

O CULTIVO DA MANDIOCA EM CONSÓRCIO AUMENTA A EFICIÊNCIA DO USO DE ÁREA¹

Nilcileny da Silva Batista²

Jucielle Rocha Ferreira³

Agnieszka Ewa Latawiec⁴

Camilla Santos Reis de Andrade da Silva⁵

José Guilherme Marinho Guerra⁶

José Antônio Azevedo Espíndola⁷

Ederson da Conceição Jesus⁸

Ednaldo da Silva Araújo⁹

Resumo

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta de importância agrícola nos países de clima tropical, suas raízes são fonte de energia na alimentação humana e sua parte aérea pode ser utilizada na alimentação animal. O plantio de mandioca em fileiras duplas oportuniza ao agricultor utilizar as entrelinhas para o cultivo de outras culturas. O objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade de consórcio de mandioca, feijão e milho em sistema orgânico de produção, sob diferentes arranjos. O experimento foi conduzido na Fazendinha Agroecológica Km 47, Seropédica, RJ. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com cinco tratamentos e quatro repetições. Os tratamentos foram: mandioca em monocultivo em fileiras duplas, mandioca em fileiras duplas mais feijão e milho, mandioca em fileiras duplas mais milho, milho consorciado com feijão e milho em monocultivo. As avaliações consistiram em: produtividade, número de vagens por planta, número de grãos por vagens e peso de 100 grãos, para o feijão; produtividade, comprimento e diâmetro de espigas, para o milho; produtividade de raízes e parte aérea, comprimento e diâmetro das raízes, para mandioca. Foi determinado também o Índice de equivalência de área (IEA) para o consórcio milho e mandioca. O consórcio de mandioca e milho apresentou índice de equivalência de área (IEA) de 1,26. Os tratamentos não diferiram para produção da massa de raízes e parte aérea da mandioca. Para o feijão, houve diferença significativa para o NVP e produtividade de grãos. A produtividade do milho solteiro não diferiu do milho consorciado com feijão.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*. Índice de equivalência de área. Consórcio.

THE CULTIVATION OF CASSAVA IN INTERCROPPING INCREASES THE EFFICIENCY OF LAND USE

Abstract

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a plant of agricultural importance in tropical countries. Its roots are a source of energy in human nutrition and its aerial part can be used in animal nutrition. Cultivating cassava in double rows gives the farmer an opportunity to use the inter-rows to cultivate other crops. The objective of this work was to evaluate the viability of a consortium of cassava, beans, and corn in an organic production system, under different combinations. The experiment was conducted at Fazendinha Agroecológica Km 47, Seropédica, RJ. The experimental design was in randomized blocks, with five treatments and four replications. The treatments were: cassava in monoculture in double rows, cassava in double rows with beans and corn, cassava in double rows with corn, corn intercropped with beans and

1 Este trabalho faz parte da Dissertação da primeira autora intitulada “Diversificação de Cultivos de Hortaliças Associada ao Uso de Insumos para a Fertilidade do Solo, em Sistema Orgânico de Produção” do Programa de Pós-graduação em Agricultura Orgânica (Parceria: UFRRJ, Embrapa Agrobiologia e Pesagro-Rio).

2 Mestra em Agricultura Orgânica pela UFRRJ. E-mail: nilcibatista@yahoo.com.br

3 Mestra em Agricultura Orgânica pela UFRRJ. E-mail: agrojuci@yahoo.com.br

4 Pesquisadora do Instituto Internacional para Sustentabilidade. Email: a.latawiec@iis-rio.org

5 Doutoranda, CPGA-CS. Email: camilla.sras@gmail.com

6 Pesquisador da Embrapa. Email: guilherme.guerra@embrapa.br

7 Pesquisador da Embrapa. Email: jose.espindola@embrapa.br

8 Pesquisador da Embrapa. Email: ederson.jesus@embrapa.br

9 Pesquisador da Embrapa. Email: ednaldo.araujo@embrapa.br

corn in monoculture. The following variables were evaluated: yield, number of pods per plant, number of grains per pod and weight of 100 grains, for beans; yield, length and ear diameter, for corn; root and shoot yield, and root length and diameter for cassava. The Area Equivalence Index (IEA) for the corn and cassava consortium was also determined. The cassava and corn intercropping showed an area equivalence index (IEA) of 1.26. The Cassava's root mass and leave production were similar among all of the treatments. For beans, there was a significant difference for NVP and grain yield. The yield of single corn did not differ from corn intercropped with beans.

Keywords: *Manihot esculenta*. Área Equivalence Index. Consortium.

1 Introdução

A prática de consórcios, policultivos ou cultivos múltiplos permite a produção de várias culturas dentro da mesma área, estimula o fortalecimento do sistema produtivo através da diversificação de espécies, colabora para o incremento na renda dos agricultores, cobertura do solo, controle de plantas espontâneas (CARVALHO *et al.*, 2018; ALBUQUERQUE *et al.*, 2012; ALTIERI, 2012; SILVA *et al.*, 2012; VIEIRA, 1999), além de contribuir com a segurança alimentar e nutricional do agricultor.

Segundo Portes (1984), um sistema de cultivo consorciado é aquele que envolve o plantio de duas ou mais espécies na mesma área, de modo que as culturas convivam durante todo o seu ciclo ou em parte deste e pode ser simultâneo ou em substituição. As diferenças fisiológicas e anatômicas das culturas consortes também interferem no resultado deste tipo de cultivo. Os consórcios podem envolver combinações simples (duas culturas) ou complexas (mais do que duas culturas). Ao optar por este sistema o produtor consegue maximizar tempo, capital e mão de obra devido ao fato de que ao invés de aplicar os recursos para cultivar apenas uma espécie é possível que estes recursos sejam empregados para que, em uma mesma área, se cultive diferentes culturas.

Em uma associação de plantas de ciclo curto com plantas de ciclo longo, o agricultor consegue obter produtos em diferentes épocas do ano, tanto para o consumo familiar quanto para comercialização. No entanto, é necessário observar as características das plantas que irão compor o consórcio, tais como: ciclo, porte, crescimento e exigências edafoclimáticas. Essas características ajudam no planejamento da lavoura e na obtenção de ganhos positivos com o consórcio. Segundo Rós *et al.* (2016), é necessário o arranjo mais adequado possível, a fim de diminuir a competição por água, luz e nutrientes.

O sistema de consórcio pode ser implantado utilizando plantas para diversas finalidades de consumo humano ou animal, mas exige que haja compatibilidade agrônômica entre as espécies plantadas na mesma área (MAIA *et al.*, 2010).

Para que o consórcio seja eficiente, é necessário fazer uso de espécies com diferentes características quanto à sua arquitetura vegetal, hábitos de crescimento e fisiologia. Nesse sentido, se destacam a cultura da mandioca (*Manihot esculenta*), do milho (*Zea mays*) e do feijão (*Phaseolus vulgaris*).

Segundo Carvalho *et al.* (2018), a cultura da mandioca é cultivada em todas as regiões do Brasil, no entanto, grande parte de sua produção é realizada em monocultivo. A mandioca, por ser uma planta de crescimento inicial lento, deixa o solo descoberto, e portanto, exposto às variações ambientais como altas temperaturas e fortes chuvas, comprometendo a sua conservação e aumentando os riscos de erosão. Assim, o cultivo da mandioca demanda por alternativas de utilizá-la em consórcios (CARVALHO *et al.*, 2018; ALBUQUERQUE *et al.*, 2012) que ampliem a proteção do solo e apresentem renda adicional.

Conforme Silva *et al.* (2012), o cultivo da mandioca na região sul do Brasil é realizado com uso de mecanização e crescente uso de herbicida, já na região nordeste é cultivado com reduzido preparo do solo, sem irrigação e com frequente uso do policultivo, o que leva a pensar nos ganhos potenciais dessa forma de cultivo.

As culturas do feijão, mandioca e milho tem grande relevância socioeconômica para a Agricultura Familiar, sendo os principais cultivos praticados por esses agricultores, e estão associadas à base alimentar dessas famílias como fonte de proteína e energia. Os dados apresentados pelo IBGE no Censo Agropecuário de 2006 demonstram que 70% da produção de feijão, 87% produção de mandioca e 47% da produção de milho (FRANÇA; DEL GROSSI; MARQUES, 2009) foram produzidos por agricultores familiares.

Alves *et al.* (2009), observam que no norte e nordeste do Brasil, os pequenos produtores, com o intuito de gerar o melhor aproveitamento dos recursos disponíveis, exercitam a prática de cultivos múltiplos, principalmente os consórcios com feijão caupi, mandioca e/ou milho.

Uma das maneiras de avaliar a eficiência do consórcio é através do índice de equivalência de área (IEA), quando o IEA é maior que um, o consórcio é considerado vantajoso (TEIXEIRA; MOTA; SILVA, 2005) em relação ao monocultivo.

Diante do exposto, o objetivo do trabalho foi avaliar a viabilidade de consórcio de mandioca, feijão e milho em sistema orgânico de produção, sob diferentes arranjos.

2 Material e Métodos

O experimento foi conduzido entre os meses de abril de 2014 e junho de 2015 na área do Sistema Integrado de Produção Agroecológica "Fazendinha Agroecológica Km 47". Localizado na cidade de Seropédica/

RJ, região da Baixada Fluminense, latitude 22° 45' S, longitude 43° 41' N e altitude entre 30 e 70 m (NEVES, 2005). O clima, segundo a classificação de Kopper, é do tipo tropical Aw, quente e úmido com chuvas no verão e estiagem no inverno. No entanto, é muito comum ocorrer veranicos entre os meses de janeiro e fevereiro.

No preparo da área experimental utilizou-se uma aração acompanhada de gradagem e posterior sulcamento a cada 0,50 m. O solo desta área é classificado como Planossolo. As características químicas da fertilidade do solo estão apresentadas na Tabela 1. Os resultados da análise do solo foram interpretados de acordo com o Manual de Calagem e Adubação do Estado do Rio de Janeiro (FREIRE *et al.*, 2013).

Tabela 1. Características químicas do solo da área experimental.

Profundidade	pH	Al	Ca	Mg	K	P
cm	em água	—	cmol.dm ⁻³	—	—	mg.L ⁻¹
0 – 20	5,57	0,03	1,77	0,00	36,00	11,84

O manejo da adubação de correção foi realizado em cobertura com torta de mamona (20 kg ha⁻¹ de N para mandioca e 60 N kg ha⁻¹ para o milho), sulfato de potássio (40 kg ha⁻¹ para mandioca) e 50 g de farinha de osso (18% de P₂O₅) planta⁻¹ de mandioca e de milho.

As parcelas (Figura 1) apresentavam 6,0 m de comprimento e 5,0 m de largura, totalizando 30 m². O plantio das culturas ocorreu no mesmo dia e, para evitar déficit hídrico, o sistema foi irrigado até o estabelecimento das culturas no campo.

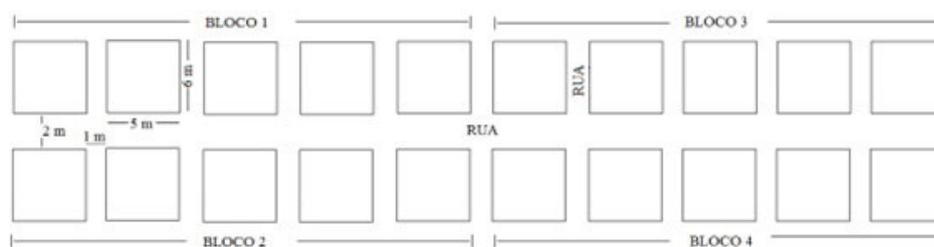


Figura 1. Croqui da área experimental.

Este estudo consistiu em cinco tratamentos (Figura 1) e quatro repetições em blocos ao acaso, a saber: T1. Mandioca em monocultivo em fileiras duplas; T2. Mandioca em fileiras duplas + feijão comum + milho; T3. Mandioca em fileiras duplas + milho; T4. Milho + Feijão comum e T5. Milho (Figura 2).

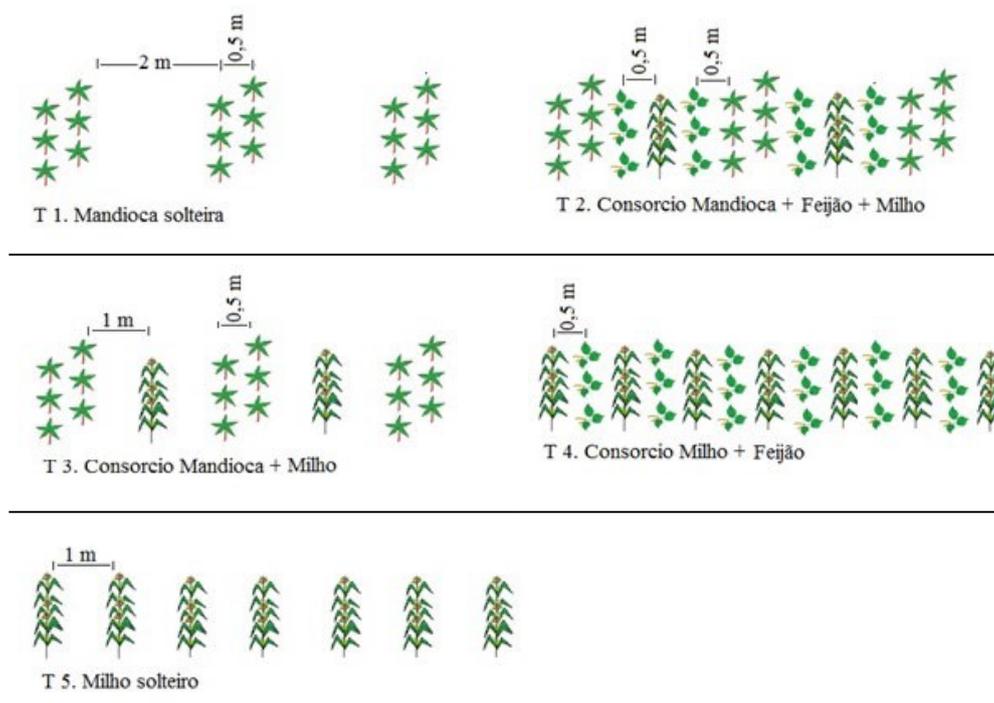


Figura 2. Distribuição das culturas nos diferentes tratamentos

O cultivo da mandioca foi em fileiras duplas no espaçamento 2,0 x 0,5 x 0,60 m (16.667 plantas ha⁻¹). Foram utilizadas manivas de 15 cm a cada 0,60 cm de sulco, tanto para a mandioca solteira quanto para a mandioca em consórcio. Foi utilizada a variedade Ouro da Bahia, a mandioca de mesa, por ser a vocação da produção no Estado do Rio de Janeiro.

No cultivo de feijão preto, utilizou-se densidade de oito plantas m⁻¹ da cultivar valente entre as linhas duplas da mandioca e intercalado por uma fileira de milho, o que resultou em 53.333 plantas por ha⁻¹. Já no consórcio milho e feijão, o cultivo realizado entre as fileiras de milho resultou em densidade de 80.000 plantas ha⁻¹.

No cultivo de milho, utilizou-se a variedade Eldorado adaptada às condições edafoclimáticas do município de Seropédica, com densidade de cinco plantas m⁻¹ no monocultivo e em consórcio com feijão a densidade foi de 58.333 plantas ha⁻¹, já em consórcio com mandioca, a densidade foi de 16.667 plantas ha⁻¹.

As capinas foram realizadas manualmente com enxada, de acordo com a necessidade observada. Aos 14 dias após plantio (DAP) foi realizada a primeira capina, exceto nas fileiras de mandioca, para não ocasionar dano mecânico aos brotos em desenvolvimento. Aos 26 DAP foram capinadas as fileiras de mandioca de todas as parcelas. Aos 63 DAP, foram capinadas parcelas de mandioca solteira, as parcelas de milho+mandioca e as fileiras de mandioca do consórcio mandioca+feijão+milho. Aos 124 DAP foi realizada capina nas parcelas com mandioca.

Durante o desenvolvimento do feijão, foi necessário aplicar calda sulfocálcica e óleo de nim para controle da *Diabrotica speciosa* aos 43 DAP. Para o milho, foi realizada uma pulverização com produto à base de *Bacillus thuringiensis* para controle da *Spodoptera frugiperda* (lagarta do cartucho) aos 43 DAP e uma aplicação de calda bordalesa para o controle da helmintosporiose aos 65 DAP.

O feijão foi colhido aos 90 DAP. As plantas da área útil foram arrancadas pela raiz. Subamostras de 20 plantas foram separadas ao acaso para a quantificação dos parâmetros de produção: produção de grãos, vagens por planta, sementes por vagens e peso de 100 grãos. A área útil adotada para a colheita do feijão em cada parcela foi de 8 m lineares de duas fileiras centrais, descartando 0,50 m das extremidades (bordadura).

A colheita do milho ocorreu aos 91, 92 e 100 DAP. Depois de colhidas, fez-se a pesagem das espigas verdes com palha e sem palha, mediu-se o comprimento e o diâmetro. A área útil adotada para colheita do milho abrangeu 8 m lineares de duas fileiras centrais, descartando 0,50 m das extremidades.

A colheita da mandioca ocorreu aos 354 dias, foi colhida uma amostra de 12 plantas por parcela para quantificar a produtividade de raízes, massa de parte aérea, número de raízes por planta, comprimento, diâmetro das raízes e o índice de Equivalência de Área (IEA) = (mandioca consorciada/mandioca monocultivo) + (milho consorciado/milho monocultivo). Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias pelo teste de Tukey a 5% de significância.

3 Resultados e Discussão

Os resultados demonstram que não houve diferença significativa entre a produtividade de mandioca solteira e a consorciada, sendo a produtividade média igual a 13,5 Mg ha⁻¹, conforme dados apresentados na Tabela 2. Isso demonstra que o arranjo em fileiras duplas pode ter suas entrelinhas aproveitadas para cultivos de culturas de ciclo curto, como milho e feijão. Também não teve efeito significativo para os outros fatores produtivos o comprimento e o diâmetro de raízes. Isso representa uma vantagem, indicando que a realização do consórcio não interferiu nesses indicadores de produção da cultura.

Tabela 2. Produtividade, massa da parte aérea, comprimento e diâmetro de raízes e número de plantas de Mandioca cv. Ouro da Bahia em consórcios ou cultivo solteiro, em Sistema Orgânico de Produção (Seropédica, 2015).

Tratamento	Massa de raízes	Massa de parte aérea	Comprimento	Diâmetro	Número de raízes por planta
	-----kg ha ⁻¹ -----				
M	15.883,99 a	32.254,12 a	15,55 a	5,18 a	4,64 a
M+Mi+F	11.182,51 a	25.285,23 a	14,98 a	4,85 a	4,16 a
M+Mi	13.397,84 a	30.726,31 a	14,60 a	5,03 a	5,64 a
Média	13.488,12	29.421,88	15,04	5,02	4,82
CV%	37,95	44,59	7,26	9,48	17,68

M= Mandioca solteira; M+Mi+F=cultivo consorciado de mandioca, milho e feijão; M+Mi=cultivo consorciado de mandioca e milho.

Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

No entanto, foi possível observar que, ao aumentar a complexidade do sistema consorciado, houve uma tendência da produtividade da mandioca diminuir em números absolutos. As possíveis interferências causadas pela competição entre as culturas por água, luz e nutrientes podem justificar essa redução.

Os resultados para produtividade de raízes foram menores do que o encontrado por outros autores. Devido *et al.* (2009) encontraram, no mesmo local de estudo, 30,17 Mg ha⁻¹ em consórcio (mandioca+milho+caupi). Em parte, esta diferença pode ser explicada pela característica da variedade utilizada por este autor, IAC 567-70, que produziu raízes com comprimento maior do que a variedade Ouro da Bahia, que foi utilizada neste experimento. Albuquerque *et al.* (2012)

obteve produtividade de mandioca de 17,7 Mg ha⁻¹ em monocultivo e 16,0 Mg ha⁻¹ em consórcio com feijão.

Um dos fatores que pode ter influenciado a produtividade de raízes é que o Planossolo apresenta horizonte B plânico. De acordo com Freire *et al.* (2013), estes horizontes têm densidade relativamente maior que os demais horizontes. Este fator pode limitar o desenvolvimento das raízes, o principal produto da mandioca e que podem ter tido impedimento físico para se desenvolverem. Além disso, esses solos proporcionam lenta permeabilidade de água entre os horizontes, impedindo, dessa forma, que a distribuição de água seja homogênea no perfil do solo.

Para o feijão comum (Tabela 3), observou-se diferença significativa para produtividade de grãos nos consórcios, sendo que o tratamento Mi+F (698 kg ha⁻¹) produziu mais que o tratamento M+Mi+F (460 kg ha⁻¹), mesmo tendo ficado abaixo da média do Rio de Janeiro (926 kg ha⁻¹). Albuquerque *et al.* (2012) obteve resultados superiores (1,6 Mg ha⁻¹) para o consórcio mandioca em fileiras duplas e feijão, sob manejo convencional.

O arranjo populacional no consórcio milho e feijão permitiu maior densidade populacional por hectare. Neste sentido, esta disposição das plantas proporcionou maior incremento na produtividade e o feijão se beneficiou da fixação biológica do nitrogênio.

Tabela 3. Produtividade, número de vagens por planta, número de grãos por vagem e peso de 100 grãos de feijão comum cv. Valente em consórcio, em Sistema Orgânico de Produção. Seropédica, 2015

Tratamentos	Massa de grãos (kg ha ⁻¹)	NVP	NGV	Peso 100 grãos (g)
M+Mi+F	460,57 b	7,66 a	5,09 a	20,31 a
Mi+F	698,74 a	5,91 b	5,22 a	19,37 a
Média	579,65	6,79	5,16	19,84
CV %	14,91	10,15	2,46	5,60

M+Mi+F=cultivo consorciado de mandioca, milho e feijão; Mi+F=cultivo consorciado de milho e feijão; NVP=número de vagem por planta; NGV=número de grão por vagem. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Também houve diferença significativa para número de vagens por planta, no consórcio M+Mi+F (7,66) em relação ao consórcio Mi+F (5,91), como demonstrado na Tabela 3. Isto provavelmente ocorreu devido à maior incidência de luz sobre o feijoeiro no arranjo M+Mi+F e à capacidade de adaptação do feijoeiro que respondeu positivamente quando em menor densidade. No entanto, os arranjos utilizados no sistema de consórcio não influenciaram significativamente o número de grãos por vagens, podendo ser um indício de que essa variável conseguiu se adaptar aos sistemas de manejos empregados sem sofrer prejuízo.

Com relação ao milho, o consórcio Mi+F (Tabela 4) obteve resultado igual ao milho em monocultivo. Nas condições estudadas, a presença do feijão no sistema não afetou a produtividade do milho. O feijoeiro consegue promover mudanças morfofisiológicas capazes de compensar as interferências ocasionadas por outra cultura na competição por água, luz e nutrientes. Além disso, contribui com o processo de fixação biológica do nitrogênio para o agroecossistema. Essas duas culturas conseguem explorar os recursos naturais em diferentes extratos e o feijão tem capacidade de suportar certo sombreamento por ser uma planta C₃ (MELO; LIMA; MAFRA, 1988). Essas características atribuem plasticidade ao feijoeiro, o que o torna capaz de se adaptar ao consórcio com diversas culturas.

Nos arranjos com presença da mandioca houve redução da produtividade do milho. As relações de competição entre estas culturas podem ter sido mais intensas, além disso, há menor densidade ha⁻¹ do milho nesse arranjo, pois ele exerce o papel de cultura que vai beneficiar o agricultor antes da cultura principal ser colhida.

Tabela 4. Produtividade (com palha e sem palha), comprimento e diâmetro de espigas de milho var. Eldorado em consórcios ou cultivo solteiro, em Sistema Orgânico de Produção. Seropédica, 2015.

Tratamento	Massa de espigas com palha -----kg ha ⁻¹ -----	Massa de espigas sem palha	Comprimento -----cm-----	Diâmetro
M+Mi+F	2468,75b	1386,25 b	14,01 a	4,10 a
M+Mi	2243,50 b	1313,75 b	14,70 a	4,06 a
Mi+F	5661,25 a	3523,33 a	14,53 a	4,21 a
Mi	5545,00 a	3183,75 a	14,21 a	4,23 a
Média	3979,62	2284,69	14,36	4,15
CV %	16,94	18,85	5,71	2,53

M+Mi+F= cultivo consorciado de mandioca, milho e feijão; M+Mi= cultivo consorciado de mandioca e milho Mi+F=cultivo consorciado de milho e feijão; Mi= Milho solteiro. Médias seguidas de mesma letra na coluna não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade

Neste estudo, a média de produtividade do milho abaixo do esperado pode ser justificada pela presença de helmintosporiose, doença que ocasiona a perda da pigmentação das folhas (cloroses que evoluem para manchas necróticas cinzas e marrons) do milho. Neste sentido, a absorção de comprimentos de onda luminosos nos níveis favoráveis para realizar a fotossíntese pode ser comprometida, além da queda das folhas ocasionadas pelo agravamento da doença. As perdas podem atingir até 50% da produção (CASELA; FERREIRA; PINTO, 2006). Ademais, o cultivo ocorreu em época de safrinha.

O Índice de Equivalência de Área (IEA) para o consórcio M+Mi indica que há vantagem em utilizar o consórcio. Esse parâmetro indica que seriam necessários 1,26 ha para que o monocultivo produzisse o equivalente ao consórcio.

$$\text{IEA} = (\text{Mandioca consorciada} / \text{Mandioca solteira}) + (\text{Milho consorciado} / \text{Milho solteiro})$$

$$\text{IEA} = (13.397,84/15.883,99) + (1.313,75/3.183,75)$$

$$\text{IEA} = 1,26$$

Albuquerque *et al.* (2012) observaram, no consórcio mandioca e feijão comum, que o IEA variou entre 1,28 a 1,54. Silva *et al.* (2011) no consórcio mandioca e caupi encontraram níveis de IEA entre 1,38 a 1,83. Flesch (2002), para o consórcio milho e feijão, encontrou IEA entre 1,22 a 1,66. Já Guedes *et al.* (2010) em consórcio de milho e caupi sob manejo orgânico, encontraram IEA entre 1,22 a 1,67.

Embora nos arranjos com presença do feijão e/ou do milho fosse observado uma menor produção da mandioca, não houve efeito significativo sobre a produtividade em nenhum dos tratamentos. Desta forma, podemos considerar que houve interações positivas entre as culturas, o que proporcionou vantagem ao sistema de consórcio.

Pode-se observar que o IEA indicou que o sistema de consórcio é vantajoso e que confere viabilidade para que o sistema produtivo seja mais diversificado. A possibilidade de diversificar resulta em maior disponibilidade de produtos a serem consumidos ou comercializados pelo agricultor. Essa prática é considerada vantajosa por diversos aspectos como diversificação da produção e da dieta alimentar, melhora no manejo de plantas espontâneas, proteção do solo e incremento na renda do produtor (VIEIRA, 1999; ALTIERI, 2012).

Já o monocultivo oferece apenas uma possibilidade produtiva, apresentando uma maior vulnerabilidade produtiva e econômica. Uma das principais desvantagens no cultivo de mandioca em monocultivo é justamente o solo descoberto no desenvolvimento inicial da cultura. O escoamento superficial é mais intenso nos solos sem vegetação, o que intensifica a erosão do solo. Além disso, oportuniza a cobertura do solo pela vegetação espontânea, que são plantas eficientes e se adaptam às mais diversas condições edafoclimáticas, competindo com a cultura principal por água, luz e nutrientes.

4 Conclusões

- O consórcio de mandioca e milho em Seropédica é mais vantajoso em relação ao monocultivo, pois apresentou índice de equivalência de área (IEA) de 1,26. Isso demonstra que seria necessária uma área equivalente a 1,26 vezes maior para que o monocultivo tivesse a mesma produção do consórcio.
- A produtividade do milho não foi afetada pelo cultivo da cultura do feijão nas entrelinhas, favorecendo, desta forma, o sistema de consórcio com feijão.
- A produtividade de feijão é reduzida na presença de mandioca e milho, indicando que o aumento da complexidade do sistema dificulta o estabelecimento da cultura do feijão.

5 Considerações Finais

A metodologia proposta no presente estudo foi adequada para alcançar os objetivos propostos. O tema é muito importante para a agricultura familiar, uma vez que, de forma geral, o cultivo em consórcio proporciona múltiplos benefícios ao sistema de produção. Através desta estratégia de manejo é possível obter uma colheita escalonada, gerando renda em momentos distintos; fornece uma cobertura eficiente do solo, favorecendo a redução da erosão hídrica, aumenta o índice de eficiência de uso da terra e diminui a demanda por terra; permite maior produção de biomassa, o que contribui para maior acumulação de carbono no solo e oportuniza uma diversificação funcional, contribuindo para um maior equilíbrio entre pragas e inimigos naturais. Além disso, torna o sistema mais resiliente aos impactos por déficits hídricos, pois aumenta a chance de um dos consortes atingir um nível satisfatório de produção. Diante dos resultados, recomendamos o consórcio do milho com mandioca e do milho com feijão como estratégia para aumentar o índice de eficiência de uso da terra e gerar mais renda para o agricultor.

6 Agradecimentos

À FAPERJ e ao CNPq pelo apoio financeiro; à EMBRAPA, PESAGRO-RIO, UFRRJ por disponibilizar infraestrutura e recursos humanos e ao Instituto Internacional para Sustentabilidade (ISS) pela concessão de bolsa de estudos e especialmente ao Programa de Mestrado Profissional em Agricultura Orgânica (PPGAO) por criar as condições necessárias ao desenvolvimento deste trabalho.

7 Referências Bibliográficas

ALBUQUERQUE, J. A. A.; SEDIYAMA, T.; ALVES, J. M. A.; SILVA, A. A.; UCHOA, S. C. P. Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas gerais, Brasil. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 43, n. 3, p. 532-538, jul-set, 2012.

ALTIERI, M. A. Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável. 3ed. rev. amp., Expressão Popular/ASP-TA, São Paulo/Rio de Janeiro, 2012, 400p.

ALVES, J. M. A.; ARAUJO, N. P.; UCHOA, S. C. P.; ALBUQUERQUE, J. A. A.; SILVA, A. J.; RODRIGUES, G. S.; SILVA, D. C. O. Avaliação agroeconômica da produção de cultivares de feijão-caupi em consórcio com cultivares de mandioca em Roraima. **Revista Agro@ambiente On-line**, Boa Vista, v. 3, n. 1, p. 15-30, 2009.

CARVALHO, H. W. L., CARVALHO, L. M., CARVALHO, C., SUZARTE, J. S.; LAN, S. Cultivares de girassol para cultivo consorciado com mandioca no centro-sul do Estado de Sergipe. **Embrapa Tabuleiros Costeiros-Comunicado Técnico (INFOTECA-E)**, 2018.

CASELA, C. A.; FERREIRA, A. S.; PINTO, N. F. J. A. **Doenças na cultura do milho**. Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG. Circular técnica 83, 2006. 14p.

DEVIDE, A. C. P.; RIBEIRO, R. L. D.; VALLE, T. L.; ALMEIDA, D. L.; CASTRO, C. M.; FELTRAN, J. C. Produtividade de raízes de mandioca consorciada com milho e caupi em sistema orgânico. **Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 145-153, 2009.

FLESCHE, R. D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 37, n. 1, p. 51-56, 2002.

FRANÇA, C. G.; DEL GROSSI, M. E.; ARQUES, V. P. M. A. O Censo Agropecuário 2006 e a Agricultura Familiar no Brasil. Brasília: MDA, 2009.

FREIRE, L. R.; BALIEIRO, F. C.; ZONTA, E.; ANJOS, L. H. C.; PEREIRA, M. G.; LIMA, L.; GUERRA, J. G. M.; FERREIRA, M. B. C.; LEAL, M. A. A.; CAMPOS, D. V. B.; POLIDORO, J. C. **Manual de calagem e adubação do Estado do Rio de Janeiro**. Embrapa, Brasília; EDUR, Seropédica, RJ, 2013. 430p.

GUEDES, R. E.; RUMJANEK, N. G.; XAVIER, G. R.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. D. L. Consórcios de caupi e milho em cultivo orgânico para produção de grãos e espigas verdes. **Horticultura Brasileira**, v. 28, n. 2, p. 174-177, 2010.

MAIA, J. T. L. S.; GUILHERME, D. O.; PAULINO, M. A. O.; BARBOSA, S. B.; MARTINS, E. R.; COSTA, C. A. Uma leitura sobre a perspectiva do cultivo consorciado. **Unimontes Científica**, Montes Claros, v. 12, n. 1/2, 2010.

MELO, J. N.; LIMA, G. R. A.; MAFRA, R. C. Consórcio na região nordeste. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. **Cultura do feijoeiro**: fatores que afetam a produtividade. Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1988. p. 439-45.

NEVES, M. C. P.; GUERRA, J. G. M.; CARVALHO, S. R.; RIBEIRO, R. L. D.; ALMEIDA, D. L. Sistema Integrado de Produção Agroecológica ou Fazendinha Agroecológica do km 47. In: **Agroecologia: princípios e técnica para uma agricultura orgânica sustentável**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2005. p. 147-172

PORTES, T. A. Aspectos ecofisiológicos do consórcio milho x feijão. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 10, n. 118. 1984. p.30-34.

RÓS, A. B.; SÃO JOÃO, R. S. Desempenho agrônomico e uso eficiente da terra em arranjos de plantas de mandioca e batata-doce. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 63, n.4, p. 517-522, 2016.

SILVA, A. R.; SOUSA, S. A.; SOUZA, D. J. A. T.; LEMOS, A. S.; COLLIER, L. S. Fertilidade do solo em agroflorestas

após sucessão leguminosas: Consórcio mandioca e caupi, no Sul do Tocantins. **Journal of Biotechnology and Biodiversity**, v. 2, n. 2, p. 44-55, 2011.

SILVA, D. V.; SANTOS, J. B.; FERREIRA, E. A.; SILVA, A. A.; FRANÇA, A. C.; SEDIYAMA, T. Manejo de plantas daninhas na cultura da mandioca. **Planta daninha**, v. 30, n. 4, p. 901-910, 2012.

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. Consórcio de hortaliças. **Semina: Ciências Agrárias**, v. 26, n. 4, p. 507-514, 2005.

VIEIRA, C. Estudo monográfico do consórcio milho-feijão no Brasil. UFV, Viçosa, 1999, 183p.