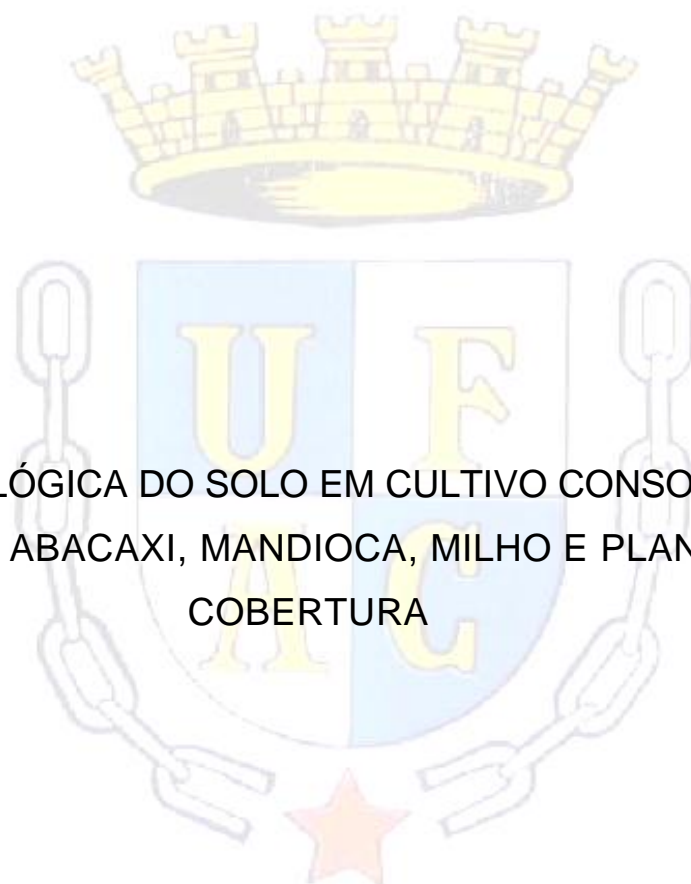


ALISSON NUNES DA SILVA



ATIVIDADE BIOLÓGICA DO SOLO EM CULTIVO CONSORCIADO DE
MARACUJÁ, ABACAXI, MANDIOCA, MILHO E PLANTAS DE
COBERTURA

RIO BRANCO

2012

ALISSON NUNES DA SILVA

ATIVIDADE BIOLÓGICA DO SOLO EM CULTIVO CONSORCIADO DE
MARACUJÁ, ABACAXI, MANDIOCA, MILHO E PLANTAS DE
COBERTURA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre em parceria com a Embrapa Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

Orientador: Dr. Sebastião E. de Araújo Neto

RIO BRANCO

2012

©SILVA, 2012.

SILVA, Alisson Nunes. **Atividade biológica do solo em cultivo consorciado de maracujá, abacaxi, mandioca, milho e plantas de cobertura**. Rio Branco, 2012. 40f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Programa de Pós-graduação em Agronomia. Universidade Federal do Acre, 2012.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Central da UFAC

- S586a Silva, Alisson Nunes da, 1982-
Atividade biológica do solo em cultivo consorciado de maracujá, abacaxi, milho e plantas de cobertura / Alisson Nunes da Silva. – 2012.
40f.: il.; 30 cm.
- Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal do Acre, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, Área de concentração em Produção Vegetal. Rio Branco, 2012.
Inclui Referências bibliográficas e anexos
Orientador: Dr. Sebastião E. de Araújo Neto.
1. Cultivo consorciado – Plantas e solos – Amazônia – Rio Branco (AC). 2. Plantas e solos – Adubação verde. 3. Abacaxi – Cultivo. 4. Maracujá – Cultivo. 5. Mandioca – Cultivo. 6. Milho – Cultivo. I. Título.

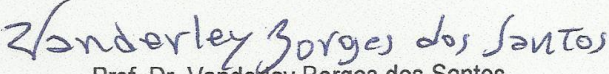
CDD. 631.58098112

ALISSON NUNES DA SILVA

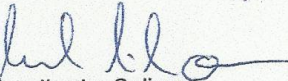
**ATIVIDADE BIOLÓGICA DO SOLO EM CULTIVO CONSORCIADO DE
MARACUJÁ, ABACAXI, MANDIOCA, MILHO E PLANTAS DE
COBERTURA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Agronomia, Área de Concentração em Produção Vegetal, da Universidade Federal do Acre, como parte das exigências para a obtenção do título de Mestre em Agronomia.

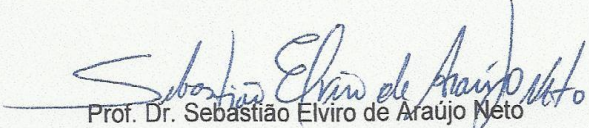
APROVADA em 29 de março de 2012


Prof. Dr. Vanderley Borges dos Santos

UFAC


Prof. Dr. Cleber Ibraim Salimon

UFAC


Prof. Dr. Sebastião Elviro de Araújo Neto
Universidade Federal do Acre
Orientador

RIO BRANCO - AC
2012

À minha querida e eterna mãe
Dedico

AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Acre e CAPES pela oportunidade de realização do curso e bolsa de estudos.

Ao CNPq pelo apoio financeiro na execução do experimento de campo.

A minha querida mãe Dona Tiana, pois sem ela nada disso seria possível, por sua visão e sabedoria as quais foram imprescindíveis neste projeto de vida.

Aos professores Sebastião Elviro de Araújo Neto e Regina Lúcia Félix Ferreira pela amizade, paciência, sinceridade e ajuda prestada no trabalho.

Ao professor Jorge Ferreira Kusdra, por várias orientações passadas no projeto.

Aos acadêmicos: Pedro Arruda, Irene Ferro, Faellen Kolln, Jussiê Solino, Leonardo Tavella e Edson Martins, pela ajuda no trabalho.

Aos colegas de mestrado e inúmeros amigos que contribuíram para nosso círculo de amizades.

À Erica Agostinho pela atenção e paciência ao longo destes dias.

Um grande abraço a todos.

“Que meu inimigos sejam fortes e bravos para
que eu não sinta remorsos ao derrotá-los”

Provérbio Sioux

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito de plantas de cobertura em cultivo consorciado de maracujá, abacaxi, mandioca e milho, sobre a atividade biológica do solo. O experimento foi conduzido em Rio Branco, AC, em Argissolo Amarelo plíntico. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos em esquema de parcelas subdivididas com seis repetições. A parcela principal foi composta pela época de coleta (março, maio, agosto e outubro de 2011) e as sub-parcelas pelas plantas de cobertura (*Canavalia ensiformis*, *Crotalaria spectabilis*, *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoii*, e plantas espontâneas). Coletaram-se amostras de solo, na profundidade de 0-10 cm. Avaliaram-se a respiração do solo, respiração basal do solo e respiração induzida pelo substrato os quais foram comparados com o solo de mata nativa através do teste de Student. O cultivo de *A. pintoii* como cobertura do solo para a produção de maracujá, milho, mandioca e abacaxi consorciados proporciona atividade microbiana maior que as coberturas de *P. phaseoloides*, *C. ensiformis*, *C. spectabilis*, plantas espontâneas e floresta nativa. A atividade biológica do solo sob cultivo consorciado de maracujá, milho, mandioca, abacaxi e plantas de cobertura em sistema ecológico de produção na Amazônia são semelhantes ao solo sob floresta. Porém, a atividade biológica do solo sob as coberturas de *A. pintoii* e *P. phaseoloides* é maior que *C. ensiformis*, *C. spectabilis*, e plantas espontâneas, e que a cobertura de *A. pintoii* e *C. ensiformis* proporcionam maior biomassa microbiana.

Palavras chave: carbono, adubo verde, Amazônia.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the effect of cover plants in intercropping of passion fruit, pineapple, manioc and corn, over the soil biologic activity. The experiment was conducted in Rio Branco, AC, in yellow podzolic plinthic. The experimental design was of randomized blocks with six replicates, in split-plot arrangement. The plots were constituted by collection time (march, may, august and october 2011) and split-plot by the cover crops (*Canavalia ensiformis*, *Crotalaria spectabilis*, *Pueraria phaseoloides*, *Arachis pintoii*, and spontaneous plants). Soil samples were collected 0-10 depth. Were evaluated the soil respiration, soil basal respiration and substrate induced respiration which were compared with forest by Student test. The cultivation of *Arachis pintoii* as ground cover for the production of passion fruit, cassava and pineapple intercropping provides higher microbial activity that *Pueraria phaseoloides*, *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria spectabilis*, spontaneous plants and native forest. The ecological agricultural cultivation in the Amazon using cover crops provides biological activity and soil microbial biomass similar to that of native forest. However, the biological activity of soil under the covers of *Arachis pintoii* and *Pueraria phaseoloides* are larger than *Canavalia ensiformis*, *Crotalaria spectabilis*, spontaneous plants and the covers of *Arachis pintoii* and *Canavalia ensiformis* provide increase of microbial mass.

Keywords: carbon, green manure, Amazon

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1 – Quadrado médio da respiração do solo, respiração basal, respiração induzida pelo substrato (RIS) e umidade do solo provenientes de um experimento realizado no delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições, realizado no Sítio Ecológico Seridó, em Rio Branco, Acre, 2011..... 27
- Tabela 2 – Respiração do solo ($\text{mg C-CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$), respiração basal ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg solo h}^{-1}$) e respiração induzida pelo substrato (RIS) ($\text{mg de C kg}^{-1} \text{ solo}$) em resposta à cinco espécies de plantas de cobertura do solo, em sistema orgânico de produção, avaliados em experimento realizado no sítio Seridó, em Rio Branco, Acre, 2011.....28
- Tabela 3 – Contrastes ortogonais baseados em diferentes épocas do ano quantificando a respiração do solo ($\text{mg C-CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$), respiração basal ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg solo h}^{-1}$) e respiração induzida pelo substrato (RIS) ($\text{mg de C kg}^{-1} \text{ solo}$) em resposta à cinco espécies de plantas de cobertura do solo, em sistema orgânico de produção, avaliados em experimento realizado no sítio Seridó, em Rio Branco, Acre, 2011.....30

LISTA DE ANEXOS

- Anexo A – Foto tirada do perfil do solo em experimento realizado no sítio Seridó em Rio Branco, AC.....38
- Anexo B – Descrição morfológica e horizontes do solo em experimento realizado em sítio Seridó em Rio Branco, AC.....39

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	11
2 REVISÃO DE LITERATURA	13
2.1 LIBERAÇÃO DE CO ₂ DE SOLOS AGRÍCOLAS.....	13
2.2 CONSÓRCIO.....	14
2.3 ADUBAÇÃO VERDE.....	15
2.4 MATÉRIA ORGÂNICA.....	16
2.5 ATIVIDADE BIOLÓGICA DO SOLO.....	17
3 MATERIAL E MÉTODOS	20
3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO.....	20
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	21
3.3 RESPIRAÇÃO DO SOLO.....	21
3.3.1 Procedimento utilizado no campo.....	22
3.3.2 Calculo da emissão de CO ₂	23
3.4 RESPIRAÇÃO BASAL.....	23
3.5 BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO.....	25
3.6 DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DO SOLO.....	26
3.7 ANALISE ESTATÍSTICA	26
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
5 CONCLUSÕES	31
REFERÊNCIAS	32
ANEXOS	37

1 INTRODUÇÃO

A introdução de sistemas agrícolas em substituição às florestas causa um desequilíbrio no ecossistema, modificando as propriedades do solo, cuja intensidade varia com as condições do clima, uso e manejo adotados e natureza do solo. Com o uso intensivo dos solos, geralmente ocorre a deterioração das suas propriedades físicas, químicas e biológicas. Modificações na densidade e na porosidade do solo podem variar consideravelmente, dependendo da textura, dos teores de matéria orgânica do solo e da frequência de cultivo (ARAÚJO et al., 2004).

A exploração do solo na Amazônia foi realizada por décadas, de forma extrativista sem significativos impactos ambientais. Entretanto, posteriormente, a exploração se intensificou para integrar a região Amazônica ao processo produtivo e econômico do país (CASTRO et al., 2008). A exploração destes solos vem sendo realizada através de práticas como a derrubada e a queima da vegetação natural seguida do cultivo do solo. Este cultivo é feito com culturas anuais e perenes, mas principalmente com pastagens para o desenvolvimento da atividade pecuária. (CARVALHO, 2006).

A influência de práticas agrícolas na emissão de gases que causam efeito estufa é assunto de grande interesse, principalmente no que diz respeito a CO₂, sendo o principal componente do efeito estufa resultante de atividade antrópica. Os diversos modos de preparo do solo afetam a dinâmica dessa emissão. (BAYER et al., 2000; LA SCALA JUNIOR et al., 2001; LAL, 2003).

Os sistemas conservacionistas de exploração agrícola, entre os quais o sistema ecológico de consórcio, tem como princípio manter ou aumentar o teor de matéria orgânica do solo. Sistemas de manejo que aumentem a adição de resíduos vegetais e a retenção de carbono no solo se constituem em alternativas importantes para aumentar a capacidade de dreno de CO₂ atmosférico e diminuição do aquecimento global (AMADO et al, 2001).

A matéria orgânica do solo (MOS) desempenha diversas funções nos diferentes processos químicos, físicos e biológicos que ocorrem no solo, estando intimamente ligada aos processos de ciclagem de nutrientes e retenção dos mesmos, dinâmica da água e diferentes processos de agregação do solo, além de ser, fundamentalmente, fonte básica de energia para a atividade biológica. A

oxidação biológica da MOS, interfere nestes processos e funções do solo provocando desequilíbrio nos diferentes sistemas, resultando em processos que resultam na sua degradação.

Na região amazônica predominam solos frágeis, sejam quimicamente, no caso de solos altamente intemperizados, como os Latossolos, Argissolos, Plintossolos e etc., ou fisicamente, no caso dos solos da formação Solimões, que são jovens, altamente férteis, mas frágeis em estrutura (WADT, 2002). No Acre se encontram as duas situações, evidenciando a cautela que deve ser aplicada no uso destes solos.

A agricultura itinerante somado ao emprego de tecnologia mecanizada e emprego de agroquímicos é inviável economicamente para a Amazônia. (ALVES, 2008). Esta preocupação com o manejo, como observado nessas afirmações, não existiu durante a ocupação dos solos do Acre, semelhante ao que aconteceu no restante da região. Como consequência se tem a grande porcentagem de áreas degradadas existentes no estado.

Evidencia-se a preocupação em incentivar práticas de cultivo na região amazônica que aliem a manutenção e o acúmulo de matéria orgânica no solo, diversificação da biodiversidade e melhoria das propriedades biológicas do solo. Neste sentido, sistemas de cultivo eficientes visando à diminuição do processo erosivo do solo e recuperação de suas características físicas, químicas e biológicas são buscados regionalmente, dos quais um dos promissores consiste em alternar plantas de cobertura do solo com potencial de proteção (AITA et al., 2001).

O objetivo deste trabalho foi o de avaliar o efeito de plantas de cobertura em cultivo consorciado de maracujá, abacaxi, mandioca e milho, sobre a atividade biológica do solo e também comparar esse efeito com solo de mata nativa.

2. REVISÃO DE LITERATURA

No estado do Acre, semelhante ao restante da região amazônica, ocorre uma sazonalidade de produção, sendo que a maioria dos cultivos se concentra no único período chuvoso do ano, de outubro a abril, ficando, no período seco, grande parte da área abandonada, ou em pousio, servindo a resteva para o pastejo animal, e o solo sujeito à erosão, lixiviação de nutrientes e exposição à proliferação de invasoras. Esta situação é agravada quando se aplica o cultivo convencional com o revolvimento do solo e limpeza da área.

Assim, considerando esses fatores isolados ou em conjunto, à medida que aumenta o tempo de uso desses solos, ocorrem reduções significativas do teor de matéria orgânica e de nutrientes, principalmente o nitrogênio, atribuídas, em grande parte, às perdas por erosão (AITA et al., 2001). Dessa forma, o aumento da degradação do solo torna-se visível, com a conseqüente redução de sua atividade biológica, por não ser a vegetação nativa neste período suficientemente capaz de lhe fornecer proteção eficiente contra o impacto das gotas de chuva e das altas temperaturas.

2.1 LIBERAÇÃO DE CO₂ DE SOLOS AGRÍCOLAS

A liberação de CO₂ (dióxido de carbono) de solos agrícolas ocorre da interação entre o clima e fatores físicos, químicos e biológicos do solo resultado, basicamente, da respiração de raízes e atividade microbiana. A decomposição de matéria orgânica do solo depende de inúmeros fatores que incluem a temperatura do solo, umidade do solo e do material vegetal e ainda quantidade de carbono no solo. Esta decomposição é influenciada por outros fatores como a qualidade dos resíduos de cultura e conteúdo de nitrogênio da biomassa (relação C/N) e teor de nitratos (GARNIER et al., 2003).

O preparo do solo pode não apresentar um efeito em curto prazo nas emissões de CO₂, podendo existir um efeito combinado a curto e longo prazo. O

efeito de curto prazo do preparo é o resultado de distúrbios físicos do solo, com o rompimento dos agregados, que ocorre durante o revolvimento e a incorporação de resíduos de culturas, que aumenta o contato resíduo-solo. Quanto ao consórcio, a emissão de CO_2 é resultado de alterações nas propriedades físicas, químicas e biológicas do solo após vários anos de estabelecido este sistema. Em sistemas de manejo recentemente estabelecidos predominam os efeitos de curta duração, já em sistemas de longa duração predominam os efeitos de alterações das propriedades do solo.

Diversas pesquisas evidenciam grandes diferenças em torno do assunto, então Hendrix et al.(1998) relataram que ocorre maior liberação de CO_2 em sistemas que utilizavam o mínimo de revolvimento (plantio direto), e Reicosky e Lindstrom (1993), encontraram maiores emissões de CO_2 em plantio convencional logo após o preparo do solo.

Os diferentes sistemas de preparo do solo podem contribuir de forma a manterem os estoques de carbono do solo ou, aumentarem sua liberação para a atmosfera. O consórcio, sendo considerado um manejo conservacionista do solo, devido ao maior aproveitamento e acúmulo de fitomassa por unidade de área, tem sido recomendado como alternativa para diminuir as emissões de CO_2 do solo. Sistemas de preparo que promovem revolvimento constante do solo, levam ao maior efluxo de CO_2 do solo, embora autores tenham relatado liberações similares entre os vários sistemas (CAMPOS, 2006).

2.2 CONSÓRCIO

Para que ocorra um equilíbrio no agroecossistema, a diversificação e a interação de espécies animais e vegetais são de extrema importância, sendo que a ausência de qualquer um de seus componentes pode acarretar um desequilíbrio ecológico. Outra vantagem da diversificação é que ocorre a ciclagem de nutrientes entre as diferentes espécies, e o conseqüente aproveitamento máximo dos recursos naturais. A diversificação de espécies em um agroecossistema pode ser feita pela rotação e consórcio de culturas, barreiras vegetais, adubação verde, integração da

produção animal à vegetal e agrofloresta (ALTIERI, 1989).

O consórcio de culturas se constitui no plantio de diferentes espécies vegetais, simultaneamente sobre uma mesma área. Além da associação entre cultivos comerciais, o consórcio pode ser feito também com leguminosas para adubo verde e cultivos comerciais.

A prática de consórcios com culturas alimentares, forrageiras, fibras e oleaginosas é muito utilizada pelos agricultores familiares do Semi-árido brasileiro (ARAÚJO et al., 2006; AZEVEDO, 1993). A consorciação permite o uso mais eficiente dos recursos naturais limitados, reduz o risco causado por variações climáticas e flutuações do mercado, reduzem os custos com capinas, aumenta a biodiversidade do agroecossistema, contribuindo para um melhor manejo de pragas e doenças e distribui a necessidade de mão de obra em diferentes épocas do ano (MORGADO, 1986). Além disso, a diversidade de plantas em um consórcio é um fator muito importante, pois diminui os riscos de perda total da safra.

2.3 ADUBAÇÃO VERDE

Através da relação entre a fixação biológica de nitrogênio (N) e suprimento de nitrogênio para o desenvolvimento das culturas fica explícito que o uso de adubação verde intercalar nos consórcios pode incrementar a atividade microbiológica e, conseqüentemente, a produção das culturas, visto que o nitrogênio é o elemento mais limitante. (BRENES, 2003).

O uso de leguminosas como adubação verde em consórcios constitui numa estratégia para aumentar a disponibilidade de N em sistemas orgânicos. Além da fixação biológica e aumento no aporte de N, há um aumento na disponibilidade de biomassa do sistema, maior ciclagem de nutrientes e maior aporte de matéria orgânica ao solo, além do aumento da biodiversidade dentro da propriedade. (RICCI, 2005).

Outros benefícios do uso de leguminosas são o estímulo à atividade biológica e a diversidade da biota edáfica, a persistência de nutrientes de cultivos anteriores, proteção física do solo e introdução de hospedeiros alternativos para inimigos naturais de pragas e doenças, além da supressão de plantas espontâneas.

(PEREIRA 2004). Podemos citar leguminosas que merecem destaque no uso de adubação verde entre elas crotalaria (*Crotalaria spectabilis*), puerária (*Pueraria phaseoloides*), feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) e amendoim forrageiro (*Arachis pintoii*).

No estado do Acre, *Pueraria phaseoloides* é utilizada por mais de 5.400 produtores em mais de 480.000 ha de pastagens consorciadas (VALENTIM et al.; 2001), e *Arachis pintoii* é utilizada por mais de 1.000 produtores em 65.000 ha de pastos consorciados. São plantas que apresentam alta produção de sementes ou facilidade de propagação vegetativa, de estabelecimento, vigor, longevidade a capacidade de resistir a sistemas de corte.

O gênero *Arachis*, possui aproximadamente 81 espécies distribuídas pela América do Sul, sendo seu centro de origem. Cerca de 60 espécies selvagens ocorrem no Brasil, destas 47 são exclusivas. Além de servir de alimentação animal é reconhecido seu uso para cobertura viva. (LIMA et al., 2004)

A puerária, (*Pueraria phaseoloides* Benth.), é originária no sudeste da Ásia. No Brasil provavelmente foi introduzida para ser utilizada como cobertura do solo nos plantios de seringueira na Amazônia na década de 40. Atualmente esta espécie ocorre de forma naturalizada ou cultivada em praticamente toda a região Norte. (VALENTIM et. al., 2001)

O feijão de porco (*Canavalia ensiformis*) é uma leguminosa utilizada como adubo verde, possui ciclo anual e conforme constatado por Heinrichs (2005), é uma espécie que possui grande capacidade de produção de biomassa e acúmulo de macronutrientes.

Por último se enquadra a *Crotalaria spectabilis*, leguminosa que possui ciclo anual, crescimento arbustivo e grande importância no controle de nematoides conforme observado por Moraes et al., (2006).

2.4 MATÉRIA ORGÂNICA

A matéria orgânica do solo é proveniente, em sua maior parte, da vegetação e seus resíduos que, em grandes quantidades e manejados adequadamente, exercem ação protetora contra a desagregação do solo pela chuva por aumentarem a

formação e a estabilidade dos agregados (CARPENEDO; MIELNICZUK, 1990; SILVA; MIELNICZUK, 1997). A influência da matéria orgânica sobre a agregação do solo ocorre por um processo dinâmico. Ao se adicionar grande quantidade do material orgânico no solo, a atividade microbiana é intensificada, resultando em produtos (agentes cimentantes) que proporcionam a formação e estabilização de agregados (CAMPOS et al., 1995). Segundo Da Ros et al. (1997), os sistemas de manejo com menor revolvimento do solo e que proporcionam acúmulo de resíduos vegetais na sua superfície promovem a manutenção e a recuperação de suas características físicas.

Nóbrega (1999) acrescenta que grandes quantidades de resíduos vegetais com relação C/N (carbono/nitrogênio) moderada podem ajudar a estabilizar a estrutura do solo por períodos maiores, atribuindo-se esse efeito ao reforço interno dos agregados originado das secreções bacterianas. Esse fato foi constatado por Campos et al. (1995), os quais relataram que os compostos orgânicos e a ação microbiana têm atuação na estabilidade de agregados, pela alta correlação apresentada entre o conteúdo de carbono orgânico e a atividade microbiana com o diâmetro médio geométrico dos agregados.

Os diferentes sistemas de manejo exercem também efeitos na formação e estabilização dos agregados de forma diferenciada, dependendo do tipo de cultura e do preparo de solo (SILVA; MIELNICZUK, 1997).

Da Ros et al. (1997), Amado et al. (2001) e Aita et al. (2001) constataram que a fitomassa de leguminosas têm potencial para suprir, não só o carbono orgânico, mas também contribuir para melhorar as características físicas, químicas e biológicas do solo.

2.5 ATIVIDADE BIOLÓGICA DO SOLO

Até recentemente, a maioria dos estudos de qualidade do solo era relacionada à utilização de indicadores físicos e químicos (DORAN et al., 1994). No entanto, muitos dos atributos físicos e químicos do solo, exigidos para o máximo desenvolvimento vegetal, são afetados diretamente pelos processos bióticos (LEE, 1994), destacando-se a importância dos microrganismos e seus processos no

funcionamento e equilíbrio de ecossistemas. Entre os atributos microbiológicos e bioquímicos que apresentam grande potencial de utilização como indicadores sensíveis do estresse ecológico destacam-se a densidade total de bactérias, fungos, biomassa microbiana e atividade de microrganismos heterotróficos.

Os microrganismos estão diretamente envolvidos nos ciclos dos nutrientes no solo e aliada à quantificação de bactérias e fungos totais, a avaliação de determinados grupos microbianos dá indicação de como os processos bioquímicos estão ocorrendo. Segundo Brookes (1995), a contagem de microrganismos no solo, ajuda a entender os processos que nele ocorrem e pode servir como indicador do impacto de diferentes atividades antrópicas.

A biomassa microbiana do solo é definida como a parte viva da matéria orgânica e além de armazenadora de nutrientes, pode servir como um indicador rápido de mudanças no solo, revelando a sensibilidade da microbiota a interferências no sistema (GRISI, 1995). Sua avaliação dá indicações sobre a ciclagem da matéria orgânica, podendo atuar como fonte e dreno de nutrientes por meio de processos de mineralização e imobilização. A vegetação influencia diferentemente a biomassa microbiana e, por isso, a sua eliminação ocasiona uma drástica queda da biomassa carbono, como revelam estudos envolvendo desmatamentos (CAMPOS, 1998; CERRI et al., 1985). Revisão Como a avaliação da biomassa microbiana é relativamente rápida quando comparada à avaliação direta da produtividade vegetal, esta pode ter enorme aplicação na avaliação da qualidade de solo. Nem sempre há correlações entre biomassa e atividade microbiana e entre biomassa e a comunidade microbiana em estudo. No entanto, resultados obtidos por Cattelan e Vidor (1990) em solos degradados, e por Dias-Júnior et al. (1998) e Kuperman e Carreiro (1997) em solos contaminados com metais pesados, mostraram haver correlações significativas entre biomassa e atividade microbiana e entre biomassa e populações de fungos e bactérias cultiváveis.

A degradação da matéria orgânica é uma propriedade de todos os microrganismos heterotróficos e é comumente utilizado para indicar a atividade microbiana do solo. Segundo Nannipieri (1984), a atividade microbiana é utilizada como uma maneira de melhor entender os processos de mineralização e visualizar mais profundamente a intensidade dos fluxos de energia no solo. A respiração microbiana apresenta grande potencial de utilização como indicador da qualidade de

solos em áreas degradadas, relacionando-se com a perda de carbono orgânico do sistema solo-planta para a atmosfera, reciclagem de nutrientes, resposta a diferentes estratégias de manejo do solo.

Estes resultados supracitados, aliados a de outros pesquisadores (CARNEIRO, 2000; KUPERMAN; CARREIRO, 1997; VARGAS; SCHOLLES, 2000), evidenciam a grande flexibilidade de utilização e a sensibilidade destes atributos em indicar alterações na comunidade microbiana do solo decorrentes de atividades antrópicas diversas.

Devido à alta sensibilidade relacionada à atividade antrópica (GIANFREDA; BOLLAG, 1996; GRISI, 1995; NANNIPIERI, 1984) e à simplicidade de determinação, atributos microbiológicos (densidade e diversidade de grupos funcionais de microrganismos) e bioquímicos (biomassa microbiana e atividade de microrganismos heterotróficos) apresentam grande potencial de utilização como indicadores da qualidade de solos degradados em recuperação. Pela avaliação destes atributos, inclusive em área-referência ou natural sem impacto de atividades antrópicas, podem ser identificadas as principais limitações do ecossistema impactado e sugeridas estratégias visando manter a sustentabilidade de ecossistemas.

A respiração basal do solo é definida como o somatório de todas as funções metabólicas nas quais o CO_2 é produzido no solo. Fungos e bactérias são os principais responsáveis pela liberação de CO_2 via degradação da matéria orgânica. A disponibilidade de C no solo, umidade, temperatura e aeração do solo possuem grande contribuição no incremento da respiração basal do solo. (CATTELAN; VIDOR, 1990).

A biomassa microbiana do solo (BMS) é o principal componente do subsistema de decompositores, que regula a ciclagem de nutrientes, o fluxo de energia, a produtividade das plantas e dos ecossistemas. Portanto, sua quantificação é de grande importância para estudos sobre a melhoria ou perda da qualidade do solo.

3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no Sítio Ecológico Seridó, em Rio Branco, capital do Estado do Acre, situado na latitude de 9° 53' 16" S e longitude de 67° 49' 11" W, a uma altitude de 150 m, no período de novembro de 2009 a novembro de 2011.

O clima da região é quente e úmido, do tipo Am, segundo a classificação de Köppen, com temperaturas médias anuais variando em torno 24,5°C, umidade relativa do ar de 84% e a precipitação anual varia de 1.700 a 2.400 mm (ACRE, 2006).

O solo do experimento é classificado como ARGISSOLO AMARELO Plíntico Distrófico. A análise química do solo na camada de 0-10 cm, apresentou pH= 5,6; M.O.=34 g dm⁻³; P= 7,0 mg dm⁻³; K= 2,3 mmol_c dm⁻³; Ca= 51 mmol_c dm⁻³; Mg= 27 mmol_c dm⁻³; Al= 0,00 mmol_c dm⁻³; H+Al= 22 mmol_c dm⁻³; SB=80,3 mmol_c dm⁻³; CTC=102,3 mmol_c dm⁻³; V=78%; Ca/Mg=1,88 mmol_c e Mg/K=11,73.

3.1 CARACTERIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

A área sob pastagem de braquiária foi preparada com aplicação de 1.000 kg ha⁻¹ de calcário dolomítico seguido de gradagem mecanizada com grade-aradora.

Após o preparo da área foi semeado o milho manualmente com espeque no espaçamento de um metro entre linhas na densidade de cinco plantas por metro linear, totalizando uma população de 44.192 plantas ha⁻¹. O transplante do maracujazeiro para o local definitivo foi realizado em novembro/2009, aos 70 dias da semeadura com as plantas apresentando a 1ª gavinha, no espaçamento de 4,0 m x 3,0 m = 833 plantas ha⁻¹, em covas de 0,40 m x 0,40 m x 0,40 m, adubadas com 12 litros de esterco de curral, 500 g de calcário e 200 g de termofosfato.

Após a capina do milho realizada no estádio V2, foi plantado o abacaxizeiro em linhas quádruplas espaçadas 4,0 m x 0,40 x 0,40 m x 1,00 m totalizando 9.200 plantas ha⁻¹, entre as linhas de maracujazeiro.

Após o plantio do abacaxi foi semeado o feijão-de-porco (6.157 plantas ha⁻¹), a crotalária (8.704 plantas ha⁻¹), puerária e plantado o amendoim forrageiro, entre as

linhas de abacaxizeiro (centro da rua) e a linha de maracujazeiro.

A mandioca foi plantada após a colheita do milho em duas linhas paralelas às linhas laterais do abacaxi, numa densidade de 4.600 covas/ha.

Foram realizadas duas adubações de cobertura no maracujazeiro (fevereiro/2010 e fevereiro/2011), com 12 litros de cama de frango enriquecido com sulfato de potássio (20 kg m^{-3}) e ácido bórax (3 kg m^{-3}). Todos os insumos e práticas utilizadas estão de acordo com a Instrução Normativa nº. 64, de 18 de dezembro de 2008, que normatiza a produção orgânica vegetal no Brasil.

As capinas foram manuais e seletivas, deixando as plantas de cobertura e cortando todas as plantas espontâneas (8 capinas). O amendoim e a puerária foram podados 5 vezes até o final da colheita do maracujazeiro em agosto de 2011.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos em esquema de parcelas subdivididas com seis repetições. A parcela principal foi composta pela época de coleta e as sub-parcelas pelas plantas de cobertura (feijão-de-porco, crotalária, puerária, amendoim forrageiro, e plantas espontâneas sob capinas freqüentes). A unidade experimental foi composta por amostragem aleatória em área de 9m x 8m. A atividade biológica do solo foi avaliada através da respiração do solo, respiração basal e respiração induzida pelo substrato. Foi realizado também um estudo comparativo entre solo sob floresta e o solo sob as plantas de cobertura através de teste de Student.

3.3 RESPIRAÇÃO DO SOLO

As emissões de carbono do solo foram coletadas através do método da câmara estática de PVC (Figura 1) proposto por Campos (2006).



Figura 1- Câmara estática de PVC instalada a campo

O cilindro é constituído de policloreto de vinil (PVC) e possui dimensões de 200 mm de diâmetro por 300 mm de altura (FIGURA 1). A parte superior é revestida com uma tampa (CAP), para a perfeita vedação do cilindro a fim de que não haja trocas gasosas de ar entre a atmosfera e o interior do cilindro.

No interior da câmara foi colocado um recipiente de dimensões de 60 mm de altura por 50 mm de diâmetro para receber a solução alcalina (NaOH, 1 N), utilizada para captura de CO₂ proveniente da respiração (CAMPOS, 2006). Foram utilizadas 30 mL desta solução em cada coleta. As câmaras de PVC foram inseridas no solo a 50 mm de profundidade.

3.3.1 Procedimento utilizado no campo.

Em cada parcela experimental foi instalada uma câmara e retirada após 48 horas, em quatro épocas do ano em duas estações distintas: estação chuvosa (26/03/11 e 19/10/11) e estação seca (07/05/11 e 01/08/11).

Foram utilizadas câmaras controle (branco) instaladas no campo com a extremidade inferior selada sem que houvesse contato com o solo, para servir de aferição para quantidade de CO₂ no conteúdo da demais câmaras.

3.3.2 Cálculo da emissão de C-CO₂

A titulação do NaOH coletado nos cilindros foi o primeiro passo para o procedimento de cálculo da emissão de CO₂. A correção da normalidade foi realizada através da viragem de solução de NaOH (1 N) não incubada com HCL (0,5 N) sendo realizada 5 amostras para quantificação de uma média. A quantidade de CO₂ emitida foi calculada pela seguinte fórmula: (CAMPOS, 2006)

$$C-CO_2 = ((B - V) \times N \times E) / (A \times T)$$

Sendo:

C-CO₂ = carbono evoluído na forma de CO₂ (mg m² h⁻¹)

B = volume de HCl para controles (prova em branco) (ml)

V = volume de HCl para amostras expostas ao solo (ml)

N = normalidade do HCl

E = equivalente-grama do C (6 g)

A = área da seção transversal do cilindro (superfície do solo amostrada) (m²)

T = tempo de coleta (h)

3.4 RESPIRAÇÃO BASAL

Para a avaliação da respiração basal do solo foi utilizado o método descrito por Silva et al. (2007). Nos dias respectivos à avaliação da respiração do solo foram coletadas amostras compostas (2 amostras) de solo de cada parcela do experimento da superfície do solo até 0,10 m de profundidade. Em seguida estas amostras foram encaminhadas para laboratório onde foram previamente peneiradas em malha de 2 mm, e retiradas fragmentos vegetais e animais por meio de catação.

Para a incubação do solo utilizou-se 100 g de solo e 10 mL de solução alcalina de NaOH (1 N) em recipientes plásticos separados, ambos, incubados por cinco dias em recipiente de vidro com capacidade de 2 L, lacrado para que não houvesse entrada de ar proveniente da atmosfera e/ou saída de gases do interior da câmara para fora do recipiente. Um recipiente de capacidade de 50 mL com água foi adicionado ao recipiente de vidro para que garantisse a manutenção da umidade da câmara. Foi realizado também a quantificação da amostra controle através do mesmo procedimento acima sendo que, nestas amostras não era inserida a amostra com solo.

Após cinco dias de incubação foi retirada da câmara de 2 L o recipiente contendo NaOH (1 N) e imediatamente adicionados 2 mL de solução de cloreto de bário (BaCl_2) a 10%, para completa precipitação do CO_2 , adicionadas duas gotas de fenolftaleína 1% e sob agitação magnética, titulado com solução de HCl (0,5 N) auxílio de bureta automática.

O cálculo da respiração basal do solo é dado pela equação:

$$\text{RBS (mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo hora}^{-1}) = ((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / (P_s) / T$$

Onde:

RBS= carbono proveniente da respiração basal do solo.

V_b (mL)=volume de ácido clorídrico gasto na solução controle (branco).

V_a (mL)=volume de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra.

M=molaridade exata do HCl.

P_s (g)=massa de solo seco.

T=tempo de incubação da amostra em horas.

Para a variável respiração basal houve a necessidade de transformação de dados, os quais foram transformados através de seno de x.

3.5 BIOMASSA MICROBIANA DO SOLO

Para a avaliação da respiração induzida pelo substrato do solo foi utilizado o método descrito por Anderson e Domnsch (1978) modificado por Silva et al. (2007). Foram coletadas amostras compostas (2 amostras) de solo de cada parcela do experimento da superfície do solo até 0,10 m de profundidade. Em seguida estas amostras foram encaminhadas para laboratório onde foram previamente peneiradas em malha de 2 mm, e retiradas fragmentos vegetais e animais por meio de catação.

Para incubar o solo utilizou-se 100 g de solo e 10 mL de solução alcalina de NaOH (1 N) em recipientes plásticos separados, ambos, incubados por quatro horas em recipiente de vidro com capacidade de 2 L. As 100 g de solo foram homogeneizados com 400 mg de glicose (açúcar refinado).

Em recipiente sem solo, foram incubados recipientes contendo apenas o NaOH (1 N) como padrão.

Após quatro horas de incubação foi retirada da câmara de 2 L o recipiente contendo NaOH (1 N) e imediatamente adicionados 2 mL de solução de cloreto de bário (BaCl_2) a 10%, para completa precipitação do CO_2 , adicionadas duas gotas de fenolftaleína 1% e titulado com solução de HCl (0,5 N) sob agitação magnética com auxílio de bureta automática.

O cálculo da respiração induzida pelo substrato é dado pela equação:

$$\text{RIS (mg C-CO}_2 \text{ kg}^{-1} \text{ solo hora}^{-1}) = (((V_b - V_a) \cdot M \cdot 6 \cdot 1000) / P_s) / T$$

Em que:

RBS= carbono proveniente da respiração basal do solo.

V_b (mL)=volume de ácido clorídrico gasto na solução controle (branco).

V_a (mL)=volume de ácido clorídrico gasto na titulação da amostra.

M=molaridade exata do HCl.

P_s (g)=massa de solo seco (obtida em estufa a 65 C).

T=tempo de incubação da amostra em horas.

Fórmula para quantificação de biomassa microbiana através da fórmula de Anderson e Domsch (1978).

$$RIS = 40,04 \cdot CO_2 + 0,037$$

Os dados da respiração induzida pelo substrato sofreram transformação através de log de x.

3.6 DETERMINAÇÃO DA MASSA SECA DO SOLO

Cada amostra de solo foi submetida a um processo de determinação de massa seca do solo, sendo que as amostras (100 g) foram colocadas em estufa de circulação de ar forçado a 65 C, medidas até que sua massa fosse constante. Assim a diferença entre conteúdo úmido e conteúdo seco, sendo a massa seca do material, representada pela equação:

$$\text{Massa seca do solo} = \text{Massa fresca inicial do solo} - \text{Massa seca final do solo}$$

3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os dados do experimento foram analisados através do teste de normalidade de resíduos pelo teste de Shapiro-wilk, homogeneidade de variâncias pelo teste de Bartlett. As variáveis analisadas pelo teste de médias (teste F, ANOVA) por parcelas subdividas no tempo e o teste de médias através de Scott-Knott. A análise dos tratamentos frente ao solo de mata nativa foi realizada através do teste de Student e as épocas do ano comparadas por contrastes ortogonais.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plantas de cobertura do solo e a época de avaliação influenciaram isoladamente a atividade biológica do solo (respiração do solo), a atividade microbiana (respiração basal) e biomassa microbiana (RIS). A umidade do solo foi semelhante para todas as plantas de cobertura (Tabela 1).

Tabela 1 – Quadrado médio da respiração do solo, respiração basal, respiração induzida pelo substrato (RIS) e umidade do solo provenientes de um experimento realizado no delineamento de blocos casualizados em esquema de parcelas subdivididas, com seis repetições, realizado no Sítio Ecológico Seridó, em Rio Branco, Acre, 2011.

F.V	GL	Respiração do solo	Respiração basal	RIS	Umidade
Bloco	5	116.809770 ^{ns}	0.033368*	0,132130**	0,533533ns
Época (A)	3	5346.970731**	0.312334**	0,402442**	729.219222**
Resíduo de A	15	57.405238	0.011124	0,012434	1.508956
Cobertura (B)	4	105.087064*	0.039823*	0,207264**	2.144667 ^{ns}
A x B	12	71.191467 ^{ns}	0.001943 ^{ns}	0,017323 ^{ns}	4.467000 ^{ns}
Resíduo de B	80	42.189372	0.012837	0,031348	2.509267
C.V ₁ (%)		16,30	14,91	4,00	8.97
C.V ₂ (%)		13,97	16,02	6,36	11.57

ns - Não significativo a 5% de probabilidade pelo teste de F

* - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

** - Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

A atividade biológica no solo e especificamente a atividade microbiana (respiração basal do solo) foi maior em solos sob cobertura de amendoim forrageiro, exceto em solo coberto por puerária que promoveu mesma respiração do solo e por feijão de porco que proporcionou mesma biomassa microbiana (respiração induzida) que solo sob as coberturas de feijão de porco, crotalária e plantas espontâneas (Tabela 2).

A taxa média do efluxo de C-CO₂ no solo (respiração do solo) variou entre 48,89 mg m² hora⁻¹ (11,73 kg C-CO₂ ha⁻¹ dia⁻¹) no solo cultivado sob amendoim forrageiro e 44,00 mg m² hora⁻¹ (10,56 kg C-CO₂ ha⁻¹ dia⁻¹) no solo cultivado sob crotalária, portanto houve um incremento na atividade biológica de 10,01% em

relação à cobertura do solo com crotalária e 5,7% em relação ao solo com plantas espontâneas. Essa variação (11,73 a 10,56 kg C-CO₂ ha⁻¹ dia⁻¹) esta dentro dos padrões de qualidade do solo avaliada pelo “Soil Quality Kit Test” (9,76 – 19,55 kg C-CO₂ ha⁻¹ dia⁻¹) (CONCEIÇÃO et. al., 2005).

Tabela 2 – Respiração do solo (mg C-CO₂ m² h⁻¹), respiração basal (mg C-CO₂ kg solo h⁻¹), respiração induzida pelo substrato (RIS) (mg de C kg⁻¹ solo) e umidade do solo (%) em resposta à cinco espécies de plantas de cobertura do solo, em sistema orgânico de produção, avaliados em experimento realizado no sítio Seridó, em Rio Branco, Acre, 2011.

Plantas de cobertura	Respiração do solo	Respiração basal ⁽²⁾	RIS ⁽³⁾	Umidade (%)
Amendoim Forrageiro	48,89a ⁽¹⁾	0,91a ⁽⁴⁾	703,8a	13,68ns
Crotalária	44,00b	0,77b	533,1b	13,9ns
Feijão de Porco	45,10b	0,76b	799,6a	13,32ns
Puerária	48,36a	0,79b	583,2b	13,47ns
Espontâneas	46,11b	0,82b	633,2b	14,05
C.V.(%)	13,97	16,02	6,36	11,57
Solo de Floresta	45,76	0,76	682,85	-

(1) Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade

(2) Médias transformadas através de seno de x.

(3) Médias transformadas por log de x.

(4) Não houve diferença na atividade biológica do solo entre as coberturas e floresta, exceto, para respiração basal que foi maior no solo sob amendoim forrageiro comparado com solo de floresta.

A produção de CO₂ no interior do solo está relacionada à atividade biológica, incluindo a respiração das raízes e a decomposição da matéria orgânica do solo pela atividade microbiana (SÁ, 2001). De maneira geral o cultivo de amendoim forrageiro se mostrou superior aos demais, sendo que altas taxas de respiração podem indicar um alto nível de produtividade do ecossistema segundo Islam e Weil (2000), o qual foi constatado no presente experimento. Além disso o amendoim possui uma maior relação de raízes e parte aérea e ainda mostrando uma maior colonização por várias espécies de fungos micorrízicos arbusculares. (MIRANDA et al., 2010).

Este comportamento pode ter sido influenciado também pela alta capacidade de produção de biomassa e ciclagem de nutrientes, principalmente nitrogênio

através da fixação biológica, além disso, o amendoim forrageiro e a puerária possuem alta produtividade de biomassa conforme constatado por (ESPINDOLA et al., 2006).

A baixa atividade biológica do solo sob crotalaria (Tabela 2) pode ser explicado pelo potencial alelopático que a planta possui sobre a germinação de variadas espécies (TEIXEIRA et. al. 2004) e controle de fitonematóides.

Maior quantidade de carbono da biomassa microbiana reflete a presença de maior quantidade de matéria orgânica ativa no solo, capaz de manter elevada taxa de decomposição de restos vegetais e, portanto de reciclar mais nutrientes (STENBERG, 1999).

As coberturas do solo sob amendoim forrageiro e feijão de porco obtiveram os maiores conteúdos de carbono na biomassa microbiana (Tabela 2). Esta regula a ciclagem de nutrientes, o fluxo de energia, a produtividade das plantas e dos ecossistemas então altos valores estão ligados à intensa ciclagem de nutrientes. Em experimento realizado por Heinrichs et al. (2005) em cultivo consorciado com milho o feijão de porco apresentou maior produção de fitomassa e acúmulo de macronutrientes na massa seca.

Em cultivo de semeadura direta com cultura anual (20 anos de cultivo), plantio convencional (algodão) e cultura anual por semeadura direta (8 anos de cultivo) não foi observado diferença da biomassa microbiana (RIS) entre os ambientes de cultivo, com valores de 320,95; 164,10 e 206,94 mg C kg⁻¹ solo respectivamente, inferiores aos encontrados neste trabalho (Tabela 2) (MAGELLA, 2008).

Também foi realizada uma análise através de contrastes ortogonais visando identificar a época do ano que teria maior influência na atividade respiratória do solo. Observa-se desta forma a grande relação que há entre a atividade biológica e umidade no solo (TABELA 3).

Em comparação com o solo de mata nativa não houve diferença na atividade biológica do solo, em nenhum dos parâmetros analisados, entre as coberturas e floresta exceto para respiração basal que foi maior no solo sob amendoim forrageiro comparado com solo de floresta (Tabela 2).

A deposição de resíduos orgânicos, a grande quantidade de raízes e a maior quantidade de água retida no solo, nas condições de mata nativa, estimulam a manutenção da microbiota do solo, ao passo que solos agrícolas costumam apresentar atividade microbiana reduzida. (PEREZ et al. 2004). No presente trabalho

foram encontrados níveis de atividade biológica altos se comparados com vários trabalhos. Isto se deve, fundamentalmente, à natureza do cultivo orgânico o qual não utiliza grandes quantidades de adubos químicos de alta concentração e alta solubilidade, inseticidas, fungicidas e herbicidas os quais possuem grande efeito negativo sob atividade biológica. (NIELSEN; WINDING, 2002)

Tabela 3 - Contrastes ortogonais baseados em diferentes épocas do ano quantificando a respiração do solo ($\text{mg C-CO}_2 \text{ m}^2 \text{ h}^{-1}$), respiração basal ($\text{mg C-CO}_2 \text{ kg solo h}^{-1}$) e respiração induzida pelo substrato (RIS) ($\text{mg de C kg}^{-1} \text{ solo}$) em resposta á quatro espécies de plantas de cobertura do solo, em sistema orgânico de produção, avaliados em experimento realizado no sítio Seridó, em Rio Branco, Acre, 2011.

Época do Ano	Respiração do Solo	Respiração Basal	RIS
Chuvosa ⁽¹⁾	55,34a	0,94a	740,35a
Seca ⁽²⁾	37,64b	0,69b	562,19b
C.V.(%)	16,30	14,91	4,00

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de contrastes ortogonais a 5% de probabilidade

(1) Época do ano referente aos meses de março e outubro.

(2) Época do ano referente aos meses de maio e agosto

CONCLUSÕES

A atividade biológica do solo sob cultivo consorciado de maracujá, milho, mandioca, abacaxi e plantas de cobertura em sistema ecológico de produção na Amazônia são semelhantes ao solo sob floresta.

A atividade biológica do solo sob as coberturas de amendoim forrageiro e puerária é maior que feijão de porco, crotalária, e plantas espontâneas. E que a cobertura de amendoim forrageiro e feijão de porco proporcionam maior biomassa microbiana.

REFERÊNCIAS

- ACRE. Governo do Estado do Acre. Programa Estadual de Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado do Acre. **Zoneamento Ecológico-Econômico do Acre Fase II: documento síntese – Escala 1:250.000**. Rio Branco: SEMA, 2006. 356 p.
- AITA, C.; BASSO, C. J.; CERETTA, C. A.; GONÇALVES, C. N.; DA ROS, C. O. Plantas de cobertura de solo como fonte de nitrogênio ao milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 157-165, 2001.
- ALTIERE, M. A. **Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa** 1.ed. Rio de Janeiro : AS-PTA, 1989. 240 p.
- ALVES, E. Agricultura itinerante ou moderna na Região Amazônica? **Revista Política Agrícola**, Brasília, v. 17, n. 2, p.3-4, abr./jun. 2008.
- AMADO, T.J.C.; BAYER, C.; ELTZ, F.L.F. & BRUM, A.C.R. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e a melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 25, p. 189-197, 2001.
- ANDERSON, J.P.E; DOMSCH, K.H. A physiological method for the quantitative measurement of microbial biomass in soils. **Soil Biology and Biochemistry**, v.10, p. 215-221, 1978
- ARAÚJO, A. C.; BELTRAO, N. E. de M. ; BRUNO, G. B.; MORAIS, M. S. Cultivares, épocas de plantio e componentes da produção no consórcio de algodão e amendoim. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, v. 10, p. 357-363, 2006.
- ARAÚJO, M. A.; TORMENA, C. A.; SILVA, A. P. Propriedades físicas de um Latossolo Vermelho distrófico cultivado e sob mata nativa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 28, n. 2, p. 337-345, 2004.
- AZEVEDO, D. M. P. de. Consórcio algodão-feijão vigna. I. efeito de modalidades de arranjos de fileiras. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, DF, v. 28, n. 7, p. 813-822, 1993.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J.; MARTIN NETO, L. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p. 599-607, 2000a.
- BRENES, L. Producción orgánica: algunas limitaciones que enfrentam los pequenos produtores. **Manejo integrado de plagas y agroecologia**, Turrialba, n. 70, p. 7-18, 2003.
- BROOKES, P. C. The use of microbial parameters in monitoring soil pollution by heavy metals. **Biology and Fertility of Soils**, Berlin, v. 19, p. 269-279, 1995.

CAMPOS, B. C.; REINERT, D. J.; NICOLODI, R. Estabilidade estrutural de um Latossolo Vermelho-Escuro distrófico após sete anos de rotação de culturas e sistemas de manejo de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 19, p. 121-125, 1995.

CAMPOS, D. C. **Influência da mudança do uso da terra sobre a matéria orgânica no município de São Pedro-SP**. 1998. 83 f. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) – Escola Superior de Agricultura de Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 1998.

CAMPOS, B.C. **Dinâmica do carbono em Latossolo Vermelho sob sistemas de preparo de solo e de culturas**. 2006. 188 f. Tese (Doutorado) Universidade Federal de Santa Maria, Centro de Ciências Rurais, Programa de Pós-graduação em Ciência do Solo, RS, 2006.

CARNEIRO, M. A. C. **Características bioquímicas do solo em duas cronosseqüências de reabilitação em áreas de mineração de bauxita**. 2000. 166 p. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2000.

CARPENEDO, V.; MIELNICZUK, J. Estado de agregação e qualidade de agregados de Latossolo Roxo submetidos a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, p. 99-105, 1990.

CARVALHO, J.L.N. 2006. 95p. **Conversão do Cerrado para fins agrícolas na Amazônia e seus impactos no solo e no ambiente**. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CASTRO, A. C.; JÚNIOR, J. de B. L.; SANTOS, N. de F. A. dos; MONTEIRO, E. M. M.; AVIZ, A. B. de; GARCIA, A. R. Sistema silvipastoril na Amazônia: ferramenta para elevar o desempenho produtivo de búfalos. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 38, n. 8, p. 2395-2402, 2008.

CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Sistemas de culturas e a população microbiana do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 14, n. 2, p. 125-132, 1990.

CONCEIÇÃO, P.C.; AMADO, T.J.C.; MIELNICZUK, J.; SPAGNOLLO, E. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, 29, p. 777-788, 2005.

DA ROS, C. O.; SECCO, D.; FLORIN, J. E.; PETRERE, C.; CADORE, M. A.; PASA, L. Manejo do solo a partir de campo nativo: Efeito sobre a forma e estabilidade da estrutura ao final de cinco anos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, p. 241-247, 1997.

DIAS-JÚNIOR, H. E.; MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O.; SILVA, R. Metais pesados, densidade e atividade microbiana em solo contaminado por rejeitos de

indústria de zinco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, MG, v. 22, n. 4, p. 631-640, 1998.

DORAN, J. W.; COLEMAN, D. C.; BEZDICEK, D. F.; STEWART, B. A. (Eds.). **Defining soil quality for a sustainable environment**. Wisconsin: American Society of Agronomy, 1994.

ESPINDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M; PERIN, A.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, D. L. URQUIAGA, S.; BUSQUET, R. N. B. Bananeiras consorciadas com leguminosas herbáceas perenes utilizadas como coberturas vivas. **Pesquisa agropecuária brasileira**, Brasília, v.41, n.3, p.415-420, mar. 2006.

GARNIER, P.; NEEL, C.; AITA, C.; RECOUS, S.; LAFOLIE, F.; MARY, B. Modelling carbon and nitrogen dynamics in a bare soil with and without straw incorporation. **European Journal Soil Science**, 54, p. 555–568, 2003.

GIANFREDA, L.; BOLLAG, J. M. Influence of natural and anthropogenic factors on enzyme activity in soil. **Soil Biochemistry**, New York, v. 9, p. 123-193, 1996.

GRISI, B. M. Biomassa e atividade de microrganismos do solo: revisão metodológica. **Revista Nordestina de Biologia**, João Pessoa, v. 10, n. 1, p. 1-22, 1995.

HEINRICH, R. et al. Características químicas de solo e rendimento de fitomassa de adubos verdes e de grãos de milho, decorrente do cultivo consorciado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n. 1, p. 71-79, 2005.

HENDRIX, P.F.; HAN, C.R.; GROFFMAN, P.M.; Soil respiration in conventional and no-tillage agroecosystems under different winter cover crop rotations. **Soil & Tillage Research**, 12, p. 135–148, 1998.

ISLAM, K.R.; WEIL, R.R. Land use effects on soil quality in a tropical forest ecosystem of Bangladesh. *Agriculture Ecosystems and Environment*, v.79, p.9-16, 2000.

KUPERMAN, R. G.; CARREIRO, M. M. Soil heavy metal concentrations, microbial biomass and enzyme activities in a contaminated grassland ecosystem. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v. 29, n. 2, p. 179-190, 1997.

LAL, R. Global potential of soil carbon sequestration to mitigate the greenhouse effect. **Critical Review in Plant Science**, Boca Raton, v.22, n.2, p.151-184, 2003.

LA SCALA JR, N.; LOPES, A.; MARQUES JR, J.; PEREIRA, G.T. Carbon dioxide emissions after application of tillage systems for a dark red latossol in southern Brazil. **Soil & Tillage Research**, 62, p. 163-166, 2001.

LEE, K. E. The functional significance of biodiversity in soils. In: WORLD CONGRESS OF SOIL SCIENCE, 15., 1994, Acapulco. **Anais...** Acapulco: International Society of Soil Science, 1994. p. 168-182.

- LIMA, J. G. A.; PENALOZA, A. P. S.; SANTOS, S.; SOUZA, C. A.; VALLS, J. F. M.; Estudos citológicos em espécies de *Arachis*: *Seções Caulorrhizae, Procumbentes, Erectoides, Heteranthae e Arachis*. In: VALLS, J. F. M.; FAVERO, A. P.; PENALOZA, A. P. S.; CUSTORIO, A. R. (Eds.). IV ENCONTRO LATINO-AMERICA DE ESPECIALISTAS EM *Arachis*. Brasília, DF, 2004. **Anais**. Brasília, DF, 2004, p147-150. (Série Documentos 127 – Embrapa recursos genéticos e biotecnologia)
- MIRANDA, E. M. de; SILVA, E. M. R. da; SAGIN JUNIOR, O. J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. **Acta Amazônica**. 2010, vol.40, n.1, pp. 13-22. ISSN 0044-5967.
- MORAES, S.R.G., CAMPOS, V.P., POZZA, E.A., FONTANETTI, A., CARVALHO, G.J. & MAXIMINIANO, C. Influência de leguminosas no controle de fitonematóides em cultivo orgânico de alface americana e repolho. *Fitopatologia Brasileira* 31:188-191. 2006.
- MORGADO, L. B.; RAO, M. R. **Conceitos e métodos experimentais em pesquisas com consorciação de culturas**. Petrolina: Embrapa- CPATSA, 1986, 79 p. (Embrapa- CPATSA Documentos, 43).
- NANNIPIERI, P. Microbial biomass and activity measurements in soil: ecological significance. In: KLUG, M. J.; REDDY, C. A. **Current perspectives in microbial ecology**. Washington: American Society for Microbiology, 1984. p. 515-521.
- NIELSEN, M. N.; WINDING, A. **Microorganisms as indicators of soil health**. 2002. Denmark: National Environmental Research Institute, 2002. p. 47-49. (Technical Report, 388).
- NÓBREGA, J. C. A. 1999. 64 f. **Adição de fosfato e de micorriza, e estabilidade de agregados em amostras de Latossolos cultivados e não cultivados**. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Agronomia, Universidade Federal de Lavras, Lavras.
- PEREIRA, A. J. Produção de biomassa aérea e de sementes de *Crotalaria Juncea* a partir de diferentes arranjos populacionais e épocas do ano. 2004. 68 p. Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.
- PEREZ, K.S.; RAMOS, M.L.G.; McMANUS, C. Carbono da biomassa microbiana em solo cultivado com soja sob diferentes sistemas de manejo nos Cerrados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.39, p.567-573, 2004.
- REICOSKY, D.C.; LINDSTROM, M.J. Fall tillage method: effect on short-term carbon dioxide flux from soil. **Agronomy Journal**, 85, p. 1237-1243, 1993.
- RICCI, M. dos S. F.; ALVES, B. J. R.; MIRANDA, S. C. de; OLIVEIRA, F. F. de. Growth rate nutritional status of an organic coffee cropping system. **Scientia Agricola**, Piracicaba, v. 62, n. 2, p. 138-144, 2005.

SÁ, J.C.M.; CERRI, C.C.; DICK, W.A.; LAL, R.; FILHO, S.P.V.B.; PICCOLO, M.C.; FEIGL, B.E. Organic matter dynamics and carbon sequestration rates for a tillage chronosequence in a Brazilian oxisol. **Soil Science Society of America Journal**, 65, p. 1486–1499, 2001.

SILVA, I. F.; MIELNICZUK, J. Avaliação do estado de agregação do solo afetado pelo uso agrícola. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Campinas, v. 21, 313-319, 1997.

SILVA, E.E.; AZEVEDO, P.H.S. & DE-POLLI, H. **Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO₂)**. Seropédica, Embrapa Agrobiologia, 2007. (Comunicado Técnico, 99)

STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. **Soil and Plant Science**, v.49, p.1-24,1999.

TEIXEIRA, Cícero Monti; ARAUJO, João Batista Silva and CARVALHO, Gabriel José de. Potencial alelopático de plantas de cobertura no controle de picão-preto (*Bidens pilosa* L.). **Ciência Agrotécnica**. 2004, vol.28, n.3, pp. 691-695. ISSN 1413-7054.

VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. da C.; SALES, M. F. L. **Amendoim forrageiro cultivar Belmonte: leguminosa para a diversificação das pastagens e conservação do solo no Acre**. Rio Branco: Embrapa Acre, 2001. 18p. (Embrapa Acre. Circular Técnica, 43)

VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho- Escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 35-42, 2000.

WADT, P.G.S. **Manejo de solos ácidos do estado do Acre**. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2002. 28p.

ANEXOS

Anexo A – Foto tirada do perfil do solo em experimento realizado no sítio Seridó em Rio Branco, AC.



Anexo B – Descrição morfológica e horizontes do solo em experimento realizado em sítio Seridó em Rio Branco, AC.

- A** 0 -17cm, Bruno (10YR 5/3 seca) e Bruno-Acinzentado-Escuro(10YR4/2); Franca-Arenosa; Moderada pequena média blocos subangulares; muitos poros muito pequenos, pequenos médios; solta macia e solta; não plástica não pegajosa; transição plana e abrupta.
- A2** 17 - 36cm, Bruno muito claro acinzentado (10YR 7/4) e Bruno-Amarelado (10YR5/6 úmida) Franca arenosa; moderada pequena a media blocos subangulares; muitos poros pequenos e médios; solta e ligeiramente dura; ligeiramente pegajosa e ligeiramente plástica; transição plana clara.
- AB** 36 - 42cm, Amarelo(8/6,seca) e Bruno Amarelado (10YR 5/8 úmida);Franca argila arenosa; fraca a moderada blocos angulares e subangulares; muitos poros muito pequenos e pequeno; solta ligeiramente dura firme ligeiramente plástica e ligeiramente pegajosa, transição plana e gradual.
- BA** 42 - 51cm, Amarelo(10YR 7/6 seca) e Amarelo- Brunado(10YR 6/8 úmida); Franca Argilosa; Fraca a moderada pequena a media blocos angulares e subangulares; poros comuns muito pequenos e pequenos; solta ligeiramente dura; ligeiramente pegajosa ligeiramente plástica.
- Btf1** 51 - 60cm, Branco (10YR 8/2 seca) e Cinzento claro (10YR 7/2 úmida) com mosqueado Bruno Amarelado (10YR5/6) e Bruno (7,5 YR úmida) ; Argila; fraca e moderada pequena a media blocos angulares; poros poucos e comuns e muito pequenos; firme e ligeiramente dura; pegajosa e ligeiramente plástica; transição plana difusa
- Btf2** 60 –107cm, Branco (10YR 8/2 seca) e Cinzento claro(10YR 7/2 úmida) com mosqueado vermelho (10R 5/8 úmida); Argila; fraca e moderada pequena a média blocos angulares; poros poucos comuns e muito pequenos; firme ligeiramente dura pegajosa e ligeiramente plástica.