente limpos e em condições de uso.

**C.**Solo tratado com fungicida tiofanato metilico. Na concentração de 70g/100 l de água; aplicação através do pulverizador em todo solo, quatro aplicações uma vez por mês,

seguindo as normas de segurança com precauções especiais de EPI's devidamente limpos e em condições de uso.

**D.** Solo tratado com inseticida Malation: na concentração 2,5ml para 1000ml de água, aplicação através do pulverizador em todo solo, quatro aplicações uma vez por mês, seguindo as normas de segurança com precauções especiais de EPI's devidamente limpos e em condições de uso.

## **4.2 - COLETA DE SOLO**

O solo foi colhido com o auxílio de um trado numa profundidade de 10cm, onde se encontram a maior parte do sistema radicular das plantas e das propriedades biológicas do solo. Cada ponto de coleta de solo foi georeferenciado com o auxílio de um aparelho de GPS, anotando-se a latitude, a longitude e altitude do local (10° 12' 16" S E 37° 19' 41" W).

Após a homogeneização, as subamostras se constituíram de uma amostra composta, e colocada em sacos de plásticos e transportados a casa de vegetação.

A amostra composta por 50 kg de solo dividida em doze bandejas foram pulverizadas. A capacidade de irrigação das amostras foi ajustada para 80% antes de iniciar as análises.

### **4.3-DETERMINAÇÃO DA POPULAÇÃO DE FUNGOS BACTÉRIAS E ACTINOMICETOS.**

Para a determinação da população microbiana foram pesados 10g de solo, de cada uma das amostras, e acrescentado 90ml de água destilada e esterilizada em erlenmeyer de graduação 125ml. Os erlenmeyer foram agitados por 40 minutos a 120 rpm em mesa agitadora. A partir deste erlenmeyer, foi realizada uma diluição em série até 1:10.000, para fungos e actinomicetos e, 1:100.000 para bactérias. A seguir, foi transferida uma alíquota 1ml (1000 $\mu$ l), com o auxílio de uma micropipeta de cada uma das diluições para placas de Petri e em seguida vertida o meio de cultura.

Os meios de culturas utilizadas foram: Martin (Menzies, 1965) modificado para fungos (Agar 17g,  $\text{KH}_2\text{PO}_4$  0,5g,  $\text{K}_2\text{HPO}_4$  0,5g,  $\text{MgSO}_4$  0,5g, peptona 0,5g, dextrose 10g, extrato de levedura 0,5g, rosa de bengala 0,05g, streptomina 0,3g adicionada após a autoclavagem e água destilada 1000ml q.s.p); Thornton (Parkinson et al.,1971), para bactérias (extrato de carne 3g, peptona 10g, NaCl 5g, Agar 20g e água destilada 1000ml q.s.p) e Waksman (Waksman, 1961), para actinomicetos (Agar 20g e água destilada 1000ml q.s.p). As placas foram incubadas à 27°C no escuro, por um período de 24h, para bactérias e 48h para fungos e actinomicetos.

Após esse período foram feitas observações da presença de unidades formadoras de colônias (UFC), o qual procedeu a contagem, utilizando um contador de colônias Phoenix, model EC550 A(Tabela 1).

<b>DENSIDADE POPULACIONAL</b>									
<b>TRATAMENTOS</b>	<b>FUNGOS</b>			<b>ACTINOMICETOS</b>			<b>BACTÉRIAS</b>		
<b>SOLO CONTROLE</b>	17	UFC 10g de Solo	22	119	UFC 10g De Solo	160	2218	UFC 10g de Solo	2225
<b>MALATION</b>	11		18	122		132	2040		2140
<b>GLIFOSATO</b>	4		11	119		128	1540		1690
<b>TIOFANATO METILICO</b>	2		5	84		104	1540		1700

Tabela 1. Efeito de agrotóxicos na Densidade Populacional de Fungos, Actinomicetos e Bactérias através de ufc x 10g de solo.

#### 4.4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

Diferenças nas características da comunidade microbiana dos solos associados com os tratamentos: solo controle, malation, glifosato e tiofanato metílico, foram detectadas usando o método convencional de diluição de placas. População de fungos, bactérias e actinomicetos diferiu estatisticamente em função de cada tratamento.

Os resultados demonstraram que a população de fungos no solo controle, malation, glifosato e tiofanato metílico foram respectivamente de 22, 18, 11 e 05 ufc  $\times$  10g/solo, sendo a população que se apresentou em menor número de organismos. (Figura 1).

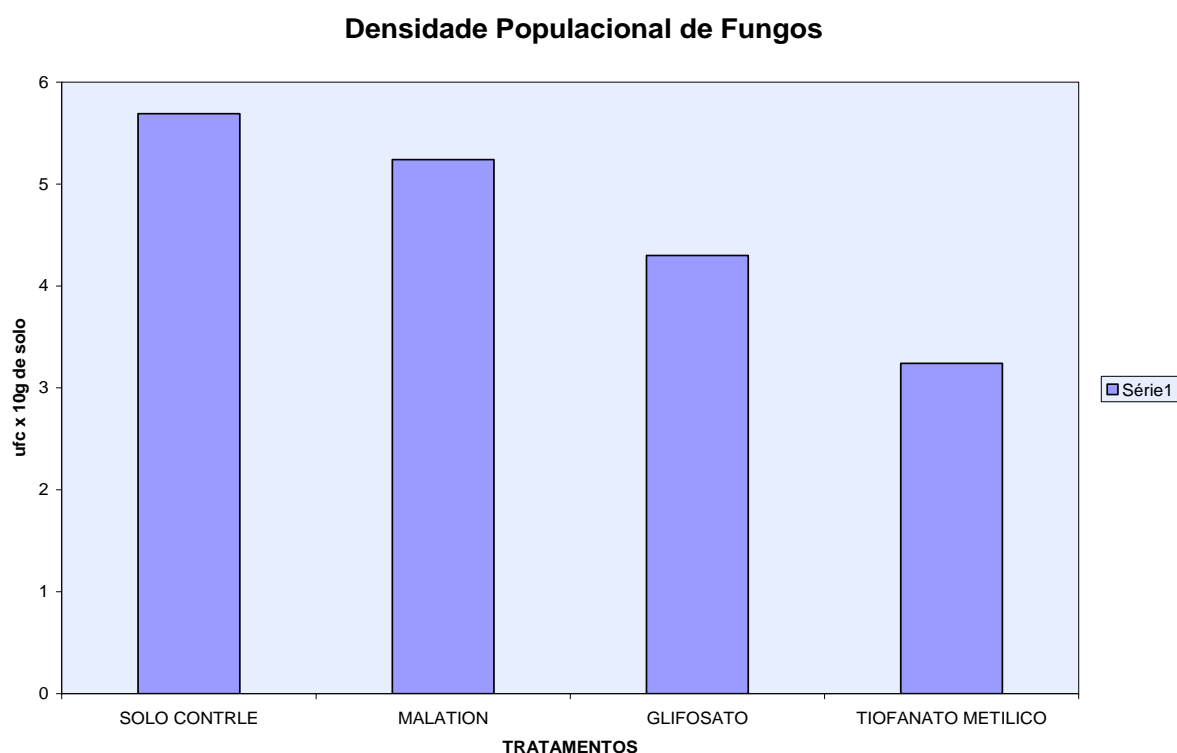


Figura 1. Efeito de Agrotóxicos na Densidade populacional de fungos em solos do semi-árido sergipano no Platô de Neópolis. Medidas transformadas em  $\sqrt{x + 1}$  (Costa, 2002).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Solos originados do Platô de Neópolis apresentaram uma população média de 22 ufc x 10g de solo. Os três agrotóxicos utilizados provocaram uma drástica redução nesta comunidade microbiana. Desta forma variando de 78% à 88%. Os solos tratados com o fungicida tiofanato metílico apresentaram apenas 05 ufc x 10g de solo de fungos por log de solo, os solos como o herbicida 11 ufc x 10g de solo de fungos por log de solo, os solos como o inseticida 18 x 10g de solo de fungos por log de solo.

Quanto à população de actinomicetos no solo controle, malation, glifosato e tiofanato metílico respectivamente 160, 132, 128 e 104 ufc x 10g/solo, foi a segunda população encontrada em número de organismo, mantendo-se em equilíbrio dinâmico em todos os tratamentos. (Figura 2).

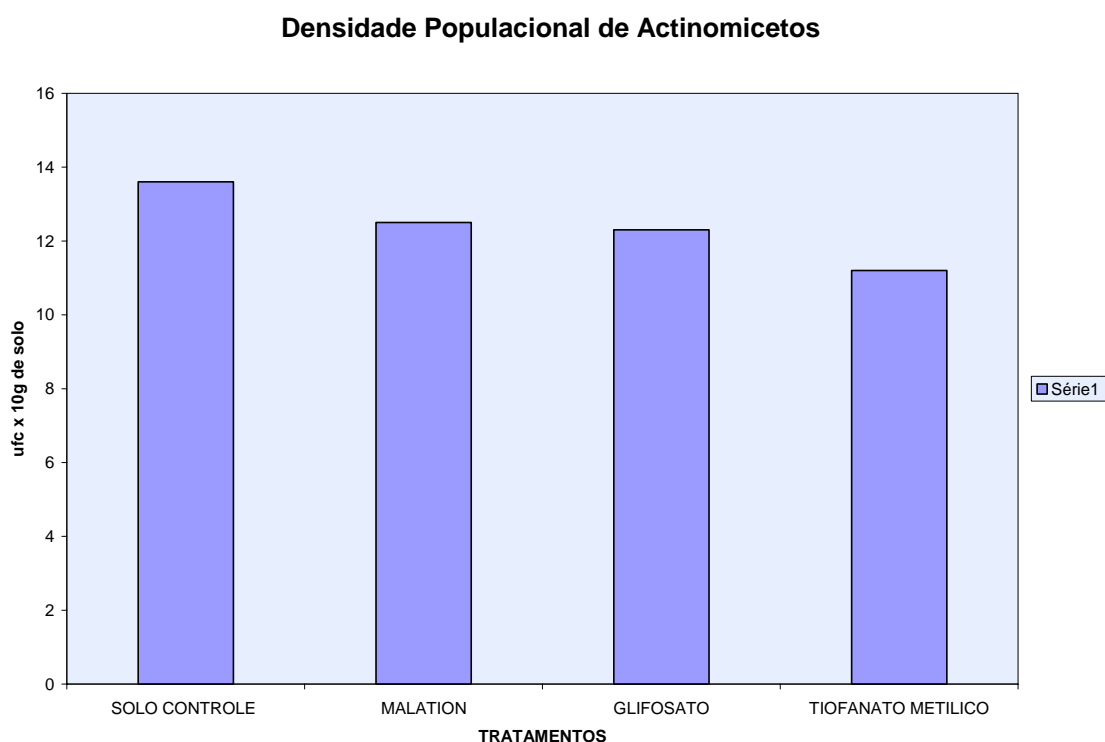


Figura 2. Efeito de Agrotóxico na Densidade populacional de actinomicetos em solos do semi-árido sergipano no Platô de Neópolis. Medidas transformadas em  $\sqrt{x+1}$  (Costa, 2002)



## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Solos originados do Platô de Neópolis apresentaram uma população média de 160 ufc x 10g de solo. Os três agrotóxicos utilizados provocaram uma redução nesta comunidade microbiana. Desta forma variando de 29% à 35%. Os solos tratados com o fungicida tiofanato metílico apresentaram apenas 104 ufc x 10g de solo de actinomicetos por log de solo, os solos como glifosato 128 ufc x 10g de solo de actinomicetos por log de solo, os solos como o inseticida 132 x 10g de solo de actinomicetos por log de solo.

A população de bactérias no solo controle, malation, glifosato e tiofanato metílico foi respectivamente 2.225, 2.140, 1.690 e 1.700 ufc x 10g/solo. Baseado nos resultados obtidos pelo solo controle a maior densidade populacional foi de bactérias, sendo que, o glifosato e o tiofanato metílico foram os tratamentos que menos favoreceram a densidade populacional de bactérias (Figura 3).

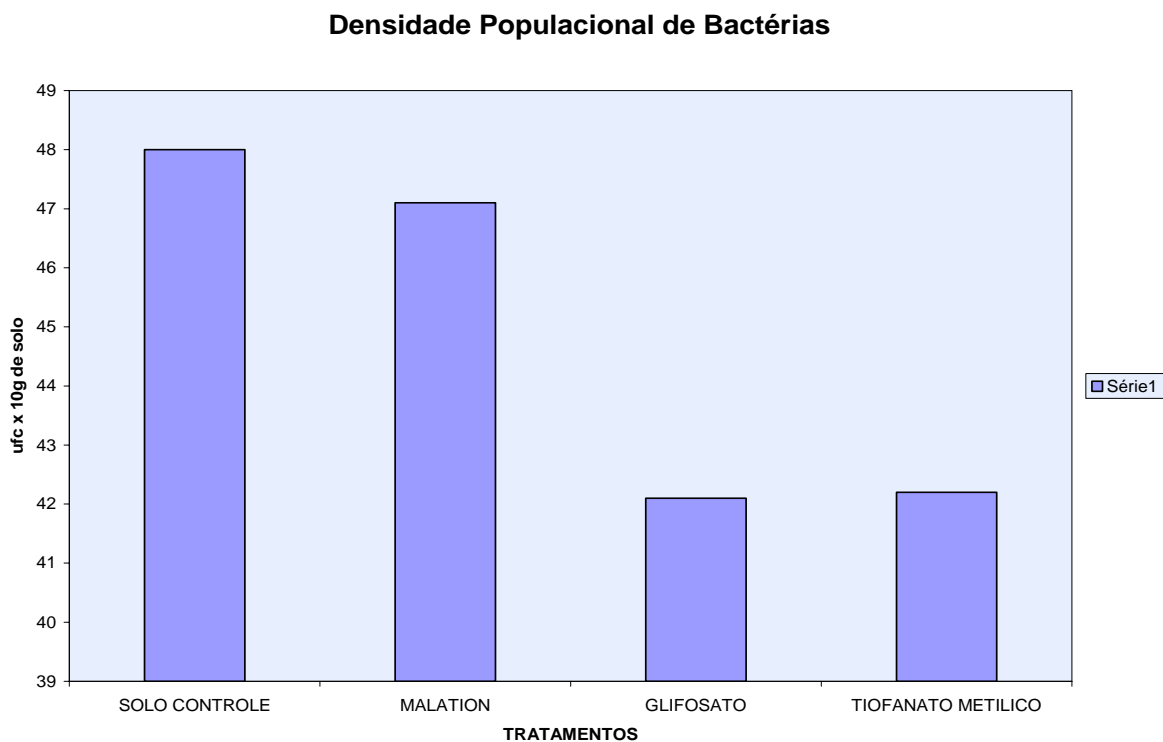


Figura 3. Efeito de Agrotóxicos na Densidade populacional de bactérias em solos do semi-árido sergipano no Platô de Neópolis. Medidas transformadas em  $\sqrt{x + 1}$ (Costa,2002).

## ANÁLISE ESTATÍSTICA

Solos originados do Platô de Neópolis apresentaram uma população média de 2.225 ufc x 10g de solo. Os três agrotóxicos utilizados provocaram uma redução nesta comunidade microbiana. Desta forma variando de 23% à 30%. Os solos tratados com o fungicida tiofanato metílico apresentaram apenas 1.700 ufc x 10g de solo de bactérias por log de solo, os solos como glifosato 1690 ufc x 10g de solo de bactérias por log de solo, os solos como o inseticida 2.140 x 10g de solo de bactérias por log de solo.

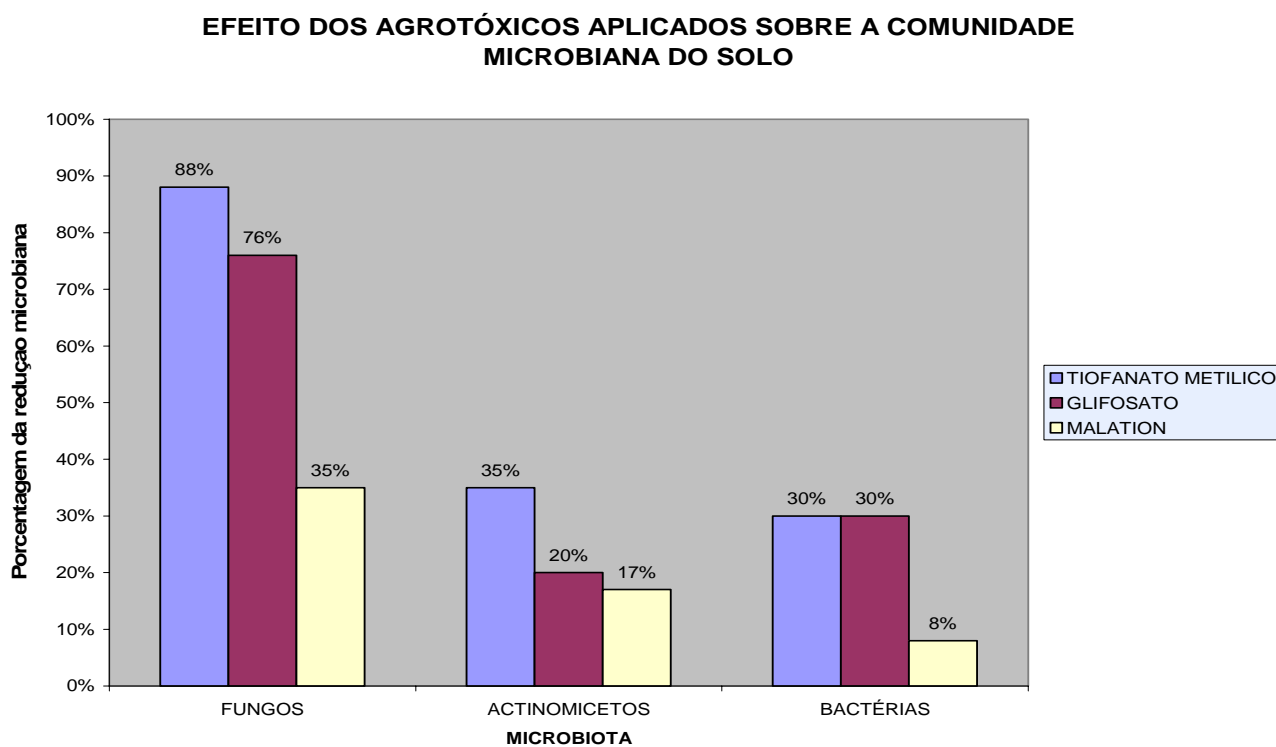


Figura 4. Efeito de Agrotóxicos na redução densidade populacional de fungos, actinomicetos e bactérias em solos do semi-árido sergipano no Platô de Neópolis.

O solo do Projeto de Fruticultura Irrigada apresentou a maior densidade populacional para bactérias e com a menor redução de 8% à 30%, seguida de actinomicetos que manteve equilíbrio com redução de 17% à 35% e fungos apresentando a menor população com a maior redução populacional de 35% à 88%. O solo submetido ao tratamento pelo fungicida tiofanato metílico houve uma redução de 88% para fungos, 35% para actinomicetos e 30% para bactérias correspondendo o agrotóxico que menos favoreceu o crescimento bacteriano.

A população de fungos sofreu interferências significativas em resposta à contaminação dos solos, uma vez que, relacionados às demais populações foi a que mesmo respondeu ao crescimento de unidades formadoras de colônias. O solo contaminado com o fungicida tiofanato metílico apresentou a menor população. Em seguida o herbicida glifosato e houve uma similaridade entre os solos contaminados por malation. O estudo demonstrou que os microrganismos do solo estudado são sensíveis aos agrotóxicos e estão relacionados direta ou indiretamente com funções benéficas, como: armazenamento e disponibilidade de água; decomposição de resíduos de plantas e animais com liberação de nutrientes em formas disponíveis às plantas; manutenção de agregados de partículas decomposição, transformação e ciclagem de nutrientes; supressão de organismos patogênicos para as plantas, e seqüestro e degradação de agrotóxicos.

Os agrotóxicos podem alterar não só a diversidade e a composição de espécies de microrganismos como também a biomassa, isto é, a quantidade total de microrganismos do solo. Como os microrganismos têm atuação fundamental na transformação e liberação de nutrientes para as plantas, a disponibilidade de nutrientes pode ser alterada e a fertilidade do solo pode ficar comprometida.

Segundo Cruz (2000) houve variação no número de colônias fúngica entre cinco amostras de solo provenientes de áreas distintas. Por outro lado, Godoi (2001) avaliando um solo de mata e três tipos de solo degradados submetidos a diferentes sistemas

de manejo para sua recuperação, não encontrou diferenças na quantificação da população fúngica.

A população de actinomicetos é a segunda maior população total através das unidades formadoras de colônias, houve redução significativa apenas nos solos contaminados por tiofanato metílico. Alguns organismos possuem grande capacidade de bioacumular substâncias químicas, caracterizando o processo de bioconcentração. Esses no entanto, depende de dois fatores básicos: da presença de um mecanismo de absorção representado principalmente pelos lipídios do organismo e das propriedades físico-químicas do agrotóxicos que podem favorecer ou não sua entrada no organismo (Valarini et al., 2003).

A densidade populacional de bactérias foi a que se apresentou de forma mais numerosa, com redução seguindo um padrão de similaridade nos solos tratados com o herbicida glifosato e o fungicida tiofanato metílico. Grande parte dos organismos vivem em metabiose, isto é, uma forma de dependência ecológica na qual um organismo ou um grupo funcional de organismos precisa modificar ambientes antes que outro organismo ou grupo funcional de organismos possa estabelecer e prosperar (Waid, 1999). Pode-se perceber que os efeitos nem sempre são isolados, pois as comunidades têm interações recíprocas de dependência ou cooperação e, o efeito sobre uma determinada população podendo afetar todo funcionamento de um ecossistema.

Agentes químicos têm grande participação na vida moderna. Infelizmente, muitos acarretam efeitos deletérios ao genoma, como recombinação mitótica. Dentre os agentes genotóxicos classificados como mutagênicos ambientais estão certos pesticidas e estes merecem atenção especial o tiofanato metílico, malation e glifosato utilizado na contaminação dos solos, são agrotóxicos de princípio ativos mutagênicos que interferem de forma direta na microbiota do solo interferindo de forma quantitativa avaliada através da verificação da densidade populacional e interfere na diversidade de microrganismos

Cruz et al. (2000) encontrou variação no número de colônias fúngicas entre cinco amostras de solo provenientes de área distintas. Por outro lado, Godoi (2001) avaliando um solo de mata e três tipos de solo degradados submetidos a diferentes sistemas de manejo para sua recuperação, não encontrou diferenças na quantificação da população fúngica.

A densidade populacional de fungos, actinomicetos e bactérias foi diretamente influenciada pelos agrotóxicos utilizados no solo não submetido aos tratamentos com os agrotóxicos que apresentou uma densidade populacional maior em todas as três situações. O solo em questão foi coletado do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis, onde não havia agressão pelos defensivos apontados pelos produtores e utilizados. Algumas oscilações ocorreram em virtude da abrangência, tanto geográfica como temporal, e foram corrigidas como a capacidade de campo, portanto o levantamento das propriedades e condições do meio foi a prévia estimativa da carga do potencial de agressão dos agrotóxicos monitorados na microbiota do solo.

Segundo Pereira et al., (2000) a população de actinomicetos sobrevive em condições ambientais adversas. Apesar de estar situado na região Semi-árida de Sergipe o solo do Platô de Neópolis com clima tropical chuvoso com verão seco possui precipitação pluvial em torno de 1200mm anuais (Sergipe, 2001). Sofre o processo de irrigação com camadas adensadas próximas à superfície do solo com indicação de situações diferenciadas quanto ao desenvolvimento das culturas em virtude da elevada resistência mecânica da penetração das raízes das espécies cultivadas (Embrapa, 1979).

Comparando todos os tratamentos, o solo tratado com Malation um organofosforado foi o que menos reduziu a população microbiana, sendo que o solo tratado com tiofanato metílico foi o que demonstrou significativa redução da população microbiana. Os tratamentos indicaram a forte influência dos agrotóxicos sob ação deletéria em diferentes espécies de organismos microbianos. A redução da diversidade microbiana

no solo pode ser um importante indicador da perda de resiliência, por consequência, da qualidade do solo e do agrotóxico usado.

Em alguns estudos, as diferenças significantes na comunidade microbiana do solo associado com diferentes tratamentos. Entretanto, são poucos estudos que relatam os efeitos específicos de certos tipos de agrotóxicos na comunidade microbiana do solo.

Pfuller et al. (2000) atribuem variações de número de microrganismos ao estágio de desenvolvimento das culturas de cobertura de solo, os quais, possivelmente promoveram uma menor oscilação térmica do solo e maior efeito risosférico nas populações. Por meio dessa abordagem, tem sido demonstrado que a biomassa microbiana responde de maneira diferenciada aos manejos agrícolas adotados em cada agrossistema.

Percebe-se, desta forma, que a diversidade de microrganismos é crítica para o funcionamento do ecossistema, porque há necessidade da manutenção orgânica, ciclagem de nutrientes e agregação do solo dentro do ecossistema (Kennedy, 1999). Dessa forma, é extremamente importante a busca de métodos de avaliação da diversidade de microrganismo no solo e também, de formas de utilização desses dados como indicadores do estado de qualidade de cada solo.

Os resultados obtidos neste trabalho indicam que não é possível generalizar quanto ao efeito de um agrotóxico a determinada comunidade microbiana que pode refletir de diversas maneiras. Os efeitos ambientais de um agrotóxico dependem intrinsecamente de sua ecotoxicidade.

Este trabalho verificou os danos causados a microbiota do solo, pela utilização de agrotóxicos, com uma abrangência das consequências e influências mútuas de diferentes tratamentos que poderão indicar práticas para que o ambiente microbiano do solo se torne sustentável, objetivando um acréscimo da produtividade

#### 4.5-REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, M.J. Estratégias para isolamento seletivo de actinomicetos. In; Melo, I.S de , Azevedo, J. L. DE (Eds.), Ecologia microbiana. Embrapa-CNPNA, Jaguariúna, p. 351-367,1998.

AZEVEDO, J. L., 1998. Biodiversidade microbiana e potencial Biotecnológico. In: MELO, I. S.; AZEVEDO, J. L. ecologia microbiana. Jaguariúna: EMBRAPA-CNPMA, p.445-461,1998.

BARNETT L. H, HUNTER, B. BARRY. Illustrated genera of imperfect fungi. Third Ed. Burgess Publishing Company, Minneapolis, Minnesota,1972.

BOSSIO, D.A., SCOW, K. M. Impacts of carbon and flooding on soil microbial communities: phospholipid fatty acid profiles and substrate utilization patterns. MICROB. Ecol. v.35, p.265-278, 1998

CARVALHO FILHO, O. M.; ARAÚJO, L. G. G.; LANGUIDEY, H. P.; SÁ de L. J.; LIMA, B. M. V. Sistemas de produção. Documentos: Embrapa Semi-Árido. 2000.

CATALLELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuação na biomassa, atividade e população microbiana do solo . Ver Brás. de Ciências do solo , Campinas, v.1,p.133-142,1990.

COLOZZI Filho, A., BALOTA, E. L.: ANDRADE, S. Microrganismos e processos biológicos nos sistemas plantio direto. In: Siqueira , J. O. et al.(Ed). Inter-relação fertilidade , biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras:SBCS/UFLA, p.487-508, 1999.

COSTA,J.L.S, GODOI, L.C. Hydrolysis of fluorescein diacetate as a soil quality indicator in different pasture systems. In: Internacional technical workshop on Biological Management of soil ecosystems for sustainable agriculture. Londrina, p. 83-84, 2000.

COSTA, J.L.S, Mangue JA, Casale W.I. Biological control of Phytophthora root rot of avocado with microorganism grown in organic mulches. Brazilian J. Microbiol. n,31p.239-246,2000.

COSTA, J.L.S, MANGUE, JA, CASALE, W.I. Investigatin On Some Of The Mechanims By Which Bioenhanced Mulches Can Supperss Phytophthora Root Rot Of Avocado. Microbiol. Res. 151:183-192, 1996

CRUZ, J.C.S., MINHONI, M. T. A., 2000. Efeito de manejos de solos na comunidade microbiana. In: Reunião Brasileira De Fertilidade De Solo e Nutrição De Plantas De Microbiologia Do Solo, 6.; Reunião Brasileira De Biologia De Solo,3., 2000, Santa Maria. Biodinâmica Do Solo Fertbio 2000. Santa Maria: SBCS, CD-ROM.

EMBRAPA..Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Manual e Método de Análise de Solo. Rio de Janeiro, 1979.

GRAYSTON, S. J., Jones D.V.D..Rhizosphere carbon flow in trees, in comparison with an annual plant: the importance of root exudation and its impact on microbial activity and nutrient availability. Appl. Soil Ecol.v,5,p.29-56,1996.

GRAYTON, S.J., Wang, S., Campbell, C. D., Edwards, A. C. Selecting influence of plant species on microbial diversity in the rhizosphere. Soil Biol. Biochem.v,30,p.369-378, 1998.

GRAYTON, S.J, Griffiths, G. S., Mawdesley, J. L., Campbell, C. D., Bardgett, R. D.,2001. Accounting of variability in soil microbial communities of temperate upland grassland ecosystem. Soil Biol. Biochem.v,33,p.533-551,2001.

KENNEDY, A. C., SIMITH, K. L..Soil microbial diversity and sustainability of agricultural soil. Plant Soil.170,P.75-86, 1995

KENNEDY,A.C.,Bacterial diversity in agroecosystems. Agricult. Ecos. Environ.74,p.65-76, 1999.

Laboratory Microbiology Environmental,(An index of some commonly encountered fungal genera.<http://www.emlab.com/app/fungi> Lavelle, P.,2000. Ecological challenges for soil science. Soil Science.165,p73-86, 2004.

LYNCH, J. M.. Biotecnologia do solo. Manole, São Paulo,p.209. MENDES, B. V.,1997. Biodiversidade e Desenvolvimento Sustentável do Semi-Árido. MENDES.B.V.(Ed),SEMACE, Fortaleza,p.210, 1986.

MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J. O.. Microbiol. Boquim. Solo. UFLA. Lavras, p.625,2002.

NEVES, P. C. M., RUMJANEK, G. N. 1998. Ecologia das bactérias dizotróficas nos solos tropicais. In: Melo, I. S de; Azevedo, J. L. de (Eds). Ecologia microbiana. Pp.16-60.



OLIVEIRA, V. C. Atividade Enzimática, população e análise DNA da biodiversidade do solo em agroecossistemas de Semi-Árido, São Cristóvão: 2004. 97p. [Dissertação (MESTRADO)- Universidade Federal de Sergipe, São Cristóvão].

PARKINSON, D., GRAY, T.R. G., Williams, S. T., 1971. *Methods for studying the ecology of soil microorganisms*. Oxford, Adlard, pp.116.

PARKINSON, D. COLEMAN, D.C. Microbial communities, activity and biomass. In: CROSSLEY, D. A. *Modern techniques in soil ecology*. Elsevier, Amsterdam, p. 3-33, 1991.

PEREIRA, J. C., NEVES, M. C., GAVA, C. A. T. Efeito do cultivo da soja na dinâmica da população bacteriana, em solo do cerrado. *Pesqu. Agropec. Brás.* 35, P.1183-1190, 2000.

PFULLER, E. E. Dinâmica da população microbiana sob sistemas de plantio direto e convencional, Fundacep, Cruz Alta- RS. In: *Reunião Brasileira De Fertilidade de Solo e Nutrição de Plantas, 25.*; *Reunião Brasileira Sobre Micorrizas, 7.*; *Simpósio Brasileiro de Microbiologia do Sol, 6.*; *Reunião Brasileira de Biologia de Solo, 3.*, 2000, Santa Maria. *Biodinâmica do Solo Fertbio 2000*. SBCS, Santa Maria, CD- Rom.

RASMUSSEN, P. E.. Long- term agroecosystem experiments: assessing agricultural sustainability and global change. *Science*, 282, p. 893-896, 1998.

ROGERS, B. F., Tate III, R. L. Temporal analysis of the soil microbial community along a toposequence in Pineland soils. *Soil Biol. Biochem.* 33, p.1389-140, 2001.

SILVA F.B. R. *Artigos Embrapa: Coletânea Rumos & Debates*. 2000.

TURCO, R. F.; BLUME, E. Indicators of soil quality. In: Siqueira, J. O; Moreira, F. M. S.; Lopes, A. s.; Guilherme, L. G. R.; Faquin, V.; Furtini Neto, A. E.; Carvalho, J. G. (Org.). *Inter- relação fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas*. Viçosa : SBCS; Lavras: UFLA/DCS, p. 529-549, 1999.

VALARINI, P. J.; de NARDO, E.A.B.; GOMES, M.A.F.; FERREIRA, C.J.A.; CASTRO, V.L.S.S. Dinâmica e efeitos de agrotóxicos no meio ambiente. In: FREIRE, C.O.; CARDOSO, J.E.; VIANA, F.M.P. (ed). *Doenças em fruteiras tropicais de interesse agroindustrial*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2003. p.625-687.

Zilli, J. É. Rumjanek, N. G. Xavier, G. R., Coutinho H. L. da C. Neves, M. C. P., 2003. Diversidade microbiana como indicador de qualidade do solo. Cad. Ciência & Tecnol. 20, 391-411.

WAID, J.b.; Does soil biodiversity depend upon metabolic activity and influences? Applied Soil Ecology, v.13, p.151-158, 1999.

WARYKSOMAN, S. A.. The actinomicetes, classification, identification and descriptions of genera and species. Baltimore: The Williams & Wilkins. p.260, 1961

WOLLUM, A. G., 1982. Cultural methods for soil microorganisms. In: Page, A. L. ; Miller, R. h.; Keeney, D. R (Ed). Methods of soil analysis. Soil Science of America, Madison, p.781-802, 1982.

**CAPÍTULO 5**  
**CONCLUSÕES E SUGESTÕES**

## 5 -CONCLUSÕES E SUGESTÕES

Considerando as metas de uma agricultura moderna, tem havido uma demanda crescente para identificação de parâmetros que avaliem, precocemente e de modo efetivo, a qualidade do solo, identificando os manejos adequados para preservar suas propriedades químicas, físicas e biológicas e garantir a sustentabilidade.

Esta dissertação de mestrado conseguiu alcançar os objetivos propostos no sentido de que parâmetros indicativos foram identificados para avaliação da qualidade do solo e, sobretudo, detectar a biodiversidade presente no solo do Projeto de Fruticultura Irrigada Platô de Neópolis sem adição de agrotóxicos e após contaminação por agrotóxicos apontados por produtores.

Através dos resultados obtidos pelos parâmetros utilizados: atividade microbiológica e dinâmica da população microbiana observou-se mudanças consideráveis na diversidade funcional da microbiota de solos, sendo possível diferenciar qual tratamento com diferentes agrotóxicos afetaram de maneira negativa ou positiva as amostras de solos quando comparadas com solos sem adição de agrotóxicos.

A atividade enzimática da microbiota detectou alterações significativas no funcionamento das enzimas fosfatase, obtivemos resultados que demonstraram que no solo sem adição de agrotóxico, suas enzimas mantiveram o equilíbrio desenvolvendo maior atividade enzimática, já os solos tratados demonstraram redução na atividade microbiológica dos solos, através da redução da atividade das enzimas do solo. Portanto podemos confirmar que muitos manejos com solos, podem causar danos às vezes até irreversíveis, e prejudicar as propriedades da microbiota do solos, alterando sua diversidade populacional e atividade funcional. Esse comprometimento da microbiota pode ser detectado facilmente pelos parâmetros ou metodologias utilizados neste trabalho, onde obtivemos resultados satisfatórios de maneira rápida e eficaz.

Foi encontrada uma ampla variabilidade da comunidade microbiológica do solo estudado através das populações de fungos, actinomicetos e bactérias. A densidade populacional de fungos, actinomicetos e bactérias responderam de forma significativa a exposição dos agrotóxicos com uma considerável redução da densidade populacional.

A ampla variabilidade da comunidade microbiana de fungos, actinomicetos e bactérias, foi analisada em solos sem adição de agrotóxicos e contaminados por agrotóxico, com uma considerável redução na densidade populacional dos solos tratados com agrotóxicos, que se comportaram de forma distinta sob os diferentes tratamentos onde foi possível notar crescimento de colônias em quantidades diferentes para cada tratamento. O agrotóxico Tiofanato metílico apresentou o maior dano ambiental, comprovado pelas metodologias utilizadas.

O estudo dos danos causados a microbiota do solo demonstra o perfil da agressão causada pelas práticas agrícolas modernas e a toxicidade dos agrotóxicos para os microrganismos do solo, fornecendo diagnóstico da situação atual para que medidas sejam adotadas para minimizar tais impactos ambientais, por isso surge a necessidade de trabalhos futuros para conhecimento da microbiota de solos submetidos a práticas agrícolas, para estudo da toxicidade dos agrotóxicos utilizados sobre a comunidade microbiana, ou seja, detectar o potencial do dano ambiental para que medidas sejam tomadas de forma precoce para manutenção da fertilidade do solo, conseqüentemente da sustentabilidade do meio.

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)