

UFRRJ

INSTITUTO DE AGRONOMIA

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA

DISSERTAÇÃO

**Cultivo de batata-doce (*Ipomoea batatas L.*) em
sucessão ao milho (*Zea mays L.*) consorciado com
leguminosas para adubação verde, sob manejo
orgânico de produção**

Ilzo Artur Moreira Risso

2007



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

**CULTIVO DE BATATA-DOCE (*IPOMOEA
BATATAS L.*) EM SUCESSÃO AO MILHO (*ZEA
MAYS L.*) CONSORCIADO COM LEGUMINOSAS
PARA ADUBAÇÃO VERDE, SOB MANEJO
ORGÂNICO DE PRODUÇÃO.**

ILZO ARTUR MOREIRA RISSO

Sob a Orientação do Professor
José Guilherme Marinho Guerra

e Co-orientação do Professor
Raul de Lucena Duarte Ribeiro

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, Área de Concentração em Agroecologia.

Seropédica, RJ
Agosto de 2007

634.22

R596c

T

Risso, Ilzo Artur Moreira, 1977-
Cultivo de batata-doce (Ipomoea
L.) em sucessão ao milho (Zea mays
L.) consorciado com leguminosas
para adubação verde, sob manejo
orgânico de produção / Ilzo Artur
Moreira Risso - 2007.
40f. : il.

Orientador: José Guilherme
Marinho Guerra.

Dissertação (mestrado) -
Universidade Federal Rural do Rio
de Janeiro, Programa de Pós-
Graduação em Fitotecnia.

Bibliografias: 18-23.

1. Batata-doce - Cultivo - Teses
2. milho - Melhoramento genético -
Teses 3. Cultivo consorciado -
Teses. 4. Adubação verde - Teses.
5. Agricultura orgânica - Teses.
I. Guerra, José Guilherme Marinho,
1958- . II. Universidade Federal
Rural do Rio de Janeiro. Programa
de Pós-Graduação em Fitotecnia.
III. Título.

Bibliotecário: _____

Data: ___/___/___

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

ILZO ARTUR MOREIRA RISSO

Dissertação submetida como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Ciências**, no Curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, área de Concentração em Agroecologia.

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 17/08/2007

José Guilherme Marinho Guerra. Ph.D. – Pesquisador Embrapa Agrobiologia
(Orientador)

Marcelo Grandi Teixeira. Ph.D. – Pesquisador Embrapa Agrobiologia

José Carlos Cruz. Dr. – Pesquisador Embrapa Milho e Sorgo

Aos meus pais **Jose Alberto Riso** e **Carmem Rita Moreira Riso** pelos eternos ensinamentos da vida, pelo amor, educação, amizade, respeito, incentivo, cumplicidade e companheirismo, permitindo o meu desenvolvimento e minha formação até os dias de hoje.

A minha esposa **Cristiane Soares Guimarães Riso** e ao meu filho **Jorge Alberto Guimarães Riso**, pelo amor, amizade, incentivo, cumplicidade, companheirismo e paciência.

Aos meus Irmãos, **Liliane, Cristiane, Rodrigo, Luciano, Renata e Caroline**, e a todos meus familiares, pelo incentivo e compreensão.

E a todas as pessoas que acreditam numa agricultura socialmente justa, tecnicamente possível, ecologicamente correta e economicamente viável.

Dedico este trabalho!

AGRADECIMENTOS

A **DEUS**, por ter me concedido a vida e estar presente em todos os momentos.

A **CAPES**, pela concessão da bolsa de estudos.

A **Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro** pelos mestres em especial ao **Prof. José Paulo de Souza** (*in memorian*), apoio e ensinamentos durante o decorrer do curso.

Ao curso de Pós-graduação em **Fitotecnia** por me propiciar este trabalho.

A **Embrapa Agrobiologia**, pelo apoio técnico, estrutural, financeiro, e pessoal, que possibilitaram a realização deste trabalho.

Ao pesquisador **José Guilherme Marinho Guerra** e ao **Prof. Raul de Lucena Duarte Ribeiro** pela valorosa orientação técnica e pessoal, contribuindo para minha formação e conclusão deste trabalho.

Aos pesquisadores: Marcelo Grandi Teixeira, Jose Carlos Cruz, José Carlos Polidoro, José Antonio de Azevedo Espindola e demais pesquisadores da Embrapa, pelos ensinamentos científicos.

A todos os **funcionários da Embrapa Agrobiologia, Terraço e Fazendinha**, sem os quais seria impossível a realização deste trabalho.

Aos meus amigos, em especial à **Camila e a galera do M1-131**, por terem feito parte de minha história nessa caminhada.

BIOGRAFIA DO AUTOR

Ilzo Artur Moreira Riso, nascido em 03 de novembro de 1977, em Santana do Livramento, Rio Grande do Sul, filho de José Alberto Riso e Carmem Rita Moreira Riso.

Formado em técnico em Agropecuária, pela Escola Agrotécnica Federal de São Vicente do Sul – RS, em 1997.

Cursou Pós-técnico em olericultura e Jardinagem, pela Escola Agrotécnica Federal de Santa Teresa – ES, em 1998.

Formou-se em Licenciatura em Ciências Agrícolas, pela Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, em 2003.

Iniciou o mestrado em Fitotecnia, em Agroecologia, no ano de 2005. Sendo este concluído em 2007.

RESUMO

RISSO, Ilzo Artur Moreira. **Desempenho da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) sob manejo orgânico em sucessão ao cultivo consorciado do milho (*Zea mays* L.) com leguminosas para adubação verde.** 2007. 54 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ 2007.

O estudo foi realizado no Campo Experimental da Embrapa Agrobiologia, em Seropédica, estado do Rio de Janeiro, tendo por objetivos: (a) avaliar diferentes arranjos espaciais de milho, em monocultivo ou consorciado com leguminosas, quanto à produção de grãos e aporte de nutrientes acumulados na biomassa verde incorporada ao solo; e (b) avaliar o efeito residual dessa biomassa incorporada sobre o desempenho agrônômico da batata-doce cultivada em sucessão. Os tratamentos relativos ao pré-cultivo foram: milho semeado em fileiras individuais espaçadas de 1,0 m entre si e em fileiras duplas espaçadas de 1,5 m, com 0,5m entre cada componente; monocultivo do milho com ou sem adubação orgânica suplementar de cobertura (50 kg ha⁻¹ de N total, na forma de “cama” de frango), milho em consórcio com *Crotalaria juncea* (crotalária) submetida a corte único ou a dois cortes durante o ciclo, e milho em consórcio com *Mucuna pruriens* (mucuna cinza). As culturas foram conduzidas no sistema orgânico, adotando-se delineamento experimental de blocos casualizados, envolvendo os 10 tratamentos dispostos em parcelas subdivididas, com quatro repetições. Computaram-se as biomassas da parte aérea de cada espécie, assim como a produtividade do milho em grãos secos e da batata-doce em tubérculos de padrão comercial. O manejo da crotalária por meio de corte único proporcionou aumento na produção do milho, em comparação ao monocultivo sem adubação de cobertura. Já os cortes parcelados da crotalária prejudicaram o desempenho produtivo do milho, porém resultaram em aporte superior de biomassa ao sistema. A semeadura da mucuna cinza, 40 dias após o plantio do milho, não afetou o desempenho do cereal. A produtividade do milho também não foi influenciada pelos arranjos espaciais avaliados. O desempenho da batata-doce não sofreu influência de qualquer dos tratamentos relacionados ao pre-cultivo, alcançando produção acima das médias estadual e nacional divulgadas. A inclusão das leguminosas para adubação verde, via consórcio com o milho, é considerada uma opção viável por sua capacidade em prover expressivo aporte de matéria orgânica, produzida *in situ*, contendo significativa quantidade de nutrientes, especialmente nitrogênio, com potencial de trazer benefícios no médio prazo para subsequentes culturas comerciais.

Palavras-chave: *Crotalaria juncea*, *Mucuna pruriens*, horticultura orgânica, rotação de culturas.

ABSTRACT

Performance of sweet potato (*Ipomoea batatas* L.) under organic management succeeding corn (*Zea mays* L.) intercropped with legumes species for green manuring

The study was conducted in the Experimental Field of Embrapa Agrobiologia in Seropédica, state of Rio de Janeiro, with the objectives: (a) evaluate different spatial arrangements of corn in monoculture or syndication with legumes, as the production of grains and nutrient intake of green incorporated biomass accumulated in the soil; (b) assess the residual effect of biomass built on the agronomic performance of sweet potato grown in succession. The treatments for the pre-cultivation were: corn sown in rows of individual spaced 1.0 m between them and double spaced rows of 1.5 m, with 0.5 m between each component; monoculture of corn with or without additional organic fertilizer of coverage (50 kg ha⁻¹ total N in the form of "bed" of chicken), in consortium with corn *Crotalaria juncea* submitted to cut single or two cuts over the cycle, and corn in consortium with *Mucuna pruriens*. The crops were conducted in the body system, adopting to block randomized experimental design, involving the 10 treatments arranged in split plots, with four repetitions. Computaram is the biomass of the shoots of each species, as well as the productivity of corn grain in dry and sweet potato tubers of a commercial pattern. The management of *Crotalaria juncea* through cutting provided only increase the production of corn, compared to the monoculture without fertilization of coverage. Already the cuts parcelados of *Crotalaria juncea* undermined the productive performance of corn, but resulted in higher intake of biomass to the system. The sowing of *Mucuna pruriens*, 40 days after planting corn, did not affect the performance of the cereal. The productivity of corn was not influenced by the spatial arrangements evaluated. The performance of the sweet potato has no influence of any of the treatments related to pre-cultivation, production reaching above state and national averages disclosed. The inclusion of legumes green manure, via consortium with corn, is considered a viable option for its ability to provide significant input of organic matter, produced in situ, containing significant amounts of nutrients, especially nitrogen, with the potential to bring benefits in the medium deadline for subsequent commercial crops.

Keywords: *Crotalaria juncea*, *Mucuna pruriens*, organic horticulture, crops rotation.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	01
2	REVISÃO DE LITERATURA.....	02
2.1	CULTURA DA BATATA-DOCE.....	03
2.2	AGRICULTURA ORGÂNICA.....	05
2.3	ADUBAÇÃO VERDE.....	06
3	OBJETIVOS.....	10
4	MATERIAL E MÉTODOS.....	11
5	RESULTADO E DISCUSSÕES.....	15
6	CONCLUSÕES.....	23
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	24
8	ANEXOS.....	30

1. INTRODUÇÃO

Na busca de soluções para a substituição dos fertilizantes sintéticos, uma vez que os mesmos têm seu uso proibido na agricultura orgânica, conforme a instrução normativa de nº. 7, de 17 de maio de 1999, do Ministério de Agricultura (MAPA, 2007). Uma vez que sua substituição por fontes orgânicas, como por exemplo, esterco de origem animais, são uma alternativa que vem sendo questionada devido à origem desses produtos, e possíveis contaminações. Assim como, a elevação cada vez maior do custo desses insumos, tornando-os inacessíveis aos agricultores.

Por outro lado, a agricultura familiar vem ganhando força no desenvolvimento nacional, juntamente com o debate sobre o desenvolvimento sustentável, a geração de emprego e renda, a segurança alimentar e o desenvolvimento local, que impulsiona a difusão da agricultura orgânica em nosso Estado, e uma cultura que se adapta a essas condições é a batata-doce (*Ipomoeas batatas* L.). Pois, no estado do Rio de Janeiro, seu cultivo é feito, predominantemente, em pequenos estabelecimentos com características de produção agrícola de base familiar. Também sendo uma cultura bastante interessante para o cultivo orgânico por ser bastante rústica. Assim podemos caminhar na busca de alternativas que possam favorecer a autonomia das unidades de produção. Um exemplo disso é a adubação verde, com o uso de leguminosas fixadoras de N₂.

Apesar da importância que a adubação verde pode assumir nas unidades de produção familiar, frequentemente não se adota a prática do pousio, em virtude da limitada área física disponível, devido à exploração intensiva das áreas, o que restringe, em muitos casos, a introdução desta prática. Com isso, torna-se importante desenvolver e determinar a eficiência da introdução de adubos verdes consorciados com culturas econômicas, do ponto de vista estratégico, de forma a beneficiar cultivos em sucessão. Nesse cenário, destaca-se a cultura do milho (*Zea mays* L.) podendo favorecer a introdução da adubação verde na forma de consórcio nas unidades familiares dedicadas à exploração de olerícolas, haja vista o fato do milho ser empregado, frequentemente, em rotação às hortaliças, e devido a possibilitar modificações nos arranjos espaciais e populacionais de plantio.

Considerando esse raciocínio, pode-se apontar que a introdução de leguminosas, para fins de adubação verde, consorciadas com o milho como uma alternativa agronomicamente viável no que diz respeito ao aumento da sustentabilidade da produção agrícola. No que tange a produção orgânica, esta prática importante, pois confere ao agricultor maior grau de autonomia, em relação à gestão do N na unidade de produção, principalmente àquelas de base familiar. Dessa forma, pode-se estimular o uso de um recurso renovável e obtido localmente. Em contra partida, necessita-se de um esforço conjunto que não envolva não apenas a pesquisa, mas também os setores envolvidos na produção para se alcançar êxito com esta prática, principalmente no que diz respeito à adaptação no nível local. Assim a adubação verde é uma técnica cujo êxito depende de um contexto em que se faça uso de inúmeras práticas, que tenham por finalidade buscar a auto-suficiência local da produção agropecuária.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A agricultura familiar destaca-se como importante fornecedora de produtos agropecuários componentes da base alimentar da população brasileira (Ehlers, 1999), tendo o milho como a cultura mais presente nesses estabelecimentos, em cerca de 55% das unidades familiares brasileiras e em 44% das unidades familiares do sudeste (INCRA/FAO, 2000).

O cultivo de hortaliças no estado do Rio de Janeiro é feito, predominantemente, em pequenos estabelecimentos com características de produção agrícola de base familiar, caracterizando-se por uma exploração intensiva. O consumo per-capita de hortaliças no Estado alcança 54,3 kg/ano, sendo o maior do Brasil. No ano 1998, a região sudeste respondeu por aproximadamente 63% do volume comercializado, com auto grau de diversificação de espécies, sendo o Rio de Janeiro o terceiro maior produtor da região com cerca de 8% da produção nacional (EMBRAPA, 2000). Nesse contexto, a batata-doce (*Ipomea batatas L.*) aparece com destaque, sendo cultivada tanto na região da baixada quanto na serrana fluminense.

2.1. Cultura da Batata-Doce

A batata-doce é uma espécie originária das Américas Central e do Sul, tendo como centros de diversificação desde a Península de Yucatan no México, até a Colômbia (Austin, 1987); relatos de seu uso remontam mais de dez mil anos. A batata-doce é uma dicotiledônea pertencente à família botânica Convolvulaceae, que agrupa aproximadamente 50 gêneros e mais de 1000 espécies, porém, somente a batata-doce tem expressão econômica. A planta possui caule herbáceo, de hábito prostrado, folhas largas, apresentando dois tipos de raízes: a de reserva ou tuberosa, que constitui a principal parte de interesse comercial, e a raiz absorvente (Silva et al., 2002).

A cultura da batata-doce assume importância econômico-social destacada, pois participa na dieta humana como fonte de calorias, vitaminas e minerais (Tabela 1). É a quarta hortaliça mais consumida no Brasil, e apresenta alto rendimento por unidade de área cultivada. O plantio de batata-doce no Brasil ocupa uma área de cerca de 50 mil hectares, com volume de produção de aproximadamente 500 mil toneladas por ano. Um aspecto importante em relação ao comportamento agrônomo desta cultura é a rusticidade e a tolerância ao ataque de pragas (Silva et al., 2006), que são características favoráveis à adoção em sistemas orgânicos de produção, o que a torna uma cultura importante para estabilidade da renda em unidades familiares fluminenses.

Tabela 1. Composição química de 100 gramas de raiz de batata-doce crua. (Adaptado de Luego et al., 2000).

Componente	Quantidade
Água	72,8 (g)
Calorias	102
Fibras digeríveis	1,1 (g)
Potássio	295 (mg)
Sódio	43 (mg)
Magnésio	10 (mg)
Manganês	0,35 (mg)
Zinco	0,28 (mg)
Cobre	0,2 (mg)
Vitamina A – retinol	300 (mg)
Vitamina B – tiamina	96 (mg)
Vitamina B2 – riboflavina	55 (mg)
Vitamina C – ácido ascórbico	30 (mg)
Vitamina B5 – niacina	0,5 (mg)

Para o cultivo da batata-doce recomenda-se a aplicação de 20 kg de N ha⁻¹ para essa cultura (Almeida et al., 1988; Silva et al., 2002), sendo o nitrogênio é o segundo nutriente mais exigido pela cultura da batata-doce, que tem como nutriente de maior exigência o Potássio (Filgueira, 2000), e por isso, a nutrição nitrogenada merece especial atenção. Em situações de deficiência deste nutriente, as folhas tornam-se prematuramente cloróticas, e com o agravamento da anomalia pode ocorrer intenso desfolhamento com significativa redução na produção e no padrão comercial das raízes (Chaves & Pereira, 1985). Normalmente, o fornecimento via adubação, é necessário para complementar aqueles originados da mineralização dos estoques de matéria orgânica do solo (Malavolta, 1990). Por outro lado, em solos com alta disponibilidade de N ocorre profundo crescimento da parte aérea em detrimento da formação de raízes tuberosas.

2.2. Agricultura Orgânica

A agricultura alternativa vem se consolidando desde a década de 20 em diversos países, dando origem a diferentes correntes, como: agricultura orgânica, biodinâmica, biológica, natural e ecológica entre outras (Ehlers, 1999).

No Brasil, o movimento de maior expressão é a agricultura orgânica, que foi conceituada de acordo com a normativa o Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento (MAPA, 2007) como:

“Considere-se sistema orgânico de produção agropecuária e industrial, todo aquele em que se adotam tecnologias que otimizem o uso de recursos naturais e socioeconômicos, respeitando a integridade cultural e tendo por objetivo a auto-sustentação no tempo e no espaço, a maximização dos benefícios sociais, a minimização da dependência de energias não renováveis e a eliminação do emprego de agrotóxicos e outros insumos artificiais tóxicos, organismos geneticamente modificados - OGM/transgênicos, ou radiações ionizantes em qualquer fase do processo de produção, armazenamento e de consumo, e entre os mesmos, privilegiando a preservação da saúde ambiental e humana, assegurando a transparência em todos os estágios da produção e da transformação”.

Nesse cenário, a produção orgânica merece destaque, pois exclui o emprego de agroquímicos sintéticos que, em varias situações, podem interferir negativamente nos processos biológicos do sistema solo-planta. Um desafio da agricultura orgânica consiste em se encontrar alternativas para o aporte de nutrientes, principalmente o N, nos sistemas produtivos, em substituição aos fertilizantes sintéticos (Castro, 2004), que tem sua utilização interdita nos sistemas orgânicos de produção.

2.3. Adubação Verde

No manejo orgânico, a prática da adubação verde merece atenção, face à sua multifuncionalidade, e consiste no plantio de determinadas espécies vegetais em rotação ou em consórcio com culturas de interesse econômico, sendo a biomassa verde roçada e incorporada, ou mantida na superfície do solo (Guerra et al., 2004).

Dentre os adubos verdes, destacam-se os representantes da família *Leguminosae*, por formarem simbiose com bactérias fixadoras do nitrogênio atmosférico (Espindola et al., 2005). Isto resulta no aporte de quantidades expressivas de N, disponibilizado após o corte das plantas e que pode gerar auto-suficiência em relação a este nutriente essencial (Ribas et al., 2003a; Espíndola et al., 2005). Vantagens adicionais da adoção desta prática envolvem: controle à erosão, redução da incidência de ervas espontâneas e das perdas de nutrientes do solo por lixiviação e volatilização (Espindola et al., 2005).

A inclusão de leguminosas para adubação verde, em sistemas de produção orgânica, é capaz de atender ou viabilizar a gestão do N e a ciclagem de outros nutrientes essenciais. Os consórcios simultâneos podem ser, para tanto, recomendados, desde que estudados sob condições edafoclimáticas específicas e determinados os arranjos espaciais e temporais mais adequados (Espindola et al., 2005).

Uma outra destacada contribuição da adubação verde consiste no aporte de apreciável quantidade de biomassa, permitindo a manutenção ou mesmo a elevação do teor de matéria orgânica do solo (Lassus, 1990). Dessa forma, a utilização de leguminosas em sistemas de rotação cultural pode aumentar a capacidade de troca catiônica, acarretando redução das perdas de nutrientes por lixiviação. (Testa et al., 1992).

A adubação verde atua nas características físicas do solo, dentro dos princípios gerais estabelecidos para a adição de matéria orgânica. Desse modo, solos com elevado teor de matéria orgânica apresentam condições físicas adequadas, embora isso dependa também de outros fatores. As propriedades potencialmente afetadas pela incorporação de matéria orgânica são: estabilidade de agregados, densidade global, porosidade, capacidade de retenção de umidade e taxa de infiltração de água (De-Polli et al., 2005).

Em relação ao manejo do solo, a erosão constitui um dos principais fatores responsáveis por decréscimos na produtividade agrícola, provocando perda de solo e nutrientes (Schaefer et al., 2002). O processo é acelerado pela exposição do solo às intempéries, com destruição dos agregados e conseqüente obstrução dos poros. Com freqüência, forma-se uma camada superficial de maior densidade o que dificulta a infiltração de água no solo (Perin et al., 2004a). Neste sentido, a proteção do solo, em decorrência do uso de plantas de cobertura torna possível reduzir as perdas de solo e de água. Em adendo, a cobertura proporcionada pelos adubos verdes, ainda atenua as variações de temperatura na superfície do solo favorecendo o desenvolvimento das plantas cultivadas (Perin et al., 2004b; Espíndola et al., 2005).

Em adição, os adubos verdes estimulam a atividade da biota do solo, por meio tanto do estímulo promovido pelo desenvolvimento do sistema radicular quanto pelo fornecimento de resíduos, que servem como fonte de energia e nutrientes. Dentre os microrganismos do solo favorecidos pela adubação verde, merecem destaque os fungos micorrízicos arbusculares (MA). Tais fungos associam-se a raízes da maioria das espécies cultivadas, trazendo benefícios como o aumento da absorção de água e nutrientes, da agregação de partículas do solo e da resistência a determinados patógenos (De-Polli et al., 2005). Assim, Espíndola et al. (1997), avaliando pré-cultivos com diversas espécies de leguminosas sobre a simbiose micorrízica em batata-doce, verificaram que as leguminosas crotalária (*Crotalaria juncea*), feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*) e mucuna-preta (*Stizolobium aterrium*) incrementaram o número de propágulos infectivos destes fungos nativos do solo. Destaca-se ainda neste trabalho que o pré-cultivo com mucuna-preta proporcionou acréscimos de produtividade de batata-doce da ordem de 100% e 45%, respectivamente em relação à incorporação da vegetação espontânea formada pela grama batatais e ao pousio com a área mantida capinada.

Outro aspecto influenciado pela adubação verde é a população de espécies vegetais de ocorrência espontânea. A competição com plantas espontâneas pode ocasionar reduções na produtividade de culturas de interesse econômico. Algumas leguminosas são capazes de influir na população de espontâneas, por meio de mecanismos supressivos ditados pela liberação de substâncias alelopáticas durante a decomposição da biomassa roçada e/ou competitivos, com respeito à água, luz e nutrientes. A adubação verde tem-se revelado uma alternativa viável no controle de ervas espontâneas, com a vantagem reduzir os riscos de contaminação ambiental pelo uso de herbicidas sintéticos (Espíndola et al., 2005; Oliveira et al., 2006).

Além do uso tradicional da adubação verde realizadas em áreas mantidas em pousio (pré-cultivos), os adubos verdes podem ser cultivados na forma de consórcio com as culturas

econômicas, sendo semeado nas entrelinhas das culturas. Isto permite a exploração econômica da área durante o ano todo. Essa forma de manejo mostra-se particularmente interessante para pequenas unidades de produção, pois assim otimiza-se o aproveitamento territorial, a energia radiante, a água e os nutrientes (Perin et al., 2004b; Espíndola et al., 2005).

Pode-se destacar, por exemplo, a produtividade do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) que em consórcio simultâneo com *C. juncea* superou em 13% a do monocultivo (Ribas et al., 2003a). O benefício desse consórcio é maximizado quando esta leguminosa é podada e posteriormente roçada (Ribas et al., 2003b). Em adendo, a presença das leguminosas *C. spectabilis* e *Mucuna Anã* (*M. dinageana*) em consórcio com a cultura da couve (*Brassica oleracea* var. *acephala*) não se traduziu em competição e promoveu benefícios em algumas das colheitas efetuadas durante o ciclo desta hortaliça (Silva, 2006). O consórcio de berinjela (*Solanum melongena* L.) com *C. juncea* também não acarretou perda de produtividade, mostrando-se vantajoso (Castro, 2004), assim como *C. juncea* quando consorciada com pimentão traz benefícios ao desempenho agrônômico desta cultura, com um incremento de aproximadamente 2% na produção de pimentão (Cesar et al., 2006).

Todavia, os resultados de pesquisa em relação ao uso de adubos verdes em consórcio com culturas econômicas são escassos e, por isso, tornam-se importante a condução de estudos para adequação da adubação verde nos agroecossistemas, na forma de consórcios simultâneos. Nesse caminho, pode-se sugerir o uso do milho para tal sistema, é uma cultura com boa adaptação ao manejo consorciado. Contudo, necessita-se conhecer os melhores arranjos espaciais para o cultivo consorciado desta cultura. Teoricamente, o melhor desenho, com vista ao desempenho da cultura consorciada, é aquele que proporciona máximo aproveitamento de luz, água e nutrientes (Argenta et al., 2001), sem dificultar os tratos culturais indispensáveis durante os respectivos ciclos produtivos. Assim o fechamento mais rápido dos espaços disponíveis, durante o ciclo de crescimento do milho, em decorrência do arranjo espacial de plantio (Teasdale, 1995; Nice et al., 2001), pode acarretar reduzida transmissão da radiação na comunidade de plantas. A menor incidência luminosa nos extratos inferiores do dossel limita sobremaneira o desenvolvimento de plantas espontaneas (Balbinot e Fleck, 2005).

Face o exposto, o presente trabalho tem como hipóteses testar: diferentes arranjos espaciais de plantio do milho não interferem no potencial de produção de biomassa de leguminosas manejadas em consórcio e do próprio milho; e leguminosas consorciadas com o milho promovem ganhos na produtividade da batata-doce, sob manejo orgânico, cultivada em sucessão. Neste contexto, propõe-se um estudo visando avaliar o desempenho agrônômico da cultura da batata-doce, beneficiando-se da rotação com o milho (*Zea mays* L.), sendo este cultivado em consórcio com leguminosas para fins adubação verde.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho experimental foi conduzido no período de dezembro de 2005 a dezembro de 2006, no Campo Experimental do Centro Nacional de Pesquisa de Agrobiologia (*Embrapa Agrobiologia*), localizado no município de Seropédica, estado do Rio de Janeiro e situado na latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' W Grw e altitude de 33 metros. As características climáticas no período encontra-se apresentados nas Figuras 1, 2, 3, 4 e 5 (anexos), sendo o clima incluído na classificação de Köppen como tipo Aw.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo, tendo na classe textural argilo-arenosa (Lemos & Santos, 1996) e foi anteriormente cultivado com milho. Foram retirados amostras de terra, anteriormente ao inicio do experimento, na camada de 0 - 20 cm, para realização de análise granulométrica e química (Claessen, 1997); os resultados encontrados foram: 45% de areia, 41 % de argila e 14% de silte; pH (água)= 5,2; $Al^{+++} = 0,2$; $Ca^{++} + Mg^{++} = 4,1$; $Ca^{++} = 2,9$; $Mg^{++} = 1,2$ cmol_c dm⁻³; P= 10,0; K= 67,0 mg dm⁻³. Anteriormente ao plantio da batata-doce, tão logo o milho e as leguminosas forma roçados, realizaram-se novas amostragens, na mesma camada, e os resultados encontram-se apresentados na Tabela 1 do anexo. Tendo com base a análise inicial do solo e as recomendações contidas no Manual de Adubação para o Estado do Rio de Janeiro (Almeida et al., 1988), foram realizadas adubações para fornecimento de fósforo (80 kg ha⁻¹) e de potássio (40 kg ha⁻¹), sendo fontes, respectivamente, termofosfato magnésiano e sulfato de potássio ambos os insumos admitidos nas normas técnicas da agricultura orgânica. Durante todo experimento foram realizadas irrigações nos dois cultivos, sendo suspensa somente no intervalo dos cultivos.

Tradicionalmente plantada no estado do Rio de Janeiro, principalmente, na região da baixada, a batata-doce cultivar Rosinha do Verdan foi utilizada, por apresentar excelentes características para o mercado consumidor de estado do Rio de Janeiro. As ramas de batata-doce para o plantio foram coletadas em unidade agrícola de base familiar localizada no município de Magé, RJ. Para o cultivo de milho foi escolhida a variedade BR-106, uma das mais plantadas no Brasil (Noce, 2004). As leguminosas empregadas foram Crotalaria (*Crotalaria juncea*), comumente difundida como adubo verde, sendo de ciclo anual e hábito de crescimento ereto e mucuna cinza (*Mucuna pruriens*) difundida no plantio consorciado com milho e apresentando hábito de crescimento volúvel.

O delineamento experimental adotado foi o de blocos casualizados, envolvendo 10 tratamentos dispostos em parcelas subdivididas 2x5 com quatro repetições. Os tratamentos corresponderam a diferentes sistemas de cultivo do milho solteiro ou consorciado com as duas espécies de leguminosas. Assim, o milho foi cultivado em dois arranjos espaciais, quer em monocultivo quanto nos consórcios. O primeiro arranjo consiste de linhas de semeadura simples e espaçadas de 1,0 m entre si; no segundo arranjo, a semeadura do milho foi efetuada em linhas duplas espaçadas de 0,5 m entre si, mantendo-se a distância de 1,5 m separando cada dupla linha. Em ambos esses arranjos populacionais, o milho foi cultivado sem adubação

suplementar ou foi submetida à adubação suplementar de cobertura com “cama” de aviário aplicada aos 40 dias pós semeadura, veiculando a dose padronizada de 50 kg de N total ha⁻¹ nesse tratamento. No consórcio com crotalária, esta foi semeada no mesmo dia do milho, e foi cortada uma única vez, 40 dias após a semeadura, ou duas vezes, sendo a primeira aos 40, sendo o corte realizado a 1/3 da altura da crotalária, e a segunda (rebrotada) aos 160 dias pós semeadura do milho. No consórcio com mucuna cinza, a semeadura dessa foi realizada 40 dias depois do milho, momento da adubação de cobertura do milho, sendo a leguminosa cortada com 120 dias de idade e de uma só vez. Na segunda etapa tivemos o plantio de batata-doce seguida desses pré-cultivos.

O experimento foi constituído de parcelas de 18 m² (6 x 3 m), tendo uma área útil de 2 m², correspondendo a duas linhas de milho, quatro linhas de crotalária quando plantada com o milho em linhas simples e três linhas desta leguminosa quando plantada com o milho em linhas duplas, e de duas linhas de mucuna, em ambos arranjos do milho, todos com 1 m de comprimento.

O milho foi plantado na densidade de 10 sementes por metro linear, seguindo-se desbaste para estabelecer uma população padronizada de 60.000 plantas ha⁻¹. A crotalária foi simultaneamente semeada nas entrelinhas do milho. Foram constituídas duas linhas da leguminosa entre as linhas simples de milho e três linhas da leguminosa entre as linhas duplas de milho, mantendo-se uma densidade de 30 sementes por metro linear o que representou as densidades equivalentes a, respectivamente de 600 mil e 450 mil plantas ha⁻¹. A semeadura da mucuna-cinza foi realizada 40 dias após a do milho, na densidade de quatro sementes por metro linear. O plantio desta leguminosa foi realizado dentro das linhas simples de milho ou entre as linhas duplas de milho, de modo a respeitar o espaçamento de 1 m para a mucuna, o que representou uma densidade de 40 mil plantas ha⁻¹.

Foi procedida uma adubação orgânica na cultura do milho por ocasião do plantio, tendo como fonte o esterco bovino, de forma a fornecer o equivalente a 100 kg de N ha⁻¹. O tratamento relativo ao monocultivo de milho com adubação de cobertura recebeu 50 kg de N ha⁻¹, veiculado por meio de “cama” de frango, 40 dias após semeadura. Estirpes específicas de rizóbio, oriundas da coleção da *Embrapa Agrobiologia*, foram inoculadas nas sementes das leguminosas por ocasião da semeadura das mesmas.

Na mesma data da adubação de cobertura do milho, foi efetuada a roçada da crotalária rente à superfície do solo, ou sua poda a 1/3 da altura das plantas. A rebrotada da crotalária no tratamento com poda, foi igualmente roçada e incorporada juntamente com a palhada do milho e da mucuna, no tratamento com manutenção da parte aérea, antecedendo de duas semanas o plantio da batata-doce.

Foi determinada a produção de biomassa aérea da crotalária imediatamente após poda e roçada, sendo retiradas sub-amostras, as quais foram acondicionadas em sacos de papel e colocadas para secar em estufa de ventilação forçada, regulada a 65°C, até atingir massa constante. O material seco, em seguida à pesagem, foi moído em moinho tipo Willey para determinação dos teores de N como descrito por Bremner & Mulvaney (1982), correspondentes às ocasiões de roçadas ou podas. Foi também avaliada a produtividade do

milho, assim como os teores de N nos grãos. Ao final do ciclo do milho, foi estimada a produção biomassa (fresca e seca) a ser incorporada ao solo, oriunda de cada tratamento, bem como a determinação do teor deste elemento. Em relação à batata-doce, foi avaliada a biomassa aérea, a produção de raízes tuberosas e analisados os teores de N na parte aérea e nas raízes.

Os dados obtidos foram submetidos a análise de variância empregando-se o teste F. Detectando-se significância para o nível de 5% de probabilidade, as medias foram comparadas pelo teste de Scott-Knott também se estabelecendo a significância no nível de 5 % de probabilidade.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A partir do esquema experimental adotado e com base na análise de variância demonstram-se que não há efeito interativo entre os fatores, manejo e arranjo espacial, apenas para as seguintes variáveis avaliadas: produção de matéria seca da parte aérea do milho e produção de raízes tuberosas de batata-doce (Tabelas 2 a 7, anexo), por esse motivo a discussão, para essas variáveis, será baseada nos efeitos isolados dos fatores em estudo. Para os demais parâmetros avaliados tanto em relação ao milho quanto às leguminosas bem como em com em relação a batata-doce, houve efeito interativo. Face o exposto, a discussão dos resultados será baseada na interação dos efeitos dos fatores em estudo.

Tabela 2. Produção de matéria seca e quantidade de nitrogênio acumulado na parte aérea do milho cultivado em diferentes arranjos espaciais e formas de manejo envolvendo a adubação orgânica de cobertura e consórcio com *C. juncea* e mucuna cinza, para fins de adubação verde.

Forma de manejo Milho-leguminosa	PARTE AÉREA DO MILHO					
	Matéria seca (Mg ha ⁻¹)			N (g kg ⁻¹)		
	Arranjo espacial					
	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶
Milho - adubação de cobertura ¹	3,79	3,61	3,70 B	24,63 Ca	26,30 Ba	25,47
Milho + adubação cobertura ²	4,82	4,44	4,63 A	42,48 Aa	41,14 Aa	41,81
Milho + crotalária 2 cortes ³	2,94	2,69	2,81 C	31,77 Ba	19,34 Bb	25,55
Milho + crotalária 1 corte ⁴	3,87	3,27	3,57 B	48,14 Aa	29,19 Bb	38,66
Milho + mucuna ⁵	3,96	3,87	3,91 B	36,63 Ba	22,54 Bb	29,58
Média ⁶	3,88 a	3,58 a		36,73	27,70	
CV% para arranjo		9%			7%	
CV% para manejo		14%			10%	

¹ e ² ausência (-) e presença (+) de adubação orgânica de cobertura equivalente a 50 kg de N ha⁻¹, na forma de “cama” de frango;

³ crotalária cortada aos 40 e 160 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁴ crotalária cortada aos 40 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁵ mucuna cortada após roçada aos 120 dias após a semeadura da mucuna.

⁶ médias Seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar, inicialmente, que os arranjos espaciais de plantio do milho não resultaram diferenças na produção de biomassa, quanto na quantidade de nitrogênio acumulado na parte aérea desta cultura, quando cultivado em linhas simples, porem quando no cultivo de linhas duplas houve diferença e observou-se o melhor desempenho no milho

quando este recebeu adubação de cobertura seja na forma de esterco como na forma de adubo verde, palhada de crotalária manejada com um corte (Tabela 2). Nota-se ainda na Tabela 2 que, a adubação orgânica de cobertura na cultura do milho resultou aumento na produção de biomassa e porem não alterou o teor de N acumulado na parte aérea nas plantas de milho, quando comparado com ausência de adubação.

Por outro lado, considerando o cultivo consorciado do milho e de *C. juncea*, cortada aos 40 dias após a semeadura ou cortada aos 40 dias e aos 160 dias após a semeadura desta leguminosa, observou-se que embora o manejo com 2 cortes tenha acarretado no ingresso de quantidades expressivas de matéria orgânica, rica em N, ao sistema (Tabela 4), provocou redução na produção de biomassa da parte aérea do milho (Tabela 2), Denotando a presença de processo competitivo entre a *C. juncea* e o milho. Possivelmente isso pode estar ligado à competição por luz ocasionada pela presença da crotalária desde o início do cultivo do milho.

Esse aporte de matéria seca por parte da crotalária quando com um corte foi de 2,96 Mg ha⁻¹, isso supera os resultado obtidos por Cesar (2004), porem é inferior aos alcançado por Ribas et al., (2003b). Já a quantidade de matéria seca da crotalária, quando submetida a dois cortes, é superior ao encontrado por Ribas et al., (2003b).

Em relação ao consórcio com mucuna cinza, evidencia-se na Tabela 2 que esta leguminosa não acarreta competição com a cultura do milho, porém, não proporciona aumento na produção de biomassa e nas quantidades de N acumulado na parte aérea do milho. Considerando o manejo adotado para o consórcio da mucuna cinza com o milho este resultado já era esperado, pois a inclusão desta leguminosa no consórcio visa fornecer matéria orgânica e nutrientes, principalmente o N, para o cultivo subsequente, haja vista que o desenvolvimento deste adubo verde durante o ciclo de cultivo do milho é lento, o que acarreta pequena introdução de biomassa aérea. Destaca-se que a mucuna cinza contribuiu com quantidades expressivas de biomassa e N para o sistema de manejo proposto (Tabela 4).

Considerando os grãos de milho, a adubação orgânica de cobertura resultou aumento de produtividade, quando comparada ao tratamento sem esta modalidade de adubação (Tabela 3). Conquanto a adubação verde não tenha conferido produtividade igual a alcançada com o uso da adubação orgânica realizada em cobertura, esta prática possibilitou aumento de produtividade em relação ao tratamento que recebeu a adubação orgânica apenas no plantio, equivalente à 14 e 18%, respectivamente, nos tratamentos milho consorciado com crotalária submetida a um corte e milho consorciado com mucuna cinza (Tabela 3).

Tabela 3. Produção e teor de N acumulada nos grãos de milho a partir de diferentes arranjos espaciais de plantio do milho e formas de manejo envolvendo a adubação orgânica de cobertura e consócio com *C. juncea* e mucuna cinza, para fins de adubação verde.

Forma de manejo Milho- leguminosa	GRÃO DE MILHO					
	Produção (Mg ha ⁻¹)			teor de N (g kg ⁻¹)		
	Arranjo espacial					
	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶
Milho - adubação de cobertura ¹	2,62 Cb	3,47 Ba	3,05	11,85 Bb	14,18 Aa	13,01
Milho + adubação cobertura ²	5,64 Aa	4,56 Ab	5,10	15,72 Aa	14,08 Aa	14,90
Milho + crotalária 2 cortes ³	2,47 Ca	2,30 Ca	2,38	14,83 Aa	13,59 Aa	14,21
Milho + crotalária 1 corte ⁴	4,15 Ba	3,52 Ba	3,84	14,92 Aa	14,14 Aa	14,53
Milho + mucuna ⁵	4,35 Ba	3,35 Bb	3,85	14,59 Aa	13,87 Aa	14,23
Média ⁶	3,84	3,44		14,38	13,97	
CV% para arranjo		15%			4%	
CV% para manejo		13%			11%	

¹ e ² ausência (-) e presença (+) de adubação orgânica de cobertura equivalente a 50 kg de N ha⁻¹, na forma de “cama” de frango;

³ crotalária cortada aos 40 e 160 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁴ crotalária cortada aos 40 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁵ mucuna cortada após roçada aos 120 dias após a semeadura da mucuna.

⁶ médias Seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

O efeito já observado de competição do tratamento envolvendo o consócio do milho com *C. juncea* submetida a dois cortes em relação à produção de biomassa aérea do milho (Tabela 2), também foi observado para a produção de grãos (Tabela 3), mostrando que nas condições edafoclimáticas predominantes o manejo adotado neste trabalho experimental, com dois cortes desta leguminosa, não beneficia a cultura do milho, independente do arranjo espacial de plantio desta cultura.

Os resultados observados em relação ao milho são distintos daqueles obtidos por Ribas et al., (2003b) para cultura do quiabeiro. Naquele trabalho observou-se que o manejo com poda e posterior roçada resultou no aumento de 20% na produtividade de frutos desta hortaliça. No estudo, torna-se relevante relatar que os autores não constataram a ocorrência de competição por luz provocada pela *C. juncea*, o que pode ter sido o fator determinante para os resultados encontrados no presente trabalho.

Em relação à quantidade de N exportada pelos grãos, observa-se tendência para, porém, apenas para os tratamentos relativos ao consócio do milho com *C. juncea* submetida a

dois cortes. Nessa situação, o resultado pode ser entendido pela menor quantidade de grãos produzidos, o que acarretou menor exportação de N nos grãos.

Considerando que a produção de matéria orgânica *in situ* é um aspecto importante no manejo das unidades orgânicas, pode-se observar na Tabela 4 que a presença das leguminosas proporcionou expressivo aumento na quantidade de biomassa aérea total, quando comparada com o monocultivo do milho, destaca-se a elevada produção do tratamento relativo ao milho consorciado com crotalária submetida a dois cortes. Em relação às quantidades de N presente na palhada, os resultados são ainda mais expressivos, destacando-se um incremento de cerca de 185, 55 e 123 kg ha⁻¹ de N, respectivamente, nos tratamentos com crotalária como dois cortes, crotalária com um corte e mucuna cinza, quando comparados ao tratamento relativo ao monocultivo do milho com adubação orgânica de cobertura.

Tabela 4. Produção de matéria seca total e quantidade de nitrogênio acumulado, parte aérea de milho mais parte aérea da leguminosa, cultivados a partir de diferentes arranjos espaciais do milho, e formas de manejo envolvendo a adubação orgânica de cobertura do milho e a adubação verde em consócio com crotalária e mucuna.

Forma de manejo Milho-leguminosa	PARTE AÉREA DO MILHO MAIS LEGUMINOSA					
	Matéria seca (Mg ha ⁻¹)			N (kg ha ⁻¹)		
	Arranjo espacial					
	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶
Monocultivo - adubação de cobertura ¹	3,76 Ea	3,61 Da	3,69	24,63 Da	26,30 Da	25,46
Monocultivo + adubação cobertura ²	4,90 Da	3,97 Da	4,43	42,48 Da	41,14 Da	41,81
Consoiciado + crotalária 2 cortes ³	15,37 Aa	15,82 Aa	15,60	197,77 Aa	228,30 Aa	213,03
Consoiciado + crotalária 1 corte ⁴	7,35 Ca	5,56 Cb	6,46	107,64 Ca	67,00 Cb	87,32
Consoiciado + mucuna ⁵	10,00 Ba	10,98 Ba	10,49	161,59 Ba	171,32 Ba	166,45
Média ⁶	8,28	7,99		106,82	106,81	
CV% para arranjo		9%			2%	
CV% para manejo		9%			9%	

¹ e ² ausência (-) e presença (+) de adubação orgânica de cobertura equivalente a 50 kg de N ha⁻¹, na forma de “cama” de frango;

³ crotalária cortada aos 40 e 160 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁴ crotalária cortada aos 40 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁵ mucuna cortada após roçada aos 120 dias após a semeadura da mucuna.

⁶ médias Seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Em relação à batata-doce cultivada em sucessão, não foram detectados efeitos dos pré-cultivos na produção de raízes (Tabela 5). Estes resultados se contrapõem aos encontrados por Espindola et al, (1998), em que a presença de adubação verde com leguminosas proporcionou

aumento de produção da batata-doce em condições climáticas semelhantes. Contudo, deve-se salientar que os valores de produção obtidos no presente trabalho são superiores aos encontrados no trabalho de Espindola et al, (1998). Com base nisto, é possível supor que as condições do solo, bem como de manejo do milho (adubação orgânica inicial) encontradas no presente trabalho tenham sido mais favoráveis ao desenvolvimento desta cultura, não permitindo detectar diferenças oriundas dos pré-cultivos. Outra hipótese que pode ser postulada está relacionada à decomposição da palhada das leguminosas associadas a palhada do milho, em que a velocidade de mineralização do N poderia não estar em sincronia com a demanda metabólica da cultura, o que resulta baixa eficiência de recuperação do N mineralizado.

Tabela 5. Produção de batata-doce, quando cultivada em sucessão, a diferentes arranjos espaciais e formas de manejo, do milho, envolvendo a adubação orgânica de cobertura e a adubação verde em consócio com crotalária e mucuna, em pré-cultivo.

PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE						
Produtividade (Mg ha ⁻¹)						
Forma de manejo no pré-cultivo (milho-leguminosa)	Massa seca parte aérea			Massa fresca Raízes		
	Arranjos espaciais de milho em pré cultivo					
	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶
Monocultivo - adubação de cobertura ¹	2,56 Aa	2,07 Bb	2,32	22,63	25,18	23,91 A
Monocultivo + adubação cobertura ²	2,49 Aa	2,55 Aa	2,52	24,35	25,37	24,86 A
Consociado + crotalária 2 cortes ³	2,55 Aa	2,52 Aa	2,53	22,57	25,98	24,28 A
Consociado + crotalária 1 corte ⁴	2,55 Aa	2,40 Aa	2,48	26,01	23,07	24,54 A
Consociado + mucuna ⁵	2,49 Aa	2,57 Aa	2,54	22,48	24,37	23,42 A
Média ⁶	2,53	2,42		23,61 a	24,80 a	
CV% para arranjo		14%			9%	
CV% para manejo		10%			12%	

¹ e ² ausência (-) e presença (+) de adubação orgânica de cobertura equivalente a 50 kg de N ha⁻¹, na forma de “cama” de frango;

³ crotalária cortada aos 40 e 160 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁴ crotalária cortada aos 40 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁵ mucuna cortada após roçada aos 120 dias após a semeadura da mucuna.

⁶ médias Seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

Neste sentido, pode-se observar que não foram detectadas diferenças nos teores de N tanto na parte aérea quanto nas raízes de batata-doce (Tabela 6). Exceto em relação ao tratamento com *C. juncea* submetida a dois corte, em que os teores de N da parte aérea da batata-doce foram mais elevados do que todos os demais tratamentos.

Tabela 6. Teor de nitrogênio acumulado na parte aérea e nas razies tuberosas de batata-doce, quando cultivada em sucessão, a diferentes arranjos espaciais e formas de manejo, do milho, envolvendo a adubação orgânica de cobertura e a adubação verde em consócio com crotalária e mucuna, em pré-cultivo.

Forma de manejo no pré-cultivo (milho-leguminosa)	NITROGÊNIO NA BATATA-DOCE					
	Teor parte aérea (g kg ⁻¹)			Teor raízes (g kg ⁻¹)		
	Arranjos espaciais de milho em pré cultivo					
	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶	Linha Simples	Linha Dupla	Média ⁶
Monocultivo - adubação de cobertura ¹	15,57 Aa	14,62 Ba	15,09	1,93 Ba	2,34 Aa	2,13
Monocultivo + adubação cobertura ²	16,75 Aa	14,77 Ba	15,76	2,21 Ba	2,32 Aa	2,26
Consoiciado + crotalária 2 cortes ³	16,12 Aa	17,66 Aa	16,89	3,15 Aa	2,70 Aa	2,92
Consoiciado + crotalária 1 corte ⁴	13,58 Aa	14,39 Ba	13,98	2,31 Ba	1,23 Bb	1,77
Consoiciado + mucuna ⁵	14,29 Aa	14,25 Ba	14,27	3,93 Aa	2,64 Ab	3,28
Média ⁶	15,26	15,14		2,70	2,24	
CV% para arranjo		18%			22%	
CV% para manejo		12%			28%	

¹ e ² ausência (-) e presença (+) de adubação orgânica de cobertura equivalente a 50 kg de N ha⁻¹, na forma de “cama” de frango;

³ crotalária cortada aos 40 e 160 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁴ crotalária cortada aos 40 dias após a semeadura simultânea com o milho;

⁵ mucuna cortada após roçada aos 120 dias após a semeadura da mucuna.

⁶ médias seguidas de letras iguais, minúsculas nas linhas e maiúsculas nas colunas, não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott no nível de 5% de probabilidade.

A análise dos resultados referentes aos teores de fósforo, potássio, cálcio e magnésio não apresentaram significância estatística no teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade, por este motivo serão apresentados apenas os valores médios, de todos tratamentos. Assim os teores médios de nutrientes nos grãos de milho foram: 3,9; 5,1; 0,2 e 1,2 gramas de nutriente por quilograma de matéria seca, respectivamente, para fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Já os teores médios encontrados na raízes de batata-doce foram: 1,5; 10,9; 1,5 e 0,8 gramas de nutriente por quilograma de matéria seca, respectivamente, para fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Esses resultados então de acordo como os descritos por Raij (1997).

Do ponto de vista do manejo, os resultados obtidos em relação aos arranjos espaciais permitem destacar alguns aspectos como: o emprego de arranjos formados de linhas duplas de milho facilita os tratos culturais, com a possibilidade de mecanizar a capina com a utilização de microtratores, instrumento comum em áreas destinadas ao cultivo de hortaliças, além de permitir a redução de uma capina na cultura do milho, merecendo destaque principalmente em sistemas orgânicos de produção, pois nesse não é permitido o uso de herbicidas sintéticos.

Outro aspecto importante refere-se à redução em 25% na quantidade de sementes utilizadas para implantação do consórcio do milho com crotalária sob manejo em linhas duplas de milho quando comparado com o mesmo consórcio em linhas simples do milho.

A utilização do sistema de linhas duplas de milho, facilita a introdução de outros cultivos intercalares ao milho possibilitando um incremento de renda nas unidades familiares de produção aumentando assim a autonomia das mesmas.

5. CONCLUSÕES

O manejo da crotalária por meio de 1 corte, no consórcio com o milho proporcionou aumento na produção de grãos de milho em relação ao monocultivo sem o uso da adubação orgânica de cobertura. Já o manejo da crotalária por meio de 2 cortes prejudica o desempenho produtivo do milho quando comparado com o milho consorciado com crotalária manejada com 1 corte, porém, proporciona o maior aporte de palhada e de Nitrogênio.

A introdução de mucuna cinza aos 40 dias após o plantio do milho não acarreta prejuízo ao desempenho produtivo do milho quando comparado ao monocultivo sem o uso de adubação de cobertura.

O desempenho produtivo do milho não é influenciado pela utilização do arranjo espacial em linhas duplas, sendo igual ao desempenho proporcionado pelo arranjo em linhas simples.

O desempenho produtivo da batata-doce não foi influenciado pela presença das leguminosas com o milho e nem pela adubação de cobertura realizada para este cereal.

A introdução da leguminosa para adubação verde, consorciada com o milho, mostra-se uma prática bastante viável e proporciona elevado aporte de matéria orgânica produzida *in situ*, incorporando ao sistema quantidades expressivas de Nitrogênio.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, D. L.; SANTOS, G. A.; DE-POLLI, H., (Coord.); CUNHA, L. H.; FREIRE, L. R.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B.; PEREIRA, N. N. C.; EIRA, P. A.; BLOISE, R. M.; SALEK, R. C. **Manual de adubação para o Estado do Rio de Janeiro**. Itaguaí: Ed. Universidade Rural, 179 p., 1988.

ARGENTA, G.; SILVA, P. R. F. da; SANGOI, L. **Arranjo de plantas em milho: análise do estado-da-arte**. Ciência Rural, Santa Maria, v. 31, n. 6, p. 1075-1084, 2001.

AUSTIN, D. F.; **The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species**, in: Exploration, maintenance and 432 S. Srisuwan et al. / Plant Science 171 (2006) 424–433 utilization of sweet potato genetic resources, in: Proceedings of the First Planning Conference, Lima, Peru, International Potato Center (CIP), p. 27–59, 1987.

BALBINOT, A. A.; FLECK, N. G. **Benefícios e limitações da redução do espaçamento entrelinhas**. Revista Plantio Direto, V. 5; p. 37-41, 2005.

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.

CASTRO, C. M. de; **Plantio direto e aporte de nitrogênio na produção orgânica de berinjela (*Solanum melongena* L.)**. Tese (Doutorado em Ciências do Solo), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, 107 p., 2004.

CESAR, M. N. Z. **Desempenho de duas cultivares de pimentão (*Capsicum annum* L.) em sistema orgânico de produção, submetida a desbaste de ramos e consorciadas com *Crotalária juncea***. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia. Seropédica, 57 p., 2004.

CESAR, M. N. Z.; RIBEIRO, R. de L. D.; MANERA, T. C.; PAULA, P. D. de; POLIDORO, J. C.; GUERRA, J. G. M. **Desempenho de duas cultivares de pimentão sob manejo**

orgânico em consórcio com crotalária. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia, Comunicado técnico, 85), 4p., 2006.

CHAVES, L.H.G.; PEREIRA, H.H.G. **Nutrição e adubação de tubérculos.** Campinas, Cargill, p.46-86, 1985.

CLAESSEN, M. C. E.; BARRETO, W. O.; PAULA, J. L.; DUARTE, M. N. **Manual de Métodos de Análise de Solo,** EMBRAPA-CNPS: Rio de Janeiro, p. 212, 1997.

DE-POLLI, H.; PIMENTEL, M. S. **Indicadores de qualidade do solo.** In: AQUINO, A. M.; ASSIS, R. L. de. (Ed.). Processos biológicos no sistema solo-planta: ferramenta para uma agricultura sustentável. Brasília, DF,. p. 17-28, 2005.

EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças (Brasília, DF). II Plano Diretor da Embrapa Hortaliças. Brasília. 44 p., 2000.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA. D. L. de; GUERRA, J. G. M. **Benefícios da adubação verde sobre a simbiose micorrízica e a produtividade da batata-doce.** Seropédica: Embrapa Agrobiologia, (Embrapa Agrobiologia, Comunicado técnico, 14), 6p., 1997.

ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA. D. L. de; GUERRA, J. G. M.; SILVA, E. M. R. da; SOUZA, F. A. **Influência da adubação verde na colonização micorrízica e a produção da batata-doce.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 33, n. 3, p. 339-347, 1998.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M; ALMEIDA, D. L. de. **Uso de leguminosas herbáceas para adubação verde.** In: AQUINO, A. M. de; ASSIS, R. L. de. AGROECOLOGIA: Princípios e técnicas para uma agricultura orgânica sustentável. estratégia para uma agricultura sustentável. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 517 p. 2005.

EHLERS, E. **Agricultura sustentável: origens e perspectivas de um novo paradigma.** 2. ed. Guaíba: Agropecuária, 157 p, 1999.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo Manual de Olericultura: Agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**, Viçosa, 402 p., 2000.

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 in the tropics*. 1 ed. Lagos: College Press, Ibadan and Emproct Consultants, v. 2, p. 125-140, 2004.

INCRA/FAO. **Novo Retrato da Agricultura Familiar: O Brasil Redescoberto**. Brasília, 74 p., 2000.

LASSUS, C. de. **Composição dos resíduos vegetais de um solo manejado com nove sistemas de culturas**. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, Campinas, v. 14, p. 375-380, 1990.

LEMO, R. C.; SANTOS, R. D. **Manual de descrição e coleta de solo no campo**. 3 ed. , campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, p. 83,1996.

LUENGO, R. de F. A.; PARMAGNANI, R. M.; PARENTE, M. R.; LIMA, M. F. B. F. **Tabela de composição nutricional de hortaliças**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000.

MALAVOLTA, E. **Pesquisa com nitrogênio no Brasil – passado, presente e perspectivas**. In: Simpósio Brasileiro Sobre Nitrogênio Em Plantas. Itaguaí, Anais, Sociedade Brasileira de Fisiologia Vegetal, p. 89-177, 1990.

MINISTÉRIO DE AGRICULTURA PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Instrução Normativa nº 07 de 17 DE MAIO DE 1999**. disponível em: <www.agricultura.gov.br>. acesso maio de 2007.

NICE, G. R. W.; BUEHRING, N. W.; SHAW, D. R. Sicklepod (*Senna obtusifolia*) response to shading, soybean (*glycine max*) row spacing, and population in three management systems. **Weed Technology**. Lawrence, v. 15, n.1, p. 155–162, 2001.

NOCE, M. A. **Milho Variedade BR 106 – Técnicas de plantio**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, (Embrapa Milho e Sorgo, Comunicado técnico n 109), 5p., 2004.

OLIVEIRA, F. L. DE; GUERRA, J. G. M.; JUNQUEIRA, R. M.; SILVA, E. E. DA; OLIVEIRA, F. F. DE; ESPINDOLA, J. A. A.; ALMEIDA, D. L. DE; RIBEIRO, R. DE L. D.; URQUIAGA, S. **Crescimento e produtividade do inhame cultivado entre faixas de guandu em sistema orgânico**. Horticultura Brasileira, v. 24, n. 1, 2006.

PERIN, A.; GUERRA, J. G. M.; TEIXEIRA, M. G.; ZONTA, E. **Cobertura do solo e estoque de nutrientes de duas leguminosas perenes, considerando espaçamentos e densidades de plantio**. Revista brasileira de Ciências do Solo, v. 28, n. 1, p. 207-213, 2004a.

PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M.; CECON, P. R. **Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (*Brassica oleraceae* L. var. *Italica*) cultivado em sucessão ao milho (*Zea mays* L.)**. Ciência Rural, Santa Maria, v.34, n.6, p.1739-1745, 2004b.

RAIJ, B. V.; CANTARELLA, H. QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim técnico 100: Recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. Campinas, 285p., 1997.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L. de; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; ALVES, B. J. R.; RIBEIRO, R. de L. D. **Despenho do quiabeiro (*Abelmoschus esculentus*) consociado com *Crotalaria juncea* sob manejo orgânico**, Agronomia: Departamento de Fitotecnia/ Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro. Instituto de Agronomia, Seropédica, RJ, v. 37, n° 2, p. 19-24, 2003a.

RIBAS, R. G. T.; JUNQUEIRA, R. M.; OLIVEIRA, F. L. de; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. de; RIBEIRO, R. de L. D. **Manejo da adubação verde com crotalária no consórcio com quiabeiro sob manejo orgânico**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia., (Embrapa Agrobiologia, Comunicado técnico, 59), 4p. 2003b.

SCHAEFER, C. E. R.; SILVA, D. D.; PAIVA, K. W. N.; PRUSKI, F. F.; ALBURQUERQUE FILHO, M. R.; ALBURQUERQUE, M. A. **Perdas de solo, nutrientes, matéria orgânica e efeitos microestruturais em argilossolo vermelho-amarelo sob chuva simulada.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 27, p. 669-678, 2002.

SILVA, E. E. da, **Manejo orgânico da cultura da couve e rotação com milho, consorciados com adubação verde intercalarem plantio direto.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Instituto de Agronomia, Seropédica, 57 p., 2006.

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Sistema de Produção: Cultivo da Batata-Doce,** disponível em: <http://www.cnph.embrapa.br/paginas/sistemas_producao/cultivo_batata_doce.htm> acesso em: junho de 2006.

SILVA, J. B. C. da; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata-doce. In: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas.** Campinas, Fundação Cargil. Serie, v. 2, p 448-504, 2002.

TEASDALE, J. R. Influence of narrow row/high corn population (*zea mays*) on weed control and light transmittance. **Weed Technology.** Champaign, v. 9, n.1, p. 113–118, 1995.

TESTA, V. M.; TEIXEIRA, L. A. J.; MIELNICZUC, J. **Características químicas de um podizólico vermelho-escuro afetadas por sistemas do culturas.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, Campinas, v. 16, p. 107-114, 1992.

7. ANEXOS

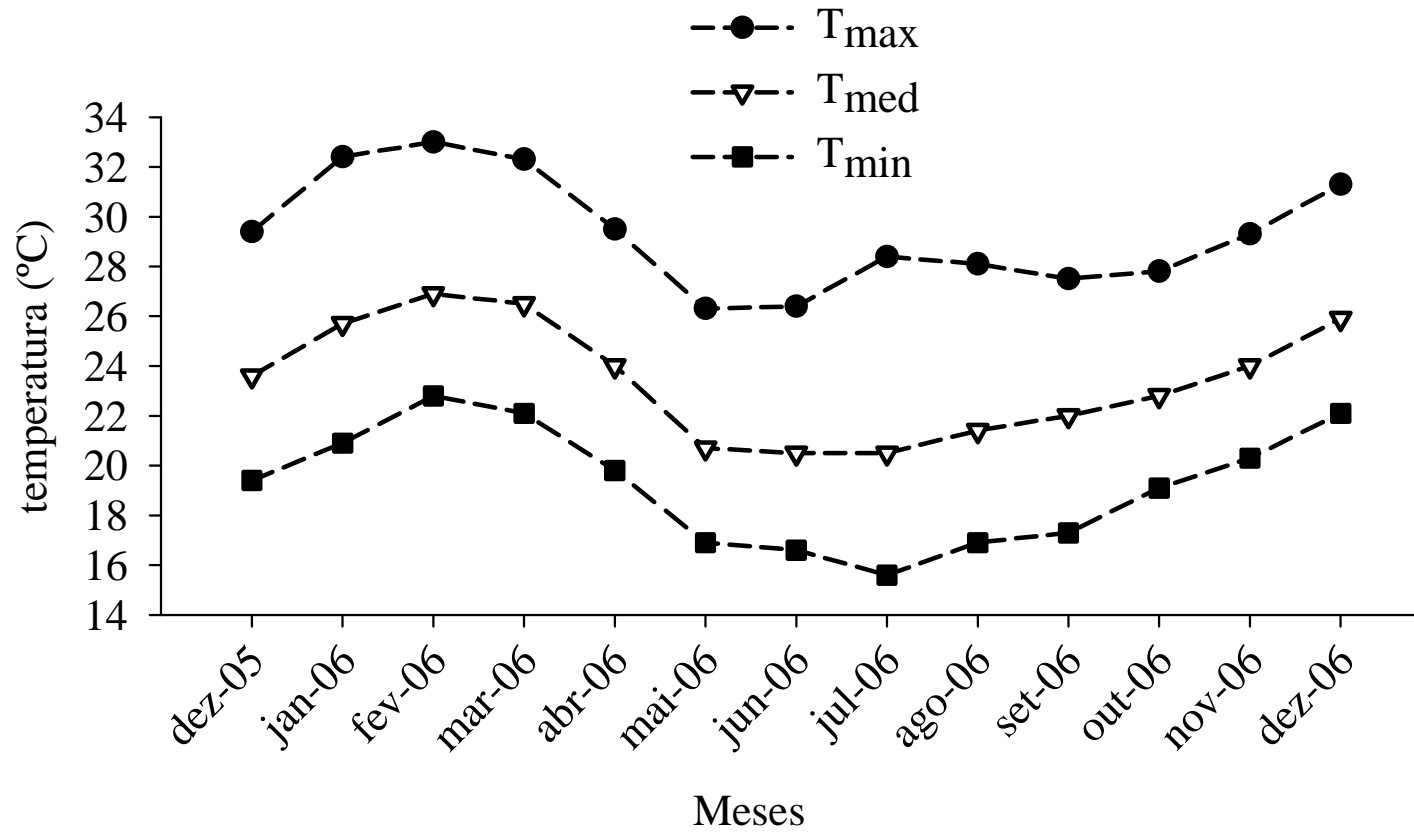


Figura 1. Temperatura máxima, média, mínima mensal em Seropédica/RJ, no período experimental, de dezembro de 2005 a dezembro de 2006 (EES/ Pesagro-Rio/ INMET, 2007).

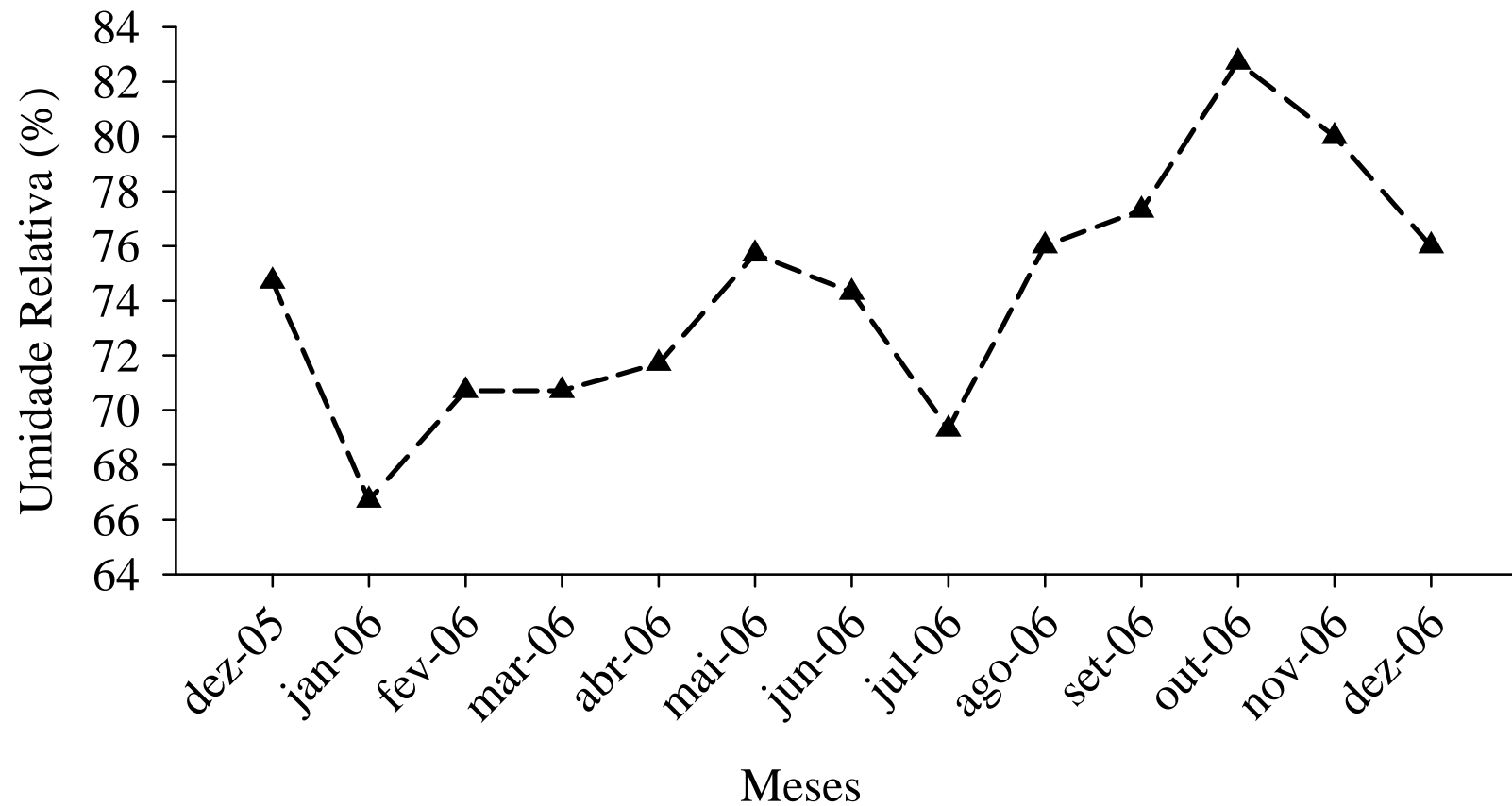


Figura 2. Umidade relativa média mensal em Seropédica/RJ, no período experimental, de dezembro de 2005 a dezembro de 2006 (EES/ Pesagro-Rio/ INMET, 2007).

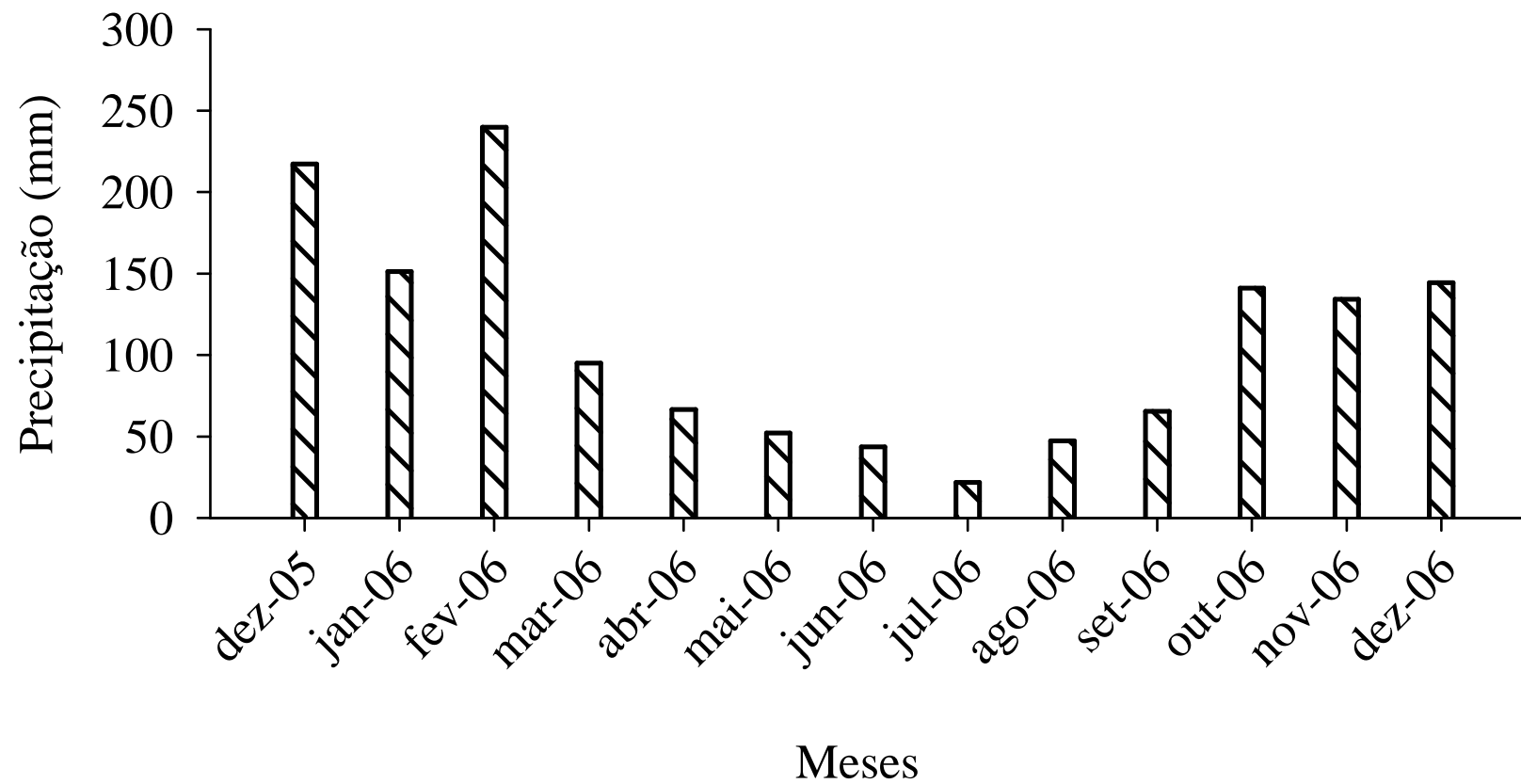


Figura 3. Precipitação acumulada mensal em Seropédica/RJ, no período experimental, de dezembro de 2005 a dezembro de 2006 (EES/ Pesagro-Rio/ INMET, 2007).

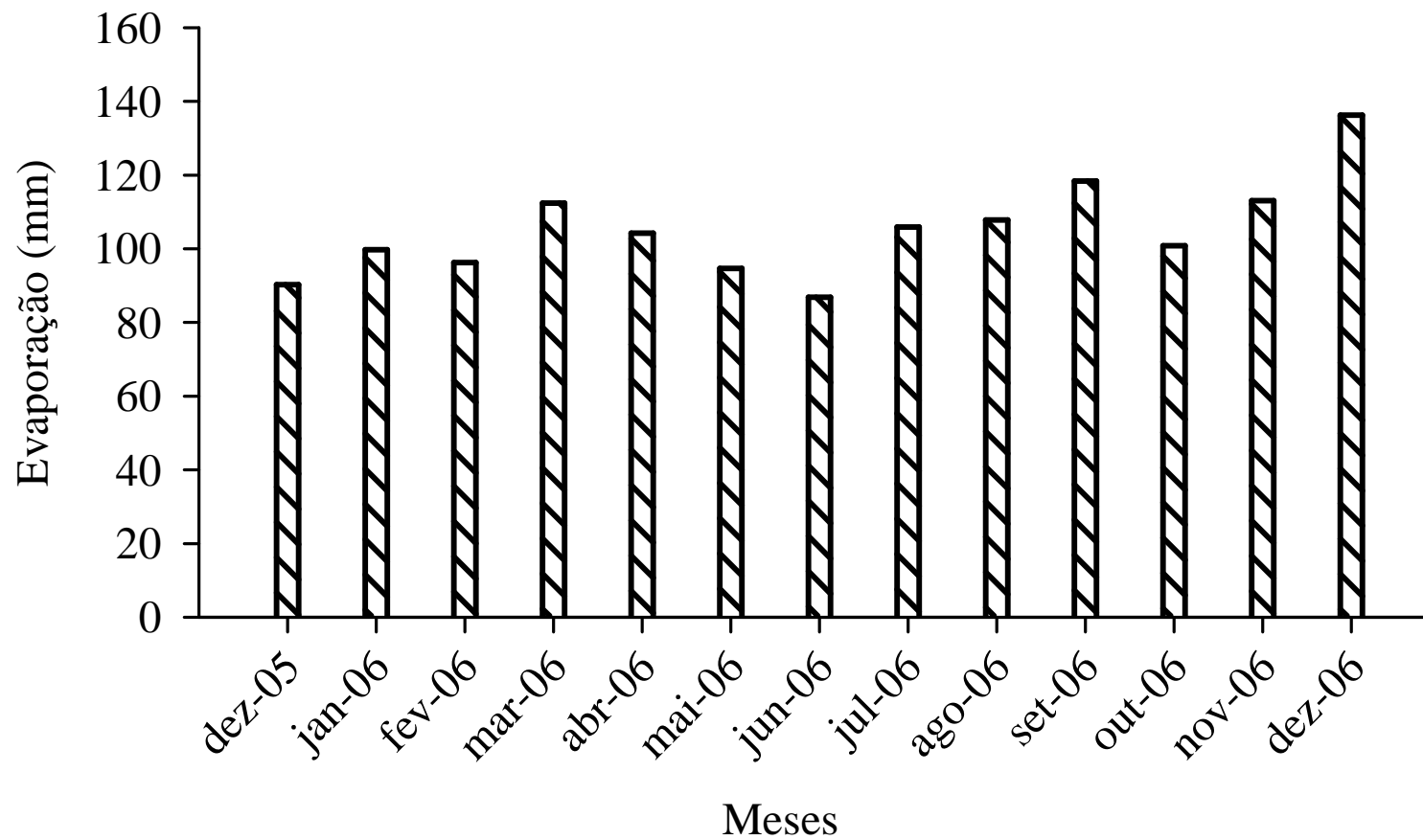


Figura 4. Evaporação mensal em Seropédica/RJ, no período experimental, de dezembro de 2005 a dezembro de 2006 (EES/ Pesagro-Rio/ INMET, 2007).

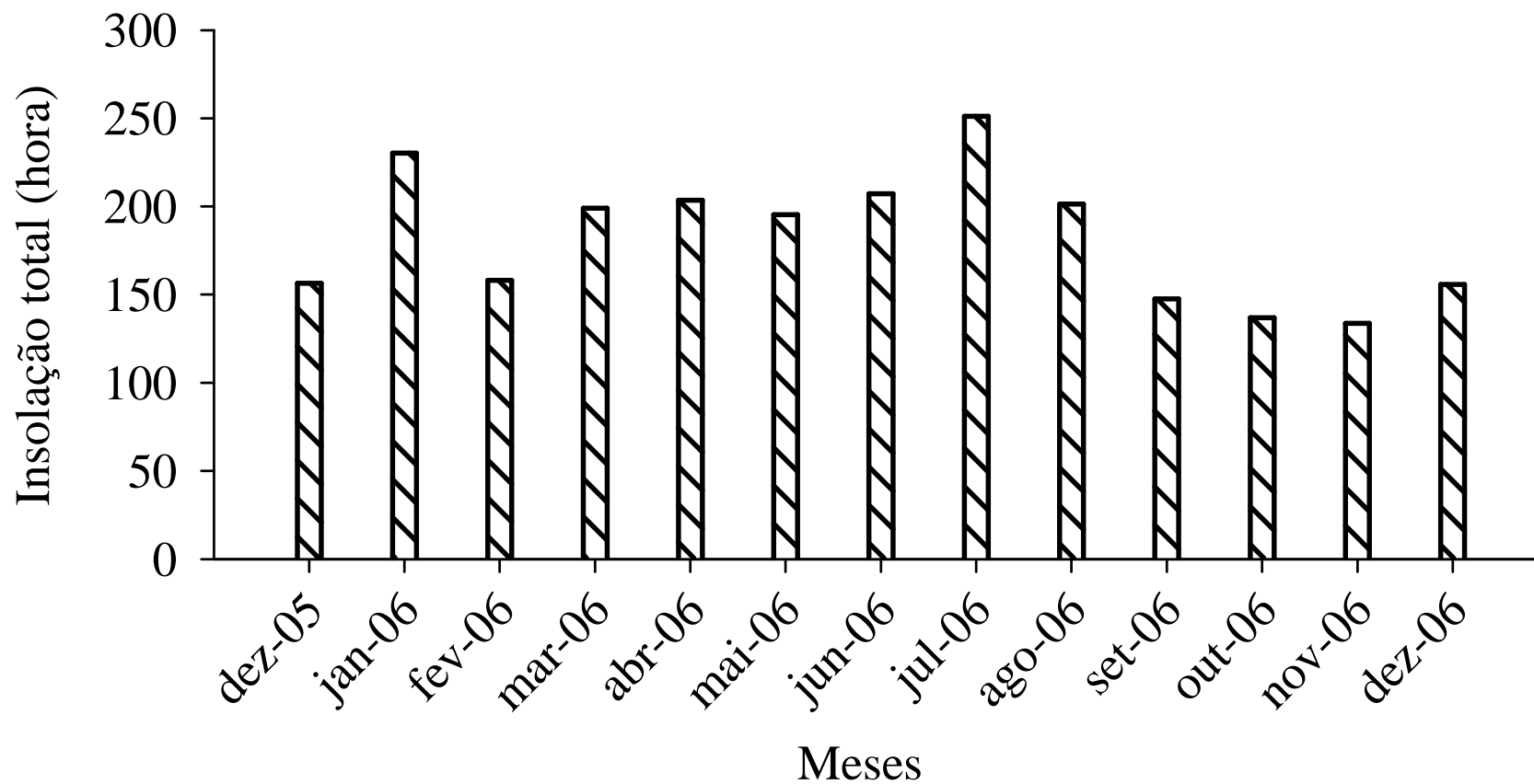


Figura 5. Insolação total mensal em Seropédica/RJ, no período experimental, de dezembro de 2005 a dezembro de 2006 (EES/ Pesagro-Rio/ INMET, 2007).

Tabela 1. Análise de terra, de rotina realizada anteriormente ao plantio da batata-doce.

Forma de manejo no cultivo (milho-leguminosa)	pH Água		Al		Ca+Mg		Ca		Mg		P		K	
	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha
	cmolc/dm ³						mg/dm ³							
	Arranjos espaciais do milho													
	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha	Linha
	simples	dupla	simples	dupla	simples	dupla	simples	dupla	simples	dupla	simples	dupla	simples	dupla
Monocultivo - adubação de cobertura ¹	5,7	5,8	0,0	0,2	4,4	4,7	3,3	3,4	1,1	1,3	13,8	18,2	411	369
Monocultivo + adubação cobertura ²	5,9	5,7	0,1	0,1	4,30	4,3	3,3	2,9	1,0	1,3	7,5	13,9	287	295
Consortiado + crotalária 2 cortes ³	5,7	5,7	0,1	0,1	4,7	4,4	3,0	2,9	1,7	1,5	12,3	11,8	343	354
Consortiado + crotalária 1 corte ⁴	5,8	5,7	0,1	0,1	4,7	4,2	3,4	3,0	1,2	1,2	19,5	4,9	352	294
Consortiado + mucuna ⁵	5,8	5,7	0,1	0,1	4,0	4,4	2,8	3,0	1,2	1,3	5,6	7,7	325	246

Tabela 2. Quadro da análise de variância da produção de matéria seca parte aérea do milho

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	4,058942	1,352981	1,591	0,3560
ARRANJO	1	0,028033	0,028033	0,033	0,8675
erro1	3	2,550750	0,850250		
MANEJO	5	17,926425	3,585285	4,164	0,0054
ARRANJO*MANEJO	5	0,494617	0,098923	0,115	0,9882
erro2	30	25,832958	0,861099		
Total	47	50,891725			
		CV1(%) 25,24			
		CV2 (%) 25,40			

Tabela 3. Quadro da análise de variância da produção de grãos de milho.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	8.089990	2.696663	2.453	0.2402
ARRANJO	1	0.006769	0.006769	0.006	0.9424
erro1	3	3.297723	1.099241		
MANEJO	5	31.687469	6.337494	8.360	0.0000
ARRANJO*MANEJO	5	2.176869	0.435374	0.574	0.7191
erro2	30	22.742813	0.758094		
Total	47	68.001631			
		CV1(%) 29.59			
		CV2(%) 24.57			

Tabela 4. Quadro da análise de variância da produção de matéria seca das leguminosas

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	3.609373	1.203124	2.423	0.2432
ARRANJO	1	0.561169	0.561169	1.130	0.3657
erro1	3	1.489673	0.496558		
MANEJO	5	781.286935	156.257387	84.834	0.0000
ARRANJO*MANEJO	5	6.435069	1.287014	0.699	0.6286
erro2	30	55.257479	1.841916		
Total	47	848.639698			
		CV1(%) 16.91			
		CV2(%) 32.57			

Tabela 5. Quadro da análise de variância da produção de matéria seca de milho e das leguminosas

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	14.026156	4.675385	3.280	0.1777
ARRANJO	1	0.308802	0.308802	0.217	0.6733
erro1	3	4.276773	1.425591		
MANEJO	5	695.884119	139.176824	57.847	0.0000
ARRANJO*MANEJO	5	9.542985	1.908597	0.793	0.5630
erro2	30	72.178946	2.405965		
Total	47	796.217781			
		CV1(%) 16.78			
		CV2(%) 21.80			

Tabela 6. Quadro da análise de variância da produção de tubérculos batata-doce.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	312.271033	104.090344	0.921	0.5261
ARRANJO	1	0.099008	0.099008	0.001	0.9782
erro1	3	338.930692	112.976897		
MANEJO	5	123.941125	24.788225	1.196	0.3348
ARRANJO*MANEJO	5	92.809617	18.561923	0.896	0.4967
erro2	30	621.801925	20.726731		
Total	47	1489.853400			
		CV1(%) 41.99			
		CV2(%) 17.98			

Tabela 7. Quadro da análise de variância da matéria seca da parte aérea de batata-doce.

FV	GL	SQ	QM	Fc	Pr>Fc
BLOCO	3	0.870833	0.290278	0.499	0.7085
ARRANJO	1	0.073633	0.073633	0.127	0.7455
erro1	3	1.743667	0.581222		
MANEJO	5	0.122617	0.024523	0.241	0.9409
ARRANJO*MANEJO	5	0.613417	0.122683	1.207	0.3299
erro2	30	3.049500	0.101650		
Total	47	6.473667			
		CV1(%) 31.61			
		CV2(%) 13.22			



Figura 6. Vista aérea da área experimental, localizada no campo experimental da Embrapa Agrobiologia, Seropédica-RJ.

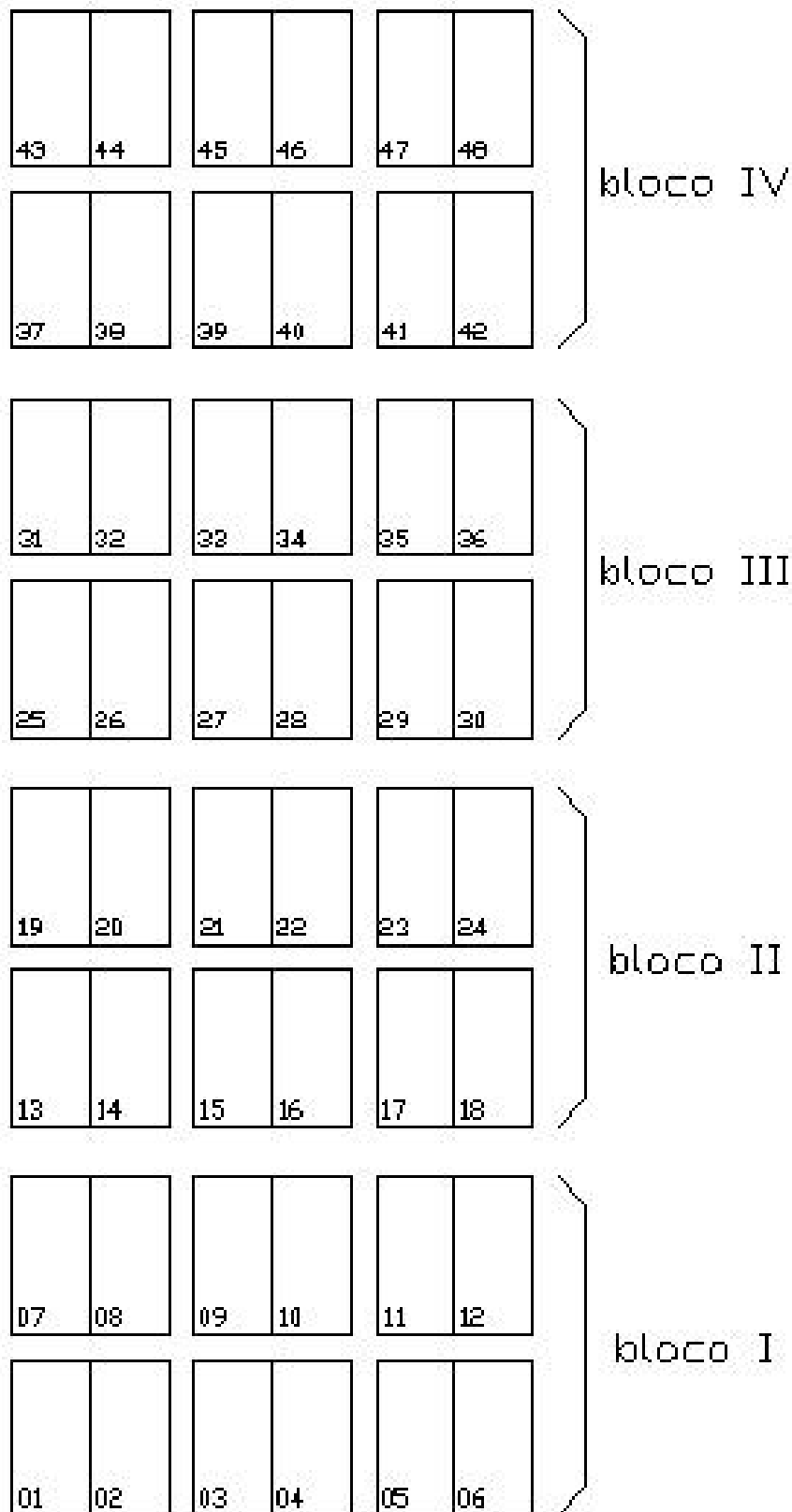


Figura 7. Croqui do experimento.

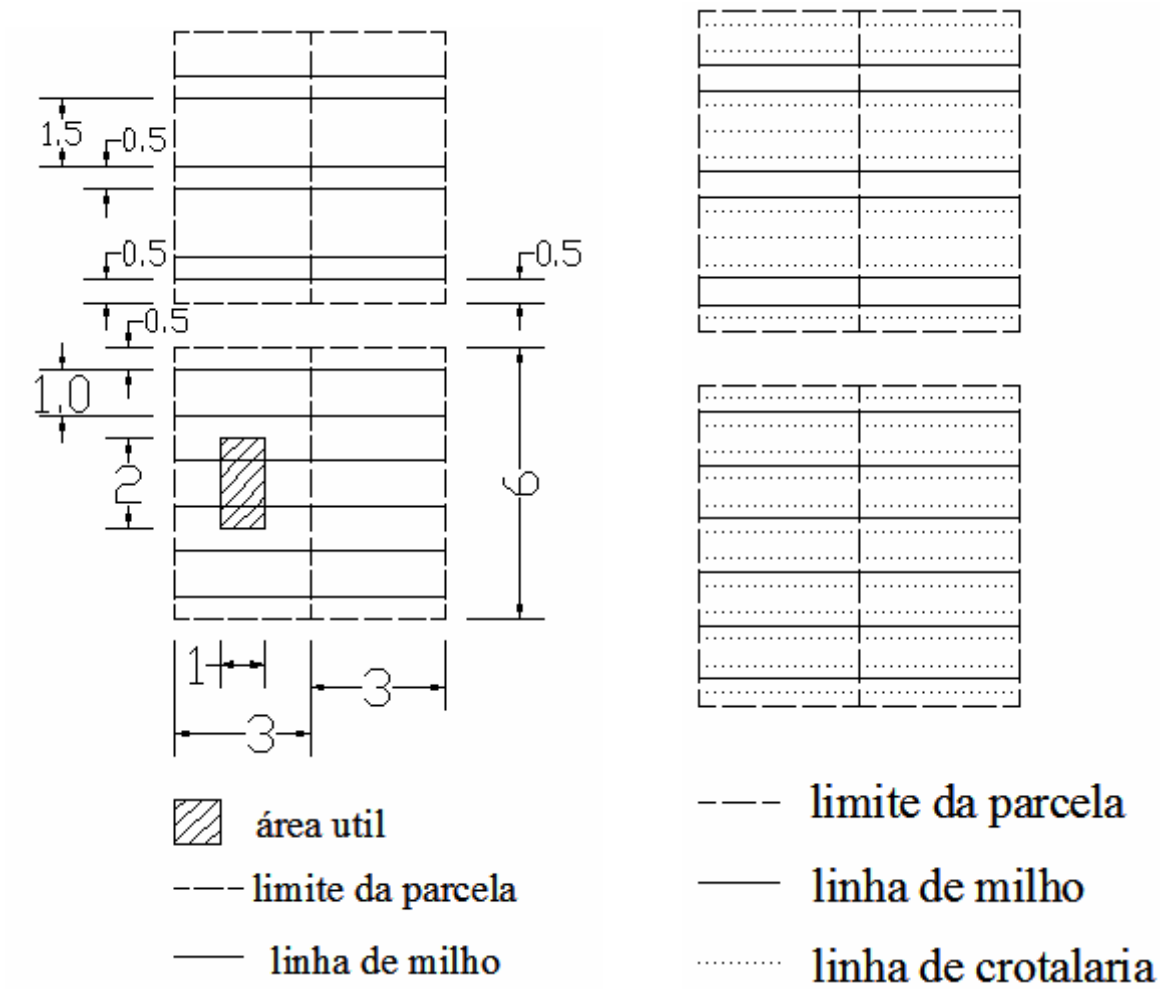


Figura 8. detalhes da parcela experimental.



Figura 9. Detalhes dos arranjos espaciais no campo.