



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

**CULTIVO ORGÂNICO DE TARO E IMPACTO DO MANEJO
FITOTÉCNICO NA QUALIDADE DO SOLO NA REGIÃO DE PATY DO
ALFERES**

EDMILSON EVANGELISTA DA SILVA

Sob a Orientação do Professor
Dr. Helvécio De-Polli

e Co-orientação do Professor
Dr. José Guilherme Marinho Guerra

Tese submetida como requisito parcial
para obtenção do grau de **Doutor em
Ciências**, no Curso de Pós-Graduação
em Fitotecnia. Área de concentração
em Agroecologia.

Seropédica, RJ
Março de 2010

631.584098153 Silva, Edmilson Evangelista da, 1981-.
S586c Cultivo Orgânico de Taro e Impacto do
T Manejo Fitotécnico na Qualidade do Solo na
Região de Paty do Alferes / Edmilson
Evangelista da Silva - 2010.
121 f.: il.

Orientador: Helvécio De-Polli.
Tese (doutorado) - Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro, Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia.
Bibliografia: f. 98-114.

1. Agricultura orgânica - Paty do
Alferes (Rio de Janeiro, RJ) - Teses. 2.
Taro - Cultivo - Paty do Alferes (Rio de
Janeiro, RJ) - Teses. 3. Solos irrigados -
Paty do Alferes (Rio de Janeiro, RJ) -
Teses. 4. Irrigação - Paty do Alferes (Rio
de Janeiro, RJ) - Teses. I. De-Polli,
Helvécio, 1947-. II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia. III. Título.

É permitida a cópia parcial ou total desta tese, desde que seja citada a fonte.

**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO
INSTITUTO DE AGRONOMIA
CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA**

EDMILSON EVANGELISTA DA SILVA

Tese submetida como requisito parcial para obtenção do grau de Doutor em Ciências no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de concentração em Agroecologia.

TESE APROVADA EM 15/03/2010



Helvécio De-Polli. Ph.D. Professor do CPGF da UFRRJ/Embrapa Agrobiologia
Orientador



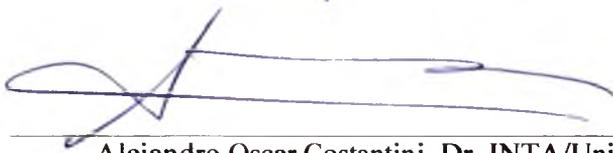
Margarida Goréte Ferreira do Carmo. Ph.D. Professora da UFRRJ



Marc Janssens. Ph.D. Professor da Universität Bonn



Marcio Sampaio Pimentel. Dr. Professor da UNIVASF



Alejandro Oscar Costantini. Dr. INTA/Universidad de Buenos Aires

DEDICATÓRIA

Dedico esta tese a minha amada esposa *Silvana Acosta Rengifo*, que carrega neste momento em seu ventre meu amado filho *Fernando*, e aos próximos filhos e filhas que com certeza virão;

Dedico esta tese as pessoas de bem, que querem que o mundo seja um lugar melhor;

Dedico esta tese aos agricultores familiares que todos os dias, apesar das adversidades, não desistem de praticar o próprio ofício de forma digna e consciente;

Dedico esta tese a *Deus*, por ter criado todas as coisas;

Dedico esta tese a meus pais *Bento Cassimiro da Silva* e *Marlene Evangelista de Paula Silva*, que contribuíram em minha criação como ser humano, me tornando o que sou hoje;

Dedico esta tese a meus queridos cães de estimação *Lily* e *Pingo*, que sempre me dedicaram atenção e foram fiéis nos momentos mais difíceis da jornada.

AGRADECIMENTOS

- Primeiramente a *Deus*, por sempre me abençoar e atender minhas preces;
- A minha amada esposa *Silvana Acosta Rengifo*, por nunca hesitar em me acompanhar nas mais difíceis jornadas, e aos meus familiares, em especial a minha amada mãe *Marlene Evangelista de Paula Silva*, por terem me apoiado o tempo todo de forma incondicional em tudo que acredito;
- A *CAPES* e ao *DAAD* pelo auxílio financeiro para realização dos trabalhos experimentais e pela concessão de bolsa de doutorado no Brasil e Alemanha, e ao *CNPq* e à *FAPERJ* pelo auxílio financeiro;
- A querida *Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro*, juntamente com seus *professores* e *técnicos administrativos*, por propiciarem-me excelente formação em nível de graduação e pós-graduação;
- A o Dr. *Helvécio De-Polli* por ter me acolhido como orientado de forma tão gentil e confiante. Por sua orientação e por sempre acreditar em minhas “loucuras” de estudante, e estar sempre disposto a ajudar no que fosse preciso;
- A *Embrapa Agrobiologia* pelo suporte técnico e financeiro, concessão de laboratórios e pessoal, estrutura de trabalho, financiamentos de visitas de campo e participação em eventos científicos.
- A *PESAGRO-RIO*, em sua estação experimental situada em Avelar-Paty do Alferes, por disponibilizar áreas para condução dos trabalhos experimentais, suporte técnico e imensurável apoio para a realização dos trabalhos experimentais. Aos seus funcionários pela ajuda na condução dos trabalhos experimentais;
- Aos *Produtores* de tomate e pimentão da região de Avelar, por cederem suas áreas de produção para coleta de solo.
- A Dr.^a *Janaina Ribeiro Costa Rouws* pelo auxílio com as análises estatísticas;
- Ao Dr. *José Guilherme M. Guerra*, por ter me aberto às portas do conhecimento científico aplicado, pelos conselhos certos e por ser uma pessoa extremamente humana;
- Aos dois grandes amigos *Maxwell Merçon Tezolin Barros Almeida* e *Pedro Henrique Sabadin de Azevedo*, pelo envolvimento com o trabalho e por estarem sempre dispostos a ajudar quando solicitados;
- Aos professores do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, em especial ao Prof. *Antônio Carlos de Souza Abboud* e do Curso de Pós-Graduação em Ciência do Solo Prof. *Ricardo Luis Louro Berbara*;
- Ao Prof. *Marc Janssens*, por me acolher durante meu período de treinamento na Alemanha,
- A secretaria do *Curso de pós-graduação em Fitotecnia*;
- A coordenadora do Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRRJ, Prof.^a *Margarida Goréte Ferreira do Carmo*, por sempre me apoiar de forma tão gentil e amável;
- Ao Dr. *Marcio Sampaio Pimentel* e Dr. *Marco Antonio de Almeida Leal* e Dr. *Alejandro Oscar Costantini* pela disponibilidade em participar da banca de defesa de tese;
- Aos meus animais de estimação *Lily* e *Pingo*, que foram sempre fiéis e me alegraram nos momentos mais difíceis;
- Aos funcionários da Embrapa Agrobiologia: *Flavio Lages*, *Altiberto Baeta*, *Roberto Andrade*, *Jacinto (in memoriam)* e *Selmo*, e aos vigilantes *Leandro*, *Cleber*, *Eduardo Caporal*, *Robson*, *Alexandre*, *Manoel*, *Johnny* e *Wallace* pela companhia;
- Aos amigos de Embrapa Agrobiologia: *Rodrigo*, *Salomão*, *Joilson*, *Liamara*, *Polidoro*, *Fabiano*, *Priscila*, *Ana Paula*, *Arison*, *Jadson*, *Marcus*, *José Dias*, *Antônio*, *Diego*, *Alice*, *Fábio*, dentre tantos outros;
- A todos que me ajudaram a conduzir com êxito este trabalho de tese.

MUITÍSSIMO OBRIGADO!

En muchos casos la pobreza no es falta de recursos sino expresión de nuestra incapacidad para transformar la realidad en calidad de vida y desarrollo.”

“Lo que uso no es porquería ni basura, es el recurso para salir de la pobreza.”

Ulises Moreno

BIOGRAFIA DO AUTOR

Nascido em 26 de setembro de 1981 na cidade de Alpinópolis - Minas Gerais, filho de Bento Cassimiro da Silva e Marlene Evangelista de Paula Silva, iniciou e concluiu o primeiro grau na Escola Estadual Dona Indá, em Alpinópolis, Minas Gerais. Realizou o curso Técnico em Agropecuária na Escola Agrotécnica Federal de Muzambinho (EAFMZ) - MG, no período de 1997 a 1999, obtendo o título de Técnico em Agropecuária. Ingressou no curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas em fevereiro de 2000 na Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro (UFRRJ), transferindo-se posteriormente em março de 2002 para o curso de Engenharia Agrônoma. Em fevereiro de 2001 foi contemplado com bolsa de Iniciação Científica pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), desenvolvendo suas atividades científicas no Centro Nacional de Pesquisas de Agrobiologia até dezembro de 2003. Em janeiro de 2004 tornou-se bolsista de Iniciação Científica pela Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ), permanecendo até sua formatura pela UFRRJ em 2005.

Cursou o Mestrado em Fitotecnia pela UFRRJ com bolsa concedida pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES), iniciado em março de 2005 e concluído em março de 2006, com a dissertação intitulada "Manejo orgânico da cultura da couve em rotação com o milho, consorciados com leguminosas para adubação verde intercalar em plantio direto".

Em 2007 concluiu o curso de Licenciatura em Ciências Agrícolas pela UFRRJ.

Iniciou o Doutorado em Fitotecnia pela UFRRJ com bolsa concedida pela CAPES de março de 2006 a março de 2008. Em abril de 2008 foi agraciado pelo *Deutscher Akademischer Austauschdienst* (Serviço Alemão de Intercâmbio Acadêmico - DAAD) com bolsa de estudos para realizar parte de seu doutoramento na Universidade de Bonn - Alemanha. Em 15 de março de 2010 concluiu o doutorado no Brasil com a tese intitulada "Cultivo orgânico de taro e impacto do manejo fitotécnico na qualidade do solo na região de Paty do Alferes".

RESUMO GERAL

SILVA, Edmilson Evangelista da. **Cultivo Orgânico de Taro e Impacto do Manejo Fitotécnico na Qualidade do Solo na Região de Paty do Alferes**. 2010. 121 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia, Agroecologia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

O objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da adubação verde e/ou orgânica e do fornecimento hídrico sobre o desenvolvimento e produtividade de taro manejado organicamente, além de avaliar a influência do manejo e cobertura vegetal sobre indicadores de qualidade do solo (IQS), identificando quais os IQS são sensíveis à mudança de manejo na região de Paty do Alferes-RJ. Foram realizados, durante três anos consecutivos em mesma área sob Latossolo Amarelo, cultivos de taro (*Colocasia esculenta*), em esquemas fatoriais distribuídos em blocos ao acaso, sob sistema orgânico de produção. Em 2004 o taro foi plantado em monocultivo ou consorciado com *Crotalaria juncea*, adubado em cobertura com 0 ou 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico. No ano de 2005 o taro foi plantado em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, irrigado a cada 3,5 dias por 30 minutos e a cada 14 dias por 2 horas. Em 2006 o taro foi plantado em monocultivo ou consorciado com *Canavalia ensiformes* (feijão-de-porco), irrigado a cada 3,5 dias por 30 minutos e a cada 14 dias por 2 horas, e adubado em cobertura com 0 e 3 Mg ha⁻¹ com torta de mamona. Foram realizadas coletas de solo da área experimental de taro (CO) e de áreas de Mata Atlântica (M), pastagem degradada (AD) e tomate e pimentão em cultivo convencional (CC), pertencentes à mesma bacia hidrográfica. No cultivo de 2004 o consórcio afetou negativamente a produtividade e número totais e das classes 1 e 2 de rizomas laterais e o número médio de rizomas laterais. A produtividade de rizomas laterais da classe 3 foi beneficiada pelo consórcio, em oposição ao número. Em 2005, para os rizomas laterais, o turno de rega curto aumentou o número e a produtividade totais e da classe 3, peso e número médio, enquanto para os rizomas centrais somente o peso médio. O consórcio com *C. juncea* afetou negativamente o número e produtividade da classe 1 e totais, número médio de rizomas laterais e peso médio de rizomas centrais, mas não a produtividade total de rizomas laterais. No cultivo de 2006 o consórcio com feijão-de-porco reduziu o número e produtividade de rizomas da classe 3, peso médio dos rizomas laterais e centrais; mas em interação com adubação em cobertura com 3,0 Mg ha⁻¹ de torta de mamona elevou o número e produtividade totais e da classe 1. Em 2004 a análise de componentes principais (ACP) foi capaz de separar as áreas estudadas, sendo que as AD's apresentaram elevados valores de qCO₂ e baixos para qMicro-C, em contraposição com a M, que apresentava maiores valores para NL, CL, CT e NT. Foi observada grande similaridade entre o CO e o CC, sendo que ambos possuíam, para a maioria das variáveis, valores médios. O comportamento apresentado em 2005 foi similar ao ocorrido em 2004, com CO apresentando valores médios para todas as variáveis nas três coletas realizadas. A M foi responsável pelos valores mais altos de CT, CL, NT, NL, BMS-C, BMS-N e RBS. No ano de 2006, o CC e CO possuíam valores médios para todas as variáveis. Contudo, CC possuía valores acima da média para CT, CL, NL, NT e BMS-C. Durante os três anos experimentais as variáveis BMS, RBS, qMicro e qCO₂ foram as mais sensíveis a mudanças do ambiente, seguidos por CL, NL, CT e NT que estão mais sujeitas a atividade microbiana, e por último ficaram as variáveis estritamente químicas, como Ca, Mg, P, K, Al e pH. Conclui-se que a adubação em cobertura, o sistema de cultivo e o turno de rega afetam o desenvolvimento e a produtividade, características químicas e biológicas do solo em cultivo de taro. A ACP distinguiu as áreas sob diferentes manejos, não sendo possível identificar um IQS que fosse absoluto.

Palavras-chave: Agricultura orgânica, irrigação, qualidade do solo.

GENERAL ABSTRACT

SILVA, Edmilson Evangelista da. **Organic Cropping of Taro and Phytotechny Management Impacts on the Quality of Soil in Paty do Alferes Region.** 2010. 121 p. Thesis (Doctor of Science in Phytotechny, Agroecology). Institute of Agriculture, Department of Phytotechny, Federal Rural University of Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

The objective of this work was to study the influence of green manure and/or organic manure and the water supply on development and productivity of taro managed organically, and to evaluate the management influence and land use on soil quality indicators (SQI), identifying which SQI is sensitive to management changes in the region of Paty do Alferes-RJ. It was conducted an experiment, in the same area under Latossolo Amarelo, for three consecutive years of taro (*Colocasia esculenta*) cropping in a factorial design set as a randomized complete block, under organic management. In 2004, taro was planted in monoculture or intercropped with *Crotalaria juncea*, cover fertilized with 0 or 4.5 Mg ha⁻¹ of organic compost. In 2005, taro was planted in monoculture or intercropped with *C. juncea*, irrigated every 3.5 days for 30 minutes and every 14 days for 2 hours. In 2006, taro was planted in monoculture or intercropped with *Canavalia ensiformes* (jack bean), irrigated every 3.5 days for 30 minutes and every 14 days for 2 hours, and cover fertilized with 0 and 3.0 Mg ha⁻¹ of castor bean. Soil samples were collected in the experimental area of taro (OC) and in the near by areas of Atlantic Forest (AF), degraded pasture (DA) and tomato and sweet pepper in conventional crop system of commercial farming (CC), in the same watershed. In 2004, the intercropping affected negatively the productivity and total number of classes 1 and 2 and the average number of lateral rhizomes. The productivity of the class 3 was benefited by the intercropping, as opposed to the number. In 2005, for the lateral rhizomes, the short irrigation frequency increased the productivity and total number and for the class 3, weight and number average, while for central rhizomes only the average weight. The intercropping with *C. juncea* negatively affected the number and productivity for the class 1 and total, average number of lateral rhizomes and average weight of central rhizomes, but not the total productivity of lateral rhizomes. In 2006 the intercrop with jack bean reduced the number and productivity of class 3, average weight of lateral and central rhizomes. The interaction between jack bean and topdressing fertilization with 3.0 Mg ha⁻¹ of castor bean increased the number and total productivity and the class 1. In 2004 the principal component analysis (PCA) was able to discriminate the different areas. The DA's had large amounts of qCO₂ and low for qMicro-C, in contrast with AF, that presented the highest values for LN, LC, TC and TN. It was observed high similarity between the OC and CC, with average values for most variables. The behavior presented in 2005 was similar to that in 2004, with OC presenting mean values for all variables in the three collections. The AF was responsible for higher values of TC, LC, TN, LN, SBM-C, SBM-N and SBR. In 2006, the CC and OC had average values for all variables. However, CC had values above the average for TC, LC, LN, TN, and SBM-C. During the three experimental years the variables SBM, SBR, qMicro and qCO₂ were more sensitive to environmental changes, followed by LC, LN, TC and TN that are more dependent to microbial activity, and finally were the chemical variables, such as Ca, Mg, P, K, Al and pH. The conclusion was that the topdressing fertilization, the crop system and the frequency irrigation affect the development and productivity, soil chemical and biological characteristics in taro crop. The PCA distinguished the area under different management. It is not possible to identify an absolute SQI.

Keywords: Organic agriculture, irrigation, soil quality.

RESUMEN GENERAL

SILVA, Edmilson Evangelista da. **Cultivo Orgánico de Taro y Impacto del Manejo Fitotécnico en la Calidad del Suelo de la Región de Paty do Alferes**. 2010. 121 p. Tesis (Doctorado en Fitotecnia, Agroecología). Instituto de Agronomía, Departamento de Fitotecnia, Universidad Federal Rural de Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2010.

El objetivo del presente trabajo fue estudiar la influencia de la fertilización verde y/o orgánica y de la disponibilidad hídrica sobre el desarrollo y productividad del taro manejado orgánicamente; además de evaluar la influencia del manejo y cobertura vegetal sobre indicadores de calidad del suelo (IQS), identificando cuales de ellos son sensibles a los cambios de manejo en la región de Paty do Alferes-RJ. Fueron realizados, durante tres años consecutivos en misma área bajo Latossolo Amarelo, cultivos de taro (*Colocasia esculenta*), en esquemas factoriales distribuidos en bloques al azar, en sistema orgánico de producción. En 2004 el taro fue cultivado en monocultivo o asociado con *Crotalaria juncea*, fertilizado en cobertura con 0 ó 4,5 Mg ha⁻¹ de compuesto orgánico. En el año de 2005 el taro fue cultivado en monocultivo o asociado con *C. juncea*, irrigado cada 3,5 días por 30 minutos o cada 14 días por 2 horas. En el 2006 el taro fue cultivado en monocultivo o asociado con *Canavalia ensiformes*, irrigado cada 3,5 días por 30 minutos o cada 14 días por 2 horas, y fertilizado en cobertura con 0 ó 3,0 Mg ha⁻¹ de subproducto de la prensa de ricinos. Fueron realizadas colectas de suelo del área experimental de taro (CO) y de áreas de Mata Atlántica (M), pastura degradada (AD) y tomate y pimiento en cultivo convencional (CC), pertenecientes a la misma cuenca hidrográfica. En el cultivo de taro de 2004 la asociación afectó negativamente la productividad y número totales, de las clases 1 y 2 de rizomas laterales y el número medio de rizomas laterales. La productividad de rizomas laterales de la clase 3 fue beneficiada por la asociación, en oposición al número. En el cultivo de taro en 2005, para los rizomas laterales el intervalo de riego corto aumentó el número y productividad totales y de la clase 3, peso, y número medio, mientras que para los rizomas centrales solamente el peso medio. La asociación con *C. juncea* afectó negativamente el número y productividad de la clase 1 y totales, número medio de rizomas laterales y peso medio de rizomas centrales, pero no la productividad total de rizomas laterales. En el cultivo de 2006 la asociación con *Canavalia ensiformes* redujo el número y productividad de rizomas de la clase 3, peso medio de los rizomas laterales y centrales; pero en interacción con la fertilización en cobertura con 3,0 Mg ha⁻¹ elevó el número y productividad totales y de la clase 1. En 2004 el análisis de componentes principales (ACP) fue capaz de separar las áreas estudiadas, siendo que las AD presentaron elevados valores de qCO₂ y bajos para qMicro-C, en contraposición con la M, que presentaba mayores valores para NL, CL, CT y NT. Fue observada gran semejanza entre el CO y el CC, siendo que ambos poseían, para la mayoría de las variables, valores medios. El comportamiento presentado en 2005 fue similar al de 2004, con CO presentando valores medios para todas las variables en las tres cosechas realizadas. La M fue responsable por los valores más elevados de CT, CL, NT, NL, BMS-C, BMS-N y RBS. En el año de 2006, el CC y CO poseían valores medios para todas las variables. Sin embargo, CC poseía valores por encima de la media para CT, CL, NL, NT y BMS-C. Durante los tres años experimentales las variables BMS, RBS, qMicro y qCO₂ fueron las más sensibles a los cambios del ambiente, seguidas por CL, NL, CT y NT que fueron más dependientes de la actividad microbiana; y por último las variables estrictamente químicas, como Ca, Mg, P, K, Al y pH. Por lo tanto, no fue posible identificar un IQS que fuera absoluto en la distinción de las áreas.

Palabras-clave: Agricultura orgánica, irrigación, calidad del suelo.

ÍNDICE DE TABELAS

REVISÃO DE LITERATURA

Tabela 1: Valores nutricionais das folhas, rizomas laterais e centrais de taro descascado e cozido em vapor.....	6
---	---

CAPÍTULO I

Tabela I-1: Análise química do solo realizada no início do cultivo de taro (Paty do Alferes-RJ, 2004).....	21
Tabela I-2: Valores médios e análise de variância para número e produtividade totais e das classes 1 e 2 de rizomas laterais e centrais de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas doses de adubação com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).....	31
Tabela I-3: Desdobramento da interação dupla de análise estatística para o número e produtividade de rizomas laterais da classe três de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas doses de adubação com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).....	32
Tabela I-4: Teores de nutrientes encontrados em rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo ou consorciados com <i>C. juncea</i> , sob duas doses de adubação em cobertura com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).....	32
Tabela I-5: Teores de nutrientes encontrados em rizomas centrais de plantas de taro em monocultivo ou consorciados com <i>C. juncea</i> , sob duas doses de adubação em cobertura com composto, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).....	33
Tabela I-6: Análise dos componentes químicos e biológicos do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 255 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas doses de adubação em cobertura com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).....	35
Tabela I-7: Matriz de correlação das propriedades químicas e biológicas do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, em plantio de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas doses de composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).....	35

CAPÍTULO II

Tabela II-1: Percentagem de fixação biológica de nitrogênio (FBN), biomassa área seca e conteúdo de nutrientes totais encontrados em <i>C. juncea</i> consorciada com taro, sob duas diferentes frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	44
Tabela II-2: Teores de nutrientes encontrados em <i>C. juncea</i> consorciada com taro, sob duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção. (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	45
Tabela II-3: Valores médios e análise de variância do número e produtividade total e por classes de rizomas laterais e centrais de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	49
Tabela II-4: Teores de nutrientes encontrados em rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com <i>C. juncea</i> , sob duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	50

Tabela II-5: Teores de nutrientes encontrados em rizomas centrais de plantas de taro e monocultivo ou consorciadas com <i>C. juncea</i> , sob duas freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	51
Tabela II-6: Análise das frações químicas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 135, 165 e 195 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas diferentes freqüências de irrigação em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	53
Tabela II-7: Análise das frações microbianas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 135, 165 e 195 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas diferentes freqüências de irrigação em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	53
Tabela II-8: Análise das frações microbianas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 135, 165 e 195 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas diferentes freqüências de irrigação em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	54
Tabela II-9: Matriz de correlação das propriedades químicas e biológicas do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, em plantio de taro em monocultivo ou consorciado com <i>C. juncea</i> , sob duas diferentes freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).....	54

CAPÍTULO III

Tabela III-1: Percentagem de fixação biológica de nitrogênio (FBN), biomassa área seca e conteúdo de nutrientes totais encontrados na palhada de feijão-de-porco consorciado com taro, submetidas a duas freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).....	63
Tabela III-2: Teores de nutrientes encontrados na palhada de feijão-de-porco consorciado com plantas de taro e submetidas a duas freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção.....	63
Tabela III-3: Número de rizomas laterais para as classes 2 e 3, produtividade dos rizomas laterais para as classes 2 e 3, produtividade do rizoma central e peso médio dos rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo e consorciadas com feijão-de-porco, submetidas a duas freqüências de irrigação e adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).....	67
Tabela III-4: Desdobramento da interação tripla para número e produtividade de rizomas laterais de taro da classe 1 e totais, em monocultivo ou consorciados com feijão-de-porco, submetidos a duas freqüências de irrigação e adubados com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007). ...	68
Tabela III-5: Teores de nutrientes encontrados em rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).....	69
Tabela III-6: Teores de nutrientes encontrados em rizomas centrais de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).....	69
Tabela III-7: Análise das frações químicas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 100, 160, 190 e 220 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).....	71

Tabela III-8: Análise das frações microbianas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 100, 160, 190 e 220 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).	71
Tabela III-9: Análise das frações microbianas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 100, 160, 190 e 220 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).	72
Tabela III-10: Matriz de correlação das propriedades químicas e biológicas do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, em plantio de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).	72

CAPÍTULO IV

Tabela IV-1: Análise química do solo realizada no início do cultivo de taro (Paty do Alferes-RJ, 2004).	79
Tabela IV-2: Análise e classe textural sob os diferentes sistemas produtivos avaliados na região de Paty do Alferes/RJ.	80
Tabela IV-3: Explicação de correlação (%) obtida até o 3º eixo para as variáveis analisadas.	83
Tabela IV-4: Conjunto das variáveis do solo, em valores médios, utilizados para a realização da ACP para o primeiro ano experimental (Paty do Alferes-RJ, 2004).	87
Tabela IV-5: Número médio de indivíduos da macrofauna do solo por m ² capturados e utilizados para realização da ACP para o primeiro ano experimental (Paty do Alferes-RJ, 2004).	87
Tabela IV-6: Conjunto das variáveis do solo, em valores médios, utilizados para a realização da ACP para o segundo ano experimental (Paty do Alferes-RJ, 2006).	89
Tabela IV-7: Conjunto das variáveis do solo, em valores médios, utilizados para a realização da ACP para o terceiro ano experimental (Paty do Alferes/RJ, 2007). (continua).	93

ANEXOS

Tabela A-1: Teor de nutrientes dos adubos orgânicos utilizados nos experimentos (Paty do Alferes-RJ).	118
--	-----

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO I

- Figura I-1:** Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2004 a maio de 2005. Fonte: Pesagro/EEA, 2007. 20
- Figura I-2:** Área foliar de plantas de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* (A), sob duas doses de adubação orgânica em cobertura (B) aos 165, 195 e 225 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2005). 29
- Figura I-3:** Altura de plantas de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* (A), sob duas doses de adubação orgânica em cobertura (B) aos 165, 195 e 225 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2005). 29

CAPÍTULO II

- Figura II-1:** Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2005 a maio de 2006. Fonte: Pesagro/EEA, 2007. 41
- Figura II-2:** Disposição do experimento no campo e vista do sistema de irrigação utilizado (Paty do Alferes-RJ, 2006). 42
- Figura II-3:** Área foliar de plantas de taro (A) em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* e (B) sob duas frequências de irrigação aos 135, 165 e 195 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2006). 46
- Figura II-4:** Altura de plantas de taro (A) em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* e (B) sob duas frequências de irrigação aos 135, 165 e 195 dias após o planto de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2006). 46

CAPÍTULO III

- Figura III-1:** Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2006 a maio de 2007. Fonte: Pesagro/EEA, 2007. 60
- Figura III-2:** Disposição do experimento no campo e vista do sistema de irrigação utilizado (Paty do Alferes-RJ, 2006). 61
- Figura III-3:** Altura e área foliar de plantas de taro submetidas a duas doses de adubação em cobertura com torta de mamona, aos 160, 190 e 220 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2007). 64
- Figura III-4:** Altura e área foliar de plantas de taro submetidas a diferentes frequências de irrigação, aos 160, 190 e 220 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2007). 65
- Figura III-5:** Altura e área foliar de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com feijão-de-porco, aos 160, 190 e 220 dias após o planto de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2007). 65

CAPÍTULO IV

- Figura IV-1:** Processo de sucessão em cultivos de hortaliças na região de Paty do Alferes/RJ. 78
- Figura IV-2:** Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2004 a maio de 2007. Fonte: Pesagro/EEA, 2007. 81

Figura IV-3: Análise de componentes principais de atributos microbianos e químicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo (Paty do Alferes-RJ, 2004). Onde: CO = cultivo orgânico, CC = cultivo convencional, AD = área degradada e M = mata.....	84
Figura IV-4: Análise de componentes principais da fauna edáfica em sob CC e M (Paty do Alferes-RJ, 2004). Onde: CO = cultivo orgânico e M = mata.	86
Figura IV-5: Análise de componentes principais de atributos microbianos e químicos do solo sob CO e M, em três coletas realizadas aos 135 (A), 165 (B) e 195 DAP (C) (Paty do Alferes-RJ, 2005).	88
Figura IV-6: Análise de componentes principais de atributos microbianos e químicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo, em quatro coletas realizadas aos 100 (A), 160 (B), 190 (C) e 220 DAP (D) (Paty do Alferes-RJ, 2007).....	91

ANEXOS

Figura A-1: Equipe de trabalho da estação experimental da Pesagro-Rio em Avelar (Paty do Alferes-RJ). Fonte: Helvécio De-Polli.	118
Figura A-2: Foto aérea da estação experimental da Pesagro-Rio e localização da área experimental (Paty do Alferes-RJ). Fonte: Google Maps.	118
Figura A-3: Visão geral da área experimental no momento da semeadura do taro (A), aspecto da leguminosa (<i>C. juncea</i>) em consórcio com taro instantes antes do corte no ano de 2004 (B) e 2005 (C), e no momento do corte do feijão-de-porco em 2006 (D). Fonte: o autor.	119
Figura A-4: Áreas de produtores de tomate (A) e pimentão (B) em sistema convencional de cultivo, área de pastagem degradada (C) e sob mata secundária (D) (Paty do Alferes-RJ). Fonte: o autor.	119
Figura A-5: Corte de <i>C. juncea</i> aos 165 DAP (A), disposição da leguminosa na base das plantas de taro (B), aspecto da palhada de <i>C. juncea</i> aos 255 DAP (90 dias após o corte da leguminosa) (C) e divisão entre as classes de taro (D) (Paty do Alferes-RJ). Fonte: o autor.	120
Figura A-6: Linha temporal, apresentando todo o manejo e coletas realizadas, para os cultivos de taro nos anos de 2004 a 2007.	121

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	1
2 REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1 A CULTURA DO TARO	3
2.1.1 Origem e Distribuição Geográfica	3
2.1.2 Usos	3
2.1.3 Crescimento e Desenvolvimento	3
2.1.4 Propagação e Plantio	4
2.1.5 Manejo	4
2.1.6 Colheita	4
2.1.7 Exigências Edafoclimáticas	5
2.1.8 Armazenamento na Pós-colheita	5
2.1.9 Valor Nutricional	5
2.1.10 Recursos Genéticos	6
2.1.11 Botânica	7
2.1.12 Diversidade e potencial genético	7
2.1.13 Situação mundial e nacional	8
2.2 ADUBAÇÃO VERDE	8
2.3 ADUBAÇÃO ORGÂNICA	9
2.4 INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO (IQS)	9
2.5 INDICADORES QUÍMICOS	10
2.5.1 Macronutrientes	10
2.5.2 Frações orgânicas do carbono e nitrogênio do solo	10
2.6 INDICADORES BIOLÓGICOS	11
2.6.1 Biomassa microbiana do solo (BMS)	11
2.6.2 Respiração basal do solo (RBS)	11
2.6.3 Quociente metabólico do solo (qCO_2)	12
2.6.4 Quociente microbiano do solo ($qMicro$)	12
2.6.5 "Pool" de carbono e nitrogênio por fumigação-extração com clorofórmio	13
2.6.6 Macrofauna do solo	13
2.7 IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO TARO	14
2.8 USO DE MÉTODOS MULTIVARIADOS	14
2.9 A REGIÃO DE PATY DO ALFERES	15
CAPITULO I - ADUBAÇÃO VERDE EM CONSÓRCIO E ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM COBERTURA NA CULTURA DO TARO	16
RESUMO	17
ABSTRACT	18
1 INTRODUÇÃO	19
2 MATERIAL E MÉTODOS	20
2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental	20
2.2 Delineamento Experimental	20
2.3 Parâmetros Fitotécnicos Avaliados	21
2.4 Análise do Tecido Vegetal da Cultura Principal e Consórcio	22
2.5 Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)	22
2.6 Avaliação dos Atributos Biológicos do Solo	22
2.6.1 Preparo dos extratos fumigados e não-fumigados	23
2.6.2 Determinação do BMS-C	23
2.6.3 Determinação do BMS-N	23

2.6.4 Determinação da RBS	24
2.6.5 Determinação do qCO ₂	24
2.6.6 Determinação do qMicro-C	24
2.6.7 Determinação do qMicro-N	25
2.6.8 Determinação do BMS-C plus	25
2.6.9 Determinação do BMS-N plus	25
2.6.10 Determinação do qMicro-C plus	25
2.6.11 Determinação do qMicro-N plus	25
2.7 Avaliação dos Atributos Químicos do Solo	25
2.7.1 Determinação do CT	25
2.7.2 Determinação do NT	25
2.7.3 Determinação do CL	25
2.7.4 Determinação do NL	26
2.8 Análises Estatísticas	26
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
3.1 Produção de Biomassa do Consórcio	27
3.2 Desenvolvimento das Plantas de Taro	27
3.3 Produtividade de Taro	29
3.4 Análise Nutricional dos Rizomas Laterais e Centrais de Taro	32
3.5 Análises químicas e biológicas do solo	34
4 CONCLUSÕES	36

CAPITULO II - ADUBAÇÃO VERDE EM CONSÓRCIO E FORNECIMENTO HÍDRICO NA CULTURA DO TARO

RESUMO	38
ABSTRACT	39
1 INTRODUÇÃO	40
2 MATERIAL E MÉTODOS	41
2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental	41
2.2 Delineamento Experimental	41
2.3 Controle da irrigação por aspersão	42
2.4 Parâmetros Fitotécnicos Avaliados	42
2.5 Análise do Tecido Vegetal da Cultura Principal e Consórcio	42
2.6 Fixação Biológica de Nitrogênio	42
2.7 Avaliação dos Atributos Biológicos do Solo	42
2.8 Avaliação dos Atributos Químicos do Solo	42
2.9 Análises Estatísticas	43
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	44
3.1 Produção de Biomassa do Consórcio	44
3.2 Desenvolvimento da Plantas de Taro	45
3.3 Produtividade das Plantas de Taro	46
3.4 Análise Nutricional dos Rizomas Laterais e Centrais de Taro	50
3.5 Análises químicas e biológicas do solo	51
4 CONCLUSÕES	55

CAPITULO III - ADUBAÇÃO VERDE E ORGÂNICA EM COBERTURA E FORNECIMENTO HÍDRICO NA CULTURA DO TARO.....

RESUMO	57
ABSTRACT	58
1 INTRODUÇÃO	59

2 MATERIAL E MÉTODOS	60
2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental	60
2.2 Delineamento Experimental	60
2.3 Controle da irrigação por aspersão	61
2.4 Parâmetros Fitotécnicos Avaliados	61
2.5 Análise do Tecido Vegetal da Cultura Principal e Consórcio	61
2.6 Fixação Biológica de Nitrogênio	61
2.7 Avaliação dos Atributos Biológicos do Solo	62
2.8 Avaliação dos Atributos Químicos do Solo	62
2.9 Análises Estatísticas	62
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	63
3.1 Produção de Biomassa do Consórcio	63
3.2 Desenvolvimento da Plantas de Taro	63
3.3 Produtividade das Plantas de Taro	65
3.4 Análise Nutricional dos Rizomas Laterais e Centrais de Taro	68
3.5 Análises químicas e biológicas do solo	70
4 CONCLUSÕES	73
CAPITULO IV – INDICADORES DE QUALIDADE DE SOLO EM ÁREAS SOB DIFERENTES MANEJOS NA REGIÃO DE PATY DO ALFERES-RJ	74
RESUMO	75
ABSTRACT	76
1 INTRODUÇÃO	77
2 MATERIAL E MÉTODOS	78
2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental	78
2.2 Caracterização das Áreas e Épocas de Amostragem	78
2.3 Avaliação da Macrofauna Edáfica	81
2.4 Avaliação dos Indicadores Microbiológicos	81
2.5 Avaliação dos Indicadores Químicos	81
2.6 Avaliação dos Atributos Físicos do Solo	81
2.7 Relações Entre Variáveis	82
2.8 Análises Estatísticas	82
3 RESULTADO E DISCUSSÃO	83
4 CONCLUSÕES	95
CONCLUSÕES FINAIS	96
CONSIDERAÇÕES FINAIS	97
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98
TRABALHOS PUBLICADOS DA TESE	115
ANEXOS	117

I INTRODUÇÃO GERAL

"Um dos maiores desafios para a agricultura nesta década será o de desenvolver sistemas agrícolas que possam produzir alimentos e fibras em quantidade e qualidade suficientes, sem afetar adversamente os recursos do solo e o meio ambiente", já declarava Anson R. Bertand (MIYASAKA et al., 1983).

Durante a última metade do século XX, a agricultura tem sido muito bem sucedida, atendendo uma demanda crescente de alimentos. Esse impulso na produção de alimentos deveu-se, principalmente, a avanços científicos e inovações tecnológicas, incluindo o desenvolvimento de novas variedades de plantas, uso de fertilizantes, agroquímicos e irrigação.

Apesar de seu sucesso, os sistemas de produção agrícola estão por minar a própria fundação sobre a qual foram constituídos. As técnicas, inovações, práticas e políticas que permitiram aumentos na produtividade também estão, por outro lado, e muitas vezes, consumindo de forma desenfreada os recursos naturais. Tais práticas consomem e degradaram excessivamente os recursos dos quais a agricultura depende - o solo, as reservas de água e a diversidade genética natural, além de criarem dependência de combustíveis fósseis não renováveis; contribuindo para a retirada da possibilidade de cultivar alimentos das mãos de pequenos produtores e agricultores familiares (GLIESSMAN, 2001).

Dentro deste contexto, algumas linhas de pesquisa da Agroecologia vêm buscando modos de conceber agroecossistemas sustentáveis, aplicando práticas conservacionistas, que visam o equilíbrio e a melhoria das condições químicas, físicas e biológicas do solo e do meio ambiente, nos quais estes agroecossistemas são concebidos, tais como a adubação verde, a adubação orgânica, a rotação de culturas, o plantio direto, o consórcio, o cultivo em faixas e em nível, o aumento da biodiversidade, o uso de plantas companheiras, o controle biológico, a ciclagem de nutrientes, dentre outras (ALTIERI, 1989).

Dentre estas práticas, a adubação verde merece especial destaque. Ela consiste no plantio de espécies nativas ou introduzidas, cultivadas em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico, de forma a contribuir para a cobertura do solo e fornecimento de nutrientes, através da incorporação dos resíduos orgânicos ao solo (COSTA, 1993). É uma prática secular que perdeu importância e ficou restrita aos sistemas descapitalizados (TIAN et al., 1992), com a modernização e intensificação da atividade agrícola. Entretanto, está sendo resgatada na tentativa de minimizar os impactos negativos da agricultura sobre o ambiente (DORAN e PARKIN, 1994).

De acordo com De-Polli et al. (1996) e Espindola et al. (1997), esta prática agrícola permite, de maneira geral, uma melhoria das características químicas, físicas e biológicas do solo, além de conferir ao agricultor certa autonomia em relação à disponibilidade de matéria orgânica (GUERRA et al., 2003). Os efeitos sobre as propriedades físicas estão relacionadas principalmente a proteção contra erosão hídrica, microclima e manutenção da estrutura do solo. Segundo Igue (1984) a adubação verde aumenta a estabilidade de agregados estáveis em água, capacidade de retenção e infiltração de água e as trocas de gases no solo.

Em relação às características químicas, pode-se dizer que a adubação verde está relacionada às mudanças decorrentes da decomposição dos resíduos vegetais, com acúmulo de matéria orgânica e nutrientes na superfície do solo. A liberação de CO₂ e ácidos orgânicos durante a decomposição do adubo verde favorecem a solubilização dos minerais no solo, alterando o pH (liberação ou consumo de prótons durante a decomposição dos resíduos vegetais) através da formação de ácidos orgânicos e das interações com a fração mineral do solo (YAN et al., 1996) contribuindo conseqüentemente, para diminuição dos efeitos tóxicos do alumínio (KRETZSCHMAR et al., 1991) e manganês (CALEGARI, 1998). Segundo Pockne e Sumner (1997) o conteúdo de cátions e nitrogênio do tecido vegetal determinam a

capacidade de alguns adubos verdes e forragens em elevar pH do solo. Entretanto, ainda existem muitas dúvidas relacionadas a estes adubos verdes em sua dinâmica no solo, como se dá sua transformação e como as culturas respondem as suas transformações.

Atualmente o cultivo de hortaliças possui caráter intensivo de exploração, com práticas de cultivo algumas vezes inadequadas, predispondo o solo a consideráveis perdas de matéria orgânica e nutrientes. A intensa mecanização e a alta exigência em nutrientes das hortaliças, em intervalos de tempo relativamente curtos, além do uso intensivo de agrotóxicos, contribuem para rápida degradação da fertilidade química, física e biológica do solo. Novas práticas vêm sendo desenvolvidas com o intuito de se adequar às normas de produção de gêneros orgânicos, entretanto, a maioria dos trabalhos buscam somente índices produtivos e poucos procuram entender as transformações que ocorrem no solo em sistemas orgânicos, e suas relações com a produtividade das culturas.

A relevância de tal tema torna importante o estudo de variáveis relacionadas ao manejo do solo, visando à redução dos impactos causados pela agricultura convencional. Neste sentido, o estudo de culturas como a cultura do taro, em sistema de produção orgânico, aliado ao entendimento da dinâmica da matéria orgânica do solo sob manejo orgânico e convencional, torna-se uma estratégia interessante para amenizar os impactos decorrentes de práticas inadequadas de cultivo na região produtora de hortaliças de Paty do Alferes.

O taro é uma planta de considerável valor nutricional, o teor de amido comparável ao de outras amiláceas, como a mandioca, faz do taro matéria prima para a agroindústria e para produção de farinha e álcool, o que já ocorre na China (VILPOUX, 2001), além das diversas formas de consumo natural popularmente utilizadas. O taro é ainda uma cultura de subsistência para muitos povos, apesar de haver regiões nas quais é conduzida em larga escala. Dentre as raízes amiláceas tropicais, o taro é considerado como uma espécie que carece de pesquisa, sendo necessária a priorização de pesquisa, em temas como a adubação verde, cobertura morta e o controle alternativo de ervas espontâneas, que ainda necessitavam de aprofundamento (NOLASCO, 1994). O relatório da Rede de Agroecologia do Estado do Rio de Janeiro (2º semestre de 1999) destacou a necessidade da realização de experiências para geração de tecnologia apropriada e de programas de pesquisa participativa em comunidades-pólo, como, por exemplo, Córrego de Santo Antônio, município de Bom Jardim, onde a cultura do taro é muito expressiva, porém predominantemente conduzida com o uso de herbicidas e de fertilizantes sintéticos, práticas não recomendadas para sistemas de produção orgânica, limitando, assim, a oferta do produto ao mercado consumidor de alimentos orgânicos, que se encontra em ascensão no Estado do Rio de Janeiro. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar a influência da adubação verde e/ou orgânica e do fornecimento hídrico sobre o desenvolvimento e produtividade de taro manejado organicamente, e avaliar a influência do manejo e cobertura vegetal sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo, buscando entender como estes fatores interferem no comportamento de indicadores de qualidade do solo, identificando quais os indicadores são os mais sensíveis à mudança de manejo na região de Paty do Alferes-RJ.

2.1 A CULTURA DO TARO

2.1.1 Origem e Distribuição Geográfica

O taro (*Colocasia esculenta*), também conhecido como inhame em algumas partes do Brasil, ocorre de forma selvagem na Ásia tropical se estendendo até o leste da Nova Guiné e norte da Austrália. Acredita-se que o Taro foi domesticado no norte da Índia e Nova Guiné antes mesmo do arroz. Foi disseminado para China, Arábia e o leste do Egito a cerca de 2000 anos atrás (CEAGESP, 2002), se tornando a cultura mais importante economicamente e culturalmente. De lá o taro foi levado pelos árabes para a África Ocidental. Da Espanha foi levado para o Novo Mundo e pode ter sido novamente introduzido na África Ocidental advindo da América tropical (PLUCKNETT, 1983; PUIATTI, 2001). Atualmente o taro é cultivado em muitas partes dos trópicos e subtropicais. Na África, a importância do taro como base alimentar foi perdida para taioba (*Xanthosoma sagittifolium* (L.) Schott). Acredita-se que alguns clones de taro existentes no Brasil teriam vindo do continente Africano, trazidos por escravos, e da Ásia por imigrantes asiáticos (PUIATTI, 2001).

2.1.2 Usos

Depois de descascado o taro pode ser preparado cozido, frito ou assado como acompanhamento de pratos principais. Também pode ser usado na preparação de sopas, bebidas, biscoitos, pães e pudins. Em diferentes povos e culturas são atribuídos usos medicinais a esta cultura. As folhas e talos das folhas contêm uma substância irritante (oxalato de cálcio) que causa feridas na boca e garganta, sendo seu efeito reduzido após o cozimento (ABOUBAKAR et al., 2008; CATHERWOOD et al., 2007).

São poucos os usos medicinais do taro. No Gabão as raspas do rizoma são aplicadas como cataplasma para tratar picadas de cobra e reumatismo. Na República da Maurícia as folhas jovens de taro são comidas para tratar hipertensão arterial, problemas de fígado e eczema. Em Madagascar os rizomas são usados para tratar feridas e úlceras. Ainda no Gabão as folhas de taro juntamente com as folhas de *Tephrosia* sp. são usadas para tratar envenenamento por peixe (CHUN, 1994; ABBOTT, 1992).

2.1.3 Crescimento e Desenvolvimento

De maneira geral, o crescimento inicial do taro é lento, somente atingindo o seu máximo entre o quarto e o sexto mês de ciclo. Essa fase é marcada pelo aumento da área foliar, do número de folhas e do porte das plantas. Na fase seguinte, as plantas apresentam-se com novas folhas cada vez menores e com reduzida taxa de crescimento, iniciando seu declínio posteriormente, ficando os talos das folhas cada vez mais curtos e a lâmina foliar menor. Durante o período de cultivo há renovação contínua de folhas. A formação dos rizomas laterais ocorre dos 90 aos 120 dias após o plantio do taro (GONDIM, 2006; OLIVEIRA, 2004).

O ponto de colheita ou maturação caracteriza-se por um pequeno número de folhas, na maioria amareladas e com pecíolos curtos. Esse ponto de maturação é precocemente atingido se as condições climáticas forem adversas ao final do ciclo (temperatura, luminosidade e umidade baixa) sendo, assim, de fácil percepção no campo (FILGUEIRA, 2000). Em terrenos inundados, o ciclo se prolonga e o ponto de maturação é mais dificilmente reconhecido; o período de colheita torna-se reduzido, pois a rebrota é iniciada logo em seguida (ZARATE, 1990; SOARES, 1991).

São pouco conhecidos os fatores climáticos que induzem ao florescimento das plantas de taro. Em programas de hibridação e melhoramento genética da cultura, o método mais

utilizado é a indução de florescimento por meio da aplicação de ácido giberélico (FILGUEIRA, 2000).

2.1.4 Propagação e Plantio

A hortalíça é geralmente plantada no início da estação chuvosa. As folhas e raízes iniciam o desenvolvimento duas semanas depois e os rizomas depois de aproximadamente dois meses quando em sequeiro e três a cinco meses em sistema inundado. O taro é propagado vegetativamente, sendo algumas vezes difícil manter material propagativo em condições saudáveis durante a estação seca ou períodos de seca. Puiatti et al. (2003) em experimento conduzido com taro chinês, descreve três tipos de materiais que podem ser usados para propagação: rizomas laterais de diferentes pesos, rizomas centrais inteiros ou partes destes. Neste trabalho o autor constatou que em situações onde o rizoma central não é comercializado, o mesmo pode ser usado com resultados semelhantes ao uso de rizomas laterais. O material a ser plantado deve ser colocado a uma profundidade de 5 a 8 cm, o que facilita a colheita, entretanto nas Filipinas é comum o plantio a 30 cm de profundidade. A distância entre linhas pode variar de 50 a 120 cm e entre plantas de 30 a 50 cm (ONWUEME, 1999).

2.1.5 Manejo

Em muitas áreas produtoras, principalmente em cultivos de sequeiro, o taro é frequentemente consorciado com outros vegetais. Em Gana, por exemplo, taro é consorciado com cana-de-açúcar e às vezes com milho. No Havai é cultivado seguidamente por vários anos em campos inundados. Depois de alguns anos os campos são drenados e cultivados com tomate, pepino ou pimenta. No Brasil, nas áreas de cultivo de sequeiro, é comum o consórcio com milho e feijão.

Para o adequado desenvolvimento do taro, o mesmo requer boa fertilidade e razoável conteúdo de matéria orgânica. O taro inundado requer maiores quantidades de fertilizante por possuir produtividade superior ao cultivado em sequeiro. A cultura é bastante exigente em potássio, com níveis de adubação para produtividade máxima de 60 Mg ha⁻¹, de 400 kg ha⁻¹ de K (PUIATTI et al., 1992). Em sistemas de cultivo convencionais se recomenda adubações com doses de 40 a 80 kg ha⁻¹ de N, 15 a 30 kg de ha⁻¹ P e 50 a 100 de kg ha⁻¹ de K. Em sistemas orgânicos de produção Oliveira et al. (2008) obteve ganhos satisfatórios com o uso de cama-de-aviário, conseguindo produtividade máxima de 30 Mg ha⁻¹ de rizomas laterais de taro.

Considerando que a água é um fator limitante no rendimento, em situações com disponibilidade de água abundante, é aconselhado o uso de menores espaçamentos. O taro é sensível à competição com plantas espontâneas, sendo necessário o seu controle até o início da senescência foliar, principalmente em cultivos de sequeiro (USDA, 2009).

2.1.6 Colheita

A colheita das folhas pode começar dois meses depois de plantio, ou seja, quando a planta possuiu aproximadamente seis folhas, colhendo-se folhas ainda imbricadas ou recém expandidas. A colheita intensiva de folhas pode reduzir a produção de rizomas em tamanho e número. A maturidade fenológica das plantas, ou ponto de colheita, é constatada pelo amarelecimento e redução da área foliar e número de folhas (ONWUEME, 1999). A colheita de rizomas é realizada com oito a dez meses depois do plantio para taro em sequeiro e nove a doze meses para taro em sistema inundado. Rendimentos de rizomas são muito variáveis, estando em torno de 5 a 6 Mg ha⁻¹ em nível mundial (FAO, 2009), podendo chegar em condições de fertilidade do solo razoável a 12 Mg ha⁻¹ (ONWUEME, 1999), com rendimentos extraordinários na faixa de 35,7 a 71,4 Mg ha⁻¹, em período de cultivo de 9 a 12 meses, sob

cultivo inundado no Havá (ZARATE et al., 2003) e no Brasil em torno de 40 Mg ha⁻¹, cultivado de 8 a 10 meses, em cultivos de sequeiro (SILVA et al., 2007).

2.1.7 Exigências Edafoclimáticas

A cultura do taro se adapta bem desde o nível do mar até 1500 metros acima do nível do mar (JIMÉNEZ, 1988), requerendo altos regimes de chuva (1800-2500 mm) bem distribuídos durante o ano, sendo característica da cultura o amarelecimento e murchamento das folhas quando submetidas a estresse hídrico.

As temperaturas ideais estão acima dos 20°C, sendo a ótima entre 25 e 30°C. Temperaturas inferiores a 18°C reduzem o crescimento e ocorre interrupção da fotossíntese (MONTALDO, 1991). O melhor desenvolvimento do taro é alcançado com períodos de 11 a 12 horas de luz. A luz tem influência sobre alguns aspectos morfológicos como o número de folhas e rizomas, assim como a altura das plantas. As plantas estão adaptadas a alta umidade relativa do ar.

As plantas se adaptado bem a solos profundos, férteis, com níveis de matéria orgânica de aproximadamente 4-5% e em solos bem drenados. Não é recomendável o plantio em solos com alto conteúdo de argila ou areia. O pH ótimo esta entre 5,5-6,5, podendo-se adaptar a faixas que variam de 4,5-7,5 (JIMÉNEZ, 1988). Também se pode desenvolver em terrenos úmidos como as margens de rios, canais de irrigação ou drenagem, onde outros cultivos não são capazes de se estabelecer. O cultivo geralmente apresenta problemas em solos pesados e mal drenados, assim como solos rochosos e pedregosos, já que em tais condições ocorre deformação dos rizomas e dificulta a colheita. Os solos muito pesados dificultam a emergência das plantas e o desenvolvimento dos rizomas (MONTALDO, 1991).

O ciclo da cultura pode ser alterado, sendo aumentado com a aplicação de fertilizantes nitrogenados e o fornecimento de água, o que proporcionará em ambos os casos a brotação dos rizomas laterais formados durante o ciclo. O taro é tolerante ao sombreamento, sendo ideal para uso em consórcio com outras culturas econômicas ou para fins de adubação verde. Em condições inundadas o nível de água não deve ultrapassar a lâmina de 5 a 8 cm. Alguns cultivares são tolerantes a salinidade (FILGUEIRA, 2000), podendo ser usado como alternativa em áreas afetadas por sais.

2.1.8 Armazenamento na Pós-colheita

As folhas podem ser armazenadas somente por alguns dias. Rizomas podem ser armazenados sob condições ambientais por até 6 semanas, desde que não haja qualquer injúria nos mesmos. Para evitar problemas de pós-colheita, é recomendável a colheita quando a lavoura já estiver no final do seu desenvolvimento vegetativo. O armazenamento também pode ser feito por períodos mais prolongados, com material seco fatiado, ou na forma de farinha (ONWUEME, 1999).

2.1.9 Valor Nutricional

O taro é um dos alimentos mais nutritivos de fácil digestão (LOY et al., 1992). Os rizomas laterais de taro são ricos em carboidratos na forma de amido e possuem baixo teor de gordura e proteína, semelhante a muitas outras culturas de raiz. O amido 98,8% digestível, o que é atribuído a sua fina granulometria, que é um décimo da granulometria do amido da batata, tornando-se ideal para pessoas com dificuldades digestivas. O rizoma é uma excelente fonte de potássio (possui níveis superiores ao da banana), carboidratos, energia e fibras. Quando consumido regularmente, os rizomas de taro são boa fonte de cálcio e ferro. As folhas de taro são excelentes fontes de carotenóides e pró-vitamina A, cálcio, fibras, vitaminas C e B2 (riboflavina), além de conterem vitamina B1 (tiamina) (SUNELL e ARDITTI, 1983). Em alguns locais o taro é considerado venenoso, pois apresenta, como em outras plantas da

família, componente acre que pode ser eliminado facilmente com cozimento ou simples fervura. Na Tabela 1 são apresentados os valores nutricionais de taro.

Tabela 1: Valores nutricionais das folhas, rizomas laterais e centrais de taro descascado e cozido em vapor.

Componente	Unidade	Folhas	Rizomas laterais	Rizomas centrais
		(montantes por 100 g)		
Água	g	92,15	95,3	63,8
Energia	kcal	24	14	142
Proteína	g	2,72	0,73	0,52
Lipídeos totais	g	0,41	0,08	0,11
Carboidratos	g	4,02	3,2	34,6
Fibras	g	2	- ¹	5,1
Minerais				
Cálcio	mg	86	14	18
Ferro	mg	1,18	0,41	0,72
Magnésio	mg	20	8	30
Fósforo	mg	27	26	76
Potássio	mg	460	344	484
Sódio	mg	2	2	15
Zinco	mg	0,21	0,54	0,27
Cobre	mg	0,14	0,094	0,201
Manganês	mg	0,371	0,13	0,449
Selênio	mg	0,9	1	0,9
Vitaminas				
Vitamina C	mg	35,5	18,9	5
Tiamina	mg	0,139	0,038	0,107
Riboflavina	mg	0,38	0,053	0,028
Niacina	mg	1,267	0,81	0,51
Ácido pantotênico	mg	0,044	0,076	0,336
Vitamina B6	mg	0,072	0,122	0,331
Ácido fólico	mg	48	3	19
Vitamina B12	mg	0	0	0
Vitamina A	IU	4338	51	84

Fonte: *USDA National Nutrient Database for Standard Reference* adaptado (USDA, 2009).

¹Não determinado.

2.1.10 Recursos Genéticos

O pouco conhecimento da fenologia do taro tem restringido o melhoramento genético da cultura e avaliação dos clones existentes. Todavia, a exploração intensiva de taro nos recentes anos tem demandado cultivares mais produtivos. A hibridação artificial é a principal fonte de variação nos programas de melhoramento tradicional. Entretanto, em taro os principais fatores que limitam a clássica hibridação intra-específica são as irregularidades do florescimento e as anormalidades de estruturas florais, que se intensificam com a aplicação de indutores de florescimento (IVANCIC, 1995).

Os maiores bancos genéticos são encontrados no Sudeste da Ásia e Nova Guiné. São mantidas coleções de germoplasma em vários institutos na Ásia, Pacífico e África Ocidental, ocorrendo perda mínima de diversidade genética. A maior coleção genética se encontra na "Bubia Agricultural Research Station", em Bubia, Nova Guiné. A descoberta de métodos de

indução floral em taro facilitou muito os cruzamentos, criando variedades resistentes a doenças e pragas (IVANCIC e LEBOT, 2000).

2.1.11 Botânica

A descrição dos ancestrais de *Colocasia* é um pouco confusa. Linnæus fez a primeira descrição do taro em 1753, com duas espécies *Arum colocasia* e *Arum esculentum* (HILL, 1939). Schott, em 1832, estabeleceu o gênero colocasia e Linnæus descreveu as espécies *Colocasia antiquorum* e *Colocasia esculenta*. Mais tarde, em 1856, Schott reconsiderou a classificação e usou apenas uma espécie, *Colocasia antiquorum*, que era polimórfica, reduzindo a espécie *Colocasia esculenta*, a uma variedade botânica da *C. antiquorum* (HILL, 1939).

Hill (1939), em acordo com as Regras Internacionais das Nomenclaturas Botânicas, apontou que havia duas variedades distintas:

- Plantas com 28 cromossomos, que possuem grande capacidade de acúmulos de açúcares, e que geralmente estariam crescendo sob condições de disponibilidade de água, principalmente em locais de chuvas frequentes, produzindo rizomas secundários maiores e comestíveis. Essas plantas diplóides seriam da espécie *Colocasia esculenta* variedade *esculenta*.

- Plantas com 48 cromossomos, que possuem pequena capacidade de acúmulos de açúcares, e que geralmente estariam crescendo sob condições de enxarcamento, principalmente em locais alagados, produzindo rizomas secundários diferenciados e não comestíveis, principalmente em função da alta acridade. Essas plantas triploídes seriam da espécie *Colocasia esculenta* variedade *antiquorum*.

Todos os aspectos de classificação, descrição e denominação de população são muito variados, sendo difícil se chegar a definições satisfatórias a todas as correntes que estudam a espécie, mas de maneira geral as literaturas consultadas usam a seguinte classificação (HEREDIA et al., 1983; SERVISS et al., 2000):

Classe: Monocotiledôneas

Série: Spatifloraceae

Ordem: Spadiciflorae

Família: Araceae

Tribo: Colocasiadeae

Sub-tribo: Colocasieae

Gênero: *Colocasia*

Espécie: *Colocasia esculenta* (L.) Schott

Variedades botânicas: *Esculenta*,

Aqualitis,

Globulifera,

Nymphaeifolia,

Antiquorum,

Fontanesii,

Illustris,

Euchlora,

Acris,

Rupicola,

Stolonifera,

Typical,

2.1.12 Diversidade e potencial genético

A família Aráceas é representada em todo o mundo por 105 gêneros e 3.200 espécies. Diversas variedades de *Colocasia* estão sendo cultivadas comercialmente para a produção de

rizomas, tanto como fonte de alimento, como para propágulos de geração de plantas para uso ornamental. Essas variedades possuem mais de 300 formas ou linhagens que vivem em ambiente primitivo sobre a base de diferenciação vegetativa (SERVISS et al., 2000).

2.1.13 Situação mundial e nacional

No ano de 2003 a área plantada com taro no mundo foi de 1.556.000 hectares, com produção de 9.2 milhões de Mg e produtividade de 5,73 Mg ha⁻¹, sendo que os maiores produtores, em milhões de toneladas, são: Nigéria (4), Gana (1,8), China (1,6), Camarões (1,1), Costa do Marfim (0,4) e Papua Nova Guiné (0,3) (FAO, 2009). No Brasil não se dispõe de dados precisos, mas estima-se que no ano de 1998, o país possuía uma tímida produção de rizomas de taro de aproximadamente 225.000 Mg (CAMARGO FILHO et al., 2001). Rio de Janeiro, Minas Gerais e Espírito Santo possuem produções de 29,3; 22,1 e 18,4 mil Mg de rizomas, respectivamente, sendo, portanto os maiores estados produtores dessa hortaliça (CARMO, 2002).

2.2 ADUBAÇÃO VERDE

A adubação verde consiste em uma prática utilizada comumente em agricultura orgânica, por meio da adição de biomassa vegetal, seja ela produzida localmente ou importada de outras áreas, através de rotação de cultivos, pré-cultivos ou por meio de consórcios (GUERRA et al., 2003). Basicamente qualquer planta pode ser usada como adubo verde. Contudo, as plantas das famílias Leguminosae e Gramineae são mais utilizadas para tais fins. As plantas da família Leguminosae, que além de propiciarem as mesmas vantagens de plantas de outras famílias botânicas, atualmente tem o seu uso mais difundido por promoverem a fixação biológica do nitrogênio atmosférico (DAROLT e SKORA NETO, 2009; EMBRAPA, 2009; FRANCO e SOUTO, 1997), e porque o seu sistema radicular é mais profundo e ramificados que das gramíneas, melhorando a estrutura do solo e a reciclagem de nutrientes; além de sua biomassa ser mais rica em teores de nutrientes do que a biomassa das gramíneas (ANDRADE et al., 2004). A vantagem de uma planta em possuir associações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio, traz grandes benefícios aos agricultores, pois reduz substancialmente o uso de fertilizantes nitrogenados, que podem representar até 20 % da receita de determinados cultivos comerciais (HASS et al., 1995; KÖPKE, 1997).

Muitos trabalhos têm sido desenvolvidos com leguminosas. Alguns têm se baseado no uso de plantas em consórcio e outros em pré-cultivo. Ambas possuem vantagens e desvantagens, que dependeram da forma em que será manejado o sistema (ESPINDOLA et al., 2005). A forma, arranjo e disposição das leguminosas frente às culturas possuem um nível de combinações praticamente ilimitado, dependendo somente da criatividade e dos recursos disponíveis para sua realização. O número e a plasticidade de espécies proporcionam ótima oportunidade para realização dos mais diversos arranjos produtivos e distintos manejos.

Em trabalhos envolvendo pré-cultivos de leguminosas, podemos citar o uso desta técnica com sucesso, por Pereira (2007); Oliveira et al. (2005); Vitoi (2002); Oliveira (2001). Tais autores verificaram que a prática de pré-cultivo não só incrementava a produtividade, como também os produtos possuíam melhor aspecto visual, e conseqüentemente eram mais atrativos. De forma análoga, outros autores utilizando cultivos consorciados com leguminosas (SILVA, 2006; CEZAR et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2008) também constataram efeitos positivos nesta forma de manejo, discursando sobre efeitos positivos não somente no aumento da produtividade das culturas, como também na redução do ataque de pragas e injúrias provocadas por fatores ambientais, ou até mesmo melhorias nas condições de trabalho pela formação de microclima local.

Outros trabalhos mais recentes como de Almeida et al. (2008) procura introduzir uma nova linha de manejo com o uso destas leguminosas, visando o máximo aproveitamento das diversas qualidades positivas por elas apresentadas. O estudo baseia-se na produção e

estocagem de biomassa de leguminosas na forma de pó ou peletizada. Tal processo proporciona a aplicação de quantidades exatas de fertilizante às culturas, maximizando o seu aproveitamento e reduzindo perdas de nitrogênio por lixiviação ou desnitrificação.

2.3 ADUBAÇÃO ORGÂNICA

A prática de adubação orgânica realizada pelo homem remonta de épocas imemoráveis (BARBARA, 1975). Tal prática caiu em desuso quando foi descoberto que poder-se-ia usar elementos simples em quantidades balanceadas para suprir nutricionalmente as plantas. Com o passar do tempo e o uso de novos métodos de investigação, muitos cientistas concluíram que os fertilizantes orgânicos exercem três funções de grande importância e praticamente indispensáveis para o equilíbrio dos solos: atuam na nutrição das plantas, proporcionando nutrientes as mesmas; são corretivos, atuando como tampões e melhoram o solo, funcionando como condicionadores.

Os fertilizantes orgânicos possuem baixa concentração de nutrientes, sendo necessário usá-los em maiores quantidades. Por outro lado, contém nitrogênio, cálcio, fósforo, potássio, magnésio e enxofre, além dos micronutrientes boro, cloro, cobre, ferro, manganês, molibdênio e zinco (BAYER e MIELNICZUK, 1999).

As fontes de fertilizantes orgânicos são as mais variadas possíveis, variando entre resíduos vegetais e animais. Dentre os resíduos animais destacam-se os esterco de aves, bovinos e suínos, podendo até mesmo ser utilizados restos de animais abatidos, como ossos (para obtenção de farinha de ossos), sangue, penas e outros (AAO, 1998), sendo que o uso deve ser seguido conforme as regras estabelecidas pelo MAPA (2008). Dentre os resíduos vegetais, os mais comumente usados são a torta de mamona e os compostos vegetais, que por muitas vezes são acrescidos de esterco no processo de compostagem (LEAL, 2006).

Vários autores têm ressaltado os benefícios da aplicação de fertilizantes orgânicos em diferentes sistemas de cultivos, dentre eles destacam-se Silva (2006) em cultivo orgânico de couve; Silva et al. (2007) e Oliveira et al. (2008) em cultivo orgânico de taro; Almeida et al. (2008) cultivando alface.

2.4 INDICADORES DE QUALIDADE DO SOLO (IQS)

A expressão “qualidade do solo” continua sendo bastante questionada por cientistas da área das ciências agrárias, contudo, uma das melhores definições e a atualmente mais aceita sobre o conceito foi a proposta por Doran e Parkin (1994), que define a qualidade do solo como sendo a capacidade em manter a produtividade biológica, a qualidade ambiental e a vida vegetal e animal saudável na face da terra. A SSSA (1995) relaciona a qualidade de solo como a sua capacidade em desempenhar funções que interferem na produtividade de plantas, animais e no ambiente, podendo mudar com o passar do tempo em decorrência de eventos naturais ou uso humano. Mesmo apresentando diferentes conceitos, fica evidente que os indicadores que comprovaram a qualidade de solo devem ter sua escolha condicionada a aplicabilidade em áreas distintas, independentemente da diversidade de situações que prevaleçam, sendo facilmente quantificados e seus efeitos de fácil interpretação, viabilizando a aplicação por agricultores e técnicos no campo (LIEBIG e DORAN, 1999).

Para ser considerado um indicador de qualidade do solo útil, o mesmo deve ser sensível às variações do manejo, bem correlacionado com as funções desempenhadas pelo solo, capaz de elucidar os processos do ecossistema, compreensível e útil para o agricultor e, de mensuração fácil e barata. Preferencialmente, devem ser mensurados a campo ou em condições que reflitam a real função que desempenham no ecossistema (DORAN e PARKIN, 1994).

2.5 INDICADORES QUÍMICOS

2.5.1 Macronutrientes

Os macronutrientes passaram a ser atribuídos como IQS por refletirem o nível de fertilidade e serem facilmente adquiridos, estando disponíveis em análises químicas de solo. Alguns autores destacam a sua sensibilidade na identificação de diferentes sistemas de manejo, como por exemplo Hernani et al., (1999) avaliando diferentes sistemas de manejo de solo e as perdas de nutrientes, perceberam que o plantio direto foi um sistema mais eficaz no controle da erosão do que o convencional, que perdeu seis vezes e meio mais potássio, seis vezes mais fósforo e matéria orgânica, cinco vezes mais cálcio e quatro vezes mais magnésio. Garay et al., (2003) comparando alguns atributos entre o cultivo de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis* observaram que solo sob floresta primária apresentava teores de carbono e nutrientes do solo maiores do que em ambos os cultivos, mesmo após sete anos de cultivo. Santos et al., (2001) observaram aumentos dos teores de C orgânico total, CTC, K e Mg, principalmente, na camada superficial do solo, em sistemas que utilizavam gramíneas e leguminosas para recuperação de áreas degradadas. Sidiras e Pavan (1985) observaram que pH, CTC, Ca, Mg, K, Al e P foram bons IQS na observação de solos sob plantio direto e convencional, o mesmo sendo observado por Souza e Alves (2003).

2.5.2 Frações orgânicas do carbono e nitrogênio do solo

Muitos autores enfatizam cada vez mais o uso de frações do carbono e do nitrogênio do solo como indicadores de mudanças decorrentes de distintos manejos adotados. Fernandes et al. (1999) realizando trabalho onde se verificava o conteúdo e as frações de carbono e nitrogênio orgânico do solo, sob plantio de *Brachiaria decumbens* ou em cerrado original, constataram redução no conteúdo do carbono total e de suas frações (ácido húmico, fúlvico e humina) após a implantação da pastagem. Em trabalho também utilizando frações do carbono para verificar o efeito da aplicação de composto urbano em Latossolo Vermelho-Amarelo e Argissolo Vermelho-Amarelo, Canellas et al. (2001) verificou alterações na distribuição das frações humificadas da matéria orgânica; com diminuição da relação AH/AF, e, como consequência, da qualidade do húmus.

O carbono e nitrogênio total do solo podem ser usados como indicadores de qualidade de manejo do solo. Entretanto, as frações que os compõem por muitas vezes podem se apresentar mais sensíveis as mudanças que ocorrem no ambiente do solo. Borreto et al. (2008) em estudo que buscava localizar diferenças em usos agrícolas dados a um solo de mata, constataram que não havia diferença entre os conteúdos de carbono e nitrogênio total do solo, mas que no local onde foi introduzido pastagem, a percentagem de C humificado e nas frações de ácidos fúlvicos e humina foi maior. Galvão et al. (2005) objetivando analisar as inter-relações de usos do solo, as posições no relevo e suas texturas com indicadores de qualidade do solo, verificaram poucas diferenças entre a quantidade de N total e N amino, não tendo este último sensibilidade para diferenciar os diferentes usos da terra, relevo e granulometria.

Em outro trabalho desenvolvido por Assis et al. (2006) que tinha por objetivo avaliar as mudanças ocorridas nas formas de C e N, em agregados de um Latossolo Vermelho, submetido a diferentes sistemas de uso e manejo, verificaram que os maiores teores de substâncias húmicas estavam associados aos agregados maiores, e que a matéria orgânica menos humificada estava associada com os agregados menores.

2.6 INDICADORES BIOLÓGICOS

2.6.1 Biomassa microbiana do solo (BMS)

Dentre os indicadores de qualidade do solo merecem destaque aqueles que possuem um caráter biológico ou que estão diretamente relacionados a estes. As mudanças no ambiente onde as espécies animais e vegetais estão inseridas afetam diretamente o ciclo de vida das populações como sua reprodução, longevidade, hábitos alimentares e de vida (RAVEN et al., 2001). A BMS é constituída pela parte viva da matéria orgânica do solo, excluídas as raízes e organismos maiores do que $5 \times 10^3 \mu\text{m}^3$, contendo, em média de 2 a 5% do carbono orgânico e 1 a 5% do nitrogênio total do solo (CERRI et al., 1992; DE-POLLI e GUERRA, 1999). Em termos práticos, a BMS atua como agente de transformação da matéria orgânica, na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (MARCHIORI JÚNIOR e MELO, 1999).

Em trabalho realizado por Monteiro e Gama-Rodrigues (2004) avaliando a influência da qualidade nutricional e orgânica sobre a atividade C e N da biomassa microbiana em diferentes estruturas da serrapilheira de mata atlântica, os autores destacaram que os grupos formados por folhas apresentavam uma biomassa microbiana mais eficiente na imobilização de C e N. Moreira e Malavolta (2004) estudando as alterações na atividade da biomassa microbiana como um indicador da dinâmica de C e N em solo submetido à sucessão de cobertura vegetal e de manejo na Amazônia Ocidental, constataram que a sucessão floresta primária-pastagem-cupuaçuzaal promoveu diminuição significativa da matéria orgânica do solo e do C da biomassa microbiana, ao passo que na sucessão floresta primária-cupuaçuzaal promoveu somente a diminuição do C da biomassa microbiana.

Perez et al. (2004) visando quantificar o carbono da biomassa microbiana do solo, cultivado com soja em diferentes sistemas de manejo, realizado em semeadura direta, com uma gradagem, subsolagem e duas gradagens, realizadas num Latossolo Vermelho-Amarelo, encontrou valores para o carbono da biomassa microbiana do solo significativamente superiores para subsolagem no início do cultivo e menores valores para o carbono total, contudo não houve correlação entre o carbono da biomassa microbiana e os nutrientes do solo na subsolagem. Em trabalho semelhante realizado por Perez et al. (2005), os autores comentam que o nitrogênio da biomassa microbiana em solo não perturbado, apresentou maiores valores se comparado com os solos em diferentes manejos, e que houve correlação positiva entre os nutrientes e o nitrogênio microbiano nos diferentes manejos e solo de cerrado sob vegetação nativa.

Em trabalho recente visando avaliar diferenças no sistema de cultivo convencional e orgânico de frutas no estado do Piauí, Sampaio et al. (2008), concluíram que a adoção do sistema orgânico de produção aumentou a atividade microbiana e o conteúdo de carbono orgânico do solo. Pimentel et al. (2006) estudando a influência das estações climáticas em cultivos de café consorciado ou não com *Crotalaria juncea* e em área sob pastagem e floresta, verificaram que o verão estimulou a liberação de CO_2 tornando a biomassa microbiana menos eficiente (maior $q\text{CO}_2$).

2.6.2 Respiração basal do solo (RBS)

A RBS é definida como a soma de todas as funções metabólicas nas quais CO_2 é produzido (SILVA et al., 2007a). Sua medição é considerada uma estimativa indireta da velocidade de decomposição da matéria orgânica ou de algum material adicionado ao solo (ALEF, 1995; SEVERINO et al., 2004). Dentro desta linha de pensamento, vários autores têm tentado entender como ocorrem tais fenômenos. Dentre eles, Sampaio et al. (2008) verificou maior valor de respiração basal do solo em sistemas orgânico de produção de frutas quando comparado a convencionais. Pimentel et al. (2006) observaram que nas estações verão e primavera, houve aumento da respiração basal do solo em sistemas de café consorciado ou não com leguminosas para adubação verde. Avaliando a influência de quatro sistemas de uso

do solo sobre a RBS e induzida pelo substrato, Kummer et al. (2008) comenta que a adição de resíduos de milho e de cana-de-açúcar elevaram a RBS, com resultados mais expressivos com milho. Silva et al. (2007d) avaliando os efeitos de culturas de cobertura e dos sistemas plantio direto (PD), convencional (PC) e áreas sob mata nativa, verificaram efeitos significativos das culturas de cobertura, manejo do solo e épocas de amostragem sobre a RBS do solo.

Assim, pode-se inferir que a taxa de CO_2 da RBS é indicadora da dinâmica da ciclagem dos nutrientes no ecossistema. A RBS, também denominada carbono prontamente mineralizável é um dos métodos mais tradicionalmente utilizados para avaliar a atividade metabólica da população microbiana do solo. A RBS reflete tanto a atividade de microrganismos aeróbios quanto anaeróbios e depende do estado fisiológico da célula, pois é influenciada por diversos fatores do solo, tais como umidade, temperatura e disponibilidade de nutrientes (ALEF, 1995).

2.6.3 Quociente metabólico do solo ($q\text{CO}_2$)

As combinações das medidas das biomassas microbianas e respirações do solo fornecem a quantidade de CO_2 evoluída por unidade de biomassa, denominada quociente metabólico ou respiratório ($q\text{CO}_2$). O $q\text{CO}_2$ indica a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono disponível para biossíntese, sendo sensível indicador para estimar a atividade biológica e a qualidade do substrato (SAVIOZZI et al., 2002). Conforme Tótola e Chaer (2002) o $q\text{CO}_2$ prediz que, à medida que determinada biomassa se torna mais eficiente na utilização dos recursos do ecossistema, menos carbono é perdido como CO_2 pela respiração e maior proporção de carbono é incorporada aos tecidos microbianos. Estes autores afirmam que, em geral, baixo $q\text{CO}_2$ indica economia na utilização de energia, refletindo um ambiente mais estável e mais próximo do seu equilíbrio. Maiores valores de $q\text{CO}_2$ indicam que a população microbiana está consumindo mais carbono oxidável para sua manutenção. De acordo com Anderson e Domsch (1993) quocientes metabólicos elevados são um indicativo de comunidades microbianas em estágios iniciais de desenvolvimento, com maior proporção de microrganismos ativos em relação aos inativos, ou seja, um indicativo de populações microbianas sob algum tipo de estresse metabólico. Pimentel et al. (2006) observaram que no verão e primavera, houve um aumento substancial na evolução $q\text{CO}_2$. Monteiro e Gama-Rodrigues (2004) comentam que o $q\text{CO}_2$ foi um indicador de condições de estresse. Moreira e Malavolta (2004) verificaram em floresta primária que o $q\text{CO}_2$ era menor se comparado a pastagem de *Brachiaria humidicola* e cupuaçuza. Contudo Stenberg (1999) recomenda que nenhuma variável microbiológica seja empregada, na avaliação de impactos no solo, individualmente, já que dificilmente irá quantificar e refletir todos os aspectos relacionados à qualidade do solo. Assim, um número mínimo de indicadores deve ser selecionado.

2.6.4 Quociente microbiano do solo ($q\text{Micro}$)

O $q\text{Micro}$ refere-se à relação entre o carbono ou nitrogênio da biomassa microbiana e o carbono orgânico ou nitrogênio total do solo, e é um índice bastante utilizado para fornecer indicações sobre a dinâmica da matéria orgânica, expressando a eficiência da biomassa microbiana em utilizar o carbono orgânico ou nitrogênio do solo. Este índice pode variar de acordo com o pH, sistemas de preparo do solo, quantidade e qualidade do aporte de carbono e tem suporte na teoria de Odum (1988) sobre a estratégia de desenvolvimento do ecossistema segundo a qual a relação respiração:biomassa diminui com o tempo ou com a sucessão do ecossistema. Maior $q\text{Micro}$ representa maior ciclagem de nutrientes e, portanto, menor acúmulo de carbono; enquanto que menor $q\text{Micro}$ representa menor ciclagem de nutrientes e, conseqüentemente, maior acúmulo de carbono. Além disso, os maiores valores da proporção indicam a maior conversão do carbono orgânico do solo em carbono da biomassa microbiana, de acordo com Marchiori Júnior e Melo (2000). Quando a BMS-C está sob algum fator de estresse, a capacidade de utilização do carbono é diminuída, reduzindo assim, a relação

qMicro. Em condições estressantes para os microrganismos, a capacidade de utilização do carbono é menor, conduzindo ao decréscimo do qMicro. Já com adição de matéria orgânica de qualidade ou com o término de uma situação de estresse, ocorre um incremento na BMS-C, assim como no qMicro, ainda que os teores de carbono permaneçam inalterados.

No fluxo energético de um ecossistema terrestre, grande parte da energia captada e transformada em energia química é liberada pela atividade metabólica das plantas. Uma fração dessa energia liberada provém da energia respiratória das raízes das plantas. Pelo menos 50 % do CO₂ emanado do solo têm origem na respiração das raízes. O restante provém das atividades da microflora e microfauna do solo e dos pequenos invertebrados que atuam também na degradação da matéria orgânica. A respiração edáfica parece indicar melhor outra característica do ecossistema também ligada à sua produtividade primária. Há uma relação linear e positiva entre o CO₂ emanado do solo e a imobilização de minerais, ou seja, com o aumento da atividade metabólica dos microrganismos do solo, há uma correspondente fixação dos minerais pelos microrganismos, após terem sido eliminados da matéria orgânica em decomposição. Além disso, a diminuição da respiração dos microrganismos do solo indica uma correspondente mineralização, ou seja, os minerais anteriormente imobilizados são liberados; isto ocorre principalmente após a morte dos microrganismos (BARETTA et al., 2005).

2.6.5 “Pool” de carbono e nitrogênio por fumigação-extração com clorofórmio

O termo “plus” foi inicialmente proposto por De-Polli et al. (2007), referindo-se ao extrato fumigado obtido da determinação da BMS-C pelo método de fumigação-extração com clorofórmio, proposto por Jenkinson e Powlson (1976), que engloba não somente os conteúdos de carbono microbiano, como também outras frações lábeis de carbono do solo. Dentre as vantagens do método estão sua robustez e a eliminação de problemas relacionados a valores negativos de BMS-C. Franzluebbers et al. (1999) afirmam que a fumigação-incubação com clorofórmio e o cálculo sem subtração do controle deve ser considerado como um método mais robusto para determinação da BMS em ampla gama de condições ambientais. De maneira análoga Almeida (2007) observou valores estatisticamente semelhantes ao CL, CT, RBS, qCO₂ BMS-N e NT, evidenciando a representatividade e robustez do método, para a avaliação do manejo da matéria orgânica do solo. De-Polli et al. (2007) verificaram alta correlação entre os valores BMS-C plus e os valores da BMS-C, atestando o potencial de ambos os métodos como indicadores da qualidade do solo, e apontando como vantagem do método BMS-C plus, em relação aos métodos tradicionais, a economia de reagentes, tempo e mão-de-obra, pelo primeiro não incluir amostras não-fumigadas, possibilitando o aumento no número de amostras. Por outro lado, algumas controvérsias têm sido encontradas na literatura em relação ao cálculo do BMS-C sem a subtração do não-fumigado (HORWATH e PAUL, 1994), em oposição aos métodos originais que requerem essa subtração.

Da mesma forma que a BMS-C plus pode ser usada concomitantemente com a BMS-C, outras variáveis de solo poderiam também seguir o mesmo raciocínio, como a BMS-N, qMicro-C, qMicro-N e qCO₂, gerando novas variáveis como a BMS-N plus, qMicro-C plus, qMicro-N plus e qCO₂ plus, ampliando a possibilidade de interpretação dos resultados obtidos.

2.6.6 Macrofauna do solo

Em estudos sobre indicadores de qualidade do solo, organismos invertebrados de solo como minhocas, térmitas e protozoários, têm seu uso cada vez mais difundido, apresentando menor ou maior sensibilidade às mudanças do ambiente (PIMENTEL et al., 2006), demonstrando o estado da qualidade do solo ante as ações antrópicas (TURCO e BLUME, 1999). Esses organismos, de certa forma, são fáceis de serem avaliados, pois os métodos de avaliação são baseados na identificação e contagem dos indivíduos.

A fauna do solo pode ser dividida em micro, meso e macrofauna, sendo que a macrofauna inclui os organismos invertebrados maiores que 10 mm de comprimento (LAVELLE e SPAIN, 2001) e/ou maior que 2 mm de diâmetro corporal (SWIFT et al., 1979) atuantes no conjunto serrapilheira-solo. Alguns organismos da macrofauna, principalmente os térmitas, as formigas e as minhocas são denominados “engenheiros do ecossistema”, pois suas atividades levam à criação de estruturas biogênicas (galerias, ninhos, câmaras e bolotas fecais), que modificam as propriedades físicas dos solos onde vivem, bem como disponibilizam recursos para outros organismos (WOLTERS, 2000). Por meio de suas ações mecânicas no solo, a macrofauna contribui na formação de agregados estáveis, que podem proteger parte da matéria orgânica de uma mineralização rápida e que constituem, também, uma reserva de nutrientes potencialmente disponíveis para as plantas (DECAENS et al., 2003; LAVELLE e SPAIN, 2001).

Lima et al. (2007) comenta que a macrofauna do solo em estudo comparando sistemas convencionais e orgânico foi o melhor indicador para a distinção destes dois sistemas de produção.

2.7 IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO TARO

A prática de irrigação na cultura do taro tem sido pouco abordada no meio científico. A cultura, por ser tolerante a ambientes encharcados, geralmente é plantada em várzeas e margens alagadas de rios e canais de drenagem ou irrigação, onde outras culturas geralmente não sobreviveriam, pelo elevado nível de umidade do solo, sendo, portanto adotado na maioria das regiões produtoras o sistema de irrigação por inundação. O uso de outros métodos de irrigação, como aspersão, gotejamento e sulcos, não estão presentes na cultura, já que o cultivo de taro está ligado a cultivos para subsistência, em propriedades familiares e com baixo uso de recursos. Contudo, tal situação vem mudando, e a cultura de taro vem adquirindo importância econômica e sendo plantado em maior escala, o que viabilizaria o uso de tais tecnologias.

2.8 USO DE MÉTODOS MULTIVARIADOS

A constante geração de dados em níveis muitas vezes maçais, pela alta capacidade de obtenção de informações de acontecimentos e fenômenos, tem dificultado muitas vezes a realização de análises e uma visão mais holística do ambiente. Contudo, um dos principais problemas encontrados por pesquisadores em seus trabalhos de pesquisa é como avaliar seus dados, que muitas vezes envolvem fenômenos biológicos, químicos e físicos.

A grande geração de informação deve ser processada antes de ser transformada em conhecimento, levando a criação de ferramentas estatísticas que apresentem uma visão mais global do fenômeno em questão. Uma boa analogia que explicaria a visão do conjunto seria observar uma floresta com todas as suas árvores, arbustos e animais, e não arvore a arvore, indivíduo a indivíduo. Para tanto, o método que seria utilizado seria denominado de “Análise Multivariada”. Tal análise corresponde a um grande número de métodos e técnicas que utilizam simultaneamente todas as variáveis na interpretação teórica do conjunto de dados obtidos. Tais métodos de análise multivariados são métodos estatísticos que utilizam dados coletados ou mensurados de diferentes variáveis para explicação dos fenômenos estudados.

As técnicas de estatística multivariada são ferramentas poderosas para estudar e resumir tendências subjacentes em estruturas complexas (LEGENDRE & LEGENDRE, 1998). Os métodos de estatística multivariada foram desenvolvidos antes do século 20, mas as limitações computacionais atrasaram sua grande aplicabilidade. Na biologia, os métodos multivariados foram primeiramente utilizados por ecologistas de plantas, para explorar e fazer levantamentos de dados de plantas (GOODALL, 1954, ORLÓCE, 1966). Mais recentemente,

vários pesquisadores da área agrícola, têm estudado esses métodos para analisar e interpretar observações tão complexas dos experimentos.

Segundo Ferreira (1996), os objetivos gerais da análise multivariada são:

- Redução de dados ou simplificação estrutural: o fenômeno sob estudo é representado da maneira mais simples possível, sem sacrificar informações valiosas e tornando as interpretações mais simples;
- Ordenação e agrupamento: agrupamento de objetos (tratamentos) ou variáveis similares, baseados em dados amostrais ou experimentais;
- Investigação da dependência entre variáveis: estudos das relações estruturais entre variáveis muitas vezes é de interesse do pesquisador;
- Predição: relações entre variáveis devem ser determinadas para o propósito de predição de uma ou mais variável com base na observação de outras variáveis;
- Construção e teste de hipóteses.

2.9 A REGIÃO DE PATY DO ALFERES

O município de Paty do Alferes está localizado na mesorregião metropolitana do estado do Rio de Janeiro e microrregião de Vassouras, ocupando uma área de 319,103 km², com população estimada de 26.196 habitantes, a uma altitude de 575 m.a.n.m., sendo o seu clima classificado de acordo com Köppen, como tropical de altitude (PEEL et al., 2007), apresentando condições favoráveis a produção de hortaliças de frutos, pois apresenta alguns períodos do ano com baixa precipitação e conseqüentemente baixa umidade relativa do ar, reduzindo as possibilidades de ataques de doenças as culturas e favorecendo tais cultivos.

O município tem exclusivamente a agricultura como atividade econômica. É bastante conhecido no estado por ser o maior produtor de tomate (cerca de 40% do total de tomate cultivado no estado do Rio de Janeiro provem deste município, além de um grande percentual de outras olerícolas, tais como, repolho, pimentão, vagem, pepino, etc), possuindo o título de maior produtor do estado. No ano de 2007 foram plantados 330 hectares da cultura, com produção total de 29.040 Mg, possuindo portando uma produtividade média de 88 Mg ha⁻¹ (IBGE, 2009a), o que coloca o município entre um dos que possuem uma das maiores rendas per capita do estado (IBGE, 2009b).

Apesar dos benefícios que a cultura proporciona ao município e aos habitantes, o impacto do manejo adotado na região tem sido muito perceptivo do ponto de vista ambiental, demonstrando na última década, apesar dos altos investimentos, decréscimo na produção agrícola devido a problemas como: desmatamento ocorrido no decorrer dos anos; utilização de práticas não adequadas às condições edafo-climáticas; realização de 90% das atividades agrícolas em encostas com declividade média de 45%, e com preparo do solo feito morro abaixo e sem utilização de práticas conservacionistas (GRAVENA et al., 1998), gerando um quadro que a cada ano somente piora.

**CAPITULO I - ADUBAÇÃO VERDE EM CONSÓRCIO E
ADUBAÇÃO ORGÂNICA EM COBERTURA NA CULTURA DO
TARO**

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito da adubação orgânica em cobertura e verde na forma de consórcio sobre o desenvolvimento foliar, parâmetros produtivos e nutricionais em taro (*Colocasia esculenta* L.) cultivado organicamente na região de Paty do Alferes-RJ. O município de Paty do Alferes está localizado a 22° 20' S (latit.) e 43° 25' W (long.) em 575 m a.n.m, na mesorregião metropolitana do estado do Rio de Janeiro. O clima é caracterizado de acordo com o sistema de Köppen como tropical de altitude. A precipitação média anual (21 anos) é de 1222 mm, com chuvas concentradas no quadrimestre de dezembro a março. O regime térmico apresenta média anual das máximas de 29 °C e das mínimas de 16 °C. A umidade relativa do ar varia de 74,6 a 82,3%. O solo foi classificado como Latossolo Amarelo. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram do cultivo de taro em monocultivo ou consórcio com *Crotalaria juncea* e níveis de adubação orgânica em cobertura de 0 e 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico. As parcelas experimentais possuíam dimensão de 30 m², constituídas por seis linhas de taro por parcela. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro, na densidade de 30 sementes por metro linear, aos 60 dias após o plantio do taro (DAP), sendo cortadas aos 165 DAP. Foram realizadas análises nutricionais da palhada de *C. juncea* e dos rizomas laterais e centrais de taro (N, Ca, Mg, P e K), altura e áreas foliar das plantas de taro durante três meses posteriores ao corte da leguminosa, produtividade e número totais e por classes de rizomas laterais de taro, distribuídas de 0 a 40g, 40-80g e acima de 80 g (classes 1, 2 e 3, respectivamente). Determinações de atributos químicos e microbiológicos do solo aos 255 DAP. *C. juncea* produziu em média 4,42 Mg ha⁻¹ de matéria seca, equivalente a 118,31 kg ha⁻¹ de N, sendo que 55 kg ha⁻¹ de N foram oriundos da FBN, promovendo a ciclagem de 50,68; 15,93; 10,54 e 57,08 kg ha⁻¹ de Ca, Mg, P e K, respectivamente. O consórcio de *C. juncea* e taro, assim como a adubação em cobertura, não influenciaram a área foliar das plantas de taro. O comprimento do pecíolo do taro foi maior aos 165 e 195 DAP quando em consórcio. A adubação orgânica em cobertura não influenciou nenhum dos parâmetros produtivos analisados. O consórcio afetou negativamente a produtividade e número totais e das classes 1 e 2 de rizomas laterais e o número médio de rizomas laterais. A produtividade de rizomas laterais da classe 3 foi beneficiada pelo consórcio, em oposição ao número. A adubação em cobertura com 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico elevou os teores de N e P dos rizomas laterais e de N, Ca e K dos centrais. O consórcio elevou somente os teores de N dos rizomas laterais e K nos centrais. O consórcio de taro e *C. juncea* elevaram os valores da BMS-C, BMS-N, qMicro-C e qMicro-N, e reduziram os de CL e qCO₂, enquanto que a adubação orgânica em cobertura com 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico elevou os teores do CT, NT, CL, NL, BMS-C plus, BMS-N plus e qCO₂, mas reduziu os valores da BMS-C, qMicro-C e qMicro-N aos 255 DAP. Conclui-se que o sistema de cultivo afeta negativamente a cultura de taro, não sendo recomendado o uso de *C. juncea* para as condições apresentadas, e que a dose de adubação orgânica em cobertura não promove aumentos de produtividade do taro.

Palavras-chave: Agricultura orgânica, *C. juncea*, cultivo consorciado, adubação orgânica.

ABSTRACT

Intercropping green manuring and organic manuring in topdress for taro cropping

The objective of this study was to evaluate the influence of the intercropping green manuring and organic topdressing fertilization on leaf development, productive and nutritional parameters in taro (*Colocasia esculenta* L.) cultivated organically in Paty do Alferes-RJ. The municipality of Paty do Alferes is located at 22° 20' S (latit.) and 43° 25' W (long.) in 575 m.a.s.l., in the Mesoregion metropolitan in the state of Rio de Janeiro. The climate is characterized according to Köppen system as a tropical of altitude. The average annual rainfall (the last 21 years) is 1222 mm, with major rain period from December to March. The average of temperature presented a maximum of 29 °C and a minimum of 16 °C. The relative humidity varies from 74.6 to 82.3 %. The soil was classified as Latossolo Amarelo. The experiment was conducted in randomized complete blocks design with four treatments and four replications. The treatments consisted of taro cropped in monoculture or intercropped with *Crotalaria juncea* and levels of organic topdressing fertilization with organic compost equivalent to 0 and 4.5 Mg ha⁻¹ of organic compost. The experimental plots had size of 30 m², consisting of six lines of taro per plot. Legumes were sown in between taro rows (0.25m away) and spaced 0.50 m with a density of 30 seeds per meter at 60 days after taro planting (DAP), and cut at 165 DAP. Nutritional analysis were made using dry *C. juncea* plants and lateral and central taro rhizomes (N, Ca, Mg, P and K), height and leaf area of taro plants for three months after the legumes court, productivity and total number and per class of lateral rhizomes of taro distributed from 0-40g, 40-80g and above 80 g (classes 1, 2 and 3, respectively). Determination of chemical and microbiological soil attributes after 255 DAP. *C. juncea* produced on average 4.42 Mg ha⁻¹ dry matter, equivalent to 118.31 kg ha⁻¹ of N, with 55 kg ha⁻¹ N came from the BNF, and promoting the cycling of 50.68, 15, 93, 10.54 and 57.08 kg ha⁻¹ of Ca, Mg, P and K, respectively. The intercropping of *C. juncea* and taro, as well as topdressing organic fertilization, did not affect the leaf area of taro. The length of the taro petiole was higher at 165 and 195 DAP when intercropped. The organic fertilization in topdressing does not affect any productive parameter. The intercrop has negatively affected the number and productivity total and per classes 1, 2 and average number of lateral rhizomes. The productivity in the class 3 was benefited by the intercrop, as opposed to the number. The topdressing with 4.5 Mg ha⁻¹ of organic compost increased the levels of N and P content of the lateral rhizomes and N, Ca and K in the central rhizomes. The intercrop increase only the levels of N of the lateral rhizomes and K in the central rhizomes. The intercrop between taro and *C. juncea* increase the levels of MBS-C, MBS-N, qMicro-C and qMicro-N, and decrease the LC and qCO₂, while the topdressing fertilization with 4,5 Mg ha⁻¹ of organic compost increase the levels of TC, TN, LC, LN, MBS-C plus, MBS-N plus and qCO₂, but decrease the levels of MSC-C, qMicro-C and Micro-N at 255 DAP. The conclusion was that the crop system affect negatively the taro crop, it is not recommended the use of *C. juncea* for the presented conditions, and the dose of organic fertilization in topdressing do not increase the taro productivity.

Keywords: Organic agriculture, *C. juncea*, intercropping, organic manure.

1 INTRODUÇÃO

O uso da adubação orgânica remonta a épocas imemoráveis. Desde o início da exploração do solo pelo homem, tal prática tem sido usada para aumentar a quantidade de alimentos produzidos e favorecer a permanência do homem nas áreas de cultivo (BARBARA, 1975). A partir da metade do século passado a aplicação de resíduos animais ou vegetais decompostos ou em vias de decomposição, foram substituídas pelo uso de fertilizantes de origem industrial, ou comumente chamados de fertilizantes sintéticos (GLIESSMAN, 2001). Contudo, atualmente este quadro está novamente mudando, a partir de novos estudos e aproveitamento de nichos de mercado (GUIVANT, 2003).

Em um mundo em constantes transformações e sujeito a novas descobertas, vários benefícios foram atribuídos à prática de adubação orgânica, tornando esta prática até então negligenciada e esquecida, em estratégia promissora na sustentabilidade dos ambientes produtivos. Tal prática em união com a adubação verde assume posição de destaque na retomada do cultivo de alguns gêneros alimentícios (NEVES et al., 2004). A adubação verde, por sua vez, proporciona aumento da fertilidade do solo, incorporando matéria orgânica, reduzindo a exposição direta do solo ao sol, chuvas e ventos, abrigando e propiciando a reprodução de inimigos naturais de pragas, além de contribuir para o aumento da biodiversidade da propriedade (DAROLT e SKORA NETO, 2009; EMBRAPA, 2009; AMBROSANO et al., 2006).

Dentre as espécies utilizadas para adubação verde, merece destaque as espécies da família Leguminosae, por assumirem interações simbióticas com bactérias fixadoras de nitrogênio dos gêneros *Rhizobium* sp. e *Bradyrhizobium* sp., provendo quantidades substanciais de nitrogênio para as culturas principais, chegando ao ponto de até mesmo suprir completamente a demanda por este elemento (GUERRA et al., 2004). Dentre as leguminosas utilizadas, a espécie *Crotalaria juncea* figura como uma das mais bem sucedidas para fins de adubação verde dentro do gênero *Crotalaria* spp., por ser uma espécie de rápido crescimento, grande potencial de produção de biomassa, supressão de ervas espontâneas e elevado potencial de fixação biológica de nitrogênio atmosférico (PEREIRA, 2004; PEREIRA, 2007). O uso de *C. juncea* em consórcio com culturas econômicas para fins de adubação verde, tem sido relatado em vários trabalhos científicos (RIBAS et al., 2003; CEZAR et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2007). Estes autores relatam vários benefícios oriundos desta leguminosa, como aumento produtivo da cultura principal, redução no ataque de nematóides radiculares e reduções na incidência de queimas foliares provocadas por raios solares mediante proteção física, entre outros.

Já a cultura do taro (*Colocasia esculenta* L.), originário da Ásia, também conhecido como inhame no centro-sul do Brasil, é uma planta monocotiledônea da família Araceae (PLUCKNETT, 1983). A planta adulta é constituída de um rizoma central (rizoma mãe ou cabeça central), do qual são formados, lateralmente, vários rebentos (rizomas filhos), órgãos, esses, de importância na exploração comercial. Dos rizomas, principalmente do rizoma mãe, saem longos pecíolos carnudos, de comprimento e coloração variável com o clone, terminados por grandes limbos foliares em formato de coração (PUIATTI, 2001). Tal cultura pode explorar desde ambientes encharcados até áreas com declive acentuado (FILGUEIRA, 2000).

Apesar dos bons resultados obtidos pelo uso desta leguminosa, ainda são poucos os trabalhos realizados verificando os efeitos da adubação verde, por meio de consórcio, e orgânica em cobertura para a cultura do taro. Face o exposto, os objetivos do presente trabalho foram avaliar o efeito da adubação orgânica e verde em consórcio sobre parâmetros produtivos, fitotécnicos e nutricionais em taro cultivado organicamente na região de Paty do Alferes-RJ.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental

O município de Paty do Alferes está localizado a 22° 20' S (latit.) e 43° 25' W (long.) com uma altitude média de 575 m, na mesorregião metropolitana do estado do Rio de Janeiro. O clima é caracterizado de acordo com o sistema de Köppen como tropical de altitude (PEEL et al., 2007). A precipitação média anual (21 anos) é de 1222 mm, com chuvas concentradas no quadrimestre de dezembro a março (742 mm). O regime térmico apresenta média anual das máximas de 29 °C e das mínimas de 16 °C, sendo os meses de novembro a abril os mais quentes com temperaturas médias variando de 22,3 °C a 23,8 °C, e de maio a agosto os mais frios com temperaturas médias variando de 16,2 °C a 18,2 °C. A umidade relativa do ar varia de 74,6 a 82,3 % (INMET/MAARA, 1995). Os dados climáticos referentes ao período experimental em Avelar são apresentados na Figura I-1. Os solos predominantes na área são das classes: Latossolos, Argissolos e Cambissolos, o relevo é fortemente ondulado, agronomicamente desfavorável a exploração agrícola, apesar de a agricultura ser a base econômica do município. A área experimental estava localizada na Estação Experimental da PESAGRO-RIO em Avelar, em Latossolo Amarelo. A análise granulométrica foi realizada segundo Embrapa (1979), apresentou os seguintes valores: 15,5; 78,6 e 5,9% de argila, areia e silte, respectivamente, sendo classificado pelo triângulo textural como franco-arenoso. Todo o manejo adotado na estação experimental de Avelar seguiu os preceitos da agricultura orgânica. Não foi permitido o uso de agrotóxicos e fertilizantes sintéticos, conforme as regras estabelecidas na Instrução normativa nº 64, de 18 de dezembro de 2008, do Ministério da Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2008).

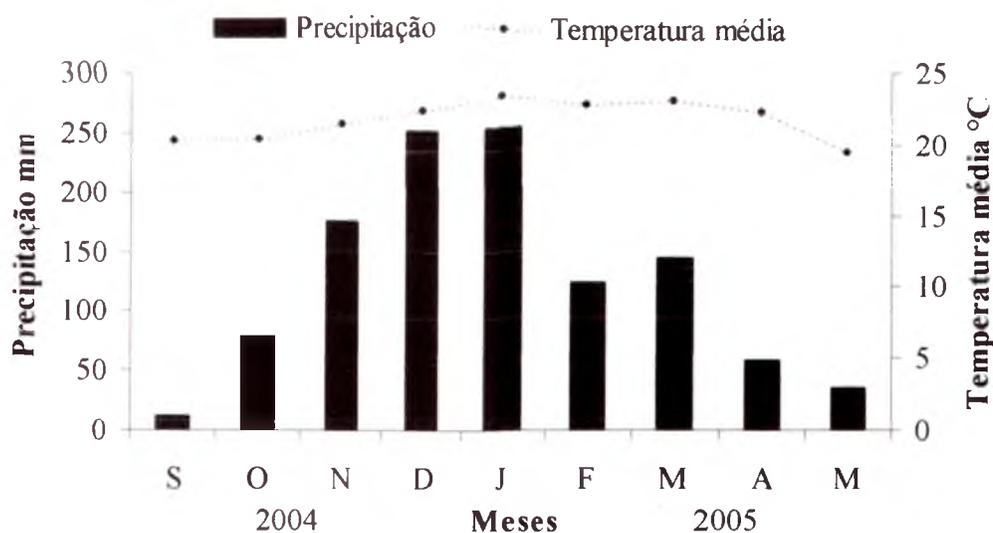


Figura I-1: Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2004 a maio de 2005. Fonte: Pesagro/EEA, 2007.

2.2 Delineamento Experimental

No momento da implantação do experimento, foi realizada análise de solo conforme Embrapa (1997), tomando amostras de solo a cada 10 cm, até de 30 cm de profundidade. Os resultados referentes à análise de solo são apresentados na Tabela I-1. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, em fatorial 2 x 2, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram do cultivo de taro em consórcio com *C. juncea* e níveis de adubação orgânica em cobertura de 0 e 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, que foi equivalente

a dose de 0 e 150 kg ha⁻¹ de N (conforme proposto por Oliveira et al. (2008) para máxima produtividade). O taro foi plantado com espaçamento de 0,30 m na linha e 1,00 m na entre linha, a uma profundidade de 8 a 10 cm. No sulco de plantio de taro foi realizada adubação de base na dose de 5,3 Mg ha⁻¹, equivalente a 200 kg ha⁻¹ de N, com composto orgânico produzido na própria estação experimental, na proporção de 2 partes (v/v) de cama-de-aviário e palhada de capim colônio. Os valores nutricionais do composto orgânico aplicado no plantio, assim como do composto orgânico aplicado em cobertura, são apresentados em anexo na Tabela A-1. As parcelas experimentais possuíam dimensão de 30 m², ou seja, seis linhas de taro por parcela, sendo que somente as duas linhas centrais foram usadas para as determinações, sempre descartando a primeira e última planta de cada linha. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro, na densidade de 30 sementes por metro linear, aos 60 dias após o plantio do taro (DAP), para que não houvesse competição com a cultura principal, sendo cortadas aos 165 DAP, no momento da floração. As leguminosas foram dispostas em feixes na base das plantas de taro, com o intuito de tornar a liberação de nutrientes mais lenta e gradual, para que o taro tivesse máximo aproveitamento, além de dificultar a infestação de plantas espontâneas. A imagem de como os feixes de *C. juncea* foram dispostos na base das plantas de taro é apresentado na Figura A-5 A e B. No momento do corte foram retiradas amostras das leguminosas em todas as parcelas experimentais, sendo posteriormente secas em estufas a temperatura constante de 65 °C até que atingissem peso constante, para determinação da massa seca (MS). A adubação em cobertura foi realizada no momento do corte da leguminosa, ou seja, 165 DAP do taro. Imediatamente após o plantio de taro, foi adotada a prática de irrigação por aspersão, sendo a rega efetuada sempre que julgada necessária. Para um melhor entendimento sobre o manejo adotado e as coletas efetuadas, recomenda-se observar a linha temporal apresentada na Figura A-6 em anexo.

Tabela I-1: Análise química do solo realizada no início do cultivo de taro (Paty do Alferes-RJ, 2004)

Profundidade (cm)	pH em água	Al	Ca	Mg	P	K
		cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³	
0-10	6,18	- ^a	1,88	0,43	11,63	99,84
10-20	6,17	-	2,05	0,46	29,75	62,40
20-30	6,07	-	2,24	0,39	50,51	37,44

^a Ausência de alumínio em suspensão.

2.3 Parâmetros Fitotécnicos Avaliados

A colheita do taro foi realizada aos 270 DAP. No taro foram realizadas quantificações da produtividade e número de rizomas laterais por classes distribuídas em intervalos de 0 a 40 g (classe 1), 40 a 80 g (classe 2) e acima de 80 g (classe 3); classe geralmente destinada ao plantio, classe destinada ao plantio e/ou comercialização e classe geralmente destinada à comercialização, respectivamente. Produtividade do rizoma central, peso médio dos rizomas laterais e número de rizomas laterais por planta. O aspecto dos rizomas pertencentes às diferentes classes pode ser observado na Figura A-5. Nas plantas de taro também foram mensuradas a área foliar e altura das plantas aos 165 DAP, ou seja, após o corte das leguminosas, com a coleta de dados efetuada mensalmente por um período de três meses.

A área foliar total foi obtida pelo somatório das folhas de cada planta. A área foliar foi obtida a partir da mensuração das três diagonais ligando o ponto de inserção do pecíolo aos três vértices do limbo, segundo método de Chapman (1964), adaptado por Nolasco (1984) para taro “chinês”, conforme Equações I e II.

$$\text{Área foliar (cm}^2\text{)} = 242,0 \times 0,6656 \quad (I)$$

$$X = \frac{AA' \cdot AB \cdot AB'}{1000} \quad (II)$$

Onde:

AA' = distância (cm) entre os pontos A (inserção do pecíolo) e A' (ápice extremo do limbo foliar);

AB = distância (cm) entre os pontos A e B (ápice do lobo direito da face adaxial da folha);

AB' = distância (cm) entre os pontos A e B' (ápice do lobo esquerdo da face adaxial da folha).

Em *C. juncea*, no momento do corte, foi avaliada a biomassa aérea, fresca e seca em estufa, sob temperatura de 65 °C, até atingir massa constante.

2.4 Análise do Tecido Vegetal da Cultura Principal e Consórcio

Foram realizadas análises de nutrientes nos rizomas centrais e laterais de taro e das leguminosas em consórcio conforme Boaretto et al. (1999), em coleta realizada no momento da colheita de taro e no momento do corte para a *C. juncea*. Os teores de P, K, Ca e Mg foram determinados após digestão nítrico-perclórico (BATAGLIA et al., 1983). O P foi determinado após formação do complexo fosfato-molibdato na presença de ácido ascórbico como redutor e o K, Ca e Mg por espectrometria de absorção atômica (EMBRAPA, 1979). O N foi determinado após digestão sulfúrica como descrito por Bremner e Mulvaney (1982).

2.5 Fixação Biológica de Nitrogênio (FBN)

Para as leguminosas que estavam em consórcio, foram realizadas estimativas das FBN utilizando-se a técnica de abundância natural de ^{15}N ou $\delta^{15}\text{N}$ (SHEARER e KOHL, 1988), com auxílio de um espectrômetro de massas Finnigan Mat, modelo Delta Plus[®]. De acordo com esta técnica, a contribuição percentual de nitrogênio derivado da FBN foi calculada por meio da Equação (III):

$$\text{FBN (\%)} = \frac{(\delta^{15}\text{N planta testemunha} - \delta^{15}\text{N leguminosa}) \times 100}{(\delta^{15}\text{N testemunha} - B)} \quad (III)$$

Onde:

$\delta^{15}\text{N}$ da planta testemunha - Valor de $\delta^{15}\text{N}$ do solo obtido através de plantas não fixadoras, utilizadas como referência (espontâneas de crescimento comum na área);

$\delta^{15}\text{N}$ da planta teste - Valor de $\delta^{15}\text{N}$ da planta fixadora de N_2 (leguminosa usada como adubo verde, neste experimento);

B - Valor da discriminação isotópica de ^{15}N feita pela leguminosa durante o processo de FBN, utilizando para *C. juncea* os valores encontrados por Okito et al. (2004). Como testemunhas não fixadora de nitrogênio foram utilizadas as espécies picão-preto (*Bidens pilosa* L), capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq) e trapoeraba (*Commelina erecta* L).

2.6 Avaliação dos Atributos Biológicos do Solo

As análises no solo foram realizadas a partir de amostras coletadas aos 255 DAP, na linha das plantas cultivadas, sendo uma amostra composta formada por seis subamostras simples na profundidade de 0-10 cm. Imediatamente após a coleta foram determinados os valores do carbono da biomassa microbiana do solo (BMS-C), nitrogênio da biomassa microbiana do solo (BMS-N), respiração basal do solo (RBS), quociente metabólico do solo (qCO_2), quociente microbiano do solo pelo carbono (qMicro-C), quociente microbiano do

solo pelo nitrogênio (qMicro-N), carbono da biomassa microbiana do solo plus (BMS-C plus), nitrogênio da biomassa microbiana do solo plus (BMS-N plus), quociente microbiano do solo pelo carbono plus (qMicro-C plus) e quociente microbiano do solo pelo nitrogênio plus (qMicro-N plus).

2.6.1 Preparo dos extratos fumigados e não-fumigados

As análises foram realizadas em triplicata, para isso sete sub-amostras de 20 g cada (três fumigadas, três não-fumigadas e uma para obtenção da massa seca em estufa a 105°C), foram devidamente pesadas e acondicionadas em frascos de vidro de 100 mL, com boca larga. As amostras fumigadas foram obtidas a partir da aplicação de 1 mL de CHCl₃ (clorofórmio) livre de álcool, diretamente sobre a terra de cada frasco, sendo imediatamente tampados e mantidos em local escuro por 24 horas. Decorrido este tempo, os frascos foram destampados em capela de exaustão, onde permaneceram até que todo o clorofórmio fosse eliminado (BROOKES et al., 1985; WITT et al., 2000).

Os extratos foram obtidos pela adição de 50 mL de K₂SO₄ (sulfato de potássio) 0,5 mol L⁻¹, com pH corrigido entre 6,5 e 6,8; agitação em agitador orbital a 220 RPM por 30 min; decantação por 30 min; transferência do líquido para um filtro de papel de 28 µm acoplado a um funil e um recipiente receptor do extrato, que foi tampado e mantidos em geladeira por menos de cinco dias, obedecendo ao procedimento proposto por Vance et al. (1987); Tate et al. (1988) e modificado por Silva et al. (2007b) e Silva et al. (2007c).

2.6.2 Determinação do BMS-C

Uma alíquota de 8 mL do extrato foi transferido para Erlenmeyer de 250 mL, ao qual foram adicionados 2 mL de solução 0,066 mol L⁻¹ de K₂Cr₂O₇ (dicromato de potássio); 5 mL de H₃PO₄ (ácido orto-fosfórico) concentrado; e 10 mL de H₂SO₄ (ácido sulfúrico) concentrado. Após resfriamento, foram adicionados ±70 ml de água deionizada, e após resfriamento, 3-4 gotas de difenilamina ((C₆H₅)₂NH), 1% (m/v) em ácido sulfúrico), procedendo-se a titulação com solução 0,033 mol L⁻¹ de sulfato ferroso amoniacal (Fe(NH₄)₂(SO₄)₂.6H₂O) padronizada, com viragem do púrpuro para o verde. O carbono extraído das amostras fumigadas (C_f) e não-fumigadas (C_{nf}), e o BMS-C foram calculados pelas Equações IV e V, respectivamente (SILVA et al., 2007b). Foram realizadas quatro repetições em branco (sem o extrato).

$$C_f \text{ ou } C_{nf} \text{ (mg C kg solo}^{-1}\text{)} = \frac{(V_b - V_a) \cdot M \cdot 0,003 \cdot V_1 \cdot 10^6}{MS \cdot V_2} \quad \text{(IV)}$$

Onde: V_b (mL) = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco; V_a (mL) = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da amostra; M = molaridade exata do sulfato ferroso amoniacal; V₁ (mL) = volume do extrator utilizado; V₂ (mL) = volume de extrato utilizado na titulação; 0,003 = miliequivalente do carbono; MS (g) = massa equivalente de solo seco a 105°C.

$$\text{BMS-C (mg C kg solo}^{-1}\text{)} = (C_f - C_{nf})/0,33 \quad \text{(V)}$$

Onde: 0,33 é o valor do fator de correção proposto por Sparling e West (1988).

2.6.3 Determinação do BMS-N

Foi realizado após digestão sulfúrica (2h em bloco digestor a 350°C) e destilação em Kjeldal (Kjeltec Auto Analyser[®]), a partir de alíquotas de 10 mL do extrato (modificado de BREMNER e MULVANEY, 1982). O N extraído das amostras fumigadas (N_f) e não-

fumigadas (N_{nf}), e o BMS-N foram calculados pelas Equações VI e VII, respectivamente (SILVA et al., 2007c).

$$N_f \text{ ou } N_{nf} (\text{mg N kg solo}^{-1}) = \frac{(V_a - V_b) \cdot (M \cdot 2) \cdot 0,014 \cdot V_1 \cdot 10^6}{V_2 \cdot MS} \quad (\text{VI})$$

Onde: V_a (mL) = volume gasto na titulação da amostra; V_b (mL) volume de ácido sulfúrico gasto na titulação da solução controle (branco); M = molaridade exata do ácido sulfúrico; 2 = número de hidrogênios ionizáveis do ácido sulfúrico; V_1 (mL) = volume do extrator utilizado; V_2 (mL) = volume da alíquota utilizada para quantificação do N (mínimo de 10 mL); 0,014 = miliequivalente do nitrogênio; MS (g) = massa do solo seco a 105°C.

$$\text{BMS-N (mg N kg solo}^{-1}) = (N_f - N_{nf})/0,54 \quad (\text{VII})$$

Onde: 0,54 é o valor do fator de correção proposto por Brookes et al. (1985).

2.6.4 Determinação da RBS

A respiração microbiana seguiu o procedimento descrito por Jenkinson E Powlson (1976), modificado por Silva et al. (2007c). Para cada amostra foram retiradas duas subamostras de 50 g de solo (base úmida), que foram incubadas por cinco dias em frascos de vidro de três litros, juntamente com frascos contendo 10 mL NaOH (hidróxido de sódio) 1 mol L⁻¹, para captura do C-CO₂ respirado. Foram também incubadas quatro provas em branco, que contiveram apenas no frasco a solução de hidróxido de sódio. Decorrido o período de incubação, 2 mL de BaCl₂ 10% foram adicionados aos frascos com hidróxido de sódio, para precipitação do CO₂ na forma de carbonato, e imediatamente tampados. O excesso de NaOH foi titulado com solução de HCl (ácido clorídrico) 0,5 mol L⁻¹ padronizada, usando-se como indicador 2 gotas de fenolftaleína 1% ((m/v) em etanol, com viragem do rosa para o rosa claro/branco. A RBS foi calculada pela Equação VIII.

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

Onde: V_b (mL) = volume de HCl gasto na titulação do branco; V_a (mL) = volume gasto na titulação das amostras; N = molaridade exata do HCl; MS (g) = massa seca da amostra a 105°C; T (h) = tempo de incubação.

2.6.5 Determinação do qCO₂

A determinação do quociente metabólico (qCO₂) seguiu o procedimento descrito por Anderson e Domsch (1993, 1986) e Silva et al. (2007c), obtido pela razão entre o C respirado por unidade de C microbiano em um determinado intervalo de tempo, utilizando a Equação IX.

$$q\text{CO}_2 (\text{mg C-CO}_2 \text{ g}^{-1} \text{ C}_{\text{mic}} \text{ h}^{-1}) = \frac{\text{RBS (mg C-CO}_2 \text{ kg solo}^{-1} \text{ h}^{-1}) \cdot 1000}{\text{BMS-C (mg C kg solo}^{-1})} \quad (\text{IX})$$

2.6.6 Determinação do qMicro-C

O qMicro-C foi obtido realizando-se a razão entre o BMS-C e o CT - Equação X.

$$q\text{Micro-C (mg C}_{\text{mic}} \text{ 100mg C}_{\text{org}}^{-1}) = \frac{\text{BMS-C (mg C kg solo}^{-1})}{(\text{CT (g kg solo}^{-1}))} \quad (\text{X})$$

2.6.7 Determinação do qMicro-N

O qMicro-N foi obtido realizando-se a razão entre o BMS-N e o NT - Equação XI.

$$q_{\text{Micro-N}} (\text{mg N}_{\text{mic}} 100\text{mg N}_{\text{org}}^{-1}) = \frac{\text{BMS-N} (\text{mg N kg solo}^{-1})}{\text{NT} (\text{g kg solo}^{-1})} \quad (\text{XI})$$

2.6.8 Determinação do BMS-C plus

O BMS-C plus foi calculado pela divisão do C_f pelo fator 0,33, de Sparling e West (1988), conforme De-Polli et al. (2007) - Equação XII.

$$\text{BMS-C plus} (\text{mg C kg solo}^{-1}) = C_f/0,33 \quad (\text{XII})$$

2.6.9 Determinação do BMS-N plus

O BMS-N plus foi calculado pela divisão do N_f pelo fator 0,54, de Brookes et al. (1985) - Equação XIII.

$$\text{BMS-N plus} (\text{mg N kg solo}^{-1}) = N_f/0,54 \quad (\text{XIII})$$

2.6.10 Determinação do qMicro-C plus

O qMicro-C plus foi obtido realizando-se a razão entre o BMS-C plus e o CT - Equação XIV.

$$q_{\text{Micro-C plus}} (\text{mg C}_{\text{mic}} 100\text{mg C}_{\text{org}}^{-1}) = \frac{\text{BMS-C plus} (\text{mg C kg solo}^{-1})}{\text{CT} (\text{g kg solo}^{-1})} \quad (\text{XIV})$$

2.6.11 Determinação do qMicro-N plus

O qMicro-N plus foi obtido realizando-se a razão entre o BMS-N e o NT - Equação XV.

$$q_{\text{Micro-N plus}} (\text{mg N}_{\text{mic}} 100\text{mg N}_{\text{org}}^{-1}) = \frac{\text{BMS-N plus} (\text{mg N kg solo}^{-1})}{\text{NT} (\text{g kg solo}^{-1})} \quad (\text{XV})$$

2.7 Avaliação dos Atributos Químicos do Solo

As análises no solo foram realizadas a partir de amostras coletadas aos 250 DAP. Para as determinações químicas, parte do solo coletado para as determinações biológicas foi seco ao ar, destorroado e passado em peneira com malha de 2,0 mm, para obtenção de terra fina seca ao ar (TFSA). Foram procedidas às determinações do carbono total (CT), nitrogênio total (NT), carbono lábil (CL) e nitrogênio lábil (NL).

2.7.1 Determinação do CT

O CT do solo foi determinado conforme Tedesco et al. (1995).

2.7.2 Determinação do NT

O NT do solo foi determinado conforme Alves et al. (1994).

2.7.3 Determinação do CL

O carbono lábil (CL) foi determinado por extração a quente com autoclave, conforme descrito por Sparling et al. (1998) modificado, utilizando relação solo extrator 1:10 em temperatura controlada de 100 °C por 1 hora - Equação XVI.

$$\text{CL} (\text{mg C kg solo}^{-1}) = \frac{(V_b - V_a) \cdot M \cdot 0,0003 \cdot V_1 \cdot 10^6}{V_2} \quad (\text{XVI})$$

$$V_2 \cdot M:S$$

Onde: V_b (mL) = volume de sulfato ferroso amoniacal gasto na titulação da prova em branco; V_a (mL) = volume gasto na titulação da amostra; M = molaridade exata do sulfato ferroso amoniacal; 0,003 = meq do carbono; V_1 (mL) = volume do extrator utilizado; V_2 (mL) = volume de extrato utilizado na titulação; MS (g) = massa da terra fina seca ao ar das amostras.

2.7.4 Determinação do NL

A determinação do NL seguiu o mesmo procedimento adotado para o CL (SPARLING et al. (1998) modificado), utilizando-se a Equação XVII para determinação do NL do solo.

$$NL \text{ (mg N kg solo}^{-1}\text{)} = \frac{(V_a - V_b) \cdot (M \cdot 2) \cdot 0,014 \cdot V_1 \cdot 10^6}{V_2 \cdot MS} \quad (\text{XVII})$$

Onde: V_a (mL) = volume gasto na titulação da amostra; V_b (mL) = volume de ácido sulfúrico gasto na titulação da solução controle (branco); M = molaridade exata do ácido sulfúrico; 2 = número de hidrogênios ionizáveis do ácido sulfúrico; V_1 (mL) = volume do extrator utilizado; V_2 (mL) = volume da alíquota utilizada para quantificação do N (mínimo de 10 mL); 0,014 = miliequivalente do nitrogênio; MS (g) = massa do solo seco a 105°C.

2.8 Análises Estatísticas

As análises estatísticas foram conduzidas com o auxílio dos programas Sisvar versão 4.3 (FERREIRA, 1999) e SAEG versão 8.0 (2000), aplicando-se o teste F para identificação de diferenças entre os fatores. Constatada a significância e quando ocorrida interação entre os fatores, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produção de Biomassa do Consórcio

O uso de *C. juncea* como adubo verde consorciado com taro promoveu considerável aporte de nitrogênio ao sistema. No momento do corte da leguminosa, esta havia acumulado em sua biomassa aérea em média 118,31 kg ha⁻¹ de N, sendo 46,44 % deste valor (55 kg ha⁻¹ de N) procedente da FBN. A baixa taxa de FBN pode estar associada a ausência de simbiontes específicos para a espécie *C. juncea*, já que não foi realizada inoculação das sementes no momento do plantio, e pelos níveis de nitrogênio presente no solo.

A biomassa de *C. juncea* ciclou boa quantidade de outros macronutrientes, além de adicionar quantidades substanciais de matéria orgânica, com valores médios de 4,42 Mg ha⁻¹ de MS, sendo estes valores semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2007) em cultivo de taro também consorciado com *C. juncea* em sistema orgânico de produção na região de Magé-RJ. No momento do corte, a palhada de *C. juncea* disponibilizou quantidades substanciais de macronutrientes primários e secundários, com quantidades equivalentes de 50,68 kg ha⁻¹ de Ca, 15,93 kg ha⁻¹ de Mg, 10,54 kg ha⁻¹ de P e 57,08 kg ha⁻¹ de K.

Outros autores que também trabalharam com esta espécie de leguminosa obtiveram produções satisfatórias de biomassa. Ribas et al. (2003) conseguiram um aporte de 4,4 Mg ha⁻¹ de matéria seca em cultivo de *C. juncea* com quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*); de maneira análoga Pereira (2007), em Paty do Alferes-RJ, obteve no momento da floração produtividade de 13,3 Mg ha⁻¹ em cultivos solteiros de *C. juncea* onde buscava a produção de sementes ou matéria seca, o que equivaleu a um aporte de 446,5 kg ha⁻¹ de nitrogênio, com taxa de FBN superior a 90%, com inoculação.

Alguns trabalhos conduzidos em Seropédica-RJ evidenciaram que a FBN na crotalária pode contribuir com mais de 90% do nitrogênio contido na parte aérea das plantas (RESENDE, 2000). Ribas et al. (2003), estudando a adubação verde na forma de consórcio envolvendo quiabeiro e *C. juncea*, constataram que cerca de 50% do nitrogênio contido na parte aérea da leguminosa foi derivado da FBN.

A gestão do N é fundamental para a manutenção da fertilidade do solo (URQUIAGA e ZAPATA, 2000). O adequado manejo de *C. juncea* pode promover auto-suficiência em ambientes de produção orgânica (GUERRA et al., 2004), visto que de maneira oposta aos outros nutrientes essenciais, não é permitido o uso de fertilizantes nitrogenados sintéticos nesses sistemas de produção. O ingresso de quantidades significativas de N no sistema a partir da FBN pode representar contribuições significativas à viabilidade econômica e sustentabilidade dos agroecossistemas (BODDEY et al., 1997; GUERRA et al., 2003).

Vale a pena ressaltar que durante o período em que a leguminosa ficou em consórcio com o taro não foram realizadas capinas nas parcelas que estavam em consórcio, somente nas parcelas sob cultivo solteiro. Apesar de não realizada a quantificação de ervas espontâneas, era visível o efeito supressivo provocado pela leguminosa.

3.2 Desenvolvimento das Plantas de Taro

A análise estatística não demonstrou efeitos significativos advindos da aplicação de composto orgânico em cobertura para altura e área foliar das plantas de taro após o corte das leguminosas. As plantas de taro possuíam, aos 165 e 195 DAP de taro, aproximadamente 3000 cm² de área foliar e 115 cm de altura, decaindo aos 225 dias para 2500 cm² de área foliar e 100 cm de altura (Figura I-2B e Figura I-3B). Os resultados indicam que a aplicação de composto orgânico no sulco de plantio e a fertilidade do solo foram suficientes para suprir a necessidade de nutrientes das plantas de taro, não sendo observado efeito da aplicação de composto orgânico em cobertura.

O crescimento acentuado da *C. juncea*, que atingiu cerca de 2,5 m de altura, ocasionou grau acentuado de sombreamento das plantas de taro. O aspecto das plantas de taro em consórcio com *C. juncea* pode ser visto na Figura A-5 A e B. Aos 225 DAP, as plantas de taro que estavam consorciadas com *C. juncea* apresentavam maior área foliar (Figura I-2A), o que provavelmente era devido à disponibilidade de nitrogênio à cultura logo após o corte da leguminosa. Contudo, as plantas de taro já estavam no final de seu ciclo vegetativo, e possivelmente este pequeno incremento na área foliar não possibilitou o aporte de quantidades significativas de fotoassimilados aos rizomas centrais e laterais.

A altura das plantas de taro em consórcio com *C. juncea* foi significativamente superior ao das plantas em monocultivo aos 165 e 195 DAP (Figura I-3A), alcançando na primeira avaliação valores bem superiores ao monocultivo. Gondim et al. (2007) avaliando o crescimento da parte aérea, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em plantas de taro 'Japonês' cultivadas sob intensidades e períodos de sombreamento artificial, constataram que quanto maior era o nível de sombreamento, maior era a alongação do pecíolo e a área foliar das plantas. Estes mesmos autores comentam que o máximo desenvolvimento da área foliar ocorreu entre 90 e 120 DAP, enquanto que para o comprimento de pecíolo, os maiores valores ocorreram entre 120 e 150 DAP. Esses resultados evidenciam que, em uma primeira fase, as plantas expandiram a lâmina foliar e, à medida que a restrição de luz foi se acentuando com o ciclo, devido ao auto-sombreamento e ao sombreamento promovido pela leguminosa, as plantas passaram a investir em crescimento do pecíolo à procura de luz, sobretudo aquelas que estavam consorciadas.

Esses resultados indicam uma adaptação morfológica da planta na tentativa de aumentar a área de captação dos raios solares sob restrição de luz. Resultados semelhantes foram obtidos por Oliveira (2004) em plantas de taro 'Chinês' submetidas à restrição de luz em intensidade de até 75%. Oliveira et al. (2004) também em experimento com taro "Chinês" sob diferentes intensidades de sombreamento, verificou que as plantas apresentavam maior área foliar e pecíolos, em detrimento do sistema radicular.

Vale ressaltar que, tanto no monocultivo quanto no cultivo consorciado, durante todo o ciclo da cultura não ocorreram queimas foliares provocadas por incidência de raios solares, o que proporcionou melhores condições de crescimento à cultura, diferentemente do que ocorreu com Oliveira et al. (2006), em cultivo de taro sob aléias de guandu, onde os autores verificaram aumentos nos níveis de queima foliar nas plantas que se encontravam a pleno sol. Apesar das plantas da família Aracea ter sua grande maioria considerada como sendo de sombra (RUBATZKY e YAMAGUCHI, 1997), o que leva a pensar que as plantas estariam adaptadas aos ambientes sombreados, o que não levaria a mudanças morfológicas no seu desenvolvimento, o cultivo do taro consorciado com *C. juncea* promoveu respostas pronunciadas, em termos de alongação do pecíolo, o que elevou o porte das plantas, em comparação ao monocultivo, diferentemente do que normalmente acontece com espécies adaptadas à sombra (TAIZ e ZEIGER, 1998).

As plantas de taro parecem ter boa capacidade adaptativa, pois apresentam alterações morfológicas com alongamento de pecíolo e expansão de limbo foliar quando em sombreamento, indicando que a planta possui ajuste de seu aparato fotossintético a intensidade de luz, sendo esta uma característica importante a ser considerada no momento da implantação de culturas na forma de consórcio (LARCHER, 2000).

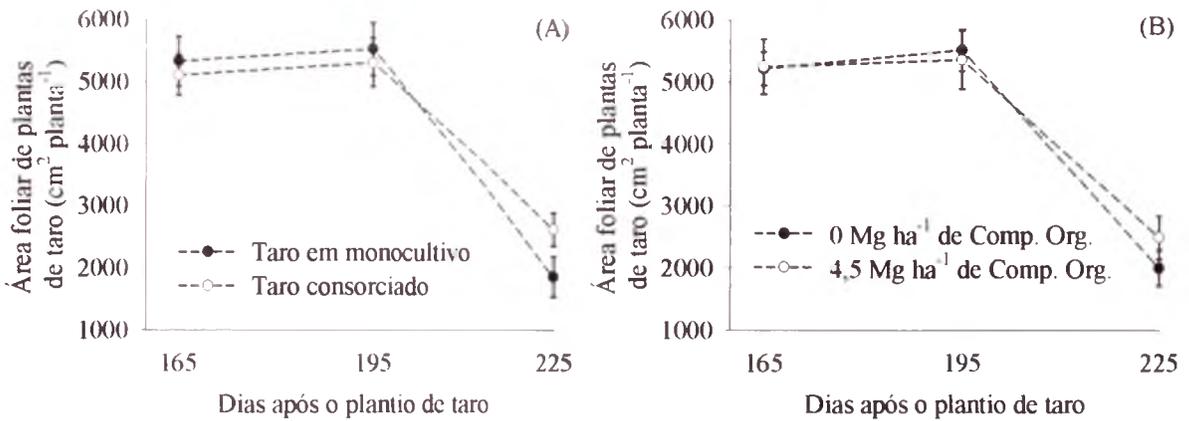


Figura I-2: Área foliar de plantas de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* (A), sob duas doses de adubação orgânica em cobertura (B) aos 165, 195 e 225 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2005).

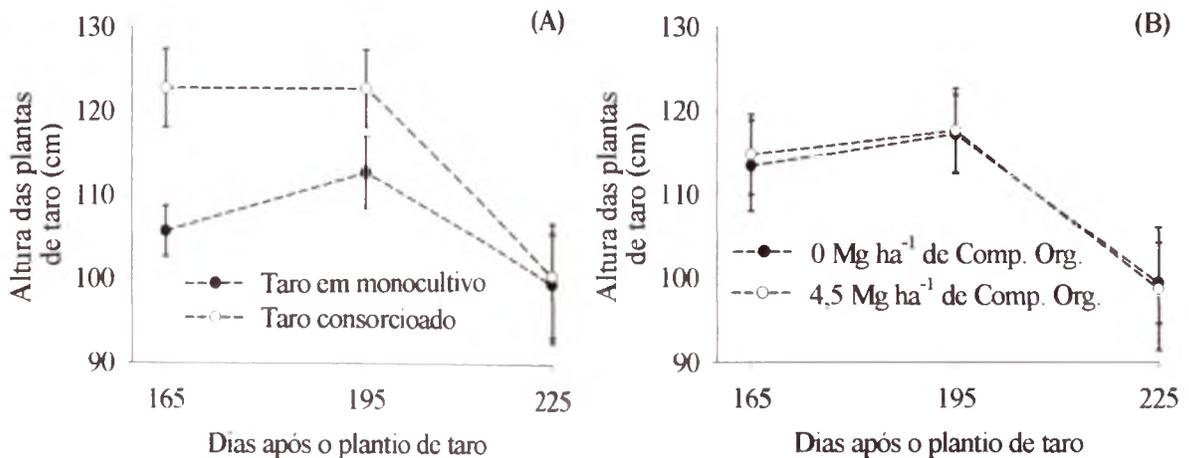


Figura I-3: Altura de plantas de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* (A), sob duas doses de adubação orgânica em cobertura (B) aos 165, 195 e 225 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2005).

3.3 Produtividade de Taro

Não houve influência da dose de adubação em cobertura sobre o número e produtividade de rizomas laterais da classe I, 2 e totais; produtividade dos rizomas centrais; peso médio dos rizomas laterais; número médio de rizomas laterais e peso médio do rizoma central (Tabela I-2). No caso do consórcio, o número de rizomas laterais da classe I, 2 e total; produtividade dos rizomas laterais da classe II, 2 e total; assim como o número médio de rebentos por planta, foram afetados negativamente pelo consórcio (Tabela I-2). A produtividade de rizomas laterais em monocultivo foi de aproximadamente 40 Mg ha⁻¹, valores considerados altos para a cultura de taro, superiores aos encontrados por Oliveira et al. (2007), Oliveira et al. (2006) e Oliveira et al. (2004) em cultivos orgânicos, e Zárate e Vieira (2003) em cultivos convencionais. Sendo muito superiores a média do estado do Rio de Janeiro, que está situada em 15 Mg ha⁻¹ em cultivos convencionais (SILVA e OLIVEIRA, 2002). Tais produtividades foram somente comparáveis com as produtividades obtidas Puiatti et al. (1992), que alcançou valores em torno de 45 Mg ha⁻¹. A redução na produtividade e no número total de rizomas laterais pode estar associada à partição de fotoassimilados para o

alongamento do pecíolo ao invés de criar novos rizomas laterais, juntamente com a redução da entrada de luz provocado no ambiente pela leguminosa. Gondim et al. (2007) comentam que nos tratamentos onde os níveis de sombreamento era maiores, a produtividade de rizomas foi significativamente inferior. Os autores recomendam que o nível de sombreamento da cultura não exceda 18 % e que não ultrapasse os 180 dias do ciclo. Este mesmo autor comenta que em sistemas onde a restrição de luz é intensa, existe maior acúmulo de massa seca no limbo foliar e pecíolo, em detrimento aos rizomas laterais. De maneira análoga, o mesmo ocorre com os rizomas centrais, demonstrando que em ambientes com boa luminosidade as plantas foram mais eficientes em alocar fotoassimilados para os rizomas laterais.

Gondim et al. (2007) identificaram quatro estádios de crescimento (E1, E2, E3 e E4), com base no acúmulo de matéria seca. O E1 vai do plantio até 60 DAP, caracterizado por pequeno acúmulo de matéria seca total; o E2 vai dos 60 até por volta dos 90-120 DAP, e é caracterizado por rápido crescimento da parte aérea com elevada taxa de área foliar, com acúmulo de matéria seca no limbo foliar e no pecíolo. O E3 vai de 120 DAP até 210 DAP, é caracterizado pela redução da área foliar e da matéria seca acumulada na parte aérea, devido à diminuição da emissão de novas folhas e a senescência natural das folhas, além de elevado acúmulo de matéria seca nos rizomas centrais e laterais. E por último o E4, que vai dos 210 até o final do ciclo e é caracterizado por taxas decrescentes no acúmulo de matéria seca nos rizomas laterais e estabilização do acúmulo na parte aérea.

O conhecimento das diferentes fases fenológicas do taro aumenta as chances de acerto na escolha de épocas de plantio, época de corte e espécie de adubos verdes, visando a máxima produtividade de ambos. No caso do presente experimento, a implantação da leguminosa se deu no início de E2, permanecendo até meados de E3. Sua presença durante este período inicial de desenvolvimento do taro promoveu um estado de competição entre as culturas por luminosidade. O desenvolvimento fenológico que as plantas de taro deveriam possuir, entre os 60 e 120 DAP, foi reduzido pela presença de *C. juncea*. Neste intervalo de tempo as plantas de taro deveriam estar criando estruturas fotossintéticas e de reserva, mediante a formação e expansão de novas folhas e rizomas, tornando as plantas aptas a expressar todo o seu potencial fotossintético nos E3 e E4, aumentando a produtividade de rizomas laterais e centrais.

No desdobramento da interação entre os fatores, para o número de rizomas da classe três, nota-se que para ambas as doses de composto orgânico aplicadas, a presença de *C. juncea* promoveu efeitos negativos. Entretanto, a produtividade de rizomas da classe três foi significativamente superior quando as plantas se encontravam em consórcio (Tabela I-3), indicando que os rizomas produzidos em consórcio eram em média maiores que os produzidos em monocultivo. Isso se deveu provavelmente a partição de fotoassimilados entre os rizomas laterais. A menor quantidade de rizomas laterais produzida favoreceu a partição de fotoassimilados, destinando quantidades destes para um número menor de rizomas laterais. Tal característica apresentada neste tipo de manejo pode ser vantajosa do ponto de vista econômico, pois o aumento da produtividade da classe três possibilitaria o incremento de renda, já que esta classe é a mais valorizada no mercado. Do ponto de vista comercial o uso de *C. juncea* em consórcio poderia ser utilizado como estratégia no aumento da produção de uma determinada classe. Oliveira (2004) também observou efeitos significativamente negativos sobre a produtividade de taro quando em consórcio com *C. junca* plantada aos 120 DAP e mantida até o final do ciclo. Somente foram observados resultados positivos quando a leguminosa foi roçada rente ao solo, indicando que quanto maior é o tempo de permanência da leguminosa em consórcio, menores são os índices produtivos.

Tabela 1-2: Valores médios e análise de variância para número e produtividade totais e das classes 1 e 2 de rizomas laterais e centrais de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas doses de adubação com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).

Fatores	nº de rizomas laterais ha ⁻¹ x 10 ³		nº total de rizomas laterais ha ⁻¹ x 10 ³	Produtividade dos rizomas laterais (Mg ha ⁻¹)		Produtividade total dos rizomas laterais (Mg ha ⁻¹)	Produtividade dos rizomas centrais (Mg ha ⁻¹)	Peso médio dos rizomas laterais (g)	nº médio de rizomas laterais	Peso médio do rizoma central (g)
	Classe			Classe						
	1	2		1	2					
Dose de composto orgânico										
0 Mg ha ⁻¹	98,77 ^α	147,43 ^α	432,35 ^α	2,00 ^α	8,93 ^α	35,86 ^α	13,42 ^α	84 ^α	12,97 ^α	402,62 ^α
4,5 Mg ha ⁻¹	119,43 ^α	178,65 ^α	501,81 ^α	2,53 ^α	10,07 ^α	40,17 ^α	14,26 ^α	82 ^α	15,05 ^α	427,79 ^α
Sistema de cultivo										
Monocultivo	132,84 ^α	192,14 ^α	529,33 ^α	2,79 ^α	11,45 ^α	40,80 ^α	14,44 ^α	78 ^α	15,88 ^α	433,11 ^α
<i>C. juncea</i>	85,37 ^β	133,93 ^β	404,83 ^β	1,74 ^β	7,55 ^β	35,22 ^β	13,24 ^α	88 ^α	12,14 ^β	397,30 ^α
C.V. %	38,96	33,09	23,28	35,37	36,19	14,38	28,05	17,93	23,28	28,05

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela I-3: Desdobramento da interação dupla de análise estatística para o número e produtividade de rizomas laterais da classe três de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas doses de adubação com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).

Nº de rizomas da classe 3 ha ⁻¹ (x10 ³)		
Dose de composto orgânico	Sistema de cultivo	
	Monocultivo	Consoiciado
0 Mg ha ⁻¹	204,35 α^1	185,53 β
4,5 Mg ha ⁻¹	230,41 α	177,05 β
C.V. (%)	14,12	
Produtividade de rizomas da classe 3 (Mg ha ⁻¹)		
Dose de composto orgânico	Sistema de cultivo	
	Monocultivo	Consoiciado
0 Mg ha ⁻¹	24,93 β	27,58 α
4,5 Mg ha ⁻¹	24,87 β	27,01 α
C.V. (%)	11,94	

¹Médias seguidas da mesma letra nas linhas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 Análise Nutricional dos Rizomas Laterais e Centrais de Taro

Tanto a aplicação de 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico quanto o consórcio com *C. juncea*, aumentaram o teor de nitrogênio total encontrado nos rizomas laterais de taro (Tabela I-4). No caso da adubação em cobertura, os teores de N passaram de 11,6 para 12,9 g kg⁻¹ de MS. Para o sistema de cultivo, o incremento foi semelhante ao proporcionado pela adubação em cobertura, variado o teor de N de 11,7 a 12,7 g kg⁻¹ de MS, com aplicação de 0 (zero) ou 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, respectivamente. A adubação orgânica em cobertura também proporcionou incrementos significativos no teor de P, variando de 3,05 a 3,64 g kg⁻¹ de MS, para 0 (zero) ou 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, respectivamente. Os demais macronutrientes (Ca, Mg e K) não foram afetados pela dose de adubação em cobertura aplicada e tão pouco pelo sistema de cultivo adotado (Tabela I-4).

O incremento no teor de N dos rizomas laterais indica transferência de N da leguminosa para a cultura do taro. Entretanto, para confirmar a assimilação de nitrogênio atmosférico via FBN, intermediada pela leguminosa, seria necessária a realização de estimativas de $\delta^{15}\text{N}$ nos rizomas laterais (SHEARER e KOHL, 1988).

Tabela I-4: Teores de nutrientes encontrados em rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo ou consorciados com *C. juncea*, sob duas doses de adubação em cobertura com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).

Dose de composto orgânico	N	Ca	Mg	P	K
0 Mg ha ⁻¹	11,6 β^1	1,58 α	1,50 α	3,05 β	24,25 α
4,5 Mg ha ⁻¹	12,9 α	1,70 α	1,34 α	3,64 α	27,24 α
Sistema de cultivo					
Monocultivo	11,7 β	1,58 α	1,43 α	3,28 α	24,54 α
<i>C. juncea</i>	12,7 α	1,70 α	1,40 α	3,42 α	26,95 α
C.V. (%)	6,88	28,40	15,39	10,97	21,77

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

No caso dos rizomas centrais, comparando a dose de composto aplicado em cobertura, verificou-se aumento significativo no teor de N com a aplicação de 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, que passou de 7,0 a 8,3 g kg⁻¹ de MS. No caso do Ca, os teores aumentaram de 3,33 para 5,24 g kg⁻¹, e já para K de 23,25 para 28,00 g kg⁻¹ de MS (Tabela I-5). Os teores de Ca e Mg não foram afetados pela dose de adubação. Para o sistema de cultivo, somente o teor de K foi incrementado pelo consórcio com *C. juncea*, permanecendo os demais, N, Ca, Mg e P semelhantes (Tabela I-5).

O aumento dos teores de N promovido pela *C. juncea* somente nos rizomas filhos está provavelmente associado à disponibilidade deste elemento na fase em que estava ocorrendo desenvolvimento dos rizomas laterais. O mesmo comportamento pode ser observado para o rizoma central, que foi influenciado pela adubação orgânica em cobertura, mas não pelo consórcio (Tabela I-4 e Tabela I-5). Tais diferenças na absorção estão em acordo com as fases descritas por Gondim et al. (2007). Infelizmente, até o presente momento, não são atribuídos maiores valores comerciais aos rizomas devidos ao seu conteúdo nutricional, como é rotineiramente observado em cana-de-açúcar para o teor de sacarose ou em trigo pelo teor de amido.

O aumento nos teores de N tanto nos rizomas laterais quanto nos centrais pode ser resultado ou de acúmulo deste elemento nos tecidos de reserva dos rizomas, em formas minerais ou protéicas, como aminoácidos elevando, portanto, os níveis nutricionais dos rizomas. Contudo, para que tal hipótese fosse confirmada, seria necessária a realização de metodologia específica para determinação do conteúdo protéico.

Tabela I-5: Teores de nutrientes encontrados em rizomas centrais de plantas de taro em monocultivo ou consorciados com *C. juncea*, sob duas doses de adubação em cobertura com composto, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).

Dose de composto orgânico	N	Ca	Mg	P	K
	g kg ⁻¹				
0 Mg ha ⁻¹	7,0β ¹	3,33β	1,42α	2,83α	23,25β
4,5 Mg ha ⁻¹	8,3α	5,24α	1,41α	3,34α	28,00α
Sistema de cultivo					
Monocultivo	7,2α	5,12α	1,44α	2,94α	23,14β
<i>C. juncea</i>	8,0α	3,46α	1,39α	3,23α	28,11α
C.V. (%)	13,05	26,09	22,09	25,24	16,53

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Cabe ressaltar que, independentemente dos tratamentos adotados, a diferença existente entre os teores de N e Ca encontrados nos rizomas centrais e laterais chamam a atenção. Os teores de N nos rizomas laterais são em média de 12,25 g kg⁻¹ de MS, enquanto que nos rizomas centrais, de aproximadamente 7,65 g kg⁻¹ MS, ou seja, aproximadamente 1,5 vezes maior. No caso do cálcio a relação é inversa. Nos rizomas laterais o teor deste elemento é de aproximadamente 1,64 g kg⁻¹ MS, e nos rizomas centrais de aproximadamente 2,5 vezes mais, ou seja, 4,28 g kg⁻¹ MS (Tabela I-4 e Tabela I-5). Tais valores podem sugerir que os rizomas centrais possuam maior acridade, devido à presença de oxalato de cálcio na forma de ráfides, porém, a falta de informações sobre tal tema na literatura impede que sejam feitas tais afirmativas.

Os teores nutricionais encontrados no presente experimento, tanto pra rizomas laterais quando para centrais, são semelhantes aos obtidos por Oliveira (2004) em cultivo de taro consorciado com *C. juncea*, em sistema orgânico de produção, Puiatti et al (1992) em cultivo convencional de taro visando o estudo da absorção de nutrientes pela cultura e por Wills et al.

(1983) em estudos realizado sobre a composição química de taro em cultivos na Papua Nova Guiné

3.5 Análises químicas e biológicas do solo

Não foram observadas interações significativas entre a dose de adubação e o sistema de cultivo para nenhuma das variáveis de solo estudadas. A análise química do solo revelou aumentos significativos nos valores do CT, CL, NT, NL, BMS-C plus, BMS-C plus, BMS-N plus e qCO_2 após a adubação com $4,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ de composto orgânico, enquanto que os valores do $q\text{Micro-N}$ foram significativamente menores, 90 dias após a aplicação do fertilizante (Tabela I-6). O aumento nos níveis do carbono microbiano gerou o aumento nas taxas metabólicas do solo. Com o aumento das taxas metabólicas mais material foi mineralizado e disponibilizado para o ambiente, em frações lábeis ou mais estáveis, elevando os conteúdos de CT, NT, CL e NL.

Apesar da elevada produção de biomassa seca ($4,42 \text{ Mg ha}^{-1}$) e da coleta ter sido realizada 100 dias após o corte da leguminosa, o consórcio com *C. juncea* reduziu os valores do CL e qCO_2 , enquanto que a BMS-N, BMS-C, $q\text{Micro-C}$ e o $q\text{Micro-N}$ foram maiores no consórcio (Tabela I-6). Ao que parece o comportamento apresentado por estas variáveis foi resultado do modo como a leguminosa foi disposta, após o corte, junto à base das plantas de taro formando feixes, como pode ser observado na Figura A-5. Através da precipitação e das irrigações os nutrientes da leguminosa, principalmente K e N, foram sendo lentamente lixiviados, restando apenas os esqueletos de carbono da palhada, diferentemente do que ocorre com o composto orgânico, que já é adicionado fragmentado, e se decompõe mais rapidamente devido à vasta superfície de contato que possui, se comparado aos feixes de *C. juncea*. Como na leguminosa o C não foi lixiviado juntamente com os demais nutrientes (principalmente o N), não foi observado aumento dos conteúdos de CL e sim reduções, pois o N que estava sendo aportado ao sistema promoveu o aumento da BMS-C e BMC-N e no $q\text{Micro-C}$ e $q\text{Micro-N}$, e conseqüentemente os níveis do $q\text{Micro-C}$ e $q\text{Micro-N}$. Contudo, como o qCO_2 foi inferior no consórcio, leva a supor que o C contido no CL foi desviado para a formação de corpo microbiano, o que pode ser confirmado pelo aumento nos conteúdos da BMS-C e BMS-N. Não foram observados aumentos nos teores de CT. Pelo contrário, existe a tendência e redução nos seus teores quando em consórcio (Tabela I-6). Contudo, é possível que ao longo do tempo, após a decomposição completa dos resíduos vegetais das leguminosas, os teores de CT do solo sejam superiores no consórcio relativamente ao monocultivo. Como se trata do primeiro ano experimental com uso de leguminosas para adubação verde, resultados deste tipo ainda seriam muito precoces. Seriam necessários vários cultivos para que o aporte de C no sistema fosse positivo e significativo. O enriquecimento do solo parece estar associado a ciclos de ganho e perda de carbono, sendo que a cada ciclo os teores de carbono devem ter delta positivo para que o enriquecimento seja significativo.

Foram observadas várias correlações entre as variáveis estudadas. Dentre elas merece destaque a correlação negativa entre o CT com BMS-C e qCO_2 , indicando que quanto maiores os níveis de microorganismos, maiores são as perdas de CO_2 para a atmosfera (Tabela I-7). Tais resultados estão de acordo com os observados por Sparling et al. (1998) em trabalho que relacionou o CT e a BMS-C. Os autores verificaram que o CL não só estava relacionado com a BMS-C, como também ao qCO_2 .

Também foi observada estreita correlação entre o CL e o NT. O NT provavelmente atuou como ativador da microbiota do solo, proporcionado que o carbono contido em frações mais estáveis fosse degradado e reduzido a frações menores, além de aumentar os níveis da BMS, que é componente do CL e NL. Bayer e Mielniczuk, (1999) afirmam que a entrada de nitrogênio em sistemas agrícolas provoca a diminuição na relação C:N, criando condições ao crescimento biológico.

Tabela I-6: Análise dos componentes químicos e biológicos do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 255 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas doses de adubação em cobertura com composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).

Dose de composto orgânico	CT	CL	NT	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qMicro-C plus	qMicro-N plus
0 Mg ha ⁻¹	3,53 ^{β1}	304,34 ^β	0,39 ^β	70,83 ^β	151,94 ^α	21,26 ^α	213,55 ^β	34,48 ^β	0,62 ^α	4,58 ^β	4,55 ^α	5,84 ^α	9,88 ^α	9,19 ^α
4,5 Mg ha ⁻¹	4,52 ^α	358,07 ^α	0,48 ^α	79,88 ^α	102,44 ^β	20,23 ^α	335,97 ^α	40,20 ^α	0,61 ^α	5,90 ^α	2,37 ^β	4,26 ^β	4,73 ^β	8,48 ^α
Sistema de cultivo														
Monocultivo	4,26 ^α	347,69 ^α	0,46 ^α	78,11 ^α	94,04 ^β	17,79 ^β	257,88 ^α	37,33 ^α	0,61 ^α	6,09 ^α	2,34 ^β	3,98 ^β	6,27 ^α	8,31 ^α
<i>C. juncea</i>	3,79 ^α	314,71 ^β	0,41 ^α	72,60 ^α	160,34 ^α	23,70 ^α	291,64 ^α	37,35 ^α	0,62 ^α	4,38 ^β	4,58 ^α	6,12 ^α	8,33 ^α	9,35 ^α
C.V.%	15,41	7,97	17,29	11,99	24,63	23,14	20,19	10,63	7,84	19,76	33,16	30,52	24,06	17,29

¹ Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ² Conjunto das variáveis CT (g C kg solo⁻¹), CL (mg C kg solo⁻¹), NT (g N kg solo⁻¹), NL (mg N kg solo⁻¹), BMS-C e BMS-C plus (mg C kg solo⁻¹), BMS-N e BMS-N plus (mg N kg solo⁻¹), RBS (mg C-CO₂ kg solo⁻¹ h⁻¹), qCO₂ e qCO₂ plus (mg C-CO₂ g Cmic⁻¹ h⁻¹), qMicro-C e qMicro-C plus (mg Cmic 100mg Corg⁻¹) e qMicro-N e qMicro-N plus (mg Nmic 100mg Norg⁻¹).

Tabela I-7: Matriz de correlação das propriedades químicas e biológicas do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, em plantio de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas doses de composto orgânico, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2005).

Variáveis n = 16	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-C plus	BMS-N	BMS-N plus	RBS	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qMicro-Cplus
NT	0,85***												
CL	0,78***	0,84***											
NL	0,59**	0,68**	0,67**										
BMS-C	-0,69**	-0,59**	-0,55**	-0,39*									
BMS-C plus	-0,53**	-0,53**	-0,60**	-0,43*	0,65**								
BMS-N	-0,34*	-0,23 ^{ns}	-0,26 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,40**	0,32*							
BMS-N plus	0,48**	0,53**	0,64**	0,43*	-0,38**	-0,45**	0,21 ^{ns}						
RBS	-0,15 ^{ns}	-0,31*	-0,24 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,54**	0,22 ^{ns}	-0,32*					
qCO ₂	0,72***	0,66**	0,68**	0,37*	-0,86***	-0,51**	-0,31*	0,52**	-0,03 ^{ns}				
qMicro-C	-0,82***	-0,72***	-0,70***	-0,44**	0,95***	0,69**	0,50**	-0,45**	0,32*	-0,87***			
qMicro-N	-0,72***	-0,70***	-0,67**	-0,40**	0,59**	0,54**	0,84***	-0,17 ^{ns}	0,30 ^{ns}	-0,57**	0,76***		
qMicro-C plus	-0,81***	-0,74***	-0,78***	-0,53**	0,74***	0,90***	0,46**	-0,51**	0,45**	-0,67**	0,86***	0,77***	
qMicro-N plus	-0,59**	-0,71***	-0,47**	-0,46**	0,34*	0,27 ^{ns}	0,44**	0,21 ^{ns}	0,08 ^{ns}	-0,31*	0,45**	0,67**	0,47**

^aNível de significância para o teste Pearson ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} (não-significativo); *, ** e *** (significativo a 5; 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente).

4 CONCLUSÕES

1. O consórcio de *C. juncea* com itaro estimula o desenvolvimento de plantas de maior porte, porém não altera significativamente a área foliar.
2. O plantio de taro em consórcio com *C. juncea* afeta negativamente o número e a produtividade total de rizomas laterais e das classes 1 e 2.
3. O consórcio de taro com *C. juncea* eleva a produtividade da classe acima de 80 g.
4. A adubação em cobertura com 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico eleva os teores de N e P dos rizomas laterais e N, Ca e K dos rizomas centrais, assim como consórcio com *C. juncea* eleva os teores de N nos rizomas laterais e K nos rizomas centrais.
5. O consórcio de taro e *C. juncea* elevam os valores da BMS-C, BMS-N, qMicro-C e qMicro-N, e reduzem os de CL e qCO₂ aos 255 DAP.
6. A adubação orgânica em cobertura com 4,5 Mg ha⁻¹ com composto orgânico eleva os teores do CT, NT, CL, NL, BMS-C plus, BMS-N plus e qCO₂, mas reduz os valores da BMS-C, qMicro-C e qMicro-N.

CAPITULO II - ADUBAÇÃO VERDE EM CONSÓRCIO E FORNECIMENTO HÍDRICO NA CULTURA DO TARO

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi estudar o cultivo de taro (*Colocasia esculenta* L.) em monocultivo ou consorciado com *Crotalaria juncea*, sob duas frequências de irrigação por aspersão na região de Paty do Alferes-RJ. O município de Paty do Alferes está localizado a 22° 20' S (latit.) e 43° 25' W (long.) com uma altitude média de 575 m, na mesorregião metropolitana do estado do Rio de Janeiro. O clima é caracterizado de acordo com o sistema de Köppen como tropical de altitude. A precipitação média anual (21 anos) é de 1222 mm, com chuvas concentradas no quadrimestre de dezembro a março (742 mm). O regime térmico apresenta média anual das máximas de 29 °C e das mínimas de 16 °C, sendo os meses de novembro a abril os mais quentes com temperaturas médias variando de 22,3 °C a 23,8 °C, e de maio a agosto os mais frios com temperaturas médias variando de 16,2 °C a 18,2 °C. A umidade relativa do ar varia de 74,6 a 82,3 %. O delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso, em fatorial 2 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos constaram de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* sob duas frequências de irrigação: a cada 3,5 dias por 30 minutos e a cada 14 dias por 2 horas. As parcelas experimentais possuíam dimensão de 30 m², constituídas por seis linhas de taro por parcela. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro, na densidade de 30 sementes por metro linear, aos 60 dias após o plantio (DAP), sendo cortadas aos 135 DAP. Foram realizadas análises nutricionais da *C. juncea* e dos rizomas laterais e centrais de taro (N, Ca, Mg, P e K), altura e áreas foliar das plantas de taro durante os três meses posteriores ao corte da leguminosa, produtividade e número totais e por classes de rizomas laterais de taro, distribuídas de 0 a 40g, 40-80g e acima de 80 g (classes 1, 2 e 3, respectivamente). Determinações de atributos químicos e microbiológicos do solo aos 135, 165 e 195 DAP. O consórcio de taro e *C. juncea* aportou 1,49 e 3,40 Mg ha⁻¹ de MS, representando em termos de N, quantidades equivalentes de 47,2 e 133,0 kg ha⁻¹ de N, sendo que 36,50 e 96,0 kg ha⁻¹ de N foram oriundos da FBN para os turnos de rega curto e longo, respectivamente. A ciclagem de nutrientes foi de 43,9, 12,5, 9,77 e 45,26 kg ha⁻¹ de Ca, Mg, P e K, respectivamente. O consórcio com *C. juncea* não influenciou a área foliar do taro, aumentando somente o comprimento dos pecíolos aos 195 DAP. O turno de rega curto incrementou tanto a área foliar quanto a altura das plantas aos 165 e 195 DAP. Para os rizomas laterais o turno de rega curto aumentou o número e produtividade totais e da classe 3, peso e número médio, enquanto que para os rizomas centrais somente o peso médio. O consórcio com *C. juncea* afetou negativamente o número e produtividade da classe 1 e totais, número médio de rizomas laterais e peso médio de rizomas centrais, mas não a produtividade total de rizomas laterais. O turno de rega longo incrementou o teor de N dos rizomas laterais e nos centrais N, Ca, Mg e P. O consórcio elevou os teores de N somente nos rizomas laterais. O turno de rega curto proporcionou, de maneira geral, aumento da atividade microbiológica e a formação de frações lábeis no solo, enquanto que o consórcio com *C. juncea* elevou o teor de CT aos 195 DAP. Conclui-se que o turno de irrigação curto contribuiu para melhor desenvolvimento e produtividade do taro, assim como o consórcio com *C. juncea* não afetou negativamente a produtividade total de taro.

Palavras-chave: *Colocasia esculenta*, irrigação, manejo orgânico.

ABSTRACT

Intercropping green manuring and water supply in taro cropping

The objective of this work was to study leaf development, productive and nutritional parameters in taro (*Colocasia esculenta* L.) cropping in monoculture or intercropping with *Crotalaria juncea* under two irrigation frequencies in the region of Paty do Alferes-RJ. The municipality of Paty do Alferes is located at 22° 20' S (latit) and 43° 25' W (long) in 575 above the level sea, in the Mesoregion metropolitan in the state of Rio de Janeiro. The climate is characterized according to Köppen system as a tropical of altitude. The average annual rainfall (the last 21 years) is 1222 mm, with rains concentrated in the four months from December to March. The average of temperature presents maximum of 29 °C and minimum 16 °C. The relative humidity varies from 74.6 to 82.3 %. The experiment was conducted in randomized complete blocks design with four treatments and four replications. The treatments consisted of taro crop in monoculture or intercropped with *Crotalaria juncea* and two irrigation frequencies: every 3.5 days for 30 minutes and every 14 days for 2 hours. The experimental plots had size of 30 m², consisting of six lines of taro per plot. Legumes were sown in between taro rows (0.25m away) and spaced 0.50 m with a density of 30 seeds per meter at 60 days after taro planting (DAP), and cut at 135 DAP. Nutritional analysis were made with straw of *C. juncea* and lateral and central taro rhizomes (N, Ca, Mg, P and K), height and leaf area of taro plants for three months after the legume cutting, productivity and total number and per class distribution of lateral rhizomes of taro from 0-40g, 40-80g and above 80 g (classes 1, 2 and 3, respectively). Determination of chemical and microbiological soil attributes at 135, 165 and 195 DAP. The intercropping of taro and *C. juncea* contributed with 1.49 and 3.40 Mg ha⁻¹ of dry matter, representing in terms of N-equivalent the amount of 47.2 and 133.0 kg ha⁻¹ of N (36.50 and 96.0 kg ha⁻¹ N was derived from the BNF) for the irrigation short and long frequency, respectively. The cycling for the following nutrients were 43.9, 12.5, 9.77 and 45.26 kg ha⁻¹ of Ca, Mg, P and K, respectively. The intercropping with *C. juncea* did not influence the leaf area of taro, increasing only the length of petioles at 195 DAP. The short irrigation frequency increased the leaf area and plant height at 165 and 195 DAP. For the lateral rhizomes the short irrigation frequency increased the number and productivity total and for the class 3, weight and number average, while for central rhizomes only the weight average. The intercropping with *C. juncea* decreased the number and productive of lateral rhizome for the class 1 and total, average number of lateral rhizomes and average weight of lateral rhizomes, but not the total productivity of lateral rhizomes. The long irrigation frequency increased the N content in the lateral rhizomes and the central rhizomes for N, Ca, Mg and P. The intercrop increased the levels of N only in the lateral rhizomes. The short irrigation frequency increase the soil microbial activity and the formation of label soil fractions, while the intercropping with *C. juncea* increased the content of TC at 195 DAP. The conclusion was that the short irrigation frequency contributed for the development and productivity of lateral rhizomes of taro and the intercropping with *C. juncea* did not decreased the total productivity of taro crop

Keywords: *Colocasia esculenta*, irrigation, organic management

1 INTRODUÇÃO

O taro (*Colocasia esculenta* L. Schott) é uma espécie adaptada ao clima tropical, sendo pouco sujeita ao ataque de pragas e doenças. Seus rizomas apresentam alto valor nutritivo, com teores pronunciados de carboidratos e sais minerais (O'HAIR e ASOKAN, 1986). Essas características tornam o taro bastante difundido entre os agricultores familiares, que procuram utilizar reduzida quantidade de insumos externos em suas unidades produtivas. Apesar dessa rusticidade, o taro pode ter sua produtividade limitada por determinados fatores ambientais adversos, tal como a disponibilidade hídrica.

A prática de irrigação na cultura de taro é conhecida desde que a planta começou a ser cultivada (SPRIGGS, 1989). Atualmente no Brasil são poucos os trabalhos científicos que se propuseram a estudar a influência da água na cultura do taro. No passado, por ser uma cultura de baixo retorno econômico e ligada a cultivos de subsistência, poucos foram os investimentos no estudo do fator água sobre seus aspectos vegetativos e produtivos, prevalecendo até os dias de hoje o método de irrigação por inundação, já que esta cultura é resistente a ambientes alagados (FILGUEIRA, 2000). Este método é conhecido por ser um dos mais baratos e possíveis de ser utilizado na cultura do taro, que é tolerante a solos saturados com água, sendo assim o método convencionalmente utilizando. Contudo, em algumas regiões do Brasil onde a produção é economicamente relevante, como no estado do Rio de Janeiro, o taro é cultivado desde várzeas até pendentes, obtendo bons resultados produtivos (SILVA E OLIVEIRA, 2002). A produção de taro em cultivo inundado e sob manejo orgânico requer uma gama de técnicas que propiciem a aplicação de ambas, pois o uso de fertilizantes orgânicos, seja em plantio ou cobertura, pode ter sua eficiência reduzida ou até mesmo anulada, já que o processo de liberação de nutrientes neste tipo de sistema está atrelado a atividade microbiana aeróbia (SANTOS, 2008). Outro fator que dificultaria a compatibilidade entre o cultivo orgânico, em taro inundado, seria o uso de leguminosas como adubo verde em consórcio, já que até o momento não são conhecidas leguminosas que suportem ambientes alagados e conservem a taxa de fixação biológica de nitrogênio, que é extremamente dependente de ambientes com aerobiose (CALEGARI et al., 1993).

Um dos sistemas de aplicação de água que poderiam sanar algumas destas incompatibilidades e estar de acordo com as novas perspectivas de economia de água seria o sistema de irrigação por aspersão. Os sistemas de irrigação por aspersão se apresentam como uma opção interessante no cultivo de taro por ser um sistema de custo e uso de água intermediários (BERNARDO, 2006). O mesmo proporciona o uso de práticas corriqueiramente adotadas em sistemas de cultivo orgânico. Dentre tais práticas podemos destacar o uso de leguminosas em consórcio. As leguminosas assumem nos sistemas produtivos um papel fundamental na conservação da água no solo, atuando na proteção do solo contra a exposição direta dos raios solares, adicionando matéria orgânica ao solo, criando fendas e pequenos condutos por meio de raízes que após o seu cultivo serviram para processos de trocas gasosas e infiltração de água, além de criar um microclima ou bolsão de ar úmido entre o solo e o limite superior da vegetação, que evita o escape de umidade para a atmosfera (CALEGARI et al., 1993).

A união da prática de irrigação por aspersão com o uso de leguminosas em consórcio revela-se uma estratégia promissora no cultivo de gêneros orgânico. Portanto, o objetivo do presente trabalho foi estudar o cultivo de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas frequências de irrigação por aspersão na região de Paty do Alferes-RJ.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental

Idem Capítulo I. Os dados climáticos referentes ao período experimental em Avelar são apresentados na Figura II-1.

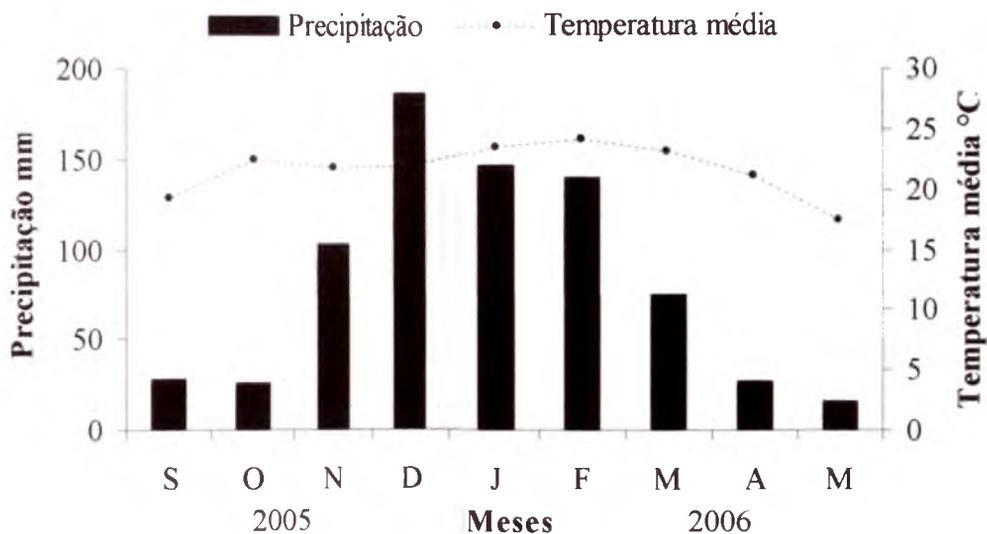


Figura II-1: Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2005 a maio de 2006. Fonte: Pesagro/EEA, 2007.

2.2 Delineamento Experimental

A partir de resultados obtidos durante o primeiro ano experimental, apresentados no Capítulo I, optou-se por substituir a adubação orgânica em cobertura, pelo estudo do efeito do fornecimento de água à cultura de taro. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constaram do cultivo de taro em consórcio com *C. juncea* e turnos de rega, com irrigação por aspersão, de 3,5 dias (30 minutos por irrigação) e 14 dias (2 horas por irrigação). Ambos somaram irrigação mensal por 4 horas. O taro foi plantado com espaçamento de 0,30 m na linha e 1,00 m entre linhas a uma profundidade de 8 a 10 cm. No sulco de plantio de taro foi realizada adubação de base na dose de 6,0 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, equivalente a 200 kg ha⁻¹ de N, com composto orgânico produzido na própria estação experimental, na proporção de 2 partes (v/v) de cama-de-aviário e palhada de capim colômbio. Os valores nutricionais do composto orgânico são apresentados em anexo na Tabela A-1. As parcelas experimentais possuíam dimensão de 30 m², ou seja, 6 linhas de taro por parcela, sendo que somente as duas linhas centrais foram usadas para as determinações. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro, na densidade de 30 sementes por metro linear, aos 60 dias após o plantio do taro (DAP). Como no experimento realizado no ano anterior a taxa de FBN foi considerada baixa, no momento da semeadura de *C. juncea* suas sementes foram inoculadas com mistura das estirpes BR2001, BR2003 e BR2811, de bactérias do gênero *Bradyrhizobium* sp., recomendadas pela Embrapa Agrobiologia. Com o intuito de reduzir possíveis efeitos advindos da competição da leguminosa com a cultura principal, a *C. juncea* foi cortada aos 135 DAP, buscando minimizar efeitos de sombreamento, como ocorrido no Capítulo I, e adicionar ao mesmo tempo quantidades significativas de nitrogênio ao sistema, em épocas que tanto os rizomas laterais quanto os centrais possuem maior demanda por este nutriente. Depois de realizado o corte as leguminosas, as mesmas foram dispostas em feixes na base das plantas

de taro, com o intuito de tornar a liberação de nutrientes lenta e gradual, para que o taro tivesse máximo aproveitamento, além de dificultar a infestação de plantas espontâneas. A imagem dos feixes de *C. juncea* dispostos na base das plantas de taro é apresentada na Figura A-5 A e B. Para um melhor entendimento sobre o manejo adotado e coletas efetuadas, se recomenda observar a linha temporal apresentada na Figura A-6 em anexo.

2.3 Controle da irrigação por aspersão

Foram utilizados 16 aspersores setoriais com vazão individual de 4 mm h^{-1} , distribuídos uniformemente nas linhas laterais e centrais da área experimental conforme representado na Figura II-2. A prática de irrigação por aspersão foi iniciada na mesma semana em que o taro foi plantado, seguindo sem interrupções por 240 DAP de taro, sendo interrompida somente nos 20 dias anteriores a colheita do taro, respeitando-se o período para amadurecimento fisiológico com a intenção de evitar possíveis brotamentos dos rizomas laterais, o que neste caso depreciaria o produto final.

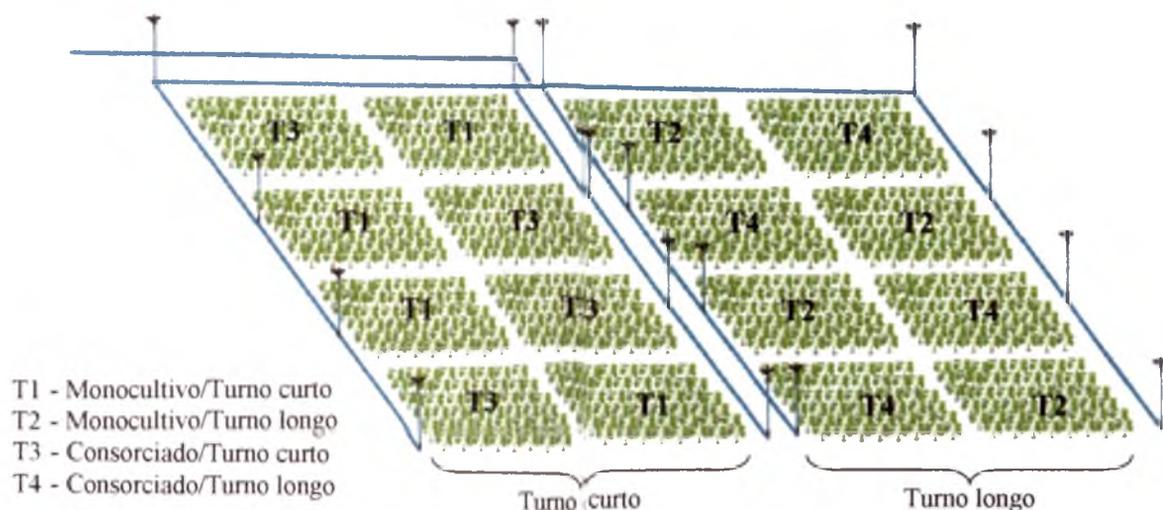


Figura II-2: Disposição do experimento no campo e vista do sistema de irrigação utilizado (Paty do Alferes-RJ, 2006).

2.4 Parâmetros Fitotécnicos Avaliados

Idem Capítulo I, com o corte da leguminosa, mensuração da área foliar e altura das plantas de taro realizadas aos 135 DAP.

2.5 Análise do Tecido Vegetal da Cultura Principal e Consórcio

Idem Capítulo I.

2.6 Fixação Biológica de Nitrogênio

Idem Capítulo I. Utilizaram-se como testemunhas não fixadoras de nitrogênio as espécies picão-preto (*Bidens pilosa* L) e capim-colonião (*Panicum maximum* Jacq).

2.7 Avaliação dos Atributos Biológicos do Solo

As análises no solo foram realizadas aos 135, 165 e 195 DAP.

Para as metodologias referente às determinações do BMS-C, BMS-N, RBS, $q\text{CO}_2$, $q\text{Micro-C}$, $q\text{Micro-N}$, BMS-C plus, BMS-N plus, $q\text{Micro-C plus}$ e $q\text{Micro-N plus}$, vide Capítulo I.

2.8 Avaliação dos Atributos Químicos do Solo

As análises no solo foram realizadas aos 135, 165 e 195 DAP.

Para as metodologias referentes às determinações do CT, NT, CL e NL, vide Capítulo

I

2.9 Análises Estatísticas

Idem Capítulo 1.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Produção de Biomassa do Consórcio

O uso de *C. juncea* como adubo verde consorciado com taro promoveu considerável aporte de nitrogênio ao sistema. A taxa de FBN não foi influenciada pelo turno de rega, apresentando valor médio de 75,40 %, muito superior ao obtido no cultivo anterior que foi de 46,44 %. Tal incremento se deu pela inoculação de estirpes específicas para a *C. juncea*.

O balanço final de aporte de nitrogênio oriundo da FBN dependeu da quantidade de massa seca produzida pela leguminosa, que neste caso foi de 1,49 e 3,40 Mg ha⁻¹ de MS para o turno de rega curto e longo, respectivamente, representando em termos finais de aporte de N, quantidades equivalentes de 36,50 e 96,0 kg ha⁻¹ de N para os turnos de rega curto e longo, respectivamente (Tabela II-1). Tais resultados estão de acordo com Cesar et al. (2007), que obtiveram produtividades de 1,7 Mg ha⁻¹ de matéria seca quando *C. juncea* estava em associação com pimentão, sendo cortada aos 45 DAP. Esses resultados também são similares aos obtidos por Gouveia (1995), quando a crotalária foi semeada no final do verão, com produtividade de 6,8 e 1,5 Mg ha⁻¹, respectivamente, para produção de biomassa fresca e seca.

A biomassa de *C. juncea* promoveu ciclagem substancial de outros macronutrientes. A quantidade de nutrientes que foram disponibilizados pela palhada no tratamento que apresentava turno de rega longo, foi significativamente superior para os elementos N, Ca, Mg, P e K, com seus níveis alcançando o dobro ou até o triplo dos valores para o turno de rega curto (Tabela II-1). É provável que no turno de rega curto somente a camada superficial do solo tenha recebido água, e no turno longo a água tenha chegado até camadas mais profundas. Como a *C. juncea* possui sistema radicular pivotante e bem distribuído no perfil do solo, ela foi mais beneficiada pelo turno de rega longo, ao contrário do taro, que possui sistema radicular superficial e é mais beneficiado pelo turno de rega curto. Oliveira (2004) em consórcio de taro com *C. juncea* na região de Magé-RJ, onde se avaliava a influência da altura de corte da leguminosa, obteve valores de 211 kg ha⁻¹ de N, 17 kg ha⁻¹ de P, 85 kg ha⁻¹ de K, 151 kg ha⁻¹ de Ca e 27 kg ha⁻¹ de Mg, oriundos da deposição de 6,85 Mg ha⁻¹ de matéria seca, quando a planta era cortada rente ao solo. Os valores encontrados neste trabalho são inferiores aos encontrados por Oliveira (2004). Entretanto, o autor neste trabalho utilizou um período de consórcio de 120 dias, o que justifica a maior produção de massa seca.

Tabela II-1: Percentagem de fixação biológica de nitrogênio (FBN), biomassa área seca e conteúdo de nutrientes totais encontrados em *C. juncea* consorciada com taro, sob duas diferentes frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Frequência de irrigação	FBN	MS	N	Ca	Mg	P	K
	%	Mg ha ⁻¹					
Turno curto	77,49 ^{α1}	1,49 ^β	47,20 ^β	23,37 ^β	7,51 ^β	5,87 ^β	24,53 ^β
Turno longo	72,58 ^α	3,40 ^α	133,08 ^α	64,58 ^α	17,48 ^α	13,66 ^α	65,99 ^α
Média	75,04	2,45	90,14	43,98	12,50	9,77	45,26
C.V. (%)	5,83	26,96	29,67	25,43	20,07	26,41	26,51

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tanto nos tratamentos onde o taro possuía turno de rega curto quanto nos que possuía turno longo, a palhada de *C. juncea* não apresentava teores nutricionais significativamente diferentes, permanecendo com valores médios de 16,72; 4,87; 3,92 e 17,42 g kg⁻¹ de MS para os nutrientes Ca, Mg, P e K, respectivamente (Tabela II-2). No caso do N o turno de rega

curto foi significativamente inferior ao turno de rega longo, com valores de 31,4 e 38,6 g kg⁻¹ de MS.

Tabela II-2: Teores de nutrientes encontrados em *C. juncea* consorciada com taro, sob duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção. (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Frequência de irrigação	N	Ca	Mg	P	K
	g kg ⁻¹				
Turno curto	31,4 β ¹	14,44 α	4,60 α	3,85 α	15,47 α
Turno longo	38,6 α	18,99 α	5,14 α	3,99 α	19,37 α
Média	35,00	16,72	4,87	3,92	17,42
C.V. (%)	7,89	23,76	22,75	6,85	17,50

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na mesma coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

A infestação por ervas espontâneas, mesmo não sendo quantificada, era visivelmente menor nas parcelas onde a leguminosa estava em consórcio. Apesar de não ter sido tão pronunciada como no Capítulo I, já que a leguminosa não proporcionou níveis elevados de sombreamento como o observado anteriormente.

3.2 Desenvolvimento da Plantas de Taro

A análise estatística não demonstrou efeitos significativos advindos do monocultivo ou consórcio com *C. juncea* sobre a área foliar das plantas de taro aos 135 DAP. As plantas de taro possuíam, aos 135 e 165 DAP, aproximadamente 3000 cm², decaindo aos 195 DAP para 1000 cm² de área (Figura II-3A). Ao que tudo indica a presença da leguminosa em consórcio e a disponibilidade de nutrientes após o corte da *C. juncea*, não influenciaram no desenvolvimento foliar da cultura principal. No caso da frequência de irrigação, tanto nos 165 quanto aos 195 DAP, o turno de rega curto diferiu significativamente do turno de rega longo, promovendo o desenvolvimento de plantas de taro com maior área foliar, com valores de aproximadamente 3500 cm² aos 165 DAP e 1500 cm² aos 195 DAP, 2500 cm² aos 165 DAP e 1000 cm² aos 195 DAP para o turno de rega curto e longo, respectivamente (Figura II-3B). A simples alteração na frequência de irrigação foi suficiente para aumentar a área fotossintética das plantas, o que possivelmente gerou maior produção de fotoassimilados nos tratamentos sob turno de rega curto.

No segundo ano de cultivo o crescimento de *C. juncea*, atingiu cerca de 1,5 m de altura, ocasionou grau de sombreamento moderado das plantas de taro, promovendo o desenvolvimento de plantas com maior porte de maneira crescente e contínua, variando de aproximadamente 64 cm aos 135 DAP para aproximadamente 72 cm aos 195 DAP, enquanto que no monocultivo os valores ficaram estagnados em aproximadamente 63 cm (Figura II-4A). Gondim et al. (2007) avaliando o crescimento da parte aérea, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em plantas de taro ‘Japonês’ cultivadas sob intensidades e períodos de sombreamento artificial, constatou que quanto maior era o nível de sombreamento, maior era a alongação do pecíolo e a área foliar das plantas. De maneira equivalente Oliveira et al. (2004) em experimento com taro ‘Chinês’ sob diferentes intensidades de sombreamento, verificou que sob maior restrição a entrada de luz as plantas apresentavam maior área foliar e pecíolos, além de possuírem um sistema radicular menos desenvolvido e menores níveis produtivos.

Durante o cultivo de taro ocorreram queimas foliares provocadas pela incidência de raios solares, o que provavelmente foi resultado do turno de rega longo, que gerou períodos de déficit de água e condições de queima pela redução de turgência das folhas, desfavorecendo o desenvolvimento da cultura tanto nos tratamentos em monocultivo quanto nos consorciados,

não sendo, portanto atribuído a retirada da leguminosa que estava consorciada. Oliveira et al. (2006), em cultivo de taro sob aléias de guandu, verificaram aumentos nos níveis de queima foliar nas plantas que se encontravam a pleno sol, indicando que as leguminosas cumprem papel fundamental na proteção das folhas de taro, principalmente em ambientes onde a disponibilidade de água é dependente do clima.

As respostas de crescimento de pecíolo e área foliar contradizem o que é atribuído a grande parte de plantas pertencentes a família das Aráceas (RUBATZKY e YAMAGUCHI, 1997), pois estas famílias são consideradas de sombra e as alterações morfológicas nos indivíduos pertencentes a esta família são raras.

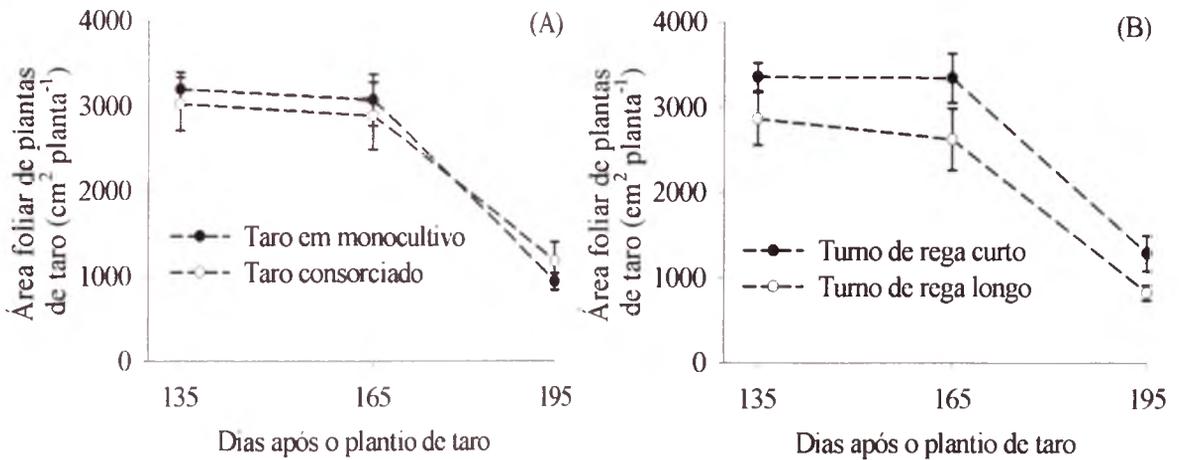


Figura II-3: Área foliar de plantas de taro (A) em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* e (B) sob duas frequências de irrigação aos 135, 165 e 195 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2006).

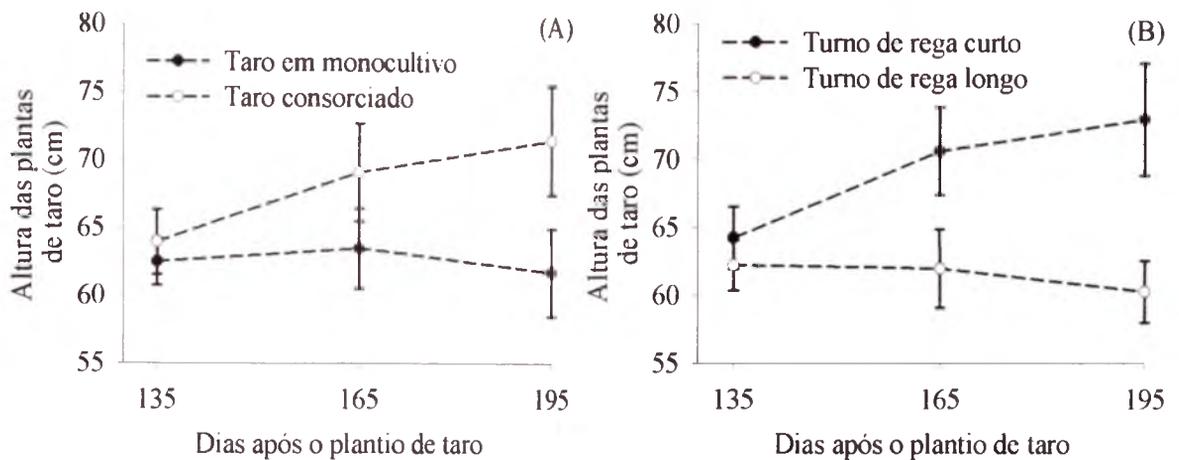


Figura II-4: Altura de plantas de taro (A) em monocultivo ou consorciado com *C. juncea* e (B) sob duas frequências de irrigação aos 135, 165 e 195 dias após o plantio de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2006).

3.3 Produtividade das Plantas de Taro

A análise estatística não revelou efeitos interativos entre a frequência de irrigação e o sistema de cultivo. Não houve influência da frequência de irrigação sobre o número e produtividade de rizomas laterais da classe 1 e 2, e produtividade dos rizomas centrais (Tabela II-3). Para as variáveis número e produtividade de rizomas laterais da classe 3 e totais, peso e número médio dos rizomas laterais e peso médio do rizoma central o turno de rega curto influenciou positivamente sobre os valores obtidos (Tabela II-3). A simples alteração da

freqüência de irrigação favoreceu significativamente a cultura. Sua distribuição em intervalos de tempo e lâminas menores promoveu condições ao desenvolvimento vegetativo do taro, apresentando maior área foliar e altura das plantas. As plantas de taro, por possuírem sistema radicular superficial, absorvem a maior parte da água nos primeiros 20 cm de profundidade do solo (FILGUEIRA, 2000). Turnos de rega longos e com lâminas altas, além de gerarem períodos em que a planta passa por déficit hídrico, podem gerar perdas de água por escoamento superficial ou por infiltração para camadas inacessíveis ao sistema radicular da cultura, colaborando para a lixiviação de nutrientes para camadas mais profundas (BERNARDO, 2006).

No caso do consórcio com *C. juncea* o número de rizomas laterais da classe 1 e totais; produtividade dos rizomas laterais da classe 1; assim como o número médio de rebentos por planta, foi afetado negativamente pelo consórcio (Tabela II-3), o que pode ser visto de forma negativa, já que estas classes são utilizadas preferencialmente para a propagação da cultura. Ao que tudo indica, parece haver um balanço muito fino entre a produção de novos perfilho e o investimento na parte aérea da planta em folhas e pecíolos (GOENAGA, 1995). Somente o peso médio do rizoma central foi beneficiado pelo consórcio (Tabela II-3), o que deixa mais evidente que boa parte dos carboidratos produzidos pela planta eram investidos na parte aérea, sendo posteriormente, no final do ciclo, translocados ao rizoma central. As plantas de taro apresentam esta característica única de partição de fotoassimilados por apresentarem rizoma central conectado a rizomas laterais. Outras espécies hortícolas que possuem tubérculos como batata inglesa (*Solanum tuberosum* L.) e araruta (*Maranta arundinacea* L.), ou tuberosas com a batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), possuem estrutura morfológica diferenciada, que permite suprir os novos tubérculos de maneira diferenciada. Apesar de raras vezes rizomas laterais apresentarem desenvolvimento da parte aérea, com produção de pecíolos e folhas fotossinteticamente ativas, a contribuição com fotoassimilados é extremamente inferior a contribuição advinda do rizoma central. Tais brotações são mais freqüentes ao final do ciclo da cultura, geralmente quando existe disponibilidade de água e nutrientes, principalmente nitrogênio (FILGUEIRA, 2000), portanto indesejadas, já que estariam depreciando o produto comercial. Contudo, o desenvolvimento da parte aérea de rizomas laterais evidencia o início de um novo ciclo, gerando perdas de qualidade do produto comercial e tornando porta de entrada de doenças de pós-colheita, já que a parte aérea tem que ser removida no momento da colheita, provocando injúrias.

A produtividade de rizomas laterais foi em média de aproximadamente 9 Mg ha⁻¹, situados acima da média mundial (FAO, 2009; ONWUEME, 1999) para sistemas convencionais e semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2007) e Oliveira et al. (2004) em sistema orgânico, mas muito inferiores aos obtidos no capítulo anterior. Tal fato pode ser explicado pela alta disponibilidade hídrica que o taro possuía durante o primeiro ano experimental, não sendo suficiente a lâmina utilizada durante o segundo ano experimental para suprir a demanda por água, não permitindo que a cultura expressasse todo o seu potencial produtivo.

A redução na produtividade e no número total de rizomas laterais, provocado pelo consórcio, está provavelmente associada à partição de carboidratos para o alongamento do pecíolo ao invés de criar novos rizomas laterais, juntamente com a redução da entrada de luz provocado no ambiente pela leguminosa, diferentemente do que ocorreu em trabalho realizado por Oliveira (2004), consorciando taro e guandu (*Cajanus Cajan*) em sistema de aléias. O autor verificou que nos locais onde o guandu fora podado e retirado da área experimental a incidência de queimas foliares era maior que nos locais onde a poda não era realizada, demonstrando que o mesmo atuava na proteção das plantas de taro, resultando em aumento de produtividade. Gondim et al. (2007) comentam que nos tratamentos onde os níveis de sombreamento eram maiores, a produtividade de rizomas foi significativamente

inferior. Os autores recomendam que o nível de sombreamento da cultura não exceda 18 % e que não ultrapasse 180 dias do ciclo.

Apesar da redução em 30 dias da permanência da leguminosa em consórcio com o taro, buscando o desenvolvimento vegetativo dos cultivos sem o comprometimento de ambas, ainda ocorreram perdas de produtividade.

Tabela II-3: Valores médios e análise de variância do número e produtividade total e por classes de rizomas laterais e centrais de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas freqüências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Fatores	nº de rizomas laterais ha ⁻¹ x 10 ³			nº total de rizomas laterais ha ⁻¹ x 10 ³	Produtividade de rizomas laterais (Mg ha ⁻¹)			Produtividade total de rizomas laterais (Mg ha ⁻¹)	Produtividade dos rizomas centrais (Mg ha ⁻¹)	Peso médio dos rizomas laterais (g)	nº médio de rizomas laterais	Peso médio do rizoma central (g)
	Classe				Classe							
Freqüência de irrigação	1	2	3		1	2	3					
Turno curto	112,50 α	80,67 α	66,72 α	259,90 α	2,21 α	3,42 α	5,66 α	11,29 α	3,63 α	43,83 α	7,79 α	108,84 α
Turno longo	102,20 α^1	70,63 α	37,30 β	210,13 β	1,87 α	3,15 α	2,66 β	7,68 β	3,12 α	35,53 β	6,30 β	92,46 β
Sistema de cultivo												
Monocultivo	124,15 α	80,06 α	54,03 α	258,24 α	2,35 α	3,27 α	4,20 α	9,82 α	3,19 α	37,65 α	7,74 α	95,80 β
<i>C. juncea</i>	90,55 β	71,25 α	50,00 α	211,80 β	1,73 β	3,30 α	4,12 α	9,15 α	3,55 α	41,71 α	6,35 β	105,49 α
C.V. (%)	17,52	20,14	25,69	21,02	22,75	28,27	24,20	28,57	24,25	16,87	21,02	24,25

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não difere estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 Análise Nutricional dos Rizomas Laterais e Centrais de Taro

Até os dias atuais poucos foram os estudos, quanto à nutrição, voltados à cultura do taro, se comparados a demais olerícolas. Menos ainda foram os trabalhos que se dedicaram ao entendimento de como fatores ambientais e de manejo alteram a composição química dos tubérculos. Por se tratar de uma cultura de subsistência, ainda não foi dada muita atenção a aspectos que poderiam ser vantajosos no seu cultivo, e tão pouco são atribuídos maiores valores econômicos ao produto que contenha maiores níveis nutritivos.

Durante o presente experimento observou-se que em taro cultivado sob turno de rega curto o teor de N dos rizomas laterais foi de 11,9 g kg⁻¹ MS, significativamente inferior ao taro que foi cultivado sob turno de rega longo, que possuía 14,6 g kg⁻¹ MS (Tabela II-4). Tais resultados podem estar associados a partição de N entre os rizomas laterais, pois como a produtividade sob turno de rega longo foi menor, a concentração de N dispensada a cada rizoma foi proporcionalmente maior. Para os demais macronutrientes, analisando tanto a frequência de irrigação quanto o sistema de cultivo, apesar de haver uma tendência no aumento do teor de nutrientes em taro cultivado sob turno de rega longo ou em consórcio com *C. juncea*, não foram verificadas diferenças significativas para estes fatores (Tabela II-4).

Tabela II-4: Teores de nutrientes encontrados em rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com *C. juncea*, sob duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Frequência de irrigação	N	Ca	Mg	P	K
Turno curto	11,9 β ¹	3,91 α	1,87 α	4,07 α	27,22 α
Turno longo	14,6 α	4,51 α	2,24 α	4,53 α	27,96 α
Sistema de cultivo					
Monocultivo	12,4 α	3,79 α	1,90 α	3,94 α	26,02 α
<i>C. juncea</i>	14,1 α	4,63 α	2,21 α	4,66 α	29,16 α
C.V. (%)	16,02	20,13	21,95	19,33	25,18

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

No caso dos rizomas centrais, comparando a frequência de irrigação, verificou-se aumento significativo no teor de N, que foi elevado de 10,2 g kg⁻¹ no turno de rega curto para 12,9 g kg⁻¹ no turno de rega longo. Já para o Ca, os teores aumentaram de 8,29 para 15,71 g kg⁻¹, em Mg de 2,22 para 3,08 g kg⁻¹ MS e para P de 3,39 para 3,99 g kg⁻¹ MS (Tabela II-5). Somente o teor de K não foi afetado pelo turno de rega. Provavelmente a mesma explicação atribuída aos maiores valores encontrados em rizomas laterais sob turno de rega longo, pode ser utilizadas neste caso. A redução na produtividade dos rizomas laterais gerou a menor translocação de nutrientes do rizoma central, contribuindo para que o mesmo possuísse concentrações mais elevadas de tais elementos. Outro fato que deve ter contribuído para tal resultado, é a ocupação dos tecidos de reserva, tanto rizomas laterais quanto centrais, com água. Se os espaços celulares estão ocupados com água, a assimilação de solutos pode ser minimizada, reduzindo conseqüentemente a quantidade de sólidos solúveis, podendo até mesmo gerar tubérculos com sabor conhecido popularmente como “aguado” ou insípido. Uma terceira hipótese seria o turno de rega curto e/ou o consórcio, pelo freqüente fornecimento de água e o fornecimento de N durante o ciclo, extenderem o ciclo da cultura, o que no campo não foi visualmente constatado.

Para o sistema de cultivo, somente o teor de N foi incrementado pelo consórcio com *C. juncea*, elevando-se de 10,7 para 12,4 g kg⁻¹ MS, permanecendo os macronutrientes Ca, Mg, P, e K semelhantes (Tabela II-5), indicando que houve contribuição de N por parte da

leguminosa ao sistema. Contudo, para que se possa estimar quando da contribuição de N da leguminosa foi proveniente da FBN, seria necessário a realização de estimativas de $\delta^{15}\text{N}$ nos rizomas centrais (SHEARER e KOHL, 1988)

Tabela II-5: Teores de nutrientes encontrados em rizomas centrais de plantas de taro e monocultivo ou consorciadas com *C. juncea*, sob duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Frequência de irrigação	N	Ca	Mg	P	K
			g kg ⁻¹		
Turno curto	10,2 β^1	8,29 β	2,22 β	3,39 β	22,47 α
Turno longo	12,9 α	15,71 α	3,08 α	3,99 α	22,44 α
Sistema de cultivo					
Monocultivo	10,7 β	12,99 α	2,68 α	3,69 α	22,33 α
<i>C. juncea</i>	12,4 α	11,01 α	2,62 α	3,68 α	22,59 α
C.V. (%)	13,40	20,40	20,14	14,16	26,08

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Cabe ressaltar que independentemente dos tratamentos adotados os teores de cálcio nos rizomas laterais foi de aproximadamente 4,21 g kg⁻¹ MS, enquanto que nos rizomas centrais foi de aproximadamente três vezes mais, ou seja, 12,00 g kg⁻¹ MS (Tabela II-4 e Tabela II-5).

Os valores encontrados neste experimento estão de acordo com OLIVEIRA 2004, tanto para os rizomas centrais quanto laterais, além de serem semelhantes aos obtidos no Capítulo I, apesar dos valores de Ca estarem aproximadamente duas a três vezes maiores que nos encontrados no Capítulo I (Tabela I-4 e Tabela I-5).

Para todos os elementos analisados parece haver relação entre a concentração de nutrientes no tecido vegetal e disponibilidade hídrica, sendo que em locais onde plantas de taro estão sob estresse hídrico, as mesmas apresentam maiores concentrações de nutrientes no tecido vegetal em detrimento dos locais onde o suprimento de água foi mais regular.

3.5 Análises químicas e biológicas do solo

Não foram observadas interações entre a frequência de irrigação e o sistema de cultivo para nenhuma das variáveis analisadas. A frequência de irrigação não influenciou nos teores de CT, NT, NL e BMS-C (Tabela II-6 e Tabela II-7). Somente nos teores de BMS-N, BMS-C plus, BMS-N plus, qMicro-C e qMicro-N, aos 135 DAP, sendo que o turno de rega curto possuía valores significativamente superiores. Aos 165 DAP as variáveis RBS, CL e qCO₂ foram superiores sob turno de rega curto, enquanto que o qMicro-C foi menor em turno de rega curto (Tabela II-8). Aos 195 DAP somente a BMS-N plus e o qMicro-N sofreram influência do turno, sendo ambos superiores em turno de rega curto (Tabela II-7). Os efeitos advindos do turno de rega curto são claros. A entrada com maior frequência de água no sistema provavelmente estimula a processos biológicos no solo, aumentando a atividade microbiana e a RBS. Como o suplemento de água é feito em intervalos de tempo regulares e curtos, é possível que a BMS seja constante, sendo que somente as taxas respiratórias são alteradas, levando a um aumento no qCO₂ do solo. A atividade microbiana participa no processo de oxidação da matéria orgânica em fragmentos cada vez menores. Como as taxas metabólicas são maiores sob turnos de rega longo, haverá provavelmente maior formação de CL, como ocorreu, o que geraria por outro lado redução no conteúdo do CT, que apesar de não ser significativo, possui tendência em reduzir-se em irrigações sob turno de rega curto.

Quanto ao sistema de cultivo aos 165 DAP o NL foi significativamente maior em consórcio enquanto o $q_{\text{Micro-C}}$ foi menor. Aos 195 DAP o CT e o q_{CO_2} foram maiores em consórcio, enquanto a BMS-C e o $q_{\text{Micro-C}}$ foram menores (Tabela II-6). Nenhuma das variáveis do solo foi influenciada pelo sistema de cultivo aos 135 DAP. A simples presença física da leguminosa não foi suficiente para alterar o ambiente do solo, já que a coleta foi realizada no dia do corte da leguminosa. Somente 30 dias após o corte da leguminosa foram observados seus efeitos. O possível aumento no teor do NL foi resultado da liberação do N que estava na leguminosa. Como a leguminosa estava disposta em feixes na base das plantas de taro, a liberação foi lenta e gradual. Aos 195 DAP houve aumento no teor de CT do solo. Com este aumento os microorganismos encontraram condições adequadas ao crescimento, elevando o q_{CO_2} , ainda que possuindo quantidades da BMS-C e $q_{\text{Micro-C}}$ inferiores ao consórcio. O aporte de N oriunda da leguminosa provavelmente alterou a relação C:N do ambiente, proporcionando que o carbono do solo fosse degradado com maior facilidade.

Não foram observadas correlações importantes para as variáveis analisadas. As correlações que possuíram maiores valores são variáveis interdependentes como, por exemplo, a RBS e o q_{CO_2} , onde um participa da formação do outro, sendo, portanto inter-relacionados (Tabela II-9).

Tabela II-6: Análise das frações químicas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 135, 165 e 195 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas diferentes frequências de irrigação em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Frequência de irrigação	CT (g C kg solo ⁻¹)			NT (g N kg solo ⁻¹)			CL (mg C kg solo ⁻¹)			NL (mg N kg solo ⁻¹)		
	DAP											
	135	165	195	135	165	195	135	165	195	135	165	195
Turno curto	5,69 ^{a1}	5,59 ^a	6,92 ^a	0,63 ^a	0,63 ^a	0,72 ^a	307,84 ^a	430,65 ^a	375,51 ^a	19,79 ^a	16,39 ^a	17,01 ^a
Turno longo	6,27 ^a	5,46 ^a	6,27 ^a	0,61 ^a	0,56 ^a	0,74 ^a	296,30 ^a	342,29 ^b	384,59 ^a	18,56 ^a	17,79 ^a	17,25 ^a
Sistema de cultivo												
Monocultivo	5,81 ^a	5,44 ^a	6,05 ^b	0,62 ^a	0,57 ^a	0,73 ^a	305,36 ^a	381,93 ^a	371,03 ^a	19,62 ^a	15,85 ^b	16,42 ^a
<i>C. juncea</i>	6,15 ^a	5,61 ^a	7,15 ^a	0,62 ^a	0,62 ^a	0,72 ^a	298,77 ^a	391,01 ^a	389,07 ^a	18,74 ^a	18,33 ^a	17,84 ^a
C.V.%	14,21	9,62	10,90	14,37	11,55	7,98	13,98	19,05	6,67	12,41	14,23	10,69

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela II-7: Análise das frações microbianas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 135, 165 e 195 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas diferentes frequências de irrigação em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Frequência de irrigação	BMS-C (mg C kg solo ⁻¹)			BMS-N (mg N kg solo ⁻¹)			BMS-C Plus (mg C kg solo ⁻¹)			BMS-N Plus (mg N kg solo ⁻¹)		
	DAP											
	135	165	195	135	165	195	135	165	195	135	165	195
Turno curto	80,10 ^{a1}	115,19 ^a	95,82 ^a	26,50 ^a	- ²	24,12 ^a	186,39 ^a	175,58 ^a	169,39 ^a	55,70 ^a	-	42,85 ^a
Turno longo	59,72 ^a	133,68 ^a	95,98 ^a	17,28 ^b	-	22,53 ^a	150,61 ^b	157,52 ^a	124,55 ^a	42,91 ^b	-	40,41 ^b
Sistema de cultivo												
Monocultivo	69,84 ^a	133,20 ^a	116,21 ^a	20,73 ^a	-	22,92 ^a	169,30 ^a	156,06 ^a	158,24 ^a	49,35 ^a	-	40,57 ^a
<i>C. juncea</i>	69,98 ^a	115,66 ^a	75,59 ^b	23,04 ^a	-	23,73 ^a	167,67 ^a	177,00 ^a	135,70 ^a	49,24 ^a	-	42,70 ^a
C.V.%	20,01	14,99	26,99	23,70	-	9,70	15,04	17,50	39,11	15,03	-	5,47

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ²Valores não determinados.

Tabela II-8: Análise das frações microbiológicas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 135, 165 e 195 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas diferentes frequências de irrigação em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Frequência de irrigação	RBS (mg C-CO ₂ kg solo ⁻¹ h ⁻¹)			qCO ₂ (mg C-CO ₂ g Cmic ⁻¹ h ⁻¹)			qMicro-C (mg Cmic 100mg Norg ⁻¹)			qMicro-N (mg Nmic 100mg Norg ⁻¹)		
	DAP											
	135	165	195	135	165	195	135	165	195	135	165	195
Turno curto	0,35 ^{α1}	0,61 ^α	0,72 ^α	4,14 ^α	5,31 ^α	10,45 ^α	4,97 ^α	6,30 ^β	4,36 ^α	7,89 ^α	- ²	6,24 ^α
Turno longo	0,33 ^α	0,42 ^β	0,88 ^α	3,44 ^α	3,17 ^β	11,60 ^α	3,24 ^β	7,85 ^α	4,61 ^α	5,41 ^β	-	5,70 ^β
Sistema de cultivo												
Monocultivo	0,34 ^α	0,52 ^α	0,79 ^α	3,93 ^α	4,11 ^α	9,72 ^β	3,52 ^α	7,88 ^α	5,70 ^α	6,43 ^α	-	5,81 ^α
<i>C. juncea</i>	0,34 ^α	0,50 ^α	0,81 ^α	3,65 ^α	4,36 ^α	12,34 ^α	4,39 ^α	6,27 ^β	3,30 ^β	6,87 ^α	-	6,15 ^α
C.V.%	28,09	17,21	25,17	19,85	15,33	20,92	25,76	15,40	25,23	15,53	-	7,12

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ²Valores não determinados.

Tabela II-9: Matriz de correlação das propriedades químicas e biológicas do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, em plantio de taro em monocultivo ou consorciado com *C. juncea*, sob duas diferentes frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Variáveis n=48	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C Plus	BMS-N Plus	RBS	qCO ₂	qMicro-C
NT	0,41**										
CL	0,16 ^{ns}	0,31*									
NL	0,30*	0,27 ^{ns}	0,16 ^{ns}								
BMS-C	-0,30*	-0,15 ^{ns}	0,17 ^{ns}	-0,14 ^{ns}							
BMS-N	0,04 ^{ns}	0,16 ^{ns}	0,26 ^{ns}	0,11 ^{ns}	0,08 ^{ns}						
BMS-C Plus	-0,16 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	0,00 ^{ns}	0,32*	0,23 ^{ns}					
BMS-N Plus	-0,23 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,14 ^{ns}	0,63***	0,33*				
RBS	0,13 ^{ns}	0,46**	0,35*	-0,25 ^{ns}	0,05 ^{ns}	0,13 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	-0,27 ^{ns}			
qCO ₂	0,38*	0,49**	0,30 ^{ns}	-0,12 ^{ns}	-0,32*	0,22 ^{ns}	-0,29 ^{ns}	-0,11 ^{ns}	0,74***		
qMicro-C	-0,45**	-0,25 ^{ns}	0,08 ^v	-0,10 ^{ns}	0,91***	0,06 ^{ns}	0,26 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	-0,42**	
qMicro-N	-0,12 ^{ns}	-0,24 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,04 ^{ns}	0,03 ^{ns}	0,87***	0,20 ^{ns}	0,72***	-0,13 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	0,04 ^{ns}

^aNível de significância para o teste Pearson ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} (não-significativo); * , ** e *** (significativo a 5; 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente).

4 CONCLUSÕES

1. O consórcio de taro e *C. juncea* aumenta o comprimento do pecíolo foliar do taro aos 195 DAP, enquanto o turno de rega curto aumenta tanto a área foliar quanto o comprimento do pecíolo aos 165 e 195 DAP.
2. O plantio de taro em consórcio com *C. juncea* reduz o número e produtividade de rizomas da classe 1, número total, número médio de rizomas laterais e peso médio de rizomas centrais.
3. O turno de rega curto aumenta o número e produtividade da classe 3, número e produtividade totais, peso e número médio de rizomas laterais, e nos rizomas centrais o peso médio.
4. O turno de rega longo incrementa o teor de N dos rizomas laterais, e nos centrais o teor de N, Ca, Mg e P. O consórcio com *C. juncea* somente aumenta os teores de N nos rizomas centrais.
5. De maneira geral o turno de rega curto proporciona o aumento da atividade microbiológica e a formação de frações lábeis no solo, enquanto o consórcio com *C. juncea* eleva o teor de CT aos 195 DAP.

**CAPITULO III - ADUBAÇÃO VERDE E ORGÂNICA EM
COBERTURA E FORNECIMENTO HÍDRICO NA CULTURA DO
TARO**

RESUMO

O objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade e desenvolvimento vegetativo de taro em consórcio com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) D.C.) ou adubado com torta de mamona, sob duas frequências de irrigação na região de Paty do Alferes-RJ. O município de Paty do Alferes está localizado a 22° 20' S (latit.) e 43° 25' W (long.) com altitude média de 575 m.a.n.m., na mesorregião metropolitana do estado do Rio de Janeiro. O clima é caracterizado de acordo com o sistema de Köppen como tropical de altitude. A precipitação média anual (21 anos) é de 1222 mm, com chuvas concentradas no quadrimestre de dezembro a março (742 mm). O regime térmico apresenta média anual das máximas de 29 °C e das mínimas de 16 °C, sendo os meses de novembro a abril os mais quentes com temperaturas médias variando de 22,3 °C a 23,8 °C, e de maio a agosto os mais frios com temperaturas médias variando de 16,2 °C a 18,2 °C. A umidade relativa do ar varia de 74,6 a 82,3 %. O solo foi classificado como Latossollo Amarelo. O delineamento experimental foi conduzido em blocos ao acaso, com quatro tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos constaram de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, duas frequências de irrigação: a cada 3,5 dias por 30 minutos e a cada 14 dias por 2 horas e adubação em cobertura com 0 e 3,0 Mg ha⁻¹ de torta de mamona (TM). As parcelas experimentais possuíam dimensão de 40 m², constituídas por oito linhas de taro por parcela. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro no momento do plantio deste, sendo cortadas 75 dias depois. Foram realizadas análises nutricionais do feijão-de-porco e dos rizomas laterais e centrais de taro (N, Ca, Mg, P e K), altura e áreas foliar das plantas de taro durante os três meses posteriores a adubação em cobertura, produtividade e número totais e por classes de rizomas laterais de taro, distribuídas de 0 a 40g, 40 a 80g e acima de 80 g (classes 1, 2 e 3, respectivamente). Determinação de atributos químicos e microbiológicos do solo, tais como carbono e nitrogênio totais e lábeis (CT, NT, CL e NL), Ca, Mg, P, K, Al, pH, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo (BMS-C e BMS-N), respiração basal do solo (RBS), quociente metabólico do solo (qCO₂) e quociente microbiano por carbono e nitrogênio (qMicro-C e qMicro-N) aos 100, 160, 190 e 220 DAP. Não houve influência da frequência de irrigação sobre o teor nutricional e a produtividade do feijão-de-porco, que foi em média de 3,30 Mg jha⁻¹ de MS, ciclando em média 121,50; 72,62; 9,96; 8,76 e 74,41 kg ha⁻¹ de N, Ca, Mg, P e K, respectivamente, dos quais, 56,7% do N foi oriundo da FBN. As plantas de taro, dos 160 aos 220 DAP, somente foram afetadas pelo turno de rega curto, que gerou plantas com maior porte e área foliar. A frequência de irrigação e dose de adubação não influenciaram no número e produtividade de rizomas laterais da classe 2 e 3, produtividade de rizomas centrais, peso e número médio de rizomas laterais e peso médio do rizoma central, enquanto que o consórcio com feijão-de-porco reduziu o número e produtividade de rizomas da classe 3, peso médio dos rizomas laterais e centrais. A adubação em cobertura com 3,0 Mg ha⁻¹ de TM em interação com feijão-de-porco elevou o número e produtividade totais e da classe 1. O teor de nutrientes dos rizomas laterais e centrais não foram afetados por nenhum dos fatores estudados, possuindo valores médios de 14,48; 4,16; 2,28; 2,71 e 32,34 nos rizomas laterais e 15,38; 1,79; 1,66; 2,30 e 28,30 nos rizomas centrais para N, Ca, Mg, P e K, respectivamente. O cultivo consorciado de taro e feijão-de-porco, cortado aos 75 DAP, elevou os níveis do CL, NL, BMS-C, BMS-N, BMS-C plus, RBS, qCO₂, qMicro-C e qMicro-N aos 220 DAP. Conclui-se que a adubação em cobertura, o sistema de cultivo e o turno de rega afetam a produtividade e características químicas e biológicas do solo em cultivo de taro.

Palavras-chave: *Canavalia ensiformis*, frequência de irrigação, manejo orgânico.

ABSTRACT

Green and organic topdressing manuring, and water supply in taro cropping

The objective of this study was to evaluate the productivity and vegetative development of taro intercropped with jack bean (*Canavalia ensiformes* (L.) DC) or fertilized with castor bean cake under two irrigation frequencies in Paty do Alferes-RJ. The municipality of Paty do Alferes is located at 22° 20' S (latit) and 43° 25' W (long) in 575 m.a.s.l., in the Mesoregion metropolitan in the state of Rio de Janeiro. The climate is characterized according to Köppen system as a tropical of altitude. The average annual rainfall (the last 21 years) is 1222 mm, with rains concentrated in four months from December to March. The average of temperature presents maximum of 29 °C and minimum 16 °C. The relative humidity varies from 74.6 to 82.3 %. The soil was classified was Latossolo Amarelo. The experiment was conducted in randomized complete blocks design, with four treatments and four replications. The treatments consisted of taro in monoculture or intercropped with jack bean; two irrigation frequencies: every 3.5 days for 30 minutes and every 14 days for 2 hours and levels of organic topdressing fertilization with 0 and 3.0 Mg ha⁻¹ of castor bean cake. The experimental plots had a size of 40 m², consisting of eight taro lines per plot. Legumes were sown in between rows of taro (0.25 m away) and spaced 0.50m and cutting was 75 days later. Nutritional analysis were made for jack bean and lateral and central rhizomes of taro (N, Ca, Mg, P and K), height and leaf area of taro plants in the three months following topdressing, productivity and total number and class of lateral taro rhizomes, distributed from 0 to 40g, 40 to 80g and above 80 g (classes 1, 2 and 3, respectively). Determination of chemical and microbiological soil attributes such as carbon and nitrogen total and labile (TC, TN, LC, LN), Ca, Mg, P, K, Al, pH, carbon and nitrogen of the soil biomass microbial (SBM-C and SBM-N), soil basal respiration (SBR), metabolic quotient of soil (qCO₂) and microbial quotient of carbon and nitrogen (qMicro-C and qMicro-N) at 100, 160, 190 and 220 DAP. There was no influence of irrigation frequency on the nutrient content and productivity of jack bean, which averaged 3.30 Mg ha⁻¹ DM, cycling an average of 121.50, 72.62, 9.96, 8.76 and 74.41 kilograms ha⁻¹ of N, Ca, Mg, P and K, respectively, of which 56.7% of the N was coming from the BNF. Taro plants, from 160 to 220 DAP, were only affected by short irrigation frequency, which created plants with more higher and with major leaf area. The irrigation frequency and the fertilization did not influence the number and productivity of the lateral rhizomes for the class 2 and 3, productivity of the central rhizomes, weight and number of lateral rhizomes and average weight of the central rhizomes, while the intercrop with jack bean decreased the number and productivity of the rhizome in class 3, average weight of lateral and central rhizomes. The fertilization topdressing with 3.0 Mg N ha⁻¹ of castor bean cake in interaction with jack bean increased the number and productivity total and for the class 1. The nutrient content of the central and lateral rhizomes were not affected by any of the studied factors, having values of 14.48, 4.16, 2.28, 2.71 and 32.34 in the lateral rhizomes and 15.38, 1.79, 1.66, 2.30 and 28.30 in the rhizomes central to N, Ca, Mg, P and K, respectively. The intercrop of taro and jack bean, cut at 75 DAP, increased the levels of LC, LN, SBM-C, SBM-N, SBM-C plus, SBR, qCO₂, qMicro-C and qMicro-N at 220 DAP. The conclusion was that the topdressing fertilization, the crop system and the frequency irrigation affect the productivity and soil chemical and biological characteristics in taro crop.

Keywords: *Canavalia ensiformis*, irrigation frequency, organic management.

1 INTRODUÇÃO

Atualmente são crescentes as preocupações com o avanço de processos de degradação instalados em grande parte dos solos brasileiros, levando a necessidade do uso de práticas de adição de matéria orgânica ao solo. Entre tais práticas destaca-se a adubação verde, reconhecida como uma alternativa viável na busca da sustentabilidade dos solos agrícolas, por meio da adição de carbono e nitrogênio ao solo (ALCÂNTARA et al., 2000).

A família das leguminosas é a mais utilizada como adubo verde. De acordo com Miyasaka et al. (1983), a principal razão por tal preferência está na capacidade das leguminosas em fixar o N atmosférico mediante a simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium/Bradyrhizobium* nas raízes. Outros motivos citados pelos autores são os altos teores de compostos orgânicos nitrogenados e a presença de um sistema radicular geralmente bem profundo e ramificado, capaz de extrair nutrientes das camadas mais profundas do solo.

A produção de massa vegetal do adubo verde é um aspecto de grande importância, pois algumas espécies apresentam um grande crescimento vegetativo (CALEGARI et al., 1993). A escolha do adubo verde é indiscutivelmente uma das etapas mais importantes e que ditará o sucesso ou fracasso do manejo adotado, devendo ser eleito com critério, para que a leguminosa em consórcio não compita com a cultura principal por espaço e nutrientes (CALEGARI, 1998).

Na ausência de competição entre a cultura principal e o consórcio, entre os efeitos da adubação verde sobre a fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica; a maior disponibilidade de nutrientes; a maior capacidade de troca catiônica do solo; o favorecimento da produção de ácidos orgânicos, de fundamental importância para a solubilização de minerais; a diminuição dos teores de Al trocável através de sua complexação, e o incremento da capacidade de reciclagem e mobilização de nutrientes lixiviados ou pouco solúveis que estejam nas camadas mais profundas do perfil do solo (DAROLT e SKORA NETO, 2009; EMBRAPA, 2009; ESPINDOLA et al., 2005). Entretanto, os efeitos promovidos pela adubação verde nas propriedades químicas do solo são bastante variáveis, dependendo de fatores como: a espécie utilizada, o manejo dado à biomassa, a época de plantio e corte do adubo verde, o tempo de permanência dos resíduos no solo, as condições locais de umidade e temperatura e da interação entre esses fatores.

Além da adubação verde, os produtores em sistema orgânico, utilizam compostos orgânicos, esterco ou até mesmo restos processados de animais como ossos, penas e sangue para obterem resultados semelhantes aos promovidos pelas leguminosas (AAO, 1998). Contudo, para que ambas as práticas adotadas obtenham sucesso, a disponibilidade de água no ambiente assume papel fundamental, não só beneficiando o desenvolvimento da cultura principal, como também interferindo na decomposição do material orgânico ou no desenvolvimento do adubado verde consorciado, ou até mesmo limitando o desenvolvimento de um ou ambos, devido a competição por espaço e nutrientes.

O método de irrigação aplicado é extremamente relevante na composição destes fatores, e dentre eles a irrigação por aspersão tem se adequando bem aos sistemas produtivos concebidos sob manejo orgânico, especialmente na cultura de taro, que tem sua produtividade elevada em ambientes com alta disponibilidade de água, em especial em ambientes encharcados, que inviabilizam a utilização de leguminosas em consórcio, pois até o momento não são conhecidas leguminosas adaptadas a tais ambientes.

Visando entender como os fatores água, adubação verde em consórcio e adubação orgânica em cobertura se relacionam, o objetivo do presente trabalho foi avaliar a produtividade e desenvolvimento vegetativo de taro em consórcio com feijão-de-porco (*Canavalia ensiformes* (L.) D.C.) ou adubado com torta de mamona, sob duas frequências de irrigação na região de Paty do Alferes-RJ.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental

Idem Capítulo I. Os dados climáticos referentes ao período experimental em Avelar são apresentados na Figura III-1.

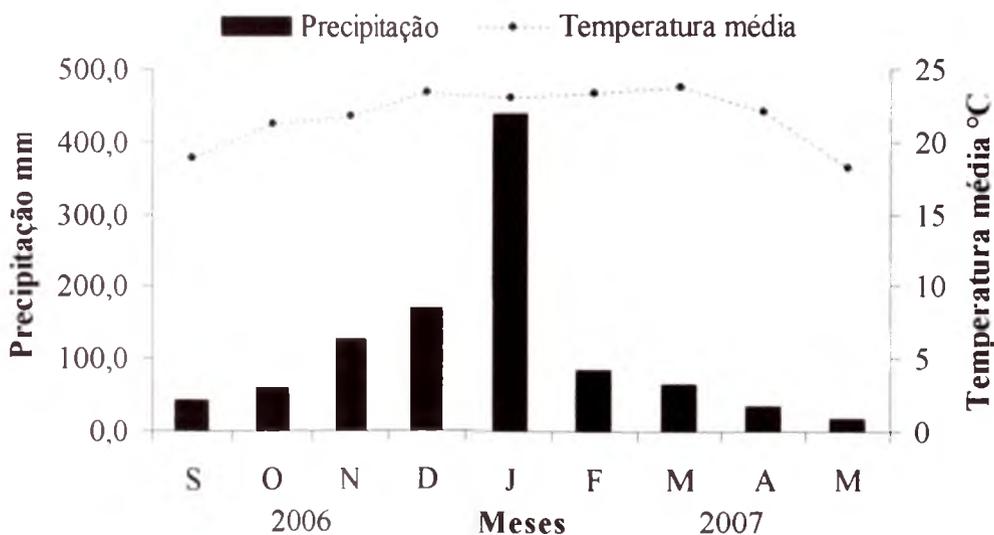


Figura III-1: Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2006 a maio de 2007. Fonte: Pesagro/EEA, 2007.

2.2 Delineamento Experimental

Mediante resultados experimentais e experiências obtidas nos Capítulos I e II, optou-se por estudar o efeito da frequência de irrigação, adubação verde e orgânica em cobertura, pois apesar do experimento realizado no Capítulo II demonstrar que *C. juncea* não afetou a produtividade final, a mesma ainda estava alterando o comportamento vegetativo das plantas de taro, fazendo-se necessário ajustes mais finos na sincronia de cultivo e escolha de espécie de leguminosas. Portanto, optou-se pelo uso de feijão-de-porco, de hábito de crescimento herbáceo e determinado, em substituição a *C. juncea*, de hábito de crescimento arbustivo ereto (COSTA et al., 2003), visando reduzir ao máximo a competição com a cultura principal. No caso da adubação, devido às extrações de nutrientes ocorridas nos experimentos anteriores e visando testar seu comportamento frente ao fator fornecimento hídrico, optou-se testar também o efeito da adubação em cobertura com torta de mamona.

O experimento foi conduzido em blocos ao acaso, em fatorial $2 \times 2 \times 2$, totalizando 8 tratamentos e 4 repetições, com parcelas subdivididas no espaço, sendo o monocultivo ou consórcio alocados na subparcela. Os tratamentos constaram do cultivo de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco; turnos de rega com irrigação por aspersão de 3,5 dias (30 minutos por irrigação) e 14 dias (2 horas por irrigação) e adubação em cobertura com torta de mamona (TM) na dose 0 e 3 Mg ha^{-1} , equivalente a 0 e 150 kg ha^{-1} de N, respectivamente. O taro foi plantado com espaçamento de 0,30 m na linha e 1,00 m entre linhas a uma profundidade de 8 a 10 cm. No sulco de plantio de taro foi realizada adubação de base na dose de $13,5 \text{ Mg ha}^{-1}$ com esterco bovino, equivalente a 200 kg ha^{-1} de N. Os valores nutricionais do composto orgânico são apresentados em anexo na Tabela A-1. As parcelas experimentais possuíam dimensão de 40 m^2 , ou seja, oito linhas de taro por parcela, sendo que somente as duas linhas centrais de cada subparcela foram usadas para as determinações. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre

as linhas de taro, na densidade de 5 sementes por metro linear, imediatamente após o plantio deste, sendo cortadas aos 75 DAP durante a floração, conforme preconizado por Franco e Souto (1997). Após o corte as leguminosas foram colocadas na base das plantas de taro, com o intuito de tornar a liberação de nutrientes mais lenta e gradual, para que o taro tivesse máximo aproveitamento, além de dificultar a infestação de plantas espontâneas. Para um melhor entendimento sobre o manejo adotado e coletas efetuadas, se recomenda observar a linha temporal representada na Figura A-6 em anexo.

2.3 Controle da irrigação por aspersão

Foram utilizados 16 aspersores setoriais com vazão individual de 4 mm h^{-1} , distribuídos uniformemente nas linhas laterais e centrais da área experimental conforme representado na Figura III-2. A prática de irrigação por aspersão foi iniciada na mesma semana em que o taro foi plantado, interruptamente por 240 DAP de taro, sendo suspensa somente nos 20 dias anteriores a colheita do taro, respeitando-se o período para amadurecimento fisiológico e evitando-se possíveis brotamentos dos rizomas laterais.

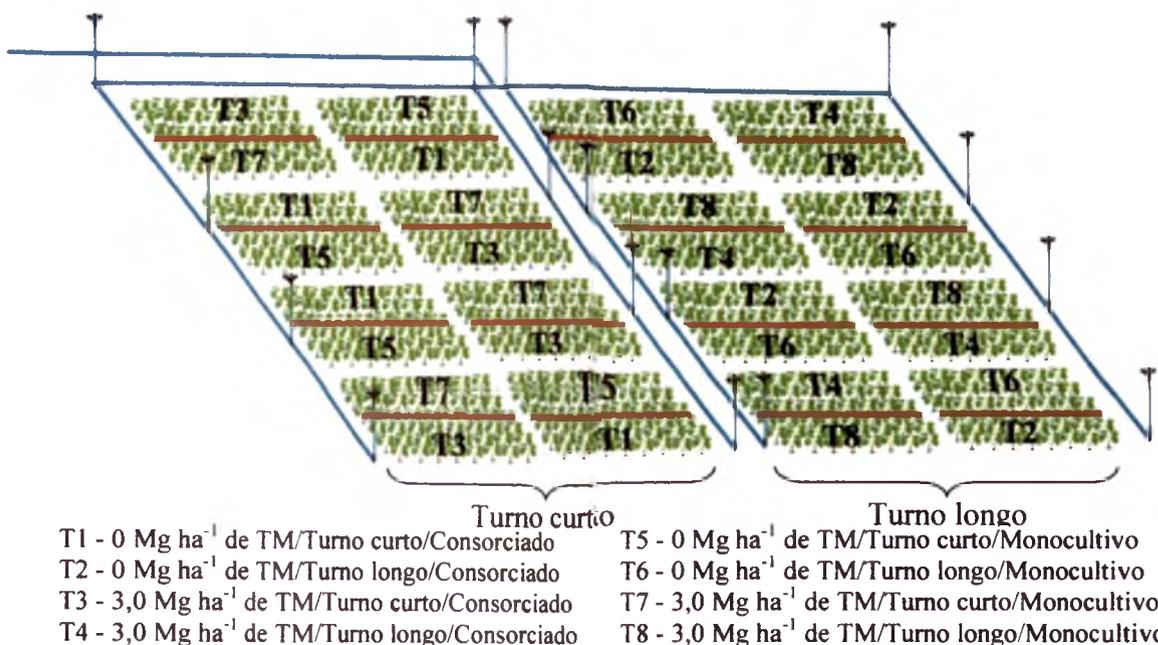


Figura III-2: Disposição do experimento no campo e vista do sistema de irrigação utilizado (Paty do Alferes-RJ, 2006).

2.4 Parâmetros Fitotécnicos Avaliados

Idem Capítulo I, com mensuração da área foliar e altura das plantas de taro aos 160 DAP. Avaliação da biomassa aérea seca de feijão-de-porco, realizada no momento do corte, aos 75 DAP.

2.5 Análise do Tecido Vegetal da Cultura Principal e Consórcio

Idem Capítulo I.

2.6 Fixação Biológica de Nitrogênio

Idem Capítulo I, utilizando-se como testemunhas não fixadoras de nitrogênio as espécies capim-colômbio (*Panicum maximum* Jacq) e trapoeraba (*Commelina erecta* L), e valor B, para o feijão-de-porco, segundo Okito et al. (2004).

2.7 Avaliação dos Atributos Biológicos do Solo

As análises no solo foram realizadas aos 100, 160, 190 e 210 DAP.

Para as metodologias referente às determinações do BMS-C, BMS-N, RBS, qCO_2 , $qMicro-C$, $qMicro-N$, BMS-C plus, BMS-N plus, $qMicro-C$ plus e $qMicro-N$ plus, vide Capítulo I.

2.8 Avaliação dos Atributos Químicos do Solo

As análises no solo foram realizadas aos 100, 160, 190 e 210 DAP.

Para as metodologias referentes às determinações do CT, NT, CL e NL, vide Capítulo I.

2.9 Análises Estatísticas

Idem Capítulo I.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

3.1 Produção de Biomassa do Consórcio

Não houve influência do turno de rega sobre a produção de MS de feijão-de-porco, possuindo valor médio de 3,30 Mg ha⁻¹. Os conteúdos de nutrientes, tanto em turno de rega curto como em longo, foram similares, apresentando em média de 121,50, 72,62, 9,96, 8,76 e 74,41 kg ha⁻¹ de N, Ca, Mg, P e K, respectivamente. Não houve influência do turno de rega sobre a taxa de FBN, que foi de 56,7 %, ou seja, aproximadamente 68,0 kg ha⁻¹ de N foi obtido via associação simbiótica. A redução na taxa de FBN é advinda da inespecificidade hospedeiro/simbionte, já que a ausência de inoculantes específicos proporcionou que as plantas de feijão-de-porco assumissem associação com bactérias nativas e pouco eficientes (Tabela III-1). A produtividade de biomassa de feijão-de-porco está em acordo com os resultados obtidos por Perin et al. (2007) e Oliveira et al. (2003), ambos em cultivos consorciados com milho.

Tabela III-1: Percentagem de fixação biológica de nitrogênio (FBN), biomassa área seca e conteúdo de nutrientes totais encontrados na palhada de feijão-de-porco consorciado com taro, submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Frequência de irrigação	FBN	MS	N	Ca	Mg	P	K
	%	Mg ha ⁻¹					
Turno curto	58,02 ^a	3,16 ^a	113,58 ^a	60,04 ^a	8,91 ^a	7,67 ^a	59,72 ^a
Turno longo	55,38 ^a	3,44 ^a	129,42 ^a	85,19 ^a	11,00 ^a	9,85 ^a	89,10 ^a
Média	56,7	3,30	121,50	72,62	9,96	8,76	74,41
C.V. (%)	25,00	21,88	22,32	25,72	21,22	22,24	22,67

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Os teores de Ca, P e K foram significativamente superiores nos tratamentos onde o taro estava sob turno de rega longo. Os nutrientes N e Mg não apresentaram diferenças significativas (Tabela III-2).

Tabela III-2: Teores de nutrientes encontrados na palhada de feijão-de-porco consorciado com plantas de taro e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção.

Frequência de irrigação	N	Ca	Mg	P	K
			g kg ⁻¹		
Turno curto ¹	34,8 ^a	18,56 ^β	2,82 ^a	2,42 ^β	18,94 ^β
Turno longo	38,3 ^a	24,6 ^a	3,16 ^a	2,85 ^a	24,81 ^a
Média	36,55	21,59	2,99	2,64	21,88
C.V. (%)	22,16	22,84	18,98	14,60	21,03

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

3.2 Desenvolvimento da Plantas de Taro

Não ocorreram interações significativas entre os fatores estudados para a altura e área foliar de plantas de taro durante o período observado. A análise estatística não demonstrou efeitos significativos advindos da aplicação de torta de mamona em cobertura para altura das plantas de taro dos 160 aos 220 DAP (Figura III-3B). Somente aos 160 DAP foi verificada

diferença na área foliar das plantas de taro, que apresentaram cerca de 3800 cm² quando na ausência de adubação e aproximadamente 3200 cm² quando adubado com 3,0 Mg ha⁻¹ de TM (Figura III-3A). Tanto para a altura quanto para a área foliar, as plantas de taro sofreram queda substancial em suas dimensões, reduzindo de 80 para 70 cm em sua altura e de 3500 para 1800 cm² em sua área foliar, dos 160 aos 220 DAP, indicando que o ciclo da cultura se aproximava do final (Figura III-3A e Figura III-3B). Ao que tudo indica a fertilidade natural da área foi suficiente para suprir as necessidades de nutrientes das plantas de taro.

No caso da frequência de irrigação, o turno de rega curto promoveu o desenvolvimento de plantas significativamente mais altas aos 190 e 220 DAP, com valores superiores a 10 cm quando comparado ao turno de rega longo (Figura III-4A). Para a área foliar, em todas as avaliações realizadas, as plantas que estavam sob o turno de rega curto possuíam maior área foliar, com aproximadamente 3800 cm² contra cerca de 3100 cm² ocorrido no turno de rega longo, aos 160 dias, decaindo posteriormente para aproximadamente 2000 cm² para o turno de rega curto e cerca de 1500 cm² para o turno de rega longo, sempre mantendo proporcionalidade durante o período analisado (Figura III-4B).

O crescimento modesto apresentado pelo feijão-de-porco, que atingiu aproximadamente 50 cm de altura, não promoveu o sombreamento das plantas de taro. Dos 160 aos 220 DAP não foram verificadas diferenças estatisticamente significativas entre o monocultivo e o cultivo consorciado com feijão-de-porco, demonstrando que tanto a presença física da leguminosa quanto a disponibilidade de nutrientes após o corte da mesma, não influenciaram no desenvolvimento vegetativo das plantas de taro, apesar do significativo aporte de N (Figura III-5A e Figura III-5B).

Durante este ciclo experimental não foram observadas queimas foliares provocadas por incidência de raios solares, o que proporcionou melhores condições de desenvolvimento a cultura, diferentemente do que ocorreu com Oliveira et al. (2006), em cultivo de taro sob aléias de guandu, onde os autores verificaram aumentos nos níveis de queima foliar nas plantas que se encontravam a pleno sol. A ocorrência de queimas foliares deve estar associada a deficiências hídricas, pois não são relatados problemas deste tipo em cultivos inundados.

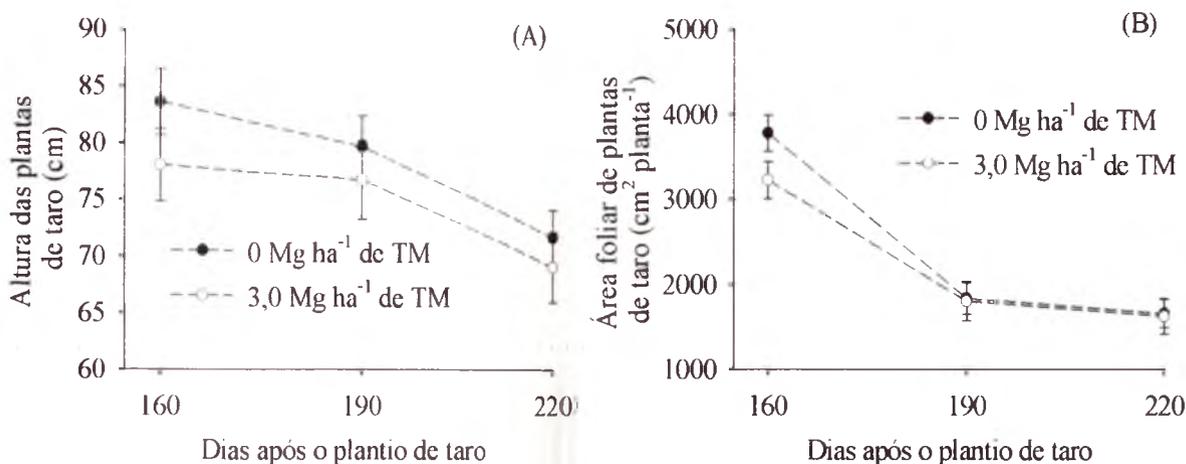


Figura III-3: Altura e área foliar de plantas de taro submetidas a duas doses de adubação em cobertura com torta de mamona, aos 160, 190 e 220 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2007).

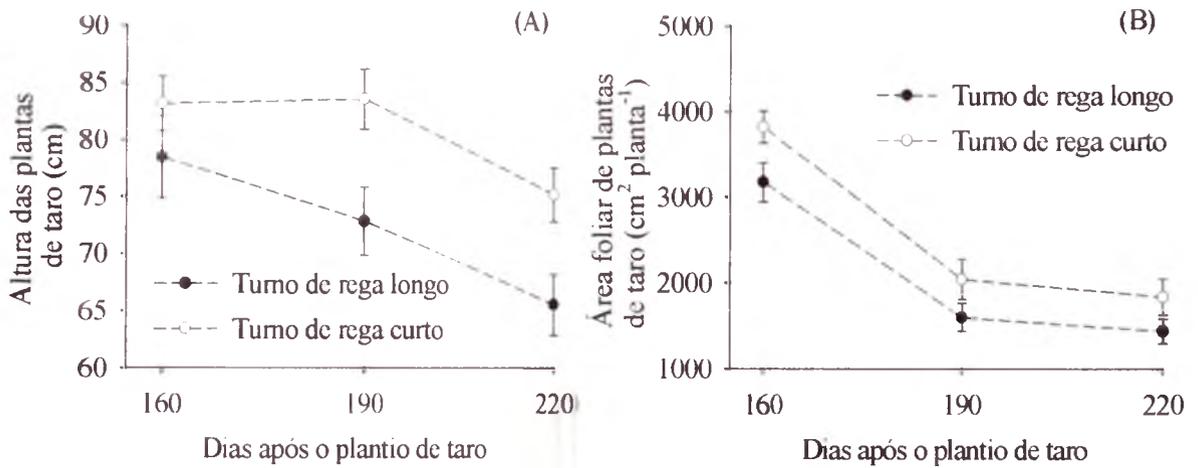


Figura III-4: Altura e área foliar de plantas de taro submetidas a diferentes frequências de irrigação, aos 160, 190 e 220 DAP de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2007).

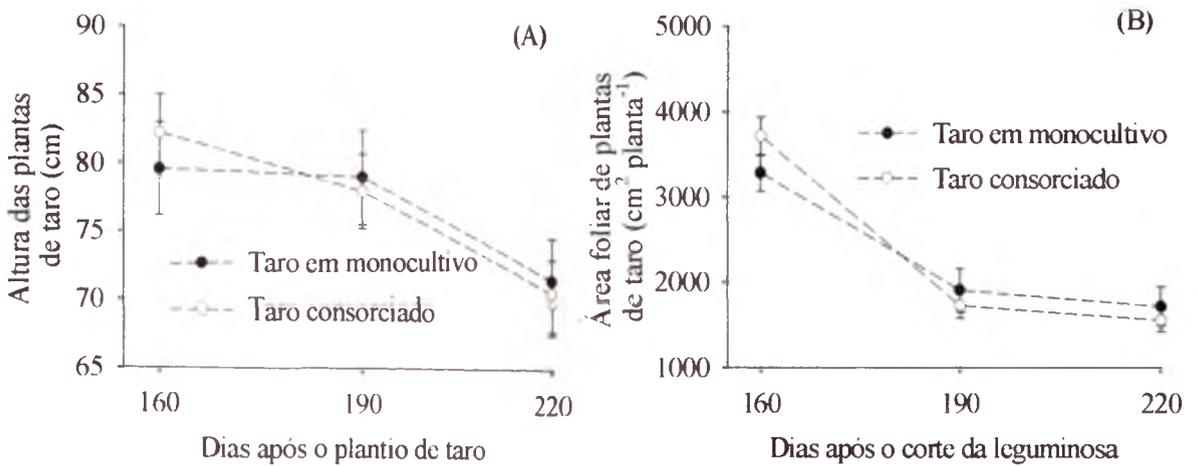


Figura III-5: Altura e área foliar de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com feijão-de-porco, aos 160, 190 e 220 dias após o plantio de taro, em sistema orgânico de produção. Barras na vertical indicam o erro padrão da média (Paty do Alferes-RJ, 2007).

3.3 Produtividade das Plantas de Taro

Não houve influência da frequência de irrigação e da dose de adubação sobre o número e produtividade de rizomas laterais (da classe 2 e 3; produtividade dos rizomas centrais; peso médio e número médio de rizomas laterais e peso médio do rizoma central (Tabela III-3). O consórcio com feijão-de-porco promoveu a redução no número e produtividade de rizomas laterais da classe 3; peso dos rizomas laterais e peso médio do rizomas centrais (Tabela III-3). A redução na produtividade da classe 3 é encarada de forma negativa, pois esta classe é preferencialmente utilizada para a comercialização, alcançando maiores preços no mercado.

No desdobramento da interação tripla entre os fatores, para o número e produtividade de rizomas da classe 1 e totais, não foram observadas diferenças significativas quando as plantas de taro estavam em monocultivo (Tabela III-4). Entretanto, quando as plantas foram submetidas ao consórcio com feijão-de-porco, o número e a produtividade para a classe 1 e totais foram significativamente superiores para a aplicação de torta de mamona em cobertura na dose equivalente a 3,0 Mg ha⁻¹ de TM (Tabela III-4). Os resultados parecem indicar que o

plântio precoce da leguminosa e seu corte, assim como o bom intervalo de tempo tomado até a adubação em cobertura, caracterizaram a leguminosa como sendo uma adubação em cobertura. Ao que parece a leguminosa contribuiu significativamente no aumento da produtividade do taro com o fornecimento de nutrientes, além de contribuições inerentes atribuídas as leguminosas em consórcio, principalmente a conservação da umidade do solo.

Até o presente momento não foram observados estudos anteriores utilizando-se feijão-de-porco em consórcio com taro. Geralmente, os estudos realizados com esta leguminosa, são realizados em associação com milho. Dente eles, Perin et al. (2007) em cultivo consorciado de milho e feijão de porco, tanto no período inverno/outono quanto primavera/verão não observaram competição entre tais culturas. De maneira análoga Carvalho (1984), Heinrichs et al. (2001) e Oliveira et al. (2003) verificaram que o feijão-de-porco semeado simultaneamente ao milho, conferiu maior rendimento quando comparado ao cultivo solteiro de milho. Spagnollo et al. (2002) também evidenciaram maior rendimento de milho sob cultivo intercalar por dois anos com feijão-de-porco, comparativamente ao milho em cultivo isolado. Outros autores (LIMA et al., 2002) em cultivo de frutíferas, utilizando feijão-de-porco em cultivo intercalar com maracujá, não evidenciaram competição com a cultura principal para nenhum dos parâmetros avaliados.

A produtividade total de rizomas laterais de taro foi em média de 12,68 Mg ha⁻¹, superior a obtida no Capítulo II e bem inferior ao Capítulo I. Estes valores obtidos são superiores a média mundial, em cultivos convencionais, que estão por volta de 5,7 Mg ha⁻¹ (FAO, 2009) e semelhantes aos encontrados por Oliveira et al. (2007), Oliveira et al. (2006) e Oliveira et al. (2004) em cultivos orgânicos, e Zárate e Vieira (2003) em cultivos convencionais. Entretanto um pouco abaixo da média em sistemas convencionais no estado do Rio de Janeiro, que é atualmente de 15 Mg ha⁻¹ em cultivos convencionais (SILVA e OLIVEIRA, 2002).

Tabela III-3: Número de rizomas laterais para as classes 2 e 3, produtividade dos rizomas laterais para as classes 2 e 3, produtividade do rizoma central e peso médio dos rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo e consorciadas com feijão-de-porco, submetidas a duas frequências de irrigação e adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Fatores	nº de rizomas laterais ha ⁻¹ x 10 ³		Produtividade dos rizomas laterais (Mg ha ⁻¹)		Produtividade dos rizomas centrais (Mg ha ⁻¹)	Peso médio dos rizomas laterais (g)	nº médio de rizomas laterais	Peso médio do rizoma central (g)
	Classe		Classe					
	2	3	2	3				
Frequência de irrigação								
Turno curto	116,78 ^{α1}	42,13 ^α	5,14 ^α	3,37 ^α	5,44 ^α	30,90 ^α	12,60 ^α	163,30 ^α
Turno longo	99,60 ^α	47,23 ^α	4,74 ^α	4,22 ^α	5,79 ^α	32,90 ^α	11,37 ^α	160,53 ^α
Sistema de cultivo								
Monocultivo	117,02 ^α	54,72 ^α	5,48 ^α	4,80 ^α	6,21 ^α	33,81 ^α	12,50 ^α	173,18 ^α
Consoiciado	99,36 ^α	34,64 ^β	4,40 ^α	2,79 ^β	5,02 ^α	29,97 ^β	11,47 ^α	150,65 ^β
Dose de adubação								
0 Mg ha ⁻¹ de TM	99,86 ^α	46,97 ^α	4,53 ^α	3,83 ^α	5,75 ^α	31,55 ^α	11,17 ^α	159,38 ^α
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	116,52 ^α	42,38 ^α	5,35 ^α	3,76 ^α	5,48 ^α	32,23 ^α	12,81 ^α	164,45 ^α
C.V.(%)	23,79	25,37	27,69	26,98	26,98	16,27	24,30	26,98

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não difere estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela III-4: Desdobramento da interação tripla para número e produtividade de rizomas laterais de taro da classe I e totais, em monocultivo ou consorciados com feijão-de-porco, submetidos a duas frequências de irrigação e adubados com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Sistema de cultivo x Frequência de irrigação e dose de adubação para o número de rizomas laterais da classe I ($\times 10^3 \text{ ha}^{-1}$)					
Dose de adubação	Monocultivo Frequência de irrigação		Dose de adubação	Consoiciado Frequência de irrigação	
	Turno curto	Turno longo		Turno curto	Turno longo
0 Mg ha ⁻¹ de TM	242,81 α	269,30 α	0 Mg ha ⁻¹ de TM	168,04 β	197,93 β
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	259,72 α	273,11 α	3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	279,81 α	331,34 α
C.V. (%)	22,92				
Produtividade de rizomas laterais da classe I (Mg ha ⁻¹)					
Dose de adubação	Monocultivo Frequência de irrigação		Dose de adubação	Consoiciado Frequência de irrigação	
	Turno curto	Turno longo		Turno curto	Turno longo
0 Mg ha ⁻¹ de TM	4,25 α	4,33 α	0 Mg ha ⁻¹ de TM	3,00 β	3,46 β
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	4,64 α	4,60 α	3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	4,72 α	6,01 α
C.V. (%)	16,91				
Número total de rizomas laterais ($\times 10^3 \text{ ha}^{-1}$)					
Dose de adubação	Monocultivo Frequência de irrigação		Dose de adubação	Consoiciado Frequência de irrigação	
	Turno curto	Turno longo		Turno curto	Turno longo
0 Mg ha ⁻¹ de TM	370,85 α	432,32 α	0 Mg ha ⁻¹ de TM	273,54 β	313,29 β
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	431,52 α	445,90 α	3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	413,21 α	515,81 α
C.V. (%)	14,30				
Produtividade total de rizomas laterais (Mg ha ⁻¹)					
Dose de adubação	Monocultivo Frequência de irrigação		Dose de adubação	Consoiciado Frequência de irrigação	
	Turno curto	Turno longo		Turno curto	Turno longo
0 Mg ha ⁻¹ de TM	10,89 α	13,04 α	0 Mg ha ⁻¹ de TM	9,32 β	9,50 β
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	14,03 α	13,91 α	3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	12,35 α	18,38 α
C.V. (%)	22,19				

¹Médias seguidas da mesma letra nas colunas não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.

3.4 Análise Nutricional dos Rizomas Laterais e Centrais de Taro

Para nenhum dos três fatores estudados foram verificadas diferenças estatísticas no teor de macronutrientes nos rizomas laterais de taro. Os níveis de cada elemento foram em média de 14,48 g kg⁻¹ MS, 4,16 g kg⁻¹ MS, 2,28 g kg⁻¹, 2,71 g kg⁻¹ MS e 32,34 g kg⁻¹ de MS para N, Ca, Mg, P e K, respectivamente (Tabela III-5).

No caso dos rizomas centrais também não foram observadas diferenças estatisticamente significantes no teor de nutrientes para os três fatores envolvidos. Os níveis de cada elemento foram em média de 15,38 g kg⁻¹ MS, 1,79 g kg⁻¹ MS, 1,66 g kg⁻¹, 2,30 g kg⁻¹ MS e 28,30 g kg⁻¹ de MS para N, Ca, Mg, P e K, respectivamente (Tabela III-6).

Tanto nos rizomas laterais quanto centrais, o teor de nutrientes encontrado no presente experimento, estão em acordo com Oliveira (2004) em cultivo de taro consorciado com *C. juncea*, em sistema orgânico de produção, Puiatti et al. (1992) em cultivo convencional de

taro visando o estudo da absorção de nutrientes pela cultura e por Wills et al. (1983) em estudos realizado sobre a composição química de taro em cultivos na Papua Nova Guiné.

Tabela III-5: Teores de nutrientes encontrados em rizomas laterais de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Frequência de irrigação	N	Ca	Mg	P	K
			g kg ⁻¹		
Turno curto	13,99 ^{a1}	3,54 ^a	2,15 ^a	2,36 ^a	30,81 ^a
Turno longo	14,96 ^a	4,77 ^a	2,41 ^a	3,07 ^a	33,87 ^a
Sistema de cultivo					
Monocultivo	14,08 ^a	4,30 ^a	2,22 ^a	2,79 ^a	30,18 ^a
Feijão-de-porco	14,88 ^a	4,02 ^a	2,34 ^a	2,64 ^a	34,50 ^a
Dose de adubação					
0 Mg ha ⁻¹ de TM	14,84 ^a	4,08 ^a	2,17 ^a	2,73 ^a	32,53 ^a
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	14,12 ^a	4,24 ^a	2,39 ^a	2,70 ^a	32,15 ^a
Média	14,48	4,16	2,28	2,71	32,34
C.V. (%)	21,83	27,67	20,61	27,02	14,52

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela III-6: Teores de nutrientes encontrados em rizomas centrais de plantas de taro em monocultivo ou consorciadas com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Frequência de irrigação	N	Ca	Mg	P	K
			g kg ⁻¹		
Turno curto	14,44 ^{a1}	1,64 ^a	1,71 ^a	2,12 ^a	29,57 ^a
Turno longo	16,32 ^a	1,95 ^a	1,61 ^a	2,47 ^a	27,04 ^a
Sistema de cultivo					
Monocultivo	14,95 ^a	2,06 ^a	1,77 ^a	2,36 ^a	27,62 ^a
Feijão-de-porco	15,82 ^a	1,53 ^a	1,54 ^a	2,23 ^a	28,99 ^a
Dose de adubação					
0 Mg ha ⁻¹ de TM	15,81 ^a	2,07 ^a	1,81 ^a	2,35 ^a	27,76 ^a
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	14,95 ^a	1,52 ^a	1,51 ^a	2,24 ^a	28,85 ^a
Média	15,38	1,79	1,66	2,30	28,30
C.V. (%)	16,13	27,01	18,52	15,12	24,91

¹Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

Tanto para os rizomas laterais quanto centrais, os níveis de K merecem destaque. Ele é o elemento em maiores quantidade nos rizomas e, por conseguinte é muito requerido pela cultura. O elevado requerimento de K pela cultura já foi reportado por outros autores (PUIATTI et al., 1992), com aplicações de 400 kg ha⁻¹ de K para obtenção de produtividades próximas a 60 Mg ha⁻¹ de rizomas laterais.

Independentemente dos tratamentos adotados, os teores médios de Ca encontrados nos rizomas laterais foram menores que nos rizomas centrais, possuindo para este elemento 1,79 g

kg^{-1} MS contra $4,16 \text{ g kg}^{-1}$ MS para rizomas laterais e centrais, respectivamente (Tabela III-5 e Tabela III-6). Tal fenômeno pode ser explicado pelas características de translocação deste elemento no corpo vegetal. Como o Ca no corpo vegetal é considerado um componente estrutural, principalmente ligado a parede celular e membrana plasmática, sua redistribuição via floema é baixa ou praticamente nula, caracterizando sua baixa concentração em outros órgãos da planta, como rizomas laterais no caso do taro (MALAVOLTA, 2006).

3.5 Análises químicas e biológicas do solo

Para as quatro coletas de solo não foram observadas interações significativas entre a frequência de irrigação, dose de adubação e o sistema de cultivo, sendo também reduzidos os efeitos, para todas as coletas, advindos dos tratamentos propostos. Para todas as variáveis estudadas, somente o sistema de cultivo promoveu alterações no solo aos 220 DAP. Com relação às frações químicas de carbono e nitrogênio, tanto o CT quanto o NT, para todas as coletas, não foram afetados pelos tratamentos propostos, apresentando valores médios de $4,5$ e $0,55 \text{ g kg}^{-1}$ de solo para CT e NT, respectivamente. As frações lábeis de C e N foram afetadas somente pelo sistema de cultivo, possuindo tanto para o CL quanto para NL valores mais elevados quando em monocultivo (Tabela III-7). O decréscimo de tais frações químicas do solo provavelmente é resultado do aporte de N ao sistema. O N facilmente disponibilizado pelas leguminosas em consórcio promoveu a mineralização de frações mais pesadas de C e N, dividindo-as em segmentos mais lábeis no solo. Como a disposição da leguminosa, após o corte, foi realizada de maneira a retardar sua decomposição, os efeitos foram observados somente no final do ciclo da cultura.

Efeito semelhante pode ser observado para a BMS-C, BMS-N e BMS-C plus, que possuíam níveis significativamente superiores quando o taro foi submetido ao consórcio (Tabela III-8). A disponibilidade de nutrientes e substrato proporcionou o crescimento de microrganismo, gerando de um lado o aumento das frações lábeis de C e N, e do outro refletindo no aumento das taxas de respiração do solo, o que em associação com os níveis da BMS-C demonstraram que o taro em consórcio possuía valores para $q\text{CO}_2$ superiores aos encontrados no monocultivo (Tabela III-9). Tanto o $q\text{Micro-C}$ quanto o $q\text{Micro-N}$ possuíam valores mais elevados quando em cultivo consorciado, indicando aumento da população de microrganismos, tanto em relação ao CT quanto ao NT.

Foram observadas algumas correlações interessantes entre as variáveis estudadas. Dentre elas merece destaque a correlação positiva entre o NT com o CL, NL, BMS-C, BMS-N, BMS-C plus, BMS-N plus e RBS, indicando que quanto maior a disponibilidade deste elemento no solo, maior era a atividade microbiológica e a formação de frações lábeis de C e N (Tabela III-10). Alguns autores afirmam que a entrada de N no sistema provoca a redução da relação C:N, gerando condições ideais para o crescimento microbiológico, geração de novas frações de C e N, e aumento das atividades metabólicas do solo (BAYER e MIELNICZUK, 1999).

Tabela III-7: Análise das frações químicas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 100, 160, 190 e 220 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Frequência de irrigação	CT (g C kg solo ⁻¹)				NT (g N kg solo ⁻¹)				CL (mg C kg solo ⁻¹)				NL (mg N kg solo ⁻¹)			
	DAP															
	100	160	190	220	100	160	190	220	100	160	190	220	100	160	190	220
Turno curto	4,54 ^α	4,95 ^α	4,69 ^α	4,89 ^α	0,49 ^α	0,64 ^α	0,67 ^α	0,47 ^α	418,02 ^α	445,35 ^α	574,13 ^α	368,64 ^α	101,26 ^α	161,05 ^α	206,56 ^α	106,20 ^α
Turno longo	4,91 ^α	4,44 ^α	4,64 ^α	4,79 ^α	0,50 ^α	0,64 ^α	0,60 ^α	0,51 ^α	389,74 ^α	439,04 ^α	602,14 ^α	390,54 ^α	137,45 ^α	166,10 ^α	228,34 ^α	110,34 ^α
Dose de Adubação																
0 Mg ha ⁻¹ de TM	- ²	-	4,46 ^α	4,64 ^α	-	-	0,62 ^α	0,49 ^α	-	-	598,94 ^α	385,32 ^α	-	-	239,15 ^α	105,61 ^α
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	-	-	4,88 ^α	5,04 ^α	-	-	0,67 ^α	0,49 ^α	-	-	582,38 ^α	373,85 ^α	-	-	198,99 ^α	110,93 ^α
Sistema de cultivo																
Monocultivo	4,62 ^α	5,02 ^α	5,29 ^α	5,05 ^α	0,49 ^α	0,70 ^α	0,69 ^α	0,51 ^α	425,19 ^α	450,73 ^α	558,56 ^α	399,95 ^α	118,19 ^α	158,32 ^α	226,37 ^α	119,61 ^α
Feijão-de-porco	4,84 ^α	4,37 ^α	4,02 ^β	4,63 ^α	0,50 ^α	0,58 ^α	0,57 ^α	0,48 ^α	382,58 ^α	433,67 ^α	611,36 ^α	359,23 ^β	120,52 ^α	168,83 ^α	206,30 ^α	96,94 ^β
C.V.%	10,57	28,45	22,62	17,85	9,76	15,15	17,00	14,30	14,38	16,73	17,63	15,63	19,00	13,22	17,94	7,56

¹ Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ² Adubação em cobertura realizada aos 160 DAP

Tabela III-8: Análise das frações microbianas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 100, 160, 190 e 220 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Frequência de irrigação	BMS-C (mg C kg solo ⁻¹)				BMS-N (mg N kg solo ⁻¹)				BMS-C Plus (mg C kg solo ⁻¹)				BMS-N Plus (mg N kg solo ⁻¹)			
	DAP															
	100	160	190	220	100	160	190	220	100	160	190	220	100	160	190	220
Turno curto	155,08 ^α	99,22 ^α	112,84 ^α	63,76 ^α	/ ³	65,16 ^α	80,35 ^α	54,57 ^α	208,00 ^α	251,58 ^α	252,99 ^α	157,70 ^α	/	161,39 ^α	72,15 ^α	47,65 ^α
Turno longo	135,55 ^α	143,63 ^α	120,41 ^α	89,78 ^α	/	85,11 ^α	77,43 ^α	58,80 ^α	196,00 ^α	252,03 ^α	268,98 ^α	168,92 ^α	/	189,20 ^α	56,69 ^α	46,30 ^α
Dose de Adubação																
0 Mg ha ⁻¹ de TM	- ²	-	114,16 ^α	69,20 ^α	-	-	82,44 ^α	55,93 ^α	-	-	262,24 ^α	157,77 ^α	-	-	78,06 ^α	43,98 ^α
3,0 Mg ha ⁻¹ de TM	-	-	119,09 ^α	84,35 ^α	-	-	77,04 ^α	57,43 ^α	-	-	259,72 ^α	168,85 ^α	-	-	55,37 ^α	49,96 ^α
Sistema de cultivo																
Monocultivo	153,22 ^α	138,92 ^α	117,64 ^α	69,77 ^β	/	82,55 ^α	81,83 ^α	52,57 ^β	-	-	259,20 ^α	149,19 ^β	/	177,89 ^α	74,91 ^α	44,35 ^α
Feijão-de-porco	137,41 ^α	103,94 ^α	115,61 ^α	83,77 ^α	/	67,72 ^α	75,22 ^α	60,80 ^α	-	-	262,77 ^α	177,42 ^α	/	172,69 ^α	51,74 ^α	49,59 ^α
C.V.%	21,87	18,38	25,13	20,12	/	18,32	23,34	22,80	15,09	15,34	18,34	16,50	/	17,27	27,00	21,47

¹ Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ² Adubação em cobertura realizada aos 160 DAP. ³ Não determinado.

Tabela III-9: Análise das frações microbianas de carbono e nitrogênio do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, aos 100, 160, 190 e 220 DAP de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Frequência de irrigação	RBS (mg C-CO ₂ kg solo ⁻¹ h ⁻¹)				qCO ₂ (mg C-CO ₂ g Cmic ⁻¹ h ⁻¹)				qMicro-C (mg Cmic 100mg Corg ⁻¹)				qMicro-N (mg Nmic 100mg Norg ⁻¹)			
	DAP															
	100	160	190	220	100	160	190	220	100	160	190	220	100	160	190	220
Turno curto	0.37 ^{α1}	1.97 ^α	0.72 ^α	0.32 ^α	2.66 ^α	28.50 ^α	1.88 ^α	3.06 ^α	3.46 ^α	2.35 ^α	8.37 ^α	2.37 ^α	/ ³	15.00 ^α	4.10 ^α	5.26 ^α
Turno longo	0.36 ^α	1.87 ^α	0.37 ^α	0.30 ^α	2.66 ^α	17.93 ^α	1.04 ^α	2.83 ^α	2.85 ^α	3.40 ^α	8.44 ^α	2.84 ^α	/	10.88 ^α	4.35 ^α	3.62 ^α
Dose de Adubação																
0 Mg ha ⁻¹ de TM	- ²	-	0.50 ^α	0.31 ^α	-	-	1.41 ^α	3.28 ^α	-	-	8.80 ^α	2.61 ^α	-	-	3.16 ^α	3.90 ^α
3.0 Mg ha ⁻¹ de TM	-	-	0.62 ^α	0.31 ^α	-	-	1.50 ^α	2.60 ^α	-	-	8.27 ^α	2.60 ^α	-	-	5.20 ^α	4.98 ^α
Sistema de cultivo																
Monocultivo	0.40 ^α	2.00 ^α	0.46 ^α	0.27 ^β	2.83 ^α	3.00 ^α	1.31 ^α	17.66 ^β	3.38 ^α	3.26 ^α	2.63 ^α	6.82 ^β	/	11.58 ^α	4.21 ^α	4.04 ^β
Feijão-de-porco	0.33 ^α	1.84 ^α	0.58 ^α	0.35 ^α	2.49 ^α	2.88 ^α	1.52 ^α	28.77 ^α	2.92 ^α	2.49 ^α	2.58 ^α	9.97 ^α	/	14.30 ^α	4.22 ^α	4.85 ^α
C.V.%	20.90	12.38	21.38	30.12	25.04	21.32	20.34	22.61	21.99	22.23	13.87	15.23	/	19.12	12.34	19.69

¹ Os valores representam médias de quatro repetições. Letras iguais na coluna de mesmo fator não diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade. ² Adubação em cobertura realizada aos 160 DAP. ³ Valores não determinados.

Tabela III-10: Matriz de correlação das propriedades químicas e biológicas do solo, coletado na profundidade de 0-10 cm, em plantio de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, adubadas com duas doses de nitrogênio na forma de torta de mamona e submetidas a duas frequências de irrigação, em manejo orgânico de produção (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Variáveis n=128	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C Plus	BMS-N Plus	RBS	qCO ₂	qMicro-C
NT	0,89***										
CL	0,84*	0,86***									
NL	0,58**	0,71***	0,66**								
BMS-C	0,49**	0,57**	0,46*	0,59**							
BMS-N	0,16 ^{ns}	0,38*	0,12 ^{ns}	0,31*	0,03 ^{ns}						
BMS-C Plus	0,73***	0,86***	0,67**	0,63**	0,56**	0,49**					
BMS-N Plus	0,08 ^{ns}	0,35*	0,06 ^{ns}	0,39*	0,08 ^{ns}	0,88***	0,50**				
RBS	0,06 ^{ns}	0,32*	0,07 ^{ns}	0,32*	0,03 ^{ns}	0,88***	0,38*	0,86***			
qCO ₂	-0,15 ^{ns}	-0,03 ^{ns}	-0,13 ^{ns}	0,07 ^{ns}	-0,35*	0,45**	-0,08 ^{ns}	0,45**	0,53**		
qMicro-C	-0,18 ^{ns}	-0,05 ^{ns}	-0,07 ^{ns}	0,17 ^{ns}	0,67**	-0,12 ^{ns}	0,05 ^{ns}	-0,02 ^{ns}	-0,06 ^{ns}	-0,30*	
qMicro-N	-0,16 ^{ns}	-0,09 ^{ns}	-0,21 ^{ns}	-0,01 ^{ns}	-0,25 ^{ns}	0,71***	0,00 ^{ns}	0,52**	0,62**	0,64**	-0,19 ^{ns}

^aNível de significância para o teste Pearson ao nível de 5% de probabilidade. ^{ns} (não-significativo); *, ** e *** (significativo a 5, 1 e 0,1% de probabilidade, respectivamente).

4 CONCLUSÕES

1. A altura e a área foliar de plantas de taro são maiores sob turno de rega curto, não sendo influenciados pela dose de adubação em cobertura nem pelo sistema de cultivo.
2. O consórcio de taro e feijão-de-porco reduz a produtividade e número de rizomas da classe 3, peso médio dos rizomas laterais e centrais, entretanto em interação com adubação em cobertura e o turno de rega longo promove aumento do número e produtividade totais e da classe I de rebentos laterais produzidos.
3. Nenhum dos fatores estudados afeta o teor de nutrientes dos rizomas laterais e centrais de taro.
4. O cultivo consorciado de taro e feijão-de-porco, cortado aos 75 DAP, eleva os níveis do CL, NL, BMS-C, BMS-N, BMS-C plus, RBS, qCO₂, qMicro-C e qMicro-N aos 220 DAP.

**CAPITULO IV – INDICADORES DE QUALIDADE DE SOLO EM
ÁREAS SOB DIFERENTES MANEJOS NA REGIÃO DE PATY DO
ALFERES-RJ**

RESUMO

O objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do manejo e cobertura vegetal sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo, entendendo como estes fatores interferem no comportamento de indicadores de qualidade do solo (IQS), identificando quais IQS's são os mais sensíveis à mudança de manejo, além de fazer uma comparação das áreas em uso agrícola com as áreas de fragmentos da Mata Atlântica, considerada como em equilíbrio pedogenético. O estudo foi realizado no município de Paty do Alferes-RJ, na mesorregião metropolitana do estado do Rio de Janeiro. O clima é caracterizado de acordo com o sistema de Köppen como tropical de altitude. A precipitação média anual é de 1222 mm, com chuvas concentradas no quadrimestre de dezembro a março. O trabalho experimental foi conduzido durante três cultivos orgânicos (CO) consecutivos de taro, sendo que em 2004 somente uma coleta foi realizada aos 255 dias após o plantio de taro (DAP). Em 2005 foram realizadas três coletas aos 135, 165 e 195 DAP, enquanto que em 2006 foram realizadas quatro coletas aos 100, 160, 190 e 220 DAP. Concomitantemente as áreas de CO foram coletadas amostras de solo de áreas de tomate e pimentão em cultivo convencional (CC), área de pastagem degradada (AD) e Mata Atlântica secundária (M), todos pertencentes à mesma bacia hidrográfica. Todas as coletas foram realizadas na profundidade de 0 a 10 cm, com exceção da macrofauna edáfica, que foi realizada até a profundidade de 40 cm e somente no ano de 2004. As variáveis de solo analisadas, comum a todas as áreas e épocas foram: carbono e nitrogênio totais e lábeis (CT, NT, CL e NL), Ca, Mg, P, K, Al, pH, carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo (BMS-C e BMS-N), respiração basal do solo (RBS), quociente metabólico do solo (qCO_2), quociente microbiano por carbono e nitrogênio ($qMicro-C$ e $qMicro-N$), umidade e textura (utilizada como co-variável). Foi aplicada a análise de componentes principais (ACP) em cada coleta. Para todas as variáveis o somatório dos valores das informações das variáveis originais retidas até o terceiro eixo foi superior a 70%. No experimento de 2004 houve separação entre as áreas analisadas. As AD's apresentaram elevados valores de qCO_2 e baixos para $qMicro-C$, em contraposição com a M, que estavam mais relacionadas com o NL, CL, CT e NT. Foi observada grande similaridade entre o CO e o CC, sendo que ambos possuíam para a maioria das variáveis valores médios. A análise da fauna edáfica distinguiu as áreas de CO da M. O comportamento apresentado em 2005 foi similar ao ocorrido em 2004, com CO apresentando valores médios para todas as variáveis nas três coletas realizadas, sendo a influência de cada sistema de cultivo, sobre as variáveis analisadas, variável com a coleta. A M foi responsável pelos valores mais altos de CT, CL, NT, NL, BMS-C, BMS-N e RBS. No ano de 2006 a ACP proporcionou a separação do CO e CC da M nas quatro coletas. O CC e CO possuíam valores médios para todas as variáveis. Contudo, CC possuía valores acima da média para CT, CL, NL, NT e BMS-C. Durante os três anos experimentais as variáveis BMS, RBS, $qMicro$ e qCO_2 foram as mais sensíveis a mudanças do ambiente, seguidos por CL, NL, CT e NT que estão mais sujeitas a atividade microbiana, e por último ficaram as variáveis estritamente químicas, como Ca, Mg, P, K, Al e pH. Contudo, não foi possível identificar um IQS que fosse absoluto na distinção das áreas. Conclui-se que a ACP conseguiu distinguir os manejos adotados; que o CO está em situação intermediária a M, apesar de encontrar-se mais próximo a CC. Os IQS's com caráter biológico são mais sensíveis a mudanças no ambiente, seguidos pelos indicadores dependentes da atividade microbiana e por último pelos indicadores químicos.

Palavras-chave: indicadores da qualidade do solo, análise de componentes principais, cultivo orgânico, cultivo convencional, matéria orgânica do solo.

ABSTRACT

Indicators of soil quality in areas under different managements in the region of Paty do Alferes-RJ

The objective of this study was to evaluate the influence of the management and land use on chemical, physical and biological soil attributes, understanding how these factors influence the behavior of soil quality indicators (SQI), identifying which SQI is the most sensitive to management change, and to make a comparison between areas under agricultural use with fragments of Atlantic Forest, considered in pedogenic equilibrium. The study was conducted in the Municipality of Paty do Alferes-RJ, in the metropolitan mesoregion of Rio de Janeiro state. The climate is characterized according to the Köppen system as a tropical of altitude. The average annual rainfall is 1222 mm, with rains concentrated in four months from December to March. The experiments were conducted during three consecutive organic crops of taro (OC). In 2004 only one collect was realized at 250 days after taro planting (DAP). In 2005, it was realized three collections at 135, 165 and 195 DAP, while in 2006 four collections were performed at 100, 160, 190 and 220 DAP. At the same sampling time of the areas under OC it was collected soil samples from areas of tomato and sweet pepper in conventional crop system (CC), degraded areas of pasture (DA) and secondary Atlantic Forest (AF), all areas were located in the same watershed. All samples were taking in the depth of 0 to 10 cm, except for the soil fauna that was 0-40 cm and only in 2004. The attributes for analysis, common for all areas and times were: carbon and nitrogen total and labile (TC, TN, LC, LN), Ca, Mg, P, K, Al, pH, carbon and nitrogen of the soil biomass microbial (SBM-C and SBM-N), soil basal respiration (SBR), metabolic quotient of soil (qCO_2), microbial quotient of carbon and nitrogen ($qMicro-C$ and $qMicro-N$), moisture and texture (used as co-variable). Was applied to principal component analysis (PCA) in each collection. For all variables the sum of the values of the information of the original variables retained until the third axis was greater than 70%. In the experiment of 2004 there was separation between the areas analyzed. The DA's had large amounts of qCO_2 and low of $qMicro-C$, in contrast to the AF, which were related to the LN, LC, TC and TN. Was observed high similarity between the OC and CC, both of which had, for most of the variables, average values. The soil fauna analysis distinguished the areas of OC and AF. The behavior presented in 2005 was similar to that in 2004, with OC presenting average values for all attributes in the three collections realized, and the influence of each cropping system, on the analyzed attributes, was different in each collection. The AF was responsible for the higher values file TC, LC, TN, LN, SBM-C, SBM-N and SBR. In 2006, PCA has provided the separation between OC and CC of the AF in all collects. The CC and OC had average values for all variables. However, the CC had above average scores for TC, LC, LN, TN and SBM-C. During the three experimental years the variables SBM, SBR, $qMicro$ and qCO_2 were more sensitive to environmental changes, followed by LC, LN, TC and TN that are more subject to microbial activity, and finally were strictly chemical variables, such as Ca, Mg, P, K, Al and pH. However, it was not possible to identify an absolute SQI capable to distinguish the different areas. In conclusion, the PCA could distinguish different management systems observed; that the OC is in an intermediate situation between the AF and CC, but more closed to the CC. The SQI's with biological characteristics are more sensitive to changes in the environment, followed by indicators with microbial activity dependence and finally by the chemical indicators.

Keywords: indicators of soil quality, principal components analyze, organic management, conventional management, organic soil matter.

1 INTRODUÇÃO

A região de Paty do Alferes é conhecida por ser a maior produtora de tomate do estado de Rio de Janeiro, produzindo no ano de 2007 cerca de 29.040 Mg de tomate em 330 ha (IBGE, 2009a). Por ter grande importância econômica e social, devido ao seu elevado valor de mercado e a grande demanda de mão-de-obra na condução do cultivo, esta cultura gera fonte de renda para muitas famílias do entorno. Entretanto, apesar dos benefícios econômicos que esta atividade possa trazer, muitos são os efeitos negativos associados ao manejo adotado na maioria das propriedades (NUNEZ et al., 2006). O conhecido processo migratório que ocorre nas zonas agrícolas é caracterizado pela retirada da cobertura vegetal constituída por fragmentos de Mata Atlântica original e secundária, explorando-se as áreas por 5 a 10 anos, geralmente com esgotamento da fertilidade do solo e/ou acúmulo de enfermidades, levando a transformação de áreas de cultivo em pastagens. O processo de degradação do solo inicia-se mais fortemente após a instalação das pastagens, que recebem constantemente queimadas, o que torna os solos desnudos, mais susceptíveis a processos erosivos, gerando um quadro de degradação acentuada (FERREIRA et al., 2004).

A necessidade da tomada de decisões no processo de conscientização sobre os melhores métodos de produção de alimentos, de forma ecológica, econômica e acima de tudo sustentável, tem incentivado a busca diária de métodos alternativos, destacando-se de forma acentuada os métodos relacionados à agricultura orgânica. Tal sistema produtivo encontra-se atualmente em franca expansão, sendo indicado para agricultores familiares, auxiliando fortemente no desenvolvimento rural (MAZZOLENI e NOGUEIRA, 2006).

As práticas corriqueiramente adotadas em sistemas orgânicos de produção são as adubações orgânicas com resíduos animais e/ou vegetais e a adubação verde. Dentre os benefícios advindos da prática da adubação verde, merece destaque a cobertura do solo provocado por leguminosas em consórcio, reduzindo a incidência direta do sol, chuva e vento, a adição de matéria orgânica, a ciclagem de nutrientes, a conservação da fertilidade do solo e condições mais propícias para o desenvolvimento da microbiota e da fauna do solo (DAROLT e SKORA NETO, 2009; EMBRAPA, 2009). Entretanto, para que o sistema produtivo, juntamente com suas práticas, possa ser validado frente aos demais, é necessário o uso de ferramentas que sejam simples, acessíveis, sensíveis e acima de tudo confiáveis, e que auxiliem na tomada de decisão sobre o sistema produtivo mais adequado.

Dentro desta linha de pensamento, o uso de indicadores de qualidade do solo, que expressam sua qualidade, ou seja, a capacidade do solo em funcionar dentro dos limites de um ecossistema, sustentando a produtividade biológica, mantendo a qualidade do meio ambiente e promovendo a saúde das plantas e dos animais (DORAN e PARKIN, 1994), seria uma opção promissora nos estudos relacionados a manejo e impacto ambiental.

Portanto, visando contribuir para a interrupção do processo de abertura e migração para novas áreas sob Mata Atlântica, por meio da sustentabilidade das áreas sob atual cultivo, o objetivo do presente estudo foi avaliar a influência do manejo e cobertura vegetal sobre atributos químicos, físicos e biológicos do solo, buscando entender como estes fatores interferem no comportamento de indicadores de qualidade do solo, identificando quais os indicadores são os mais sensíveis à mudança de manejo, além de verificar o quão próximo estão os sistemas de manejo de áreas consideradas em equilíbrio pedogenético com fragmentos da Mata Atlântica.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Localização e Caracterização Edafoclimática da Área Experimental

O município de Paty do Alferes está localizado a 22° 20' S (latit.) e 43° 25' W (long.) com uma altitude média de 575 m, na mesorregião metropolitana do estado do Rio de Janeiro. O clima é caracterizado de acordo com o sistema de Köppen como tropical úmido de altitude (PEEL et al., 2007). A precipitação média anual (21 anos) é de 1222 mm, com chuvas concentradas no quadrimestre de dezembro a março (742 mm). O regime térmico apresenta média anual das máximas de 29 °C e das mínimas de 16 °C, sendo os meses de novembro a abril os mais quentes com temperaturas médias de 22,3 °C a 23,8 °C, e de maio a agosto os mais frios com temperaturas médias de 16,2 °C a 18,2 °C. A umidade relativa do ar varia de 74,6 a 82,3 % (INMET/MAARA, 1995). Os solos predominantes na área são das classes: Latossolos, Argissolos e Cambissolos, o relevo é fortemente ondulado, agronomicamente desfavorável a exploração agrícola, apesar da agricultura ser a base econômica do município, o processo de ocupação de áreas sob Mata Atlântica, para o cultivo de gêneros alimentícios, tem promovido um ciclo vicioso de degradação do ambiente (Figura IV-1).

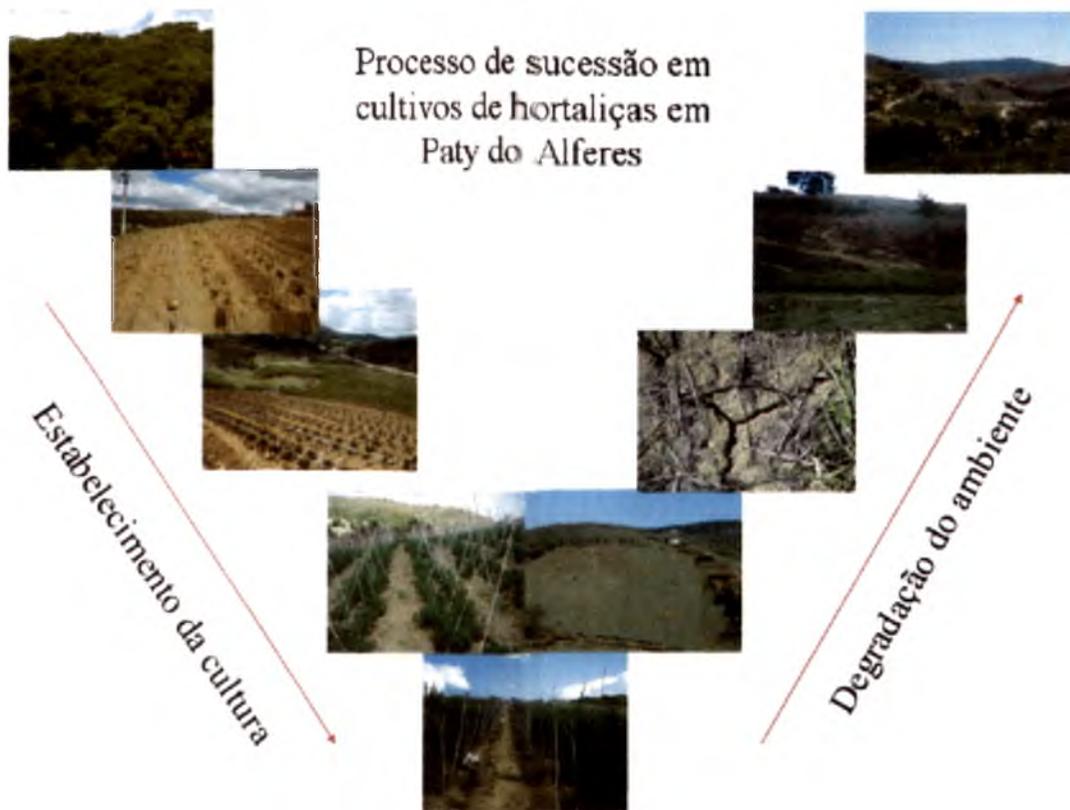


Figura IV-1: Processo de sucessão em cultivos de hortaliças na região de Paty do Alferes/RJ.

2.2 Caracterização das Áreas e Épocas de Amostragem

A área sob manejo orgânico utilizada para experimentação está localizada na Estação Experimental da PESAGRO-RIO, em Avelar. Na estação experimental não são utilizados fertilizantes sintéticos concentrados e agrotóxicos, de acordo com a Instrução Normativa nº 07, de 17 de maio de 1999, do Ministério da Agricultura Pecuária e abastecimento. O trabalho foi realizado em experimento iniciado em 2004, em Latossolo Amarelo cultivado rotineiramente com olerícolas. A área experimental foi por três anos consecutivos cultivada com taro (*Colocasia esculenta* L.), sendo imediatamente antes do plantio efetuada aração e

gradagem da área. A análise de solo foi realizada conforme Embrapa (1997), obtendo as características químicas que são apresentadas na Tabela IV-1

Tabela IV-1: Análise química do solo realizada no início do cultivo de taro (Paty do Alferes-RJ, 2004).

Profundidade (cm)	pH em água	Al	Ca	Mg	P	K
		cmolc dm ⁻³			mg dm ⁻³	
0-10	6,18	- ^a	1,88	0,43	11,63	99,84
10-20	6,17	-	2,05	0,46	29,75	62,40
20-30	6,07	-	2,24	0,39	50,51	37,44

^a Ausência de alumínio em suspensão.

Durante os três anos experimentais o taro foi plantado com espaçamento de 0,30 m na linha e 1,00 m entre linhas a uma profundidade de 8 a 10 cm. No sulco de plantio de taro foi realizada adubação de base na dose equivalente a 200 kg ha⁻¹ de N com composto orgânico produzido na própria estação experimental. Os valores nutricionais do composto orgânico utilizado para os três anos experimentais são apresentados em anexo na Tabela A-1.

O primeiro experimento, iniciado em setembro de 2004, foi conduzido em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constaram do cultivo orgânico de taro em consórcio com *Crotalaria juncea* e níveis de adubação orgânica em cobertura de 0 e 4,5 Mg ha⁻¹ de composto orgânico, equivalente a 150 kg ha⁻¹ de N, conforme proposto por Oliveira (2004) para máxima produtividade desta cultura. As parcelas experimentais possuíam dimensão de 30 m², ou seja, 6 linhas de taro por parcela. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro aos 60 dias após o plantio de taro (DAP), sendo cortadas aos 165 DAP. A adubação em cobertura foi realizada no momento do corte das leguminosas. Imediatamente após o plantio de taro, foi adotada a prática de irrigação por aspersão, sendo a rega efetuada sempre que julgada necessária.

No segundo ano experimental, iniciado em setembro de 2005, o experimento foi conduzido em blocos ao acaso com 4 tratamentos e 4 repetições. Os tratamentos constaram do cultivo de taro em consórcio com *C. juncea* e turnos de rega, com irrigação por aspersão de 3,5 dias (30 minutos por irrigação) e 14 dias (2 horas por irrigação). As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro aos 60 DAP, sendo cortadas 135 DAP.

No terceiro ano experimental, iniciado em setembro de 2006, foram verificados os efeitos do cultivo de taro em monocultivo ou consorciado com feijão-de-porco, turnos de rega com irrigação por aspersão de 3,5 dias (30 minutos por irrigação) e 14 dias (2 horas por irrigação), e adubação em cobertura com 0 e 3,0 Mg ha⁻¹ com torta de mamona, na quantidade equivalente a 0 e 150 kg ha⁻¹ de N. O experimento foi conduzido em blocos ao acaso totalizando 8 tratamentos e 4 repetições, com parcelas subdivididas no espaço, sendo o consórcio ou monocultivo alocados na subparcela. As leguminosas foram semeadas nas entrelinhas do taro espaçadas 0,50 m entre si e 0,25 m entre as linhas de taro imediatamente no plantio, sendo cortadas aos 75 DAP. O taro foi plantado com espaçamento de 0,30 m na linha e 1,00 m entre as linhas. As parcelas possuíam dimensão de 40 m², ou seja, 8 linhas de taro por parcela. Para um melhor entendimento sobre o manejo adotado e a época das coletas efetuadas, se recomenda observar a linha temporal apresentada na Figura A-6 em anexo.

Durante o experimento de 2004 foram coletadas amostras para determinação de atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo, em área de taro em cultivo orgânico (CO), tomate e pimentão em cultivo convencional (CC), pastagem em área degradada (AD) e Mata Atlântica secundária (M). A determinação da fauna edáfica foi realizada somente em áreas de CO e M, sendo tanto as avaliações da fauna edáfica quando as avaliações químicas, físicas e biológicas realizadas aos 255 DAP, ou seja, no final do ciclo do taro.

No ano de 2005 foram coletadas amostras para determinação de atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo somente em áreas de CO e M, em coletas com intervalos de 30 dias, sendo realizadas aos 135, 165 e 195 DAP.

Durante o ano de 2006, coletas foram efetuadas para a determinação de atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo, em área de taro em CO, tomate e pimentão em CC e M, em coletas realizadas aos 100 DAP (aproximadamente 30 dias após o corte da leguminosa), e após a aplicação da adubação orgânica em cobertura aos 160, 190 e 210 DAP (Figura A-6).

As áreas de CC, AD e M estão situadas na mesma bacia hidrográfica da área sob CO. Nas coletas do ano de 2006 foram selecionadas outras áreas de CC para coleta de solo, já que as áreas utilizadas durante os anos de 2004 e 2005 foram convertidas em áreas de pastagem. Os resultados da análise textural, realizada segundo (RUIZ, 2005), para as áreas amostradas são apresentados na Tabela IV-2.

Tabela IV-2: Análise e classe textural sob os diferentes sistemas produtivos avaliados na região de Paty do Alferes/RJ.

Sistema de cultivo	Frações granulométricas (%)			Classe textural
	Argila	Areia	Silte	
CO	15,5	78,6	5,9	Franco-arenoso
M	26,6	64,0	9,3	Franco-argilo-arenoso
CC	29,8	40,1	30,8	Franco-argiloso
AD	27,1	57,7	15,2	Franco-argilo-arenoso

As áreas sob CC estavam em pleno ciclo produtivo, e recebiam constantemente aplicações de defensivos agrícolas, adubações em cobertura e eram mantidos continuamente livres de vegetação espontânea. O aspecto das áreas em cultivo convencional para as culturas de tomate e pimentão pode ser visto nas Figuras A-4 A e B.

As AD's foram selecionadas mediante a observação de um processo de sucessão comumente encontrado na região (Figura IV-1). Após o cultivo de pimentão e tomate em sistema convencional, as áreas são convertidas em pastagem e sofrem constantemente queimadas para limpeza ou por "acidente". Na Figura A-4 C é apresentada imagem que demonstrando o aspecto geral encontrado nas pastagens advindas deste processo sucessivo.

A Mata Atlântica secundária possui aproximadamente 120 anos, sendo composta por cerca de 30 famílias florestais, entre elas: Anacardiaceae, Annonaceae, Araliaceae, Bignoniaceae, Boraginaceae, Compositae, Euphorbiaceae, Lauraceae, Leguminosae, Meliaceae, dentre outras (SPOLIDORO, 2001). Vista do dossel superior da Mata Atlântica secundária por ser visto na Figura A-4 D.

Os dados climáticos das regiões de estudo referentes aos anos de experimentação em Avelar encontram-se na Figura IV-2.

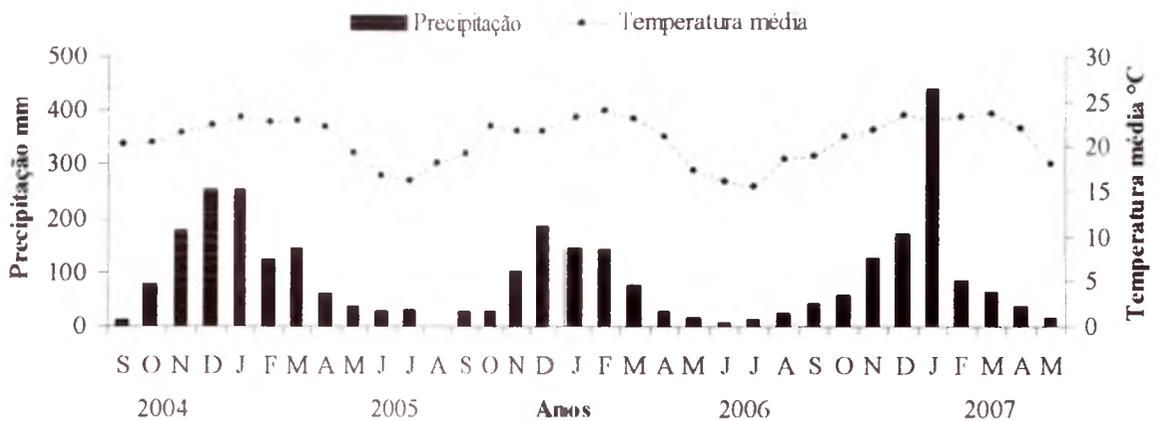


Figura IV-2: Precipitação e Temperatura média mensal, em Avelar-RJ, nos meses de setembro de 2004 a maio de 2007. Fonte: Pesagro/EEA, 2007.

2.3 Avaliação da Macrofauna Edáfica

A amostragem foi realizada utilizando-se o método de monolitos com superfície de 25 x 25 cm recomendado pelo Programa “Tropical Soil Biology and Fertility” (TSBF) descrito por Anderson e Ingram (1993). Como dito anteriormente, somente foi determinada a fauna edáfica no ano de 2004. Para fins de comparação foram coletadas amostras das 16 parcelas de taro, sendo consideradas como sendo 16 repetições de CO e na M foram feitas coletas de quatro repetições, ambos até a profundidade de 40 cm.

Os indivíduos da macrofauna visíveis a olho nu foram retirados manualmente, e armazenados em frascos contendo álcool 70%, com a finalidade de preservá-los para posterior identificação ao nível de família e contagem sob microscópio estereoscópico. Na etapa de contagem e classificação as seguintes famílias foram encontradas: Araneae = Ara; Blattodea = Bla; Chilopoda = Chi; Coleoptera = Col; Dermaptera = Der; Diplopoda = Dip; Enchytraeidae = Eng; Formicidae = For; Gastropoda = Gas; Heteroptera = Het; Hymenoptera = Hym; Isopoda = Iso; Larvas de Coleoptero = Lco; Larvas de Diptera = Ldi; Larvas de Lepidoptera = Lle; Oligochaeta = Oli e Orthoptera = Ort.

2.4 Avaliação dos Indicadores Microbiológicos

Para as metodologias referente às determinações do BMS-C, BMS-N, RBS, qCO₂, qMicro-C, qMicro-N, BMS-C plus, BMS-N plus, qMicro-C plus e qMicro-N plus, vide Capítulo I.

2.5 Avaliação dos Indicadores Químicos

Para as metodologias referentes às determinações do CT, NT, CL e NL, vide Capítulo I. Também foram realizadas análises para cálcio (Ca), magnésio (Mg), fósforo (P), potássio (K), alumínio (Al), hidrogênio (H) e pH, conforme metodologia preconizada por Embrapa (1997).

2.6 Avaliação dos Atributos Físicos do Solo

Para determinação da textura do solo as amostras de solo foram dispersas com NaOH 1 mol L⁻¹ e agitadas, em baixa rotação por 16 horas, conforme modificação proposta por Rezende (1979). O teor de argila total foi determinado na suspensão, pelo método da pipeta (RUIY, 2005). A fração areia foi separada por tamisação, em peneiras de malhas 0,053 mm. O silte foi obtido por diferença. A umidade total do solo (U) e a umidade percentual frente a capacidade de campo (UR) foi determinada conforme proposto por Silva et al. (2007a).

2.7 Relações Entre Variáveis

Alternativamente, na busca por variáveis que poderiam auxiliar na análise dos resultados, foram estabelecidas relações entre algumas variáveis, sendo elas as seguintes: BMS-C:BMS-N, NL:NT, CL:NL, CT:NT e BMS-C Plus:BMS-N Plus.

2.8 Análises Estatísticas

Na realização da análise multivariada foram utilizados dados quantitativos utilizando a análise de componentes principais (ACP), por meio do software estatístico CANOCO 4.5 (ter BRAAK e SMILAUER, 2002). A escolha pela ACP foi embasada no fato dos dados apresentarem gradiente menor que três desvios padrão e por apresentar variáveis em diferentes unidades.

A ACP é indicada para conjuntos de medidas correlacionadas linearmente, que assim podem ser reduzidas a poucas variáveis sintéticas, denominadas componentes principais (PIELOU, 1984; MANLY, 1994).

A contribuição de cada variável ao componente principal é traduzida pelo valor da correlação entre as variáveis, permitindo que o estudo dos componentes principais seja interpretado na forma de resultados. O estudo dos componentes principais permite a interpretação dos resultados, mediante a contribuição de cada variável ao componente principal, traduzido pelo valor da correlação (ter BRAAK e SMILAUER, 2002), possuindo a capacidade de discriminar variáveis originais no processo de formação de grupos (CURI et al., 1992).

As análises foram realizadas para atributos químicos, físicos e microbiológicos do solo. Deste modo, foram realizadas nove ACP's no total, duas para o ano de 2004, três para o ano de 2005 e 4 para o ano de 2006. O número de tratamentos analisados variou com o ano analisado e os sistemas produtivos. Para as nove ACP's realizadas, utilizou-se a análise textural (porcentagem de argila, areia e silte) do solo como co-variável, com o intuito de eliminar quaisquer interferências que não fossem inerentes aos sistemas de cultivo adotados.

A interpretação e as respostas foram visualizadas obedecendo a regar do biplot, associando os tratamentos com as variáveis obtidas. Quanto mais próximo ao centro (origem) da figura, mais bem distribuída entre as variáveis são os tratamentos.

A viabilidade da utilização do método multivariado da ACP é verificada pela quantidade de informação das variáveis originais retidas pelos três componentes principais (porcentagem da explicação total das variáveis acumulada pelos três primeiros componentes), que deve ser, preferencialmente, igual ou superior a de 70%.

3 RESULTADO E DISCUSSÃO

Para todas as coletas analisadas o somatório dos valores das informações das variáveis originais retidas até o terceiro eixo foram superiores a 70%, demonstrando viabilidade da utilização do método multivariado de análise de componentes principais (Tabela IV-3).

Tabela IV-3: Explicação de correlação (%) obtida até o 3º eixo para as variáveis analisadas.

Ano	2004		2005			2006			
Coleta	1	1	1	2	3	1	2	3	4
Variáveis	Fauna edáfica		Variáveis químicas, físicas e biológicas						
% de explicação	76,9	73,9	75,8	73,5	74,8	72,0	70,8	73,7	72,1

Pelo componente 1 (Y1) as AD's apresentaram altos valores para P, RBS, qCO₂ e qCO₂ plus, e baixos valores para a BMS-C e q-Micro-C (Figura IV-3 e Tabela IV-4). Os elevados valores do qCO₂ indicam que estas áreas possuíam taxas da RBS elevada, o que indica alta atividade microbiana em locais onde o conteúdo de carbono microbiano proporcionalmente é baixo, gerando perdas acentuadas de carbono do ambiente. Em trabalho realizado por Baretta et al. (2008), em florestas plantadas ou naturais de araucária que foram acidentalmente queimadas ou não, após a realização de análise de correlação canônica, os autores concluíram que a BMS-C, seguida pelo qCO₂, foram as variáveis mais importantes na separação das áreas sobre variação ao longo do tempo. Tais autores evidenciaram que nos locais onde a perturbação foi mais acentuada, ocorreram aumentos das taxas metabólicas em detrimento ao conteúdo de carbono microbiano. Pimentel (2006), em estudos sobre IQS's em café orgânico, hortaliças, pasto e floresta, observou que a BMS-C, juntamente com o qCO₂ e o qMicro-C estavam entre as variáveis mais discriminatórias no processo de análise. Os baixos valores do qMicro-C acusam uma proporção muito elevada entre a BMS-C e o CT, indicando que boa parte do carbono que se encontra na área esta na forma "viva", podendo ser mais facilmente perdida do ambiente na forma de CO₂ em processos metabólicos de microrganismos.

O Y1 distinguiu claramente as áreas de M, AD, CC e CO. As áreas de M e AD foram as que apresentaram maiores diferenças entre elas, sendo que as frações ou "pools" de carbono e nitrogênio foram as variáveis mais relevantes para que ocorresse esta separação. A M possuía os valores mais elevados para NL, CL, CT e NT, provavelmente pelo constante aporte de material vegetal, da qualidade do material e da ausência de revolvimento do solo, o que melhora as condições de acúmulo e formação destas frações no solo. Os baixos teores de P são oriundos do material de formação do solo. Os solos de regiões tropicais são conhecidos por apresentarem, na sua maioria, baixos teores de P para as classes de solo Latossolo, Argissolo, Cambissolo, Nitossolo, dentre outros (EMBRAPA, 1999). Como as demais áreas vêm sendo cultivadas rotineiramente, o aumento dos teores deste elemento no solo são advindos das práticas de adubação.

Os baixos valores do qMicro-N podem estar associados com a qualidade do material aportado no ambiente. É fato conhecido que a serrapilheira produzida em florestas (galhos, folhas, flores e frutos) possuem uma relação C:N bastante elevada, além de serem ricas em compostos lignificados, o que promove o desenvolvimento de decompositores específicos, sendo neste caso os fungos os mais comumente associados a estes materiais. Tal fato reduz os valores da BMS-N mesmo o solo possuindo valores de BMS-C elevados. De maneira oposta o mesmo fenômeno pode ser observado no caso do cultivo orgânico, que recebeu aporte de materiais ricos em nitrogênio (leguminosas que estavam em consórcio e adubações em plantio e cobertura) e pobremente lignificados, o que promoveu o desenvolvimento de bactérias no

Apesar de estudos recentes reportarem que a BMS é um atributo microbiano considerado um dos mais sensíveis para discriminar formas de manejo, principalmente em áreas degradadas ou em vias de degradação, Baretta et al. (2005) e Maluche-Baretta et al. (2006) comentam que ainda há muito a se pesquisar antes que este indicador seja definitivo.

De maneira geral os indicadores microbiológicos foram mais sensíveis que os indicadores químicos, sendo que dentre os indicadores biológicos levantados a BMS-C e qMciro-C conferiram maior sensibilidade quanto ao manejo do solo, quando comparado aos indicadores químicos como o CT e NT, demonstrando ser um indicador biológico sensível ao manejo do solo.

Com respeito a fauna do solo, realizada somente para o CO e M, pela Figura IV-4 é possível observar a separação distinta entre a área de CO e de M relativa a fauna edáfica. Como na análise realizada para as variáveis físicas, químicas e biológicas do solo para o ano de 2004, também para a análise da fauna edáfica o CO ficou próximo ao centro de origem do gráfico, indicando que o mesmo possuía a distribuição das famílias de forma equitativa. Tal fato possivelmente foi provocado pela curta distância existente entre a área de CO e M, de aproximadamente 50 metros. Contudo, apesar do CO possuir esta distribuição equitativa, duas famílias não foram observadas neste tipo de cultivo, sendo elas a Enchytraeidae e larvas de Lepidoptera. Na área sob M não foi observada a ocorrência das famílias Aranaea, Blattodea, Chilopoda, Dermaptera, Gastropoda, Heteroptera e Hymenoptera (Tabela IV-5). A maior riqueza de espécies ocorridas no CO não deve ser tomada como evidência de maior diversidade da fauna, já que tal ocorrência provavelmente está associada ao número de amostras que foram coletas em ambas as áreas. Provavelmente o tamanho amostral utilizado na M não foi suficiente para refletir a diversidade existente.

Dentre as famílias encontradas no CO (ou mais especificamente na cultura de taro), não foi identificada nenhuma espécie considerada praga, tanto que durante os três anos experimentais e durante todo o acompanhamento dos trabalhos de campo, não foram encontrados insetos que estivessem prejudicando tal cultura.

As famílias que foram encontradas estabelecendo maior nível de associação com a M foram: Diplopoda, Isopoda, Larvas de Coleoptero, Orthoptera, Larvas de Díptera, Enchytraeidae e Coleóptera (Figura IV-4). A presença de algumas famílias associadas a M indica que existe um maior nível de estabilidade neste ambiente e conseqüentemente o equilíbrio ecológico neste ambiente é maior, sendo, portanto algumas famílias encontradas na M consideradas como indicadoras de estabilidade do ambiente como, por exemplo, a família Enchytraeidae, considerada sensível a mudanças bruscas de temperatura, umidade e até mesmo a concentração de íons na solução do solo (LOPEZ et al., 2005). Esta família também está associada ao maior nível de agregação do solo, porosidade e infiltração de água (VAN VLIET, 1998).

As famílias Formicidae e Heteroptera não assumiram relação direta com a área de mata ou CO. A presença da família Formicidae indica um estado de perturbação do solo, já que esta família apresenta grande plasticidade e adaptabilidade a diferentes ambientes e condições ambientais (FOWLER, 1998; FERNANDES et al., 2000; BARBOSA E FERNANDES et al., 2003; CORREA et al., 2006). No processo de ocupação do nicho a família Formicidae é capaz de modificar a estrutura física do solo, mediante a construção de galerias, influenciando na porosidade, aeração, infiltração e drenagem do solo (LAVELLE e SPAIN, 2001). Contudo, como o número de espécies que compõe a família é bastante elevado, com aproximadamente 12.585 espécies (OHIO, 2010), e diferentes espécies assumem vários nichos e formas de ocupação do ambiente, somente a identificação ao nível de espécie permitiria suposições mais aprofundadas.

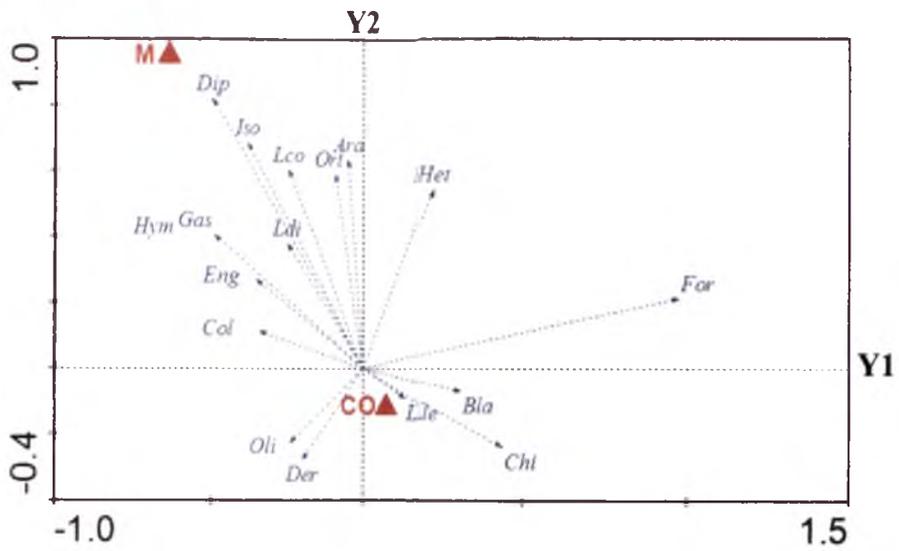


Figura IV-4: Análise de componentes principais da fauna edáfica em sob CC e M (Paty do Alferes-RJ, 2004). Onde: CO = cultivo orgânico e M = mata.

Tabela IV-4: Conjunto das variáveis do solo, em valores médios, utilizados para a realização da ACP para o primeiro ano experimental (Paty do Alferes-RJ, 2004).

Trat	Ca ¹	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO ²	1.92	0.94	46,31	96.46	0,00	6,34	4.03	0.43	331.20	75.35	127,19	20.75	274,76	37.35	0.62
CC	2.77	1.89	10,34	195.00	0.13	5.96	7.50	0.89	395.56	130.40	340.18	25.68	664.27	230.41	0.57
AD	2.70	1.80	49,50	202.50	0,00	5,95	9.60	0.90	674.50	102.55	20.36	24.80	351.33	63.80	0.93
M	2.65	2.15	3,00	142.50	0.30	5,05	14.03	1.37	1276.43	216.72	207.72	14.57	414.67	53.22	0.83
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	5.24	3.46	5.05	2.21	9.36	17.76	8.35	4.43	7.30	8.83	8.08	53.02	15.53	5.91	78.56
CC	1.68	4.60	2.88	0.92	8.37	14.81	5.36	3.56	9.12	26.19	17.41	65.59	29.57	30.85	40.08
AD	45.68	0.21	2.77	2.65	10.71	11.43	7.02	6.58	3.67	7.11	15.02	64.04	27.10	15.18	57.72
M	4.03	1.48	1.06	2.00	10.20	15.76	9.09	5.90	2.97	3.87	6.74	39.15	26.65	9.31	64.04

¹Ca e Mg (cmol_c dm⁻³ de solo), P e K (mg kg de solo⁻¹), Al (cmol_c dm⁻³ de solo), pH, CT e NT (g kg de solo⁻¹), CL e NL (mg kg de solo⁻¹), BMS-C e BMS-C plus (mg C kg solo⁻¹), BMS-N (mg N kg solo⁻¹), RBS (mg C-CO₂ kg solo⁻¹ h⁻¹), qCO₂ e qCO₂ plus (mg C-CO₂ g Cmic⁻¹ h⁻¹), qMicro-C e qMicro-C plus (mg Cmic 100mg Corg⁻¹), qMicro-N e qMicro-N plus (mg Nmic 100mg Norg⁻¹), CT:NT, NL:NT, CL:CT, CL:NL, U (g água g de solo⁻¹), UR (%), Argila (%), Silte (%) e Areia (%). ²Onde: CO = cultivo orgânico, CC = cultivo convencional, AD = área degradada e M = mata.

Tabela IV-5: Número médio de indivíduos da macrofauna do solo por m² capturados e utilizados para realização da ACP para o primeiro ano experimental (Paty do Alferes-RJ, 2004).

Trat	Ara ¹	Bla	Chi	Col	Der	Dip	Eng	For	Gas	Het	Hym	Iso	Lco	Ldi	Lle	Oli	Ort	
CO ²	Fauna edáfica	4,96	2,08	4,00	10,08	0,96	18,08	0,00	520,00	2,08	0,96	2,08	4,96	19,04	0,00	0,96	34,08	0,96
M		0,00	0,00	0,00	8,00	0,00	40,00	88,00	144,00	0,00	0,00	0,00	32,00	24,00	16,00	0,00	16,00	8,00

¹Araneae = Ara; Blattodea = Bla; Chilopoda = Chi; Coleoptera = Col; Dermaptera = Der; Diplopoda = Dip; Enchytraeidae = Eng; Formicidae = For; Gastropoda = Gas; Heteroptera = Het; Hymenoptera = Hym; Isopoda = Iso; Larvas de Coleoptero = Lco; Larvas de Díptera = Ldi; Larvas de Lepidoptera = Lle; Oligochaeta = Oli e Orthoptera = Ort. ²Onde: CO = cultivo orgânico e M = mata.

Tabela IV-6: Conjunto das variáveis do solo, em valores médios, utilizados para a realização da ACP para o segundo ano experimental (Paty do Alferes-RJ, 2006).

Trat	Ca ¹	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO	1,53	0,55	32,54	401,67	0,10	6,14	5,98	0,62	302,07	19,18	69,91	21,89	168,48	49,30	0,34
M	2,49	1,37	3,95	453,50	0,15	5,50	20,34	2,23	2143,41	88,48	335,33	86,63	504,67	111,96	1,21
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	3,79	1,36	3,64	1,78	9,48	3,09	5,23	15,77	2,97	8,22	4,71	31,06	15,53	78,56	5,91
M	3,60	1,65	3,89	2,40	9,18	3,99	10,54	24,24	2,48	6,02	13,85	50,76	26,65	64,04	9,31
Trat	Ca	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO	1,43	0,56	28,52	255,69	0,05	6,26	5,52	0,60	386,47	17,09	124,43	22,61	166,55	45,46	0,51
M	3,38	1,79	4,91	415,75	0,07	5,86	21,97	2,69	1369,92	102,46	527,21	57,81	650,94	71,98	1,44
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	4,24	2,33	3,43	3,03	9,64	2,89	7,55	25,29	2,97	7,00	7,07	45,73	15,53	78,56	5,91
M	2,77	2,39	2,72	2,23	8,21	3,81	6,38	13,83	2,97	3,87	16,31	59,78	26,65	64,04	9,31
Trat	Ca ¹	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO ²	1,61	0,67	39,02	377,65	0,06	6,42	6,60	0,73	380,05	17,13	95,90	23,33	146,97	41,63	0,80
M	2,21	1,01	6,03	226,50	0,47	5,05	15,47	1,87	1423,06	95,47	247,30	28,98	404,27	32,00	1,10
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	11,03	1,48	3,23	5,66	8,60	2,41	5,86	22,68	2,27	5,78	6,53	42,24	15,53	78,56	5,91
M	4,43	1,60	1,56	2,71	8,29	3,90	9,17	19,03	2,61	1,72	7,83	28,70	26,65	64,04	9,31

¹Ca e Mg (cmol. dm⁻³ de solo), P e K (mg kg de solo⁻¹), Al (cmol. dm⁻³ de solo), pH, CT e NT (g kg de solo⁻¹), CL e NL (mg kg de solo⁻¹), BMS-C e BMS-C plus (mg C kg solo⁻¹), BMS-N (mg N kg solo⁻¹), RBS (mg C-CO₂ kg solo⁻¹ h⁻¹), qCO₂ e qCO₂ plus (mg C-CO₂ g Cmic⁻¹ h⁻¹), qMicro-C e qMicro-C plus (mg Cmic 100mg Corg⁻¹), qMicro-N e qMicro-N plus (mg Nmic 100mg Norg⁻¹), CT:NT, NL:NT, CL:CT, CL:NL, U (g água g de solo⁻¹), UR (%), Argila (%), Silte (%) e Areia (%). ²Onde: CO = cultivo orgânico e M = mata.

No caso do CO as variáveis com maiores valores para este tipo de sistema, mesmo que em reduzida escala, foram justamente as variáveis que estavam em menores valores na Mata, e vice-versa. Os maiores valores de pH e P ocorreram provavelmente devido a práticas de manejo adotadas na área como, por exemplo, calagens e adubações orgânicas.

Analisando-se as três coletas, de maneira conjunta, são observados padrões semelhantes para todas as variáveis. O comportamento observado na Figura IV-5 denota ocorrência de separação entre M e CO, comum as três coletas realizadas. Entre as coletas realizadas, algumas variáveis apresentaram comportamento distinto ao observado na primeira coleta como, por exemplo, o CL-CT, que foi ligeiramente maior no ambiente sob CO e ligeiramente menor sob M. Para a terceira coleta um maior número de variáveis foram influenciadas, sendo dentre elas a BMS-N, BMS-N plus, qCO₂, qMicro-N, qCO₂ plus, qMicro-N plus e UR (Tabela IV-6). A redução nos níveis da BMS-N e da BMS-N plus na M está, provavelmente, associado a redução na umidade do solo. É plausível que os microrganismos associados a ambientes mais úmidos possuam em seu corpo microbiano teores mais elevados de N, sendo, portanto, possível que as bactérias sejam os organismos mais comuns em ambientes com maiores teores de umidade, em detrimento dos fungos, que estariam mais presentes em ambientes mais secos. A redução dos níveis do qMicro-N e qMicro-N plus colaboram para esta explicação, já que o decréscimo de ambos provem a redução dos níveis da BMS-N e BMS-N plus, relativamente ao teor de NT. O aumento na qCO₂ e qCO₂ plus no CO foi consequência da redução dos níveis da BMS-C e BMS-C plus, respectivamente.

As discrepâncias ocorridas na terceira coleta de solo, ocorrida no mês de março de 2006 (Figura A-6), são consequência da redução da precipitação durante tal mês (Figura IV-2). Durante os meses de janeiro e fevereiro a precipitação foi praticamente a mesma. Como o ligeiro declínio de chuvas a metade, as variáveis relacionadas a M, principalmente as variáveis biológicas, foram diretamente influenciadas. O CO não foi influenciado da mesma forma, já que estava sendo suprido com água através de irrigações por aspersão.

Infelizmente, como no ano de 2006 não foram coletadas amostras de solo de áreas de CC, fica impossibilitada a comparação entre os diferentes tipos de cultivo e a M, sendo, portanto, impossível estabelecer se o CO, em comparação com o CC, estaria mais ou menos próximo de ambientes em equilíbrio pedogenético como as áreas de M.

Relativo ao terceiro ano experimental, a partir de Y1 e Y2, se observa clara separação entre as áreas de CO e CC com as áreas de M, para as quatro coletas realizadas. Tanto Y1 quanto Y2 foram capazes de distinguir as áreas de M das demais (Figura IV-6). Para todas as coletas realizadas o CC e o CO permaneceram próximos, possuindo comportamentos semelhantes. Observa-se um padrão na distribuição entre os sistemas de cultivo e a M. O CO sempre se apresenta no intervalo existente entre o CC e a M, indicando que apesar do CO não ser similar a M, quando se analisa os IQS's, existe tendência clara de que o CO caminhe para um nível melhor de conservação e equilíbrio (Figura IV-6). É difícil a busca por ambientes agrícolas que possuam característica e/ou IQS's similares a ambiente em pleno equilíbrio como M, mas certamente com o uso de outras práticas como, por exemplo, o plantio direto ou cultivo mínimo, existe uma boa possibilidade de redução de perturbações do ambiente e conseqüentemente uma maior aproximação com ambientes estáveis.

As áreas sob CC tomadas para análise apresentavam teores de P semelhantes a M para as quatro coletas realizadas. Como se trata de uma área de plantio recentemente explorada, os conteúdos de P ainda são bem semelhantes aos encontrados nas áreas de M. Contudo, os valores de CT, NT, CL, NL, BMS-C e BMS-N (Figura IV-6 e Tabela IV-7) para as quatro coletas realizadas são bem superiores aos encontrados na M e no CO. Tal fato provavelmente está associado ao elevado aporte de material vegetal que o ambiente recebeu durante a retirada da vegetação natural.

Durante a segunda coleta os valores do qCO_2 e qCO_2 plus no CO foram superiores as demais coletas. Observa-se aumento considerável da taxa da RBS e permanência dos valores da BMS-C (Figura IV-6 e Tabela IV-7). Este aumento está associado provavelmente a adubação em cobertura realizada cerca de 10 dias antes da coleta do solo (Figura A-6). Já para a terceira e quarta coletas não são observadas diferenças advindas da adubação em cobertura.

Mudanças sutis na umidade do solo podem influenciar de sobremaneira variáveis que possuem dependência biológica, alterando a atividade microbiana a disponibilidade de substrato como pode ser observado nos valores de BMS-C e BMS-N para todas as coletas realizadas. Os resultados indicam que pequenos decréscimos no teor de umidade do solo são suficientes para interferir na atividade e crescimento das populações de microrganismos.

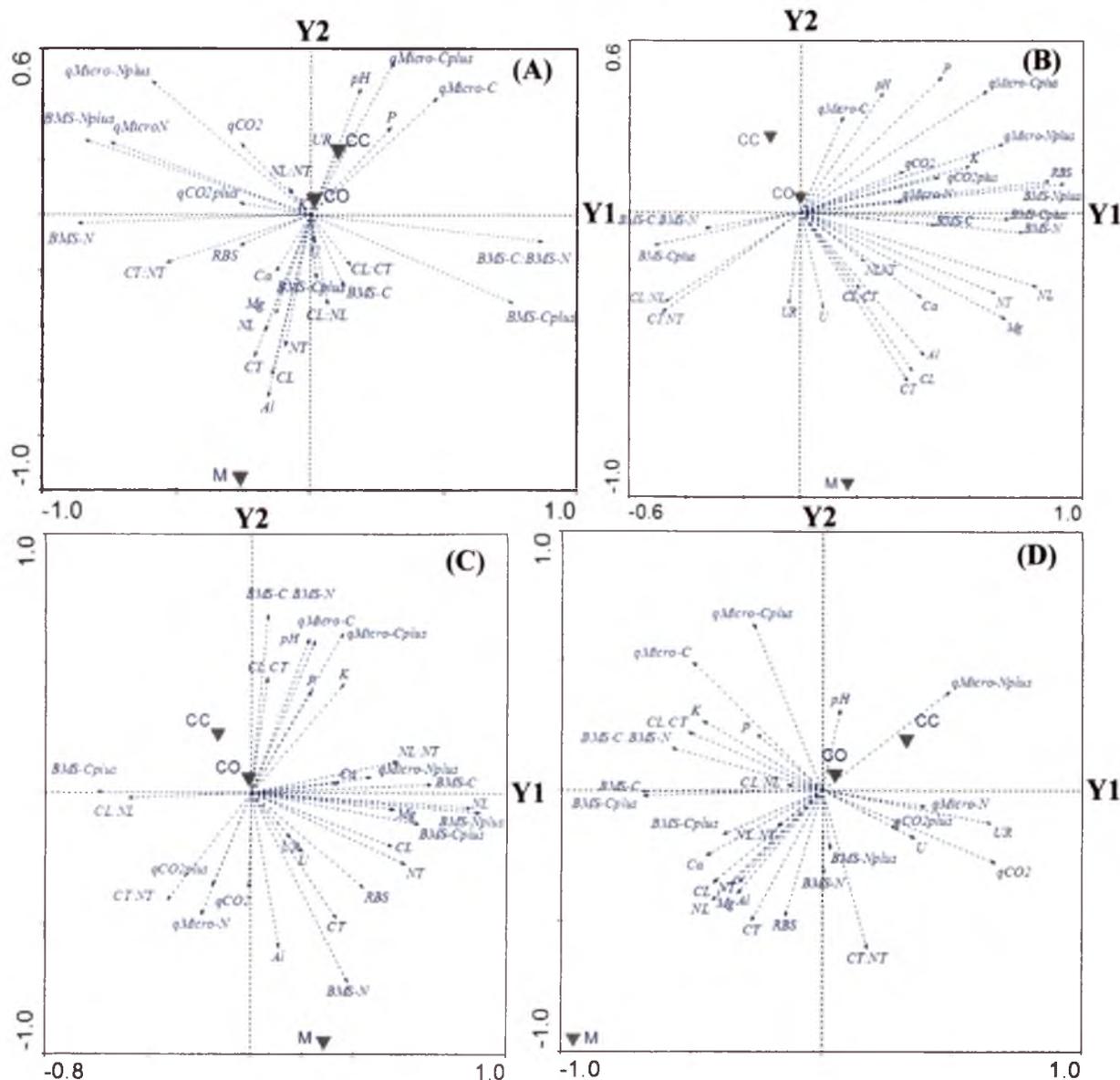


Figura IV-6: Análise de componentes principais de atributos microbianos e químicos do solo sob diferentes sistemas de manejo e cobertura do solo, em quatro coletas realizadas aos 100 (A), 160 (B), 190 (C) e 220 DAP (D) (Paty do Alferes-RJ, 2007).

Os valores obtidos para P são compatíveis aos observados nas coletas realizadas em anos anteriores. O manejo orgânico adotado durante a segunda coleta gerou alterações nos teores de BMS-N, BMS-N plus. Alterando substancialmente $qMicro-N$ e $qMicro-N$ plus, pelo aumento da BMS-N e BMS-N plus (Tabela IV-7). Tais aumentos são resultado de aplicações

de materiais ricos em N, como os fertilizantes orgânicos, que propiciaram o desenvolvimento de microrganismos com relação C:N mais baixa.

Os maiores valores encontrados no CC para Ca e Mg são resultado de calagens realizadas anteriormente ao plantio (Tabela IV-7). Como o plantio foi realizado pela primeira vez nesta área, os níveis aplicados ainda se encontram altos, além de tais nutrientes estarem presentes em maiores quantidades no ambiente devido a baixa extração vegetal e perdas por escoamento superficial ou lixiviação para camadas mais profundas.

Como a ACP se baseia em correlações múltiplas entre as variáveis, a cada nova variável que tem seus valores bruscamente alterados, existem alterações na estrutura do ambiente. De maneira geral, observando os resultados obtidos durante os três anos experimentais, as variáveis que mais sofreram alterações de comportamento foram as variáveis biológicas ou que são influenciadas diretamente por microrganismos como, por exemplo, qCO_2 , RBS, BMS e $qMicro$.

Enquanto variáveis de caráter químico como, por exemplo, pH, Al, Ca, Mg, P, foram as menos afetadas por alterações do ambiente. Tais observações corroboram com suposições de que indicadores biológicos são mais eficientes na detecção de mudanças ambientais sutis.

Observando o comportamento ocorrido durante os três anos experimentais, observa-se que as variáveis BMS, RBS, $qMicro$ e qCO_2 foram as mais sensíveis a mudanças do ambiente, seguidos por CL, NL, CT e NT que estão mais sujeitas a atividade microbiana, e por último ficam as variáveis estritamente químicas, como Ca, Mg, P, K, Al e pH. Apesar do comportamento ocorrido em todas as coletas, não seria possível apontar um indicador de qualidade do solo genérico dentre os estudados, que fosse absoluto na distinção das áreas estudadas, identificando áreas de manejo inadequadas ou passíveis de extrapolação para demais áreas. Contudo, o uso de análise conjunta das variáveis possibilita uma visão holística do ambiente, proporcionando que o ambiente seja caracterizado e contextualizado com o seu entorno, além de poder estabelecer graus de intervenção para os diferentes sistemas de manejo adotado.

Tabela IV-7: Conjunto das variáveis do solo, em valores médios, utilizados para a realização da ACP para o terceiro ano experimental (Paty do Alferes/RJ, 2007). (continua).

Trat	Ca ¹	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO ²	1,69	0,36	35,32	344,44	0,02	6,21	4,73	0,50	403,88	119,36	145,31	39,02	440,33	72,26	0,37
CC	3,45	0,92	4,48	198,00	0,31	5,10	19,01	2,00	1792,49	316,90	344,32	56,10	1043,39	103,89	0,62
M	2,65	0,61	8,91	45,33	0,07	5,37	7,80	0,92	680,16	119,97	291,42	38,24	883,09	70,81	0,31
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	2,66	3,15	7,95	0,88	9,68	24,03	8,71	3,65	9,55	14,72	7,15	44,87	15,53	78,56	5,91
CC	1,60	1,81	2,81	0,53	9,53	16,55	9,44	5,66	5,48	5,20	12,23	44,84	26,65	64,04	9,31
M	2,82	3,50	4,53	0,93	8,59	13,29	9,38	6,00	10,61	8,39	12,88	48,34	29,57	40,08	30,85
Trat	Ca	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO2	1,65	0,47	47,92	275,56	0,02	6,18	4,70	0,64	442,20	163,58	121,43	83,10	367,97	153,89	1,92
CC	3,28	1,00	6,74	156,00	0,14	5,14	12,51	1,63	2419,82	340,50	289,48	42,07	877,21	77,91	1,24
M	2,45	0,53	9,45	81,00	0,03	5,62	5,75	0,88	816,63	94,56	101,21	11,22	306,70	20,78	0,26
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	23,21	2,88	12,94	7,66	8,04	23,50	9,61	3,26	8,73	23,96	4,94	31,54	15,53	78,56	5,91
CC	4,27	2,31	2,58	1,41	7,66	20,87	19,34	7,09	7,00	4,78	7,46	27,36	26,65	64,04	9,31
M	2,93	1,84	1,28	0,97	6,63	10,75	13,95	8,69	5,58	2,37	10,49	40,09	29,57	40,08	30,85

Tabela IV-7. Continuação.

Trat	Ca	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO	1.84	0.55	47,17	64.35	0,00	6,13	4,64	0,63	572.65	213,04	404,18	22,84	1224,79	42,30	0,55
CC	3,87	1,28	5,57	39,00	0,14	5,04	23,43	2,09	1948,69	408,14	764,04	49,88	2315,27	92,37	0,93
M	3,56	0,74	14,54	35,00	0,06	5,65	9,03	0,98	524,69	122,77	679,16	33,93	2058,06	62,83	0,46
Coleta 3															
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	1.47	8,43	4,15	0,49	8,00	26,31	12,98	3,36	25,55	7,69	6,01	39,68	15,53	78,56	5,91
CC	1,24	3,53	2,38	0,41	11,25	19,55	8,31	4,77	10,70	4,41	15,90	58,28	26,65	64,04	9,31
M	0,63	7,59	4,46	0,21	9,50	13,00	5,91	4,37	23,00	8,26	13,55	50,68	29,57	40,08	30,85
Trat	Ca	Mg	P	K	Al	pH	CT	NT	CL	NL	BMS-C	BMS-N	BMS-C plus	BMS-N plus	RBS
CO	1,33	0,38	36,92	47,10	0,00	5,82	4,84	0,49	379,59	108,27	117,26	21,14	355,33	39,15	0,31
CC	3,70	1,22	4,35	44,00	0,19	5,00	24,55	2,21	2347,18	487,75	504,21	76,35	1527,91	141,39	0,73
M	1,95	0,54	2,75	20,00	0,12	4,85	8,63	0,90	699,17	142,58	93,89	69,58	284,52	128,85	0,20
Coleta 4															
Trat	qCO ₂	qMicro-C	qMicro-N	qCO ₂ plus	CT:NT	NL:NT	CL:CT	CL:NL	qMicro-C plus	qMicro-N plus	U	UR	Argila	Silte	Areia
CO	2,94	2,60	4,44	0,97	9,76	22,59	7,88	3,54	7,88	8,22	4,52	29,13	15,53	78,56	5,91
CC	1,45	2,05	3,48	0,48	11,27	21,86	9,57	4,23	6,21	6,44	7,16	26,25	26,65	64,04	9,31
M	4,90	1,09	7,84	1,62	9,63	16,11	8,27	4,94	3,30	14,52	14,59	54,26	29,57	40,08	30,85

¹Ca e Mg (cmol. dm⁻³ de solo), P e K (mg kg de solo⁻¹), Al (cmol. dm⁻³ de solo), pH, CT e NT (g kg de solo⁻¹), CL e NL (mg kg de solo⁻¹), BMS-C e BMS-C plus (mg C kg solo⁻¹), BMS-N (mg N kg solo⁻¹), RBS (mg C-CO₂ kg solo⁻¹ h⁻¹), qCO₂ e qCO₂ plus (mg C-CO₂ g Cmic⁻¹ h⁻¹), qMicro-C e qMicro-C plus (mg Cmic 100mg Corg⁻¹), qMicro-N e qMicro-N plus (mg Nmic 100mg Norg⁻¹), CT:NT, NL:NT, CL:CT, CL:NL, U (g água g de solo⁻¹), UR (%), Argila (%), Silte (%) e Areia (%). ²Onde: Onde: CO = cultivo orgânico, CC = cultivo convencional e M = mata.

4 CONCLUSÕES

1. A ACP é uma ferramenta adequada e pode ser usada para distinguir as diferentes formas de manejo adotado nas áreas estudadas.
2. Os cultivos orgânicos estão em situação intermediária entre ambientes em equilíbrio pedogenético (matas), mas para o caso em questão estudado, ainda próximos, do ponto de vista de manejo, a cultivos convencionais.
3. Os indicadores de qualidade do solo com caráter biológicos (RBS, qCO₂, BMS, qMicro) são mais sensíveis a mudanças no ambiente, seguidos pelos indicadores relativamente dependentes de atividade microbiana (CL, NL, CT e NT) e por último os indicadores químicos (Al, Ca, Mg, P e K).
4. Não foi possível identificar um indicador de qualidade do solo absoluto.
5. A fauna do solo é capaz de separar as áreas de CO e M.

CONCLUSÕES FINAIS

1. O cultivo de taro consorciado com *C. juncea*, em situações onde o taro não é afetado por queimas foliares provocadas por incidência de raios solares, não é aconselhado, pois compete com a cultura principal por luz, reduzindo a produtividade do taro.
2. A adubação orgânica em cobertura com fontes orgânicas não aumenta a produtividade da cultura de taro, não sendo seu uso aconselhável quando em condições similares as observadas neste trabalho.
3. O turno de rega curto permite melhores condições para o desenvolvimento da cultura do taro, sendo prejudicial a *C. juncea* simultaneamente consorciada.
4. O uso de feijão-de-porco se mostrou uma alternativa viável em cultivos consorciados com o taro devido ao seu hábito de crescimento e considerável aporte de matéria orgânica.
5. A ACP é uma ferramenta eficiente e pode ser usada na distinção de áreas sob diferentes formas de manejo e cobertura vegetal.
6. Dentre todos os indicadores de qualidade do solo estudados, não foi possível identificar um que fosse absoluto e servisse como discriminante das diferentes áreas estudadas.
7. Os cultivos orgânicos, para a dada área e situação estudada, estão em situação intermediária entre ambientes em equilíbrio pedogenético (matas), mas ainda próximos, do ponto de vista de manejo, a cultivos convencionais.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

De maneira geral pode-se considerar que os trabalhos desenvolvidos durante o período da tese foram bem sucedidos, cumprindo os objetivos propostos. Entretanto, várias lacunas ainda estão abertas e necessitam de maiores estudos e esclarecimentos, que futuramente podem ser abordados em outros trabalhos de pesquisa.

Dentre tais lacunas observadas merece destaque o aspecto nutricional dos rizomas do taro. Estudos mais detalhados devem ser realizados para elucidar a forma como o nitrogênio é estocado nos rizomas: se sob a forma de aminoácidos, portanto indicando aumento protéico, ou se na forma de nitrato ou amônia. Também seria necessário elucidar onde o nitrogênio acumulado é alocado, se na casca ou diretamente na poupa dos rizomas. Outro ponto que necessita de atenção e maiores pesquisas seria referente a diferença de concentração de Ca entre os rizomas centrais e laterais. Tal diferença encontrada nas estruturas da planta poderia levar a maior formação de ráfides de oxalato de cálcio, o que certamente seria considerado como motivo para a depreciação comercial dos rizomas centrais, ou em outros casos como fonte de Ca em dietas.

Referente ao uso de água pela cultura do taro, até o momento não são observados na literatura informações com respeito à evapotranspiração da cultura e ao coeficiente da cultura (kc). A carência de informações que viabilizem o correto uso de sistemas de irrigação na cultura de taro é clara. Observa-se de forma análoga a ausência de informações na literatura referentes ao uso de água por leguminosas, que são frequentemente utilizadas em consórcio. Tais informações seriam valiosas no planejamento de áreas de cultivo de taro (e outras culturas) em consórcio simultâneo com leguminosas para fins de adubação verde.

Apesar dos recentes estudos sobre as taxas de crescimento da cultura do taro, ainda se necessitam mais estudos que esclareçam como é o desenvolvimento fenológico da cultura, principalmente no que toca a formação de rizomas laterais, pois a produtividade final da cultura está associada diretamente a este fator, que pode ser prejudicado ou incrementado por aplicações de fertilizantes ou escolha de épocas de implantação de culturas consorciadas.

A espécie e o porte da leguminosa utilizada em consórcio deve ser melhor estudada, assim com o seu tempo de permanência e as formas alternativas de alocação do material vegetal cortado em relação à cultura principal. Tais detalhes afetam diretamente a incidência de luminosidade que a cultura de taro recebe e a taxa de decomposição e liberação de nutrientes, afetando a qualidade de rizomas e a produtividade final da cultura.

O estudo da qualidade do solo na região de Paty do Alferes merece maior destaque. O município, grande produtor de hortaliças, padece com a degradação do solo e água. Novos estudos, em conjunto com trabalhos já desenvolvidos, são necessários e devem priorizar temas como a abertura de novas áreas agrícolas e a recuperação de áreas degradadas, buscando técnicas que minimizem principalmente problemas relacionados a fitossanidade dos cultivos e perdas de fertilidade natural.

Tais observações acima citadas, se levadas em conta, contribuiriam sensivelmente para a melhoria do manejo da cultura do taro e conservação da região de Paty do Alferes.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AAO. *Manual de Certificação*: normas de produção, regulamentos, contratos, formulários e estatutos. São Paulo: Associação de Agricultura Orgânica, 64p, 1998.
- ABBOTT, I. A. *La'au Hawaii*: Traditional Hawaiian Uses of Plants, The Bishop Museum Press, Honolulu, 1992.
- ABOUBAKAR, N. Y. N.; SCHER J.; MBOFUNG, C. M. F. Texture, microstructure and physicochemical characteristics of taro (*Colocasia esculenta*) as influenced by cooking conditions. *Journal of Food Engineering*, 91(3), p.373-379, 2009.
- ALCANTARA, F. A.; et al. Adubação verde na recuperação da fertilidade de um Latossolo Vermelho-Escuro degradado. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, n.2, p.277-288, 2000.
- ALEF, K. Soil respiration. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, D. *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, p. 214-216, 1995.
- ALMEIDA, M. M. T. B. *Fertilizantes de leguminosas: tecnologia inovadora de adubação verde para provisão de nitrogênio em sistemas orgânicos de produção*. 2007. 83p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 2007.
- ALMEIDA, M. M. T. B.; LIXA, A. T.; SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H.; RIBEIRO, R. L. D. Fertilizantes de leguminosas como fontes alternativas de nitrogênio para produção orgânica de alface. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 675-682, 2008.
- ALTIERI, M. A. *Agroecologia: as bases científicas da agricultura alternativa*. Patrícia Vaz (tradução). Rio de Janeiro: PTA/FASE, 240 p. 1989.
- ALVES, B. J. R.; SANTOS, J. C. F.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Métodos de determinação do nitrogênio em solo e planta. In: HUNGRIA, M.; ARAUJO, R. S. (Org.). *Manual de métodos empregados em estudos de microbiologia agrícola*. Brasília, Embrapa-SPI, p.449-469, 1994.
- AMBROSANO, E. J.; GUIRADO, N.; CANTARELLA, H.; ARÉVALO, R. A.; ROSSI, F.; MENDES, P. C. D.; AMBROSANO, G. B.; SCHAMMASS, E. A. Utilização de leguminosas anuais em sistemas agroecológicos. In: MOURA, E. G.; AGUIAR, A. C. F. (Org.). *O desenvolvimento rural como forma de ampliação dos direitos no campo: Princípios e Tecnologias*. 1 ed. São Luis, MA: Estação Produção LTDA, v.2, p.161-220, 2006.
- ANDERSON, J. M.; INGRAM, J. S. I. *Tropical soil biology and fertility: a handbook of methods*. 2nd ed. Wallingford: CAB International, 171 p, 1993.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Application of eco-physiological quotients (qCO₂ and qD) on microbial biomasses from soils of diferents cropping histories. *Soil Biology and Biochemistry*, v.22, p.251-255, 1990.
- ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Determinacion fo ecophysiological maintenance carbon requiremets of soil microoganisms in a dormant state. *Biology and Fertility of Soil*, v.1, p.81-89, 1985.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. Carbon assimilation and microbial activity in soil. *Zeitschrift fur Pflanzenernaehrung und Bodenkunde*, v.149, p.457-468, 1986.
- ANDERSON, T. H.; DOMSCH, K. H. The metabolic quotient for CO₂ (qCO₂) as a specific activity parameter to assess the effects of environmental conditions, such as pH, on the microbial biomass of forest soils. *Soil Biology and Biochemistry*, v.25, p.393-395, 1993.

- ANDRADE, C. M. S.; VALENTIM, J. F.; CARNEIRO, J. C.; VAZ, F. A. Crescimento de gramíneas e leguminosas forrageiras tropicais sob sombreamento. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.3, p. 263-270, 2004.
- ANDREOLA, F.; COSTA, L.M.; OLSZEWSKI, N. Influência da cobertura vegetal de inverno e da adubação orgânica e, ou, mineral sobre as propriedades físicas de uma Terra Roxa Estruturada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, n.4, p. 857-865, 2000.
- ASSIS, C. P.; JUCKSCH, I; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L. Carbono e nitrogênio em agregados de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, n.10, p.1541-1550, 2006.
- BALOTA, E. L.; COLOZZI-FILHO, A.; ANDRADE, D. S.; HUNGRIA, M. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.22, p.641-649, 1998.
- BARBARA, B. *Farming in Prehistory*. From hunter-gatherer to food producer, Baker, London, 1975.
- BARBOSA, L. P.; W. D. FERNANDES. Bait removal by ants (Hymenoptera: Formicidae) in managed and unmanaged *Eucalyptus urophylla* S.T. Blake Fields. *Brazilian journal of ecology*. v.8, p.61-63, 2003.
- BARETTA, D., BARETTA, C. R. D. M.; CARDOSO, E. J. B. N. Análise multivariada de atributos microbiológicos e químicos do solo em florestas com *Araucaria angustifolia*. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, p.2683-2691, 2008.
- BARETTA, D.; SANTOS, J. C. P.; FIGUEIREDO, S. R.; KLAUBERG-FILHO, O. Efeito do monocultivo de Pinus e da queima do campo nativo em atributos biológicos do solo no Planalto Sul Catarinense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.5, p.715-724, 2005.
- BARRETO, A. C. et al. Fracionamento químico e físico do carbono orgânico total em um solo de mata submetido a diferentes usos. *Revista Brasileira de Ciencia do Solo*, v.32, n.4, p.1471-1478, 2008.
- BARTLETT, R.J.; ROSS, D.N. Colorimetric determination of oxidizable carbon in acid soil solutions. *Soil Science Society of America Journal*, v.52, p.1191-1192, 1988.
- BATAGLIA, O. C.; FURLANI, A. M. C.; TEIXEIRA, J. P. F.; GALLO, J. R. *Métodos de análise química de plantas*. Campinas: Instituto Agrônomo, n.p. Instituto Agrônomo, Boletim 78, 1983.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O. (Eds.). *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre: Genesis, p.9-26, 1999.
- BERNARDO, S. *Manual de irrigação*. 8. ed. Viçosa: UFV, 625p, 2006.
- BOARETTO, A. E.; CHITOLINA, J. C.; RAIJ, B.; SILVA, F. C.; TEDESCO, M. J.; CARMO, C. A. F. S. Amostragem, Acondicionamento e preparação das Amostras de plantas para Análise Química. In: SILVA, F. C. da. (org). *Manual de Análises Químicas de Solos, Plantas e Fertilizantes*. Brasília, EMBRAPA- Embrapa Comunicação para Transferência de tecnologia, p.49-73, 1999.
- BODDEY, R. M.; SA, J. C.; ALVES, B. J.; URQUIAGA, U. The contribution of biological nitrogen fixation for sustainable agriculture systems in the tropics. *Soil Biology and Biochemistry*. v.29, p.787-799, 1997.

- BOYER, J. *Les sols ferrallitiques: Facteur de fertilité et utilisation des sols*. Paris: Orstom, 384p, 1982.
- BREMNER, J. M.; MULVANEY, C. S. Nitrogen total. In: PAGE, A.L. (Ed.). *Methods of soil analysis*. 2.ed. Madison: Soil Science Society of America, Part 2, p.595-624, 1982.
- BROOKES, P. C.; LANDMAN, A., PRUDEN, G.; JENKINSON, D. S. Chloroform fumigatin and the release of soil nitrogen: a rapid direct extraction method to measure microbial biomass nitrogen in soil. *Soil Biology biochemistry*, v.17, p.837-842, 1985.
- CALEGARI, A. Espécies para cobertura do solo. In: DAROLT, M. R.(Org.). *Plantio direto: pequena propriedade sustentável*. Londrina: IAPPAR. p.65-93, 1998.
- CALEGARI, A.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A.; WILDNER, L. P.; COSTA, M. B. B.; ALCÂNTARA, P. B.; MIYASAKA, S.; AMADO, J. T. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (Coord.). *Adubação verde no sul do Brasil*. 2.ed. Rio de Janeiro : AS-PTA, 346p, 1993.
- CAMARGO FILHO, W. P.; MAZZEI, A. R.; ALVES, H. S. Mercado de raízes e tubérculos: análise de preços. *Informações Econômicas*, v.31, p.36-44, 2001.
- CAMARGO, F. A. O; SANTOS, G. A.; GUERRA, J. G. M. Macromoléculas e substâncias húmicas. In: SANTOS, G. A.; CAMARGO, F.A.O (Ed). *Fundamentos da Matéria orgânica do solo*. Porto Alegre, Ed. Gênese, 491p, 1999.
- CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDI, F. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.36, p.1529-1538, 2001.
- CARMO CAS. *Inhame e taro: sistemas de produção familiar*. Vitória: Incaper, 289 p, 2002.
- CARTER, M. R. Microbial biomass as an index for tillage-induced changes in soil biological properties. *Soil Tillage Research*, v.7, p.29-40, 1986.
- CARVALHO, S. C. Produção de hortigranjeiros em rotação e consorciação. In: FUNDAÇÃO CARGILL. *A adubação no Brasil*. Campinas, p. 222-231, 1984.
- CATHERWOOD, D. J., SAVAGE, G. P., MASON, S. M., SCHEFFER, J. J. C., DOUGLAS, J. A. Oxalate content of cormels of Japanese taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott) and the effect of cooking. *Journal of Food Composition and Analysis*, v.20, n.3-4, p.147-151, 2007.
- CATTELAN, A. J.; VIDOR, C. Flutuações na biomassa, atividade e população microbiana do solo, em função de variações ambientais. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.14, p.133-142, 1990.
- CERRI, C. C.; ANDREUX, F.; EDUARDO, B. P. O ciclo do carbono no solo. In: CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M.; NEVES, M. C. P. (Coords). *Microbiologia do solo*. Campinas: SBCS, p.73-90, 1992.
- CESAR, M. N. Z.; RIBEIRO, R. de L. D.; PAULA, P. D.; POLIDORO, J. C. Desempenho do pimentão em cultivo orgânico, submetido ao desbaste e consórcio. *Horticultura Brasileira*, v.25, p.322-326, 2007.
- CHAPMAN, T. A note on the measurement of leaf area of the tannia (*Xanthosoma sagittifolium*). *Tropical Agriculture*, v.41, n.4, p. 351-352, 1964.
- CHUN, M. N. Kalo. In: *Native Hawaiian medicines*. First People's Production, Honolulu, Hawaii, p.130-136, 1994.

CHURCHMAN, G. L., TATE, K. R. Stability of aggregates of different size grades in allophanic soils from volcanic ash in New Zeland. *Journal of Soil Science*, v. 38, p. 19-27, 1987.

COMPANHIA DE ENTREPOSTOS E ARMAZÉNS GERAIS DE SÃO PAULO – CEAGESP. *Inhame*. São Paulo: CEAGESP, 2 p. 2002.

CONCEIÇÃO, P. C. *Indicadores de qualidade do solo visando a avaliação de sistemas de manejo do solo*. 2002. 138p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2002.

CORDEIRO, F. C.; DIAS, F. C.; MERLIM, A. O.; CORREIA, M. E. F.; AQUINO, A. M.; BROWN, G. Diversidade da macrofauna invertebrada do solo como indicadora da qualidade do solo em sistema de manejo orgânico de produção. *Revista Universidade Rural: Série Ciências da Vida*, v.24, n.2, p. 29-34, 2004.

CORREA, M. M.; FERNANDES, W. D.; LEAL, I. R. Diversidade de formigas epigéicas (Hymenoptera: Formicidae) em capões do Pantanal Sul Matogrossense: relações entre riqueza de espécies e complexidade estrutural da área. *Neotropical Entomology*, v.35, n.6, p.724-730, 2006.

COSTA, M.; BALTASAR, B.; MONDARDO, A.; BULISANI, E. A. *Adubação verde no sul do Brasil*. Rio de Janeiro: ASP-TA, 346p, 1993.

CURI, P. R.; TERADA, L.; BECKERS, P. J.; ALVES, A. Análise multivariada da influência per capitã de nutrientes em 44 países. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 27, n.8, p.1123-1128, 1992.

DAROLT, M.R.; SKORA, F. N. *Sistema De Plantio Direto Em Agricultura Orgânica*. 26 jul. 2002. Disponível em: <<http://www.planetaorganico.com.br/click.asp>>. Acessado em: 20/01/2009.

DAY, P. R. Particle fractionation and particle size analysis. In: BLACK, C.A. *Methods of soil analysis*. Agronomy, washington. v.9, p.545-567, 1965.

DECAËNS, T. J. J. et al. Seed dispersion by surface casting activities of earthworms in Colombian grasslands. *Acta Oecologica*, v. 24, p.175–185, 2003.

DE-POLLI, H., GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D.L.; FRANCO, A. A. Adubação verde: parâmetros para avaliação de sua eficácia. In: CASTRO FILHO, C.; MUZILLI, O. (Eds.). *Manejo integrado de solos em microbacias hidrográficas*. Londrina: IAPAR, p.225-242, 1996.

DE-POLLI, H.; COSTANTINI, A.; ROMANIUK, R.; PIMENTEL, M. S. Chloroform fumigation-extraction labile C pool (microbial biomass C "plus") shows high correlation to microbial biomass C in Argentinian and Brazilian soils. *Ciencia del Suelo*, v.25, n.1, p.15-22, 2007.

DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G.A.; CAMARGO, F.A.O., (Ed) *Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais*. Porto Alegre, Editora Gênese, cap. 17, p.389-411, 1999.

DIAS, L. E.; GRIFFITH, J. J. Conceituação e Caracterização de Áreas Degradadas. In: DIAS, L. E.; MELLO, J. W. V. DE (eds.) *Recuperação de Áreas Degradadas*. Viçosa: Depto de Solos UFV/ Sociedade Brasileira de Recuperação de Áreas Degradadas, p. 1-7, 1998.

DORAN, J. W.; PARKIN, T. B. Defining and assessing soil quality. In: DORAN, J.W. et al. (Eds.) *Defining soil quality for sustainable environment*. Madison: ASA/SSSA, p.3-21, 1994.

- DUCHAUFOR, P. *Pedology: pedogenesis and classification*. London: George Allen e Unwin, 187p, 1982.
- DUCHAUFOR, P.; TOUTAIN, F. Apport de la pédologie à l'étude des écosystèmes. *Bulletin d'Ecologie*, v.17, p.1-9, 1985.
- EMBRAPA / CENTRO NACIONAL DE PESQUISA DE SOLOS. *Manual de métodos de análises de solos*. Rio de Janeiro: EMBRAPA / CNPS, 212p, 1997.
- EMBRAPA. *Plantio direto*. Disponível em: <http://www22.sede.embrapa.br/plantiodireto/>. Acesso em: 20/01/2009.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos (Rio de Janeiro, RJ). *Manual de métodos de análise de solo*. Rio de Janeiro, 1979.
- EMBRAPA. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. Centro Nacional de Pesquisa de Solos: Rio de Janeiro, 1999.
- ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de. *Adubação verde: estratégia para uma agricultura sustentável*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 1997. 20 p. (EMBRAPA- CNPAB. Documentos, 42).
- ESPINDOLA, J.A.A.; GUERRA, J.G.M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D.L. de; ABBOUD, A.C. de S. *Adubação verde com leguminosas*. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. 49 p.
- FAO. *FAO Statistical database*. Disponível em: <<http://www.fao.org>>. Consultado em 24 ago. 2009.
- FELLER, C.; ALBRECHT, A.; TESSIER, D. Aggregation and organic matter storage in kaolinitic and smectitic tropical soils. In: CARTER, M.R.; STEWART, B. A. (Ed.). *Structure and organic matter storage in agriculture soils*. Boca Raton: CRC Lewish, Ch.8, p.309-352, 1996.
- FERNANDES, F. A.; CERRI, C. C.; FERNANDES, A. H. B. M. Alterações na matéria orgânica de um podzol hidromórfico pelo uso com pastagens cultivadas no pantanal mato-grossense. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.34, n.10, p.1943-1951, 1999.
- FERNANDES, W. D.; CRUZ, M. C. A.; FACCENDA, O.; VALENTE, T. O. Impacto de herbicidas em uma guilda de formigas predadoras. *Revista Brasileira de Herbicidas*, v.1, p.225-231, 2000.
- FERREIRA, A. L. Agricultura migratória: uma tradição na Mata Atlântica. *Revista ECO21* - www.eco21.com.br, Edição 87, 4 p, 2004.
- FERREIRA, D. F. *Análise Multivariada*. Lavras. 394p. 1996.
- FERREIRA, D. F. Sisvar - *Sistema de análise de variância para dados balanceados*. Versão 4.0 (Build 34). Lavras: DEX/UFLA, 1999. (Software Estatístico).
- FILGUEIRA, F.A.R. *Novo Manual de Olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. Viçosa: UFV, 2000, 402 p
- FILSER, J. The effect of green manure on the distribution of collembola in a permanent row crop. *Biology and Fertility of Soils*, v.19, p.303-308, 1995.
- FONTANA, A.; PEREIRA, M. G.; NASCIMENTO, G. B.; ANJOS, L. H. C.; EBELING, A. G. Matéria Orgânica em solos de tabuleiros costeiros na região Norte - Fluminense - RJ. *Floresta e Ambiente*. v.8, n.1, p.114-119, 2001.

- FOWLER, H. G. Ecologia, formigas indicam nível de recuperação de áreas degradadas pela mineração. *Ciência Hoje*, v.4, p.69-71, 1998.
- FRANCO, A. A.; CAMPELLO, E. F.; SILVA, E. M. R.; FARIA, S. M. *Revegetação de Solos Degradados*. Itaguaí: Ministério da Agricultura, do Abastecimento e da Reforma Agrária. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – Embrapa Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia – CNPAB, 9p. Comunicado Técnico nº 9, 1992.
- FRANCO, A. A.; FARIA, S. M. The Contribution of N₂ - fixing tree legumes to land reclamation and sustainability in the tropics. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 5-6, p.897-903, 1997.
- FRANZLUEBBERS, A. J.; HANEY, R.L.; HONS, F.M. Relationships of chloroform fumigation-incubation to soil organic matter pools. *Soil Biology and Biochemistry*, v.31, p.395-405, 1999.
- GALVAO, S. R. S.; SALCEDO, I. H.; SANTOS, A. C. Frações de carbono e nitrogênio em função da textura, do relevo e do uso do solo na microbacia do agreste em Vaca Brava (PB). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, n.6, p.955-962, 2005.
- GARAY, I; KINDEL, A; CARNEIRO, R; FRANCO, A. A.; BARROS, E.; ABBADIE, L. Comparação da matéria orgânica e de outros atributos do solo entre plantações de *Acacia mangium* e *Eucalyptus grandis*. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.27, p.705-712, 2003.
- GLIESSMAN, S.R. *Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável*. 2. ed. Porto Alegre: Editora da Universidade, 2001. 653 p.
- GODDE, M.; DAVID, M. B.; CHRIST, M. J.; KAUPENJOHANN, M.; VANCE, G. F. Carbon mobilization from the forest floor under red spruce in the northeastern USA. *Soil Biology and Biochemistry*, v.28, p.1181-1189, 1996.
- GOENAGA R. Accumulation and partitioning of dry matter in taro [*Colocasia esculenta* (L.) Schott]. *Annals of Botany*, v.76, p.337-341, 1995.
- GONDIM, A. R. O. *Crescimento e produção de taro [Colocasia esculenta (L.) Schott] sob intensidades e períodos de sombreamento*. 2006. 91p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal Viçosa, Viçosa. 2006.
- GONDIM, A. R. O.; PUIATTI, M.; CECON, P. R; FINGER, F. L. Crescimento, partição de fotoassimilados e produção de rizomas em taro cultivado sob sombreamento artificial. *Hortic. Bras.*, v.25, n.3, p.418-428, 2007.
- GOODALL, D. W. Objective methods for the classification of vegetation. II. An essay in the use of factor analysis. *Australia Journal fo Botany*, v.2, p.304-324. 1954.
- GOUVEIA R. F. *Possibilidades de adubação verde no município de Paty do Alferes/RJ*. 1995. 129p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica. 1995.
- GRAVENA, S. et al. Manejo ecológico de pragas e doenças do tomate envarado. In: Conferência internacional de agricultura sustentável em regiões montanhosas tropicais e subtropicais com especial referência para a América Latina, Rio de Janeiro. *Resumos...* EDUR (Editora Universidade Rural), 53p, 1998.
- GUERRA, A.T. O Início do Processo Erosivo. In: GUERRA, A. J. T.; SILVA, A. S.; BOTELHO, R. G. M. (org.). *Erosão e Conservação dos Solos: conceitos, temas e aplicações*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, p.17-55, 1999.

- GUERRA, J. G. M.; DE-POLLI, H.; ALMEIDA, D. L. Managing carbon and nitrogen in tropical organic farming through green manuring. In: M.A. BADEJO; A. O. TOGUN. (Org.). *Strategies and tactics of sustainable agriculture in the tropics* (STASAT). Ibadan. College Press & Publishers Ltd, v.2, p.125-140, 2004.
- GUIVANT, J. S. Os supermercados na oferta de alimentos orgânicos: apelando ao estilo de vida ego-trip. *Ambiente e Sociedade*, v.6, n.2, p.63-81, 2003.
- GUPTA, S. R.; SINGH, J. S. Soil respiration in a tropical grassland. *Soil Biology and Biochemistry*, v.13, p.261-268, 1981.
- HAAS, G.; GEIER U.; SCHULZ, D. G.; KÖPKE, U. Klimarelevanz des Agrarsektors der Bundesrepublik Deutschland: Reduzierung der Emission von Kohlendioxid. In: BMELF (Hrsg.): *Berichte über Landwirtschaft* 73, 387-400. Münster-Hiltrup: Landwirtschaftsverlag, 1995.
- HEINRICHS, R.; AITA, C.; AMADO, T. J. C.; FANCELLI, A. L. Cultivo consorciado de aveia e ervilhaca: relação C/N da fitomassa e produtividade do milho em sucessão. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.25, n.2, p.331- 340, 2001.
- HEREDIA, M.C.V. de; BURBA, J.L.; CASALI, V.W.D. (Coordenadores). *Seminários de olericultura*, Viçosa, UFV, 1983, v.6, 180 p.
- HERNANI, L. C.; KURIHARA, C. H.; SILVA, W. M. Sistemas de manejo de solo e perdas de nutrientes e material orgânica por erosão. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.23, p.145-154, 1999.
- HILL, A.F. *The nomenclature of the taro and its varieties*. Bot. Mus. Leaflet. 7(7). Cambridge. 1939.
- HORWATH, W. R.; PAUL, E. A. Microbial biomass. p. 753–773. In R.W. Weaver et al. (ed.) *Methods of soil analysis*, Part 2. SSSA Book Ser. 5. SSSA, Madison, WI. 1994.
- HOUGHTON, R. A.; SKOLE, D. L.; LEFKOWITZ, D. S. Changes in the landscape of Latin America between 1850 and 1985. II Net release of CO₂ to the atmosphere. *Forest Ecology and Management*, v.38, p.173-199, 1991.
- IBGE, Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal de 2001-2007. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pibmunicipios/2006/default.shtm>. Acessado em 21/01/2009b.
- IBGE. *Diretoria de Pesquisas, Coordenação de Agropecuária, Produção Agrícola Municipal de 2001-2007*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/economia/pam/2007/default.shtm>. Acessado em 21/01/2009a.
- IGUE, K. Dinâmica da matéria orgânica e seus efeitos nas propriedades do solo. In: *Adubação Verde no Brasil*, Fundação Cargil: Campinas/São Paulo, p.232-267, 1984
- INMET/MAARA. *Dados Meteorológicos – 1974-1993*. Rio de Janeiro. (Relatório Interno).
- IVANCIC, A. Abnormal and unusual inflorescences of taro, *Colocasia esculenta* (Aracea). *Australian Journal Botany*, v.43, p.475-489, 1995.
- IVANCIC, A., and V. LEBOT. 2000. *The genetics and breeding of taro*. Séries Repères. CIRAD, Montpellier, France.

- JENKINSON, D. S.; LADD, J. N. Microbial biomass in soil-measurement and turnover. In: PAUL, E. A.; LADD, J. N., (Ed.). *Soil Biochemistry*, New York: Marcel Dekker, v.5, p.415-417, 1981.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. Method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, v.8, p.209-213, 1976.
- JENKINSON, D. S.; POWLSON, D. S. The effects of biocidal treatments on metabolism in soil. V. A method for measuring soil biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, v.8, p.209-213, 1976.
- JIMÉNEZ, J. 1988. Las aráceas comestibles: el tiquesque y el ñampi. En: *Seminario Taller sobre Producción de aráceas, ñame, otoi e yuca*. Panamá, 1988. p.53.
- JOERGENSEN, R. The fumigation extraction method. In: ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (Ed.). *Methods in applied soil microbiology and biochemistry*. London: Academic Press, 1995. p.382-387.
- KARLEN, D. L.; WOLLWENHAUPT, N. C. ERBACH, D. C.; BERRY, E. C.; SWAN, J. B.; EASH, N. S.; JORDAHL, J. L. Crop residue effects on soil quality following 10-years of no till com. *Soil Tillage Residue*, v.31, p.149-167, 1994.
- KIEFT, T. L.; SOROKER, E.; FIRESTONE, M. K. Microbial biomass response to a rapid increase in water potential when dry soil is wetted. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, p.119-126, 1987.
- KÖPKE, U., KELLER, E.R.; KAHNT, G. Ökologischer Landbau. In: HEYLAND, K. U.; HANUS, H.; KELLER, E. R. (Hrsg.): *Handbuch des Pflanzenbaus 1. Grundlagen der landwirtschaftlichen Pflanzenproduktion*. Verlag Eugen Ulmer, Stuttgart, Kap. 9, S. 625-702, 1997.
- KRETZSCHMAR, R. M.; HAFNER, H.; BATIONO, A.; MARSCHENER, H. Long- and short-term effects of crop residues on aluminum and toxicity, phosphorus availability and growth of pearl millet in acid sandy soil. *Plant and Soil*, v.136, p.215-223, 1991.
- KUMMER, L.; BARROS, Y.; SCHÄFER, R.; FERREIRA, A.; FREITAS, M.; PAULA, R.; DIONÍSIO, J. Respiração e biomassa microbiana em solos sob diferentes sistemas de uso. *Scientia Agraria*, v.9, n.4, p.559-563, 2008.
- LARCHER, W. 2000. *Ecofisiologia vegetal*. São Carlos: RiMa. 531 p.
- LAVELLE, P.; SPAIN, Av. *Soil Ecology*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 2001, 654p.
- LEAL, M. A. A. *Produção e eficiência agrônômica de compostos obtidos com palhada de gramínea e leguminosa para o cultivo de hortaliças orgânicas*. 2006. 133 p. Tese (Doutorado em Agronomia, Ciência do Solo). Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropedica. 2006.
- LEGENDRE, P.; LEGENDRE, L. *Numerical Ecology*. 2nd ed. Amsterdam: Elsevier. 853p. 1998.
- LEITE, L. F. C.; MENDONÇA, E. S.; NEVES, J. C. L.; MACHADO, P. L. O.; GALVÃO, J. C. C. Estoques totais de carbono orgânico e seus compartimentos em argissolo sob floresta e sob milho cultivado com adubação mineral e orgânica. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.821-832, 2003.

- LEONARDO, H. C. L. *Indicadores de qualidade do solo e água para avaliação do uso sustentável da microbacia hidrográfica do Rio Passo Cue, região oeste do Estado do Paraná*. Piracicaba, 2003. 121p. (Dissertação Mestrado).
- LEPSCH, I. F.; MENK, J. R. F.; OLIVEIRA, J. B. Carbon storage and other properties of soils under agriculture and natural vegetation in São Paulo State, Brazil. *Soil Use and Management*, v.10, p.34-42, 1994.
- LIEBIG, M. A.; DORAN, J. W. Impact of organic production practices on soil quality indicators. *Journal of Environmental Quality*, v.28, p.1601-1609, 1999.
- LIMA, A. A. et al. Cultivos intercalares e controle de plantas daninhas em plantios de maracujá-amarelo. *Revista Brasileira de Fruticultura*, v.24, n.3, p.711-713, 2002.
- LIMA, C. L. R.; PAULETTO, E. A.; GOMES, A. S.; SILVA, J. B. Estabilidade de agregados de um planossolo sob diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.27, p.199-205, 2003.
- LIMA, H. V.; OLIVEIRA, T. S.; OLIVEIRA, M. M.; MENDONÇA, E. S.; LIMA, P. J. B. F. Indicadores de qualidade do solo em sistemas de cultivo orgânico e convencional no semi-árido cearense. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.31, p.1085-1098, 2007.
- LOPEZ, A. N. et al. Densidad estacional y distribución vertical de los Enchytraeidae (Annelida: Oligochaeta) en diferentes sistemas de producción. *Ciencia del Suelo*, v.23, n.2, p.115-121, 2005.
- LOY, T. H.; SPRIGGS, M.; WICKLER, S. Direct evidence for human use of plants 28,000 years ago: Starch residues on stone artefacts from the northern Solomon Islands. *Antiquity*, v.66, p.898-912, 1992.
- LUNDEGARDH, H. Carbon dioxide evolution of soil in crop growth. *Soil Science*, Madison, v.23, p.417-453, 1927.
- MALAVOLTA, E. *Manual de Nutrição Mineral de Plantas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres, 2006. 638 p.
- MALUCHE-BARETTA, C. R. D.; AMARANTE, C. V. T.; KLAUBERG-FILHO, O. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.41, p.1531-1539, 2006.
- MANLY, B. F. J. *Multivariate statistical methods: a primer*. 2nd ed., London, Chapman & Hall, 1994.
- MAPA. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. *Diário Oficial da União*. 19/12/2008, Seção 1, Página 21.
- MARCHIORI JÚNIOR, M.; MELO, W. J. Alterações na matéria orgânica e na biomassa microbiana em solo de mata natural submetido a diferentes manejos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.35, p.1177-1182, 2000.
- MARCHIORI JUNIOR, M.; MELO, W. J. Carbono, carbono da biomassa microbiana e atividade enzimática em um solo sob mata natural, pastagem e cultura do algodoeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.23, n.2, p.257-263, 1999.
- MARUMOTO, T.; ANDERSON, J. P. E.; DOMSCH, K. H. Mineralization of nutrients from soil microbial biomass. *Soil Biology and Biochemistry*, v.14, p.469-475, 1982.
- MAWDSLEY, J. L.; BARDGETT, R. D. Continuous defoliation of perennial ryegrass (*Lolium perenne*) e white clover (*Trifolium repens*) and associated changes in the composition and

activity of the microbial population of an upland grassland soil. *Biology and Fertility of Soils*, v.24, p.52-58, 1997.

MAZZOLENI, E. M.; NOGUEIRA, J. M. Agricultura orgânica: características básicas do seu produtor. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, v.44, n.2, p.263-293, 2006.

MENDONZA, H. N. S.; LIMA, E.; ANJOS, L. H. C.; SILVA, L. A.; CEDDIA, M. B.; ANTUNES, M. V. M. Propriedades químicas e biológicas de solo de tabuleiro cultivado com cana-de-açúcar com e sem queima da palhada. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.201-207, 2000.

MIYASAKA, S.; CAMARGO, O. A.; CAVALERI, P. A.; GODOY, I. J.; WERNER, J. C.; CURI, S. M.; LOMBARDI NETO, F.; MEDINA, J. C.; CERVELINI, G. S.; BULISANI, E. A. *Adubação orgânica, adubação verde e rotação de culturas no Estado de São Paulo*. Campinas: Fundação Cargill, 1983. 138p.

MONTALDO, A. 1991. *Cultivo de raízes y tubérculos tropicales*. IICA, San José, Costa Rica. 405 p.

MONTEIRO, M. T.; GAMA-RODRIGUES, E. F. Carbono, nitrogênio e atividade da biomassa microbiana em diferentes estruturas de serrapilheira de uma floresta natural. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.28, p.819-826, 2004.

MOREAU, R. Évolution des sols sous différents modes de mise en culture en Côte d'Ivoire forestière et préforestière. Cah. ORSTOM, ser. *Pédologie*, v.20, p.311-325, 1983.

MOREIRA, A; MALAVOLTA, E. Dinâmica da matéria orgânica e da biomassa microbiana em solo submetido a diferentes sistemas de manejo na Amazônia Ocidental. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.39, n.11, p.1103-1110, 2004.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. *Microbiologia e bioquímica do solo*. Lavras, Universidade Federal de Lavras, 2002. 625p.

MOREIRA, V. F. *Produção de biomassa de guandu a partir de diferentes densidades e cultivo de brócolos em faixas intercalares sob manejo orgânico*. 2003. 66 p. Dissertação (Mestrado em Agronomia, Ciência do Solo), UFRuralRJ, Seropédica.

NARDI, S.; PIZZEGHELLO, D.; MUSCOLO, A.; VIANELLO, A. Physiological effects of humic substances on higher plants. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 34, p.1527-1536, 2002.

NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D. *Agricultura Orgânica: uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis*. 1. ed. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2004. v.1. 98p.

NOLASCO, F. Aspectos gerais da cultura do inhame [*Colocasia esculenta* (L.) Schoot]. In: HEREDIA, M.S.; BURBA, J.L.; CASALI, V.W.D. (Coord.). *Seminários de Olericultura*. Viçosa: UFV, 1983. v. 6, p. 21-36.

NOLASCO, F. *Estudos para o cultivo inundado de inhame (Colocasia esculenta), em monocultivo e em consórcio com Azolla*. 1984, 80 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) Universidade Federal de Viçosa, Viçosa.

NOLASCO, F. Necessidades e prioridades da pesquisa para a cultura do inhame (*Colocasia esculenta*). In: CORREA, L.G. (Coords). Iº ENCONTRO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO INHAME (*Colocasia esculenta*), Viçosa, *Anais...*, Viçosa: UFV, p.55-57, 1994.

- NUNEZ, J. E. V.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; MAZUR, N. Sistemas de preparo de solo e acúmulo de metais pesados no solo e na cultura do pimentão (*Capsicum Annum L.*). *Ciência Rural*, v.36, n.1, p.113-119, 2006.
- ODUM, E. P. 1988. *Ecologia*. Ed. Guanabara Koogan, Rio de Janeiro.
- O'HAIR, S. K.; ASOKAN, M. P. 1986. Edible aroids: botany and horticulture. *Horticultural Reviews*, v.8, p.43-99, 1986.
- OHIO. *Number of species recorded in Formicidae* (em inglês). Hymenoptera Name Server (4 de janeiro de 2010). Página visitada em 4 de janeiro de 2010.
- OKITO, A.; ALVES, B. J. R.; URQUIAGA, S.; BODDEY, R. M. Isotopic fractionation during N₂ fixation by four tropical legumes. *Soil Biology and Biochemistry*, v.36, p.1179-1190, 2004.
- OLIVEIRA, F. L. *Alternativas para o manejo orgânico do taro (Colocasia esculenta L. Schott) em condições edafoclimáticas no estado do Rio de Janeiro*. 2004. 96 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- OLIVEIRA, F. L.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, E. E.; GUERRA, J. G. M.; JUNQUEIRA, R. M.; ESPÍNDOLA, J. A. A.; RIBEIRO, R. L. D.; SILVA, V. V. Desempenho de Taro Cultivado Organicamente em Função de Doses de Cama de Aviário, Sob Sistema de Plantio Direto. *Horticultura Brasileira*, v.26, n.1, p.149-153, 2008.
- OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L.; SILVA, E. E.; URQUIAGA, S.; ESPÍNDOLA, J. A. A. The use of sunn hemp as green manure intercropped with taro. *Horticultura Brasileira*, v.24, p.562-566, 2007.
- OLIVEIRA, F. L.; RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; PADOVAN, M. P.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Desempenho do consórcio entre repolho e rabanete com pré-cultivo de crotalária, sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, v.23, p.184-188, 2005.
- OLIVEIRA, F. L.; RIBEIRO, R. L. D.; SILVA, V. V.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. Desempenho do inhame (taro) em plantio direto e no consórcio com crotalária, sob manejo orgânico. *Horticultura Brasileira*, v.22, n.3, p.638-641, 2004.
- OLIVEIRA, F.L. de; GUERRA, J.G.M.; RIBAS, R.G.T.; JUNQUEIRA, R.M.; SILVA, E.E. da; ESPINDOLA, J.A.A.; ALMEIDA, D.L. de; RIBEIRO, R. de L.D. Cultivo orgânico de taro (*Colocasia esculenta*) entre faixas de guandu na Região Serrana Fluminense. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 6 p. Comunicado Técnico 68, 2004.
- OLIVEIRA, F.L. *Manejo orgânico da cultura do repolho (Brassica oleracea var. capitata): adubação orgânica, adubação verde e consorciação*. 2001. 87p. Dissertação (Mestrado), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- OLIVEIRA, T. K.; CARVALHO, G. J.; MORAES, R. N. S.; JERÔNIMO JÚNIOR, P. R. M. Características agronômicas e produção de fitomassa de milho verde em monocultivo e consorciado com leguminosas. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.1, p.223-227, 2003.
- ONWUEME, I. C. The tropical tuber crops: Yams, Cassava, Sweet Potato and Cocoyams. Great Britain, *Pitman Press*, p.199-234, 1978.
- ONWUEME, I. *Taro Cultivation in Asia and the Pacific*. Bangkok, Thailand: Food and Agric. Org.; 1999.
- ORLÓCI, L. Geometrical models in ecology. I. The theory and application of some ordination methods. *Journal of Ecology*, v.54, p.193-215. 1966.

PAUL, E. A.; HARRIS, D.; COLLINS, H. P.; SCHULTHESS, U.; ROBERTSON, G. P. Evolution of CO₂ and soil carbon dynamics in biologically managed, row-crop agroecosystems. *Applied Soil Ecology*, v. 11, p. 53-55, 1999.

PEEL, M. C.; FINLAYSON, B. L.; MCMAHON, T. A. Updated world map of the Köppen-Geiger climate classification. *Hydrology and Earth System Sciences*, v.11, p.1633-1644, 2007.

PEREIRA, F. H. F.; PUIATTI, M.; FONTES, P. C. R.; AQUINO, L. A. Produção de biomassa e rizomas e incidência de "Metsubure" em taro submetido a doses de potássio com e sem adição de cálcio. *Horticultura Brasileira*, v.24, n.1, p.17-21, 2006.

PEREIRA, A. J. *Caracterização agrônômica de espécies de Crotalaria L. em diferentes condições edafoclimáticas e contribuição da adubação verde com C. juncea no cultivo de brássicas em sistema plantio direto*. 2007. 72 p. Tese (Doutorado em Ciências), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

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 em Ciências), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Seropédica.

PEREZ, K. S. 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.

PEREZ, K. S. S.; RAMOS, M. L. G.; McMANUS, C. Nitrogênio da biomassa microbiana em solo cultivado com soja, sob diferentes sistemas de manejo, nos Cerrados. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.40, n.2, p.137-144, 2005.

PERIN, A., et al. Desempenho agrônômico de milho consorciado com feijão-de-porco em duas épocas de cultivo no sistema orgânico de produção. *Ciência Agrotécnica*, v.31, n.3, p.903-908, 2007.

PIELOU, E.C. *The interpretation of ecological data; a primer on classification and ordination*. New York, Wiley, 1984.

PIMENTEL, M. S. *Indicadores da Qualidade do Solo em Sistema Orgânico de Café, Hortaliça, Pasto e Floresta, durante as Estações do Ano*. Tese de Doutorado. UFRRJ. Seropédica. 2005.

PIMENTEL, M. S.; AQUINO, A. M.; CORREIA, M. E. F.; COSTA, J. R.; RICCI, M. S. F.; DE-POLLI, H. Atributos biológicos do solo sob manejo orgânico de cafeeiro, pastagem e floresta em região do Médio Paraíba Fluminense-RJ. *Coffee Science*, v.1, p.85-93, 2006.

PLUCKNETT, D. L. Taxonomy of the Genus *Colocasia*. In: WANG, J. K.; HIGA, S. ed. *Taro: A review of Colocasia esculenta and its potentials*. Honolulu: Universit of Hawaii Press, p.14-19, 1983.

POCKNE, S.; SUMNER, E. Cation and nitrogen contents of organic matter determines its liming potential. *Soil Science Society of America Journal*, v.61, p.86-92, 1997.

POJASOK, T.; KAY, B. D. Assessment of a combination of wet sieving and turbidimetry to characterize the structural stability of moist aggregates. *Canadian Journal of Soil Science*, v.70, p.33-42, 1990.

POWLSON, D. S.; BROOKES, P. C.; CHRISTENSEN, B. T. Measurement of microbial biomass provides an early indication of changes in total soil organic matter due to the straw incorporation. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, p.159-164, 1987.

- PUIATTI M, GREEMAN S; KATSUMOTO R; FAVERO C. Crescimento e absorção de macronutrientes pelo inhame ‘chinês’ e ‘japonês’. *Horticultura Brasileira*, v.10, p.89-92, 1992.
- PUIATTI, M. Curso técnico sobre a cultura do taro (*Colocasia esculenta* (L.) Schott). In: CARMO, C. A. S. Cood. *I Simpósio nacional sobre as culturas do Inhame e do Cará*. Venda Nova do Imigrante/ES: INCAPER, p.1-44, 2001.
- PUIATTI, M.; KATSUMOTO, R.; PEREIRA, F. H. F.; BARRELLA, T. P. Crescimento de plantas e produção de rizomas de taro ‘Chinês’ em função do tipo de muda. *Horticultura Brasileira*, v.21, n.1, 2003.
- RAVEN, P. H., EVERT, R. F.; EICHORN, S. E. *Biologia vegetal*. Guanabara-Koogan, Rio de Janeiro, 2001.
- RESENDE A. S. *Fixação biológica de nitrogênio (FBN) como suporte da fertilidade nitrogenada dos solos e da produtividade da cultura de cana-de-açúcar: uso de adubos verdes*. Seropédica: UFRRJ. 143p, 2000, (Tese mestrado).
- REZENDE, J. O. *Conseqüências da aplicação de vinhaça sobre algumas propriedades físicas de um solo Aluvial (estudo de um caso)*. Piracicaba: ESALQ/USP, 1979. 112p. Tese (Doutorado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas), Universidade de São Paulo, 1979.
- RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; ALVES, B. J. R.; RIBEIRO, R. L. D. Desempenho do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) consorciado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico. *Agronomia*, v.37, n.2, p. 80-84, 2003.
- RUBATZKY, V. E.; YAMAGUCHI, M. *World vegetables: principles, production, and nutritive values*. New York: Chapman & Hall, 1997, 843 p
- RUIZ, H. A. Incremento da exatidão da análise granulométrica do solo por meio da coleta da suspensão (silte+argila). *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.29, p.297-300, 2005.
- SAEG - *Sistema para análise estatística, versão 8.0*. Viçosa-MG: Fundação Artur Bernardes, 2000
- SALINAS-GARCIA, J. R.; HONS, F. M.; MATOCHA, J. E. Long-term effects of tillage and fertilization on soil organic matter dynamics. *Soil Science Society of America Journal*, v.61, p.152-159, 1997.
- SAMPAIO, D. B.; ARAUJO, A. S. F.; SANTOS, V. B. Avaliação de indicadores biológicos de qualidade do solo sob sistemas de cultivo convencional e orgânico de frutas. *Ciência Agrotécnica*, v.32, n.2, p.353-359, 2008.
- SÁNCHEZ, E. J. G.; VILELA, A. M. Agricultura de conservación, la agricultura del carbono. *Vida Rural*, p.31-33, 2002.
- SANTOS, A. C.; SILVA, I. F.; LIMA, J. R. S.; ANDRADE, A. P.; CAVALCANTE, V. R. Gramíneas e leguminosas na recuperação de áreas degradadas: efeito nas características químicas de solo. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.25, p.1063-1071, 2001.
- SANTOS, G. A.; SILVA, L.S; CANELLAS, L.; CAMARGO, F. A. O (Org.) *Fundamentos da matéria orgânica do solo-ecossistemas tropicais e subtropicais*. 2. ed. Porto Alegre. Metrópole, 2008. 654p.
- SAVIOZZI, A.; BUFALINO, P.; LEVI-MINZI, R.; RIFFALD, R. Biochemical activities in a degraded soil restored by two amendments: a laboratory study. *Biology and Fertility of Soils*, v.35, p.96-101, 2002.

- SERVISS, B. E.; McDANIEL, S. T.; BRYSON, C. T. Occurrence, distribution and ecology of *Alocasia*, *Caladium*, *Colocasia* and *Xanthosoma* (Aracea) in the southeastern United State. *Sida*, v.19, n.1, p.149-174, 2000.
- SEVERINO, L. S.; COSTA, F. X.; BELTRÃO, N. E. M.; LUCENA, M. A. Mineralização da torta de mamona, esterco bovino e bagaço de cana estimada pela respiração microbiana. *Revista de Biologia e Ciências da Terra*, v.5, n.1, 2004.
- SHEARER, G.; KOHL, D. H. Natural ^{15}N - abundance a method of estimating the contribution of biologically fixed nitrogen to N_2 - fixing systems: potencial for non-legumes. *Plant and Soil*, v.110, p.317-327, 1988.
- SIDIRAS, N.; PAVAN, M. A. Influência do sistema de manejo do solo no seu nível de fertilidade. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v.9, p.249-254, 1985.
- SILVA V.V.; OLIVEIRA F.L. Tendências e potencialidades das culturas do inhame (*Dioscorea* sp.) e do taro (*Colocasia esculenta*) no Estado do Rio de Janeiro. In: SANTOS ES. et al. (Coord.). *Simpósio Nacional sobre as culturas do Inhame e do Taro*, II. EMEPA - Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária da Paraíba S.A., João Pessoa, Brasil, 1: 65-77, 2002.
- SILVA, E. E. *Manejo orgânico da cultura da couve em rotação com o milho, consorciados com leguminosas para adubação verde intercalar em plantio direto*. 2006. 57p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. 2007c. Determinação do Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo. Seropédica, Comunicado Técnico 96, 2007c.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação da respiração basal (RBS) e quociente metabólico do solo (qCO_2). Seropédica, Comunicado Técnico 99, 2007a.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; DE-POLLI, H. Determinação do Carbono da Biomassa Microbiana do Solo. Seropédica, Comunicado Técnico 98, 2007b.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; AZEVEDO, P. H. S.; TEIXEIRA, M. G.; ALMEIDA, M. M. T. B. Consórcio de Inhame (Taro) e Crotalária em Sistema Orgânico de Produção. Seropédica, Comunicado Técnico, 2007.
- SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In: *Fundamentos da Química do Solo*. 2ª. Ed./Egon José Meurer, Editor. Porto Alegre: Gênese, 290p, 2004.
- SILVA, M. B.; KLIEMANN, H. J.; SILVEIRA, P. M.; LANNA, A. C. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.42, n.12, p.1755-1761, 2007d.
- SILVA, V. V. *Efeito do pré-cultivo de adubos verdes na produção orgânica de brócolos (Brassica oleracea L. var. italica) em sistema de plantio direto*. 2002. 81 p. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica.
- SOARES, J. G. *Crescimento do inhame (Colocasia esculenta (L.) Schott) em duas condições agroclimáticas, em seis níveis de água e cobertura morta*. Viçosa: UFV, 1991. 91 p. (Tese mestrado).
- SOIL SCIENCE SOCIETY OF AMERICA-SSSA. Statement on soil quality. Madison, *Agronomy News*, 200p, 1995.

- SOUZA, Z. M.; ALVES, M. C. Propriedades químicas de um latossolo vermelho distrófico de cerrado sob diferentes usos e manejos. *Revista Brasileira Ciência do Solo*, v.27, p.133-139, 2003.
- SPAGNOLLO, E.; BAYER, C.; WILDNER, L. P.; ERNANI, P. R.; ALBUQUERQUE, J. A.; PROENÇA, M. M. Leguminosas estivais intercalares como fonte de nitrogênio para o milho, no Sul do Brasil. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.26, n.2, p.417-423, 2002.
- SPARLING, G. P.; WEST, A. W. A direct extraction method to estimate soil microbial C: calibration in situ using microbial respiration and super (14) C labeled cells. *Soil Biology and Biochemistry*, v.20, p.337-343, 1988.
- SPARLING, G. P.; WEST, D. A. W. Ratio of microbial biomass carbon to soil organic carbon as a sensitive indicator of changes in soil organic matter. *Australian Journal Soil Research*, v.30, p.195-207, 1992.
- SPARLING, G.; VOJVODI-VUKOVI, M.; SCHIPPER, L. A. Hot water soluble C as a simple measure of labile soil organic matter: the relationship with microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, v.30, n.10-11, p.1469-1472, 1998.
- SPOLIDORO, M. L. C. V. *Composição e estrutura de um trecho de floresta no Médio Paraíba do Sul, RJ*. Dissertação de Mestrado em Ciências Ambientais. 2001. 90p.
- SPRIGGS, M. *Vegetable Kingdoms: Taro Irrigation and Pacific Prehistory*. Unpublished Ph.D. dissertation, Australian National University, Canberra. 1981.
- STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: microbiological indicators. *Soil Plant Science*, v.49, p.1-24, 1999.
- STENBERG, B. Monitoring soil quality of arable land: Microbiological indicators. *Soil Plant Science*, v.49, p.1-24, 1999.
- SUNELL, L. A.; J. ARDITTI. Physiology and phytochemistry. In: WANG, J. K. (ed.), *Taro: A review of Colocasia esculenta and its potentials*. Univ. of Hawai'i Press, Honolulu. p. 34-139, 1983.
- SWIFT, M. J.; HEAL, O. W.; ANDERSON, J. M. *Decomposition in terrestrial ecosystems*. Oxford: Blackwell, 1979. 372 p.
- TAIZ, L.; ZEIGER, E. Phytochrome. In: TAIZ, L.; ZEIGER, E. *Plant physiology*. Sinauer Associates, Inc., Publishers Sunderland, Massachusetts, USA. 2º edição, p. 483-516, 1998.
- TATE, K. R.; ROSS, D. J.; FELTHAM, C. W. A direct extraction method to estimate soil microbial carbon. Effects of experimental variables and some different calibration procedures. *Soil Biology and Biochemistry*, v.20, p.329-335, 1988.
- TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; VLKWEISS, S.J. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 2a edição. Porto Alegre: UFRGS, Dep. de Solos. 1995, 174p.
- ter BRAAK, C. J. F., AND P. SMILAUER. *CANOCO reference manual and CanoDraw for Windows user's guide: software for canonical community ordination (version 4.5)*. Microcomputer Power, Ithaca, New York, USA. 2002.
- TIAN, G.; KANG, B. T.; BRUSSARD, L. Biological effects of plant residues with contrasting chemical compositions under humid tropical conditions – decomposition and nutrient release. *Soil Biology and Biochemistry*, v.24, p.1051-1060, 1992.
- TISDALL, J. M.; OAEDES, J. M. Organic matter and water-stable aggregates in soils. *Journal fo Soil Science*, v.33, p.141-163, 1982.

- TÓTOLA, M. R.; CHAER, G. M. Microrganismos e processos microbiológicos como indicadores de qualidade dos solos. In: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. (Org.) *Tópicos em Ciência do Solo*. Viçosa, v.2, p.195-276, 2002.
- 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.
- URQUIAGA, S.; ZAPATA, F. *Manejo eficiente de la fertilización nitrogenada de cultivos anuales en America Latina y el Caribe*. Porto Alegre, RS - Genesis: Seropédica, RJ - Embrapa Agrobiologia, 2000. v. 1, 110p, 2000.
- USDA *National Nutrient Database for Standard Reference*, 2009. <http://www.nal.usda.gov/fnic/foodcomp/search/>. Acessado em 02 de abril de 2010.
- USDA *National IPM Information System*. Disponível em: <http://www.ipmcenters.org/cropprofiles/docs/astaro.html>. Acessado em 21/01/2009.
- Van VLIET, P. C. J.; RADCLIFFE, D. E.; HENDRIX, P. F.; COLEMAN, D. C. Hydraulic conductivity and pore size distribution in small microcosm with and without enchytraeids (Oligochaeta). *Applied Soil Ecology*, v.9, p.277-282, 1998.
- VANCE, E. D.; BROOKES, P. C.; JENKINSON, D. S. An extraction method for measuring soil microbial biomass C. *Soil Biology and Biochemistry*, v.19, p.703-707, 1987.
- VARGAS, L. K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.24, p.35-42, 2000.
- VAUGHAN, D.; ORD, B. G. Soil organic matter: a perspective on its nature, extraction, turnover and role in soil fertility. In: *Soil organic matter and biological activity*. Boston, Martinus & Junk, p.34, 1985.
- VILPOUX, O. Produção e uso de amido. In: CEREDA, M.P. (Ed.) *Propriedades gerais do amido*. São Paulo: Fundação Cargill, v.1, p.7-28, 2001.
- VOLKOFF, B.; CERRI, C. C. L'humus des sois du Brésil. Natur et relations avec l'environnement. Cah. ORSTOM, ser. *Pédologie*, Paris, v.24, p.83-95, 1988.
- WILLS, R. B. H.; LIM, J. S. K.; GREENFIELD, H.; BAYLISS-SMITH, T. Nutrient Composition of Taro (*Colocasia esculenta*) Cultivars from the Papua New Guinea Highlands. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, v.34, p.1137-1142, 1983.
- WITT, C.; GAUNT, J. L.; GALICIA, C. C.; OTTOW, J. C. G.; NEUE, H. U. A rapid chloroform-fumigation extraction method for measuring soil microbial biomass carbon and nitrogen in flooded rice soils. *Biology and Fertility of Soils*, v.30, p.510-519, 2000.
- WOLTERS, V. Invertebrate control of soil organic matter stability. *Biology and Fertility of Soils*, v.31, p.1-19, 2000.
- YAN, F.; SHUBERT, S.; MENGEL, K. Soil pH increase due to biological decarboxylation of organic anions. *Soil Biology and Biochemistry*. v.28, p.617-624, 1996.
- ZAK, D. R.; PREGITZER, K. S. CURTIS, P. S.; TEERI, J. A.; FOGEL, R.; RANDLETT, D. L. Elevated atmospheric CO₂ and feedback between C and N cycles. *Plant and Soil*, v.151, p.105-117, 1993.

- ZAK, D. R.; TILMAN, D.; PARMENTER, R. R.; RICE, C. W.; FISHER, F. M.; VOSE, J.; MILCHUNAS, D.; MARTIN C. W. Plant production and soil microorganisms in late-successional ecosystems: a continental-scale study. *Durham*, v.75, p.2333-2347, 1994.
- ZARATE, N. A. H. Propagação e tratos culturais em inhame (*Colocasia esculenta*) cultivado em solo seco. In: 3º ENCONTRO NACIONAL SOBRE A CULTURA DO INHAME, Campo Grande/MS, 1990, *Anais...*, Campo Grande/MS, p.59-86, 1990.
- ZARATE, N. A. H.; VIEIRA M. C. Produção de clones de taro em função dos tipos de mudas. *Horticultura Brasileira*, v.21, p.646-648, 2003.
- ZARATE, N. A. H.; VIEIRA, M. C.; BRATTI, R.; ALVES SOBRINHO, T. Produção e rendimento de colheita semimecanizada de cinco clones de taro. *Ciência e Agrotecnologia*, v.27, n.2, p.1554-1559, 2003.
- ZECH, Z.; SENESI, N.; GUGGENBERGER, G.; KAISER, K.; LEHMANN, J.; MIANO, T.M.; MILTNER, A.; SCHROTH, G. Factors controlling humification and mineralization of soil organic matter in tropics. *Geoderma*, v.79, p.69-116, 1997.

TRABALHOS PUBLICADOS DA TESE

- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; GUERRA, J. G. M. Análisis nutricional de rizomas de taro asociado con *Crotalaria juncea* bajo diferentes frecuencias de riego, en manejo orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 4, p. 2525-2528, 2009.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; GUERRA, J. G. M. Indicadores de calidad del suelo en diferentes sistemas de cultivos de taro, bajo manejo orgânico. *Revista Brasileira de Agroecologia*, v. 4, p. 2579-2582, 2009.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Influence of intercropping and irrigation frequencies in the leaf development of taro (Cocoyam) productivity under organic management. In: The 16th IFOAM Organic World Congress, 2008, Modena. *Proceedings of the Second Scientific Conference of the International Society of Organic Agriculture Research (ISOFAR) - Volume 1 - Organic Crop Production*. Modena : Artestampa, 2008. v. 1. p. 404-407.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; GUERRA, J. G. M. Influência da adubação orgânica em cobertura e disponibilidade hídrica sobre o desenvolvimento foliar e produtividade da cultura do taro. In: XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2009, Fortaleza. *Anais do XXXII Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 2009.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Influência da adubação verde e disponibilidade hídrica sobre o desenvolvimento foliar e produtividade de taro sob manejo orgânico. In: XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, 2007, Gramado. *Anais do XXXI Congresso Brasileiro de Ciência do Solo*, 2007.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; TEIXEIRA, M. G. Consórcio de inhame e *Crotalaria juncea* em sistema orgânico de produção. In: FERTBIO 2006, 2006, Bonito. *Anais do Fertbio 2006*, 2006.
- AZEVEDO, P. H. S.; SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Determinação de atributos químicos do solo em consórcio de inhame e *Crotalaria juncea* em plantio orgânico. In: FERTBIO 2006, 2006, Bonito. *Anais do Fertbio 2006*, 2006.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; ESPÍNDOLA, J. A. A. Consórcio de inhame (*Colocasia esculenta*) e *Crotalaria juncea* em sistema orgânico de produção, na região do Média Paraíba - RJ. In: V Semana Científica Johanna Döbereiner, 2005, Seropédica. *Anais do V Semana Científica Johanna Döbereiner*, 2005.
- AZEVEDO, P. H. S.; SILVA, E. E.; ALMEIDA, M. M. T. B.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Atributos biológicos do solo em produção de inhame consorciada com *C. juncea*, sob manejo orgânico. In: VII Semana Científica Johanna Döbereiner, 2007, Seropédica. *Anais da VII Semana Científica Johanna Döbereiner*, 2007.
- SILVA, E. E.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M. Influência da adubação verde e disponibilidade hídrica sobre o desenvolvimento foliar e produtividade de taro sob manejo orgânico. In: VII Semana Científica Johanna Döbereiner, 2007, Seropédica. *Anais da VII Semana Científica Johanna Döbereiner*, 2007.
- SILVA, E. E.; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; AZEVEDO, P. H. S.; ALMEIDA, M. M. T. B.; LOUREIRO, D. C.; BATISTA DA SILVA, L. D. Influência da adubação verde e Disponibilidade hídrica sobre o desenvolvimento foliar e produtividade de taro (inhame) sob

manejo orgânico. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2008 *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento* 32.

SILVA, E. E. ; AZEVEDO, P. H. S. ; DE-POLLI, H. . Determinação do Carbono da Biomassa Microbiana do Solo 2007. *Comunicado Técnico* 98.

SILVA, E. E. ; AZEVEDO, P. H. S. ; DE-POLLI, H. . Determinação do Nitrogênio da Biomassa Microbiana do Solo 2007. *Comunicado Técnico* 96.

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

SILVA, E. E. ; DE-POLLI, H. ; GUERRA, J. G. M. ; AZEVEDO, P. H. S. ; TEIXEIRA, M. G. ; ALMEIDA, M. M. T. B. . Consórcio de Inhame (Taro) e Crotalaria em Sistema Orgânico de Produção. Seropédica 2006. *Comunicado Técnico* 88.

ANEXOS

Tabela A-1: Teor de nutrientes dos adubos orgânicos utilizados nos experimentos (Paty do Alferes-RJ).

Tipo de adubação	Ano de aplicação	Fonte	N Ca Mg P K				
			(g kg ⁻¹)				
Adubação na linha de plantio	2004	Composto orgânico	38,0	37,90	5,55	9,43	16,63
	2005	Composto orgânico	33,0	41,12	5,85	8,18	19,28
	2006	Esterco bovino	14,7	9,47	3,13	2,16	5,32
Adubação em cobertura	2004	Composto orgânico	33,0	41,12	5,85	8,18	19,28
	2006	Torta de mamona	50,0	9,43	8,78	19,75	12,20



Figura A-1: Equipe de trabalho da estação experimental da Pesagro-Rio em Avelar (Paty do Alferes-RJ). Fonte: Helvécio De-Polli.



Figura A-2: Foto aérea da estação experimental da Pesagro-Rio e localização da área experimental (Paty do Alferes-RJ). Fonte: Google Maps.



Figura A-3: Visão geral da área experimental no momento da semeadura do taro (A), aspecto da leguminosa (*C. juncea*) em consórcio com taro instantes antes do corte no ano de 2004 (B) e 2005 (C), e no momento do corte do feijão-de-porco em 2006 (D). Fonte: o autor.

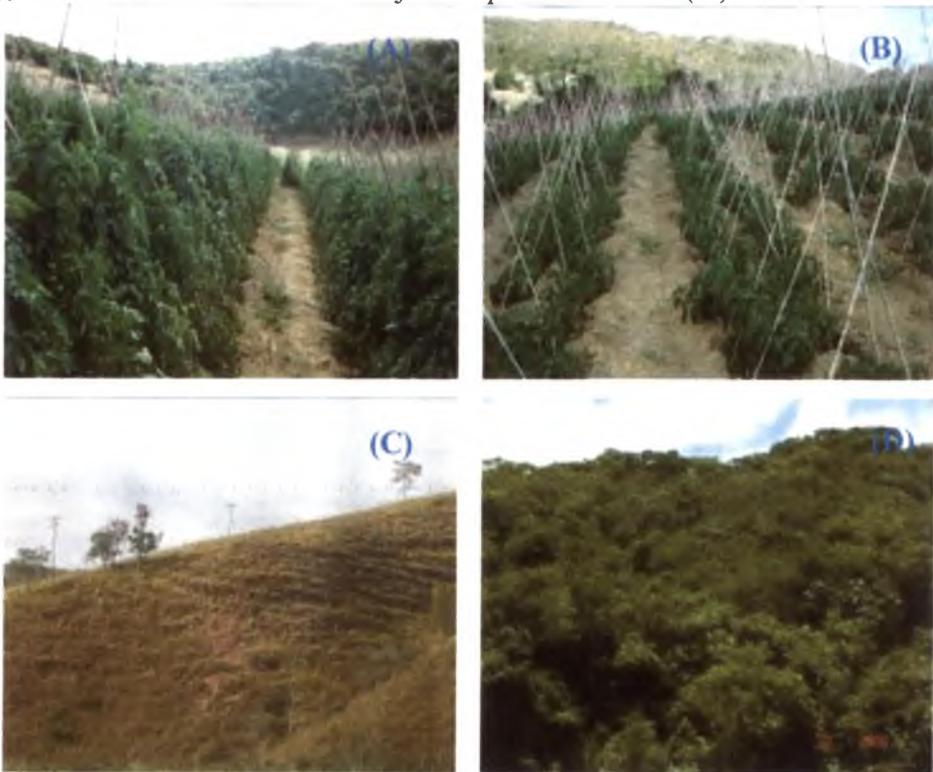


Figura A-4: Áreas de produtores de tomate (A) e pimentão (B) em sistema convencional de cultivo, área de pastagem degradada (C) e sob mata secundária (D) (Paty do Alferes-RJ). Fonte: o autor.



Figura A-5: Corte de *C. juncea* aos 165 DAP (A), disposição da leguminosa na base das plantas de taro (B), aspecto da palhada de *C. juncea* aos 255 DAP (90 dias após o corte da leguminosa) (C) e divisão entre as classes de taro (D) (Paty do Alferes-RJ). Fonte: o autor.