



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MANDIOCA CONSORCIADA COM  
FEIJÃO E MILHO SOB SISTEMA DE CULTIVO DE BASE  
AGROECOLÓGICA**

**MARCELO NICOLINI DE OLIVEIRA**

**BRASÍLIA – DF  
NOVEMBRO, 2022.**



UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MANDIOCA CONSORCIADA COM  
FEIJÃO E MILHO SOB SISTEMA DE CULTIVO DE BASE  
AGROECOLÓGICA**

**MARCELO NICOLINI DE OLIVEIRA**

Orientadora: Ana Maria Resende Junqueira

**TESE DE DOUTORADO**

PUBLICAÇÃO: TESE/2022

**BRASÍLIA – DF  
NOVEMBRO, 2022.**

UNIVERSIDADE DE BRASÍLIA  
FACULDADE DE AGRONOMIA E MEDICINA VETERINÁRIA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MANDIOCA CONSORCIADA COM  
FEIJÃO E MILHO SOB SISTEMA DE CULTIVO DE BASE  
AGROECOLÓGICA**

**MARCELO NICOLINI DE OLIVEIRA**

TESE DE DOUTORADO SUBMETIDA AO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, COMO PARTE DOS REQUISITOS NECESSÁRIOS PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE DOUTOR.

**APROVADA POR:**

---

Ana Maria Resende Junqueira, PhD, Universidade de Brasília (UnB)  
Email: [anamaria@unb.br](mailto:anamaria@unb.br) (Orientadora)

---

Jean Kleber de Abreu Matos, Dr., Universidade de Brasília (UnB)  
Email: [kleber@unb.br](mailto:kleber@unb.br) (Examinador Interno)

---

Eusângela Antônia Costa, Dra  
Email: [eusangela@hotmail.com](mailto:eusangela@hotmail.com) (Examinadora Externa)

---

Juliana Martins de Mesquita Matos, Dra  
Email: [julianamartins2104@gmail.com](mailto:julianamartins2104@gmail.com) (Examinadora Externa)

Brasília, 03 de novembro de 2022.

## FICHA CATALOGRÁFICA

Nd	Nicolini de Oliveira, Marcelo Desempenho agrônômico de mandioca consorciada com feijão e milho sob sistema de cultivo de base agroecológica / Marcelo Nicolini de Oliveira; orientador Ana Maria Resende Junqueira. -- Brasília, 2022. 65 p.  Tese (Doutorado em Agronomia) -- Universidade de Brasília, 2022.  1. Agrofloresta. 2. Transição agroecológica. 3. Redesenho. 4. Consórcio. 5. Sustentabilidade. I. Resende Junqueira, Ana Maria, orient. II. Título.
----	--

## REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

OLIVEIRA, M. N. **Desempenho agrônômico de mandioca consorciada com feijão e milho sob sistema de cultivo de base agroecológica**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2022, 65 p. Tese de Doutorado.

## CESSÃO DE DIREITOS

NOME DO AUTOR: Marcelo Nicolini de Oliveira.

TÍTULO DA DISSERTAÇÃO: **Desempenho agrônômico de mandioca consorciada com feijão e milho sob sistema de cultivo de base agroecológica**

GRAU: Doutor

ANO: 2022

É concedida à Universidade de Brasília de Brasília permissão para reproduzir cópias desta tese de doutorado para única e exclusivamente propósitos acadêmicos e científicos. O autor reserva para si os outros direitos autorais, de publicação. Nenhuma parte desta tese de doutorado pode ser reproduzida sem a autorização por escrito do autor. Citações são estimuladas, desde que citada à fonte.

-----  
Nome: Marcelo Nicolini de Oliveira.

CPF: 006.375.391- 09

Endereço: DF 205 oeste, KM 10, Sítio do Mato, Fercal, Brasília-DF. Sítio Monte Sião.

Tel: (61) 98343- 7353

Email: [marceloagrofloresta@gmail.com](mailto:marceloagrofloresta@gmail.com)

## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a energia do amor, criadora primordial da vida, da abundância da prosperidade, por me fazer existir nesse mundo de provas e expiações.

A todos os seres da natureza, à nossa mãe terra e à floresta, minha profunda gratidão por poder fazer parte dessa teia da vida.

Ao sol, à lua, às estrelas e à toda força divina do cosmo.

À todas as plantas de poder, sagradas e enteógenas, que tanto me ensinam neste mundo de ilusão, trazendo sabedoria e ensinamentos.

À minha família de jornada espiritual, por todos os aprendizados e vivências que me fazem crescer e evoluir minha mente.

À minha amada, Maíra Magalhães Mascarenhas, por todo amor, companheirismo, parceria, partilhas, carinho, afeto, paciência, sonhos e tudo mais que não cabe aqui em palavras. Admiro-te imensamente e para sempre quero estar contigo cultivando alegria, saúde e amor.

Aos meus amados filhos, Davi, Clara Luz e Tupã, que são meus maiores professores nesta escola da vida, pela motivação de ser alguém melhor, que faça a diferença para o mundo, fazendo sempre o bem com justiça, cheio de alegria e diversão.

À minha querida mãezinha, Vera Regina Nicolini Anechinno, pelo seu amor incondicional e tudo que me proporcionou com muito trabalho e dedicação, que foi parte fundamental para que eu pudesse chegar até aqui.

À todos os professores, que não são apenas os de sala de aula, mas sim da vida, com os quais eu pude adquirir e compartilhar conhecimentos importantes para minha formação moral e acadêmica.

Aos agricultores e agricultoras que cultivam a terra, as plantas e os bichos com sabedoria, seguindo os princípios ecológicos, que são verdadeiros detentores do conhecimento agrícola e guardiões de sementes.

À Profa. Ana Maria Resende Junqueira, minha orientadora querida desde a graduação, por toda a camaradagem, confiança, parceria, ensinamentos e orientação, e, principalmente, por acreditar e disseminar a agricultura ecológica e os sistemas agroflorestais, por uma agricultura sustentável.

Aos amigos e colegas que colaboraram com essa jornada, em especial ao: André, José, Pedro e Heitor.

A todos os funcionários da FAL, que tornam o ambiente agradável de se trabalhar. Sempre dispostos a ajudar com as atividades relacionadas à parte de campo, com bastante presteza e bom grado. Entre eles: Israel, Seu Zeca, Evangelista (Jamanta), Ronaldo, e tantos outros.

À toda comunidade da Universidade de Brasília, que fazem deste lugar, um espaço mágico e incrível, onde passei 15 anos inesquecíveis de muitas inspirações.

À Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, por ensinar e formar pessoas na arte e ciência da agricultura, tão essencial à nossa sobrevivência.

Ao CVTUnB – Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia e Agricultura Orgânica da UnB, coordenado por minha orientadora, por toda a história de resistência dentro do sistema dominante da agricultura convencional.

Ao PET - Agronomia, do qual fiz parte em minha graduação, colocando-me em contato com a pesquisa e extensão, e hoje por permitir a integração entre estudantes da graduação e pós-graduação. Aos petianos que estiveram comigo em minha jornada na pós-graduação, meus agradecimentos.

À CAPES – Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pela concessão da bolsa de estudos, primordial para que eu pudesse concluir meus estudos.

Por fim, não menos importante, agradeço a todos os seres que de alguma forma estão lutando para que a energia da luz, paz e amor prevaleçam.

## DESEMPENHO AGRONÔMICO DE MANDIOCA CONSORCIADA COM FEIJÃO E MILHO SOB SISTEMA DE CULTIVO DE BASE AGROECOLÓGICA

O estudo de consórcios de culturas vem sendo cada vez mais realizado com o intuito de contribuir para a geração de conhecimento voltado à agricultura familiar. Esta pesquisa teve o objetivo de avaliar o consórcio de mandioca, feijão e milho sob diferentes arranjos e fonte de fertilização em sistema de base agroecológica. O experimento foi realizado na Fazenda Água Limpa-UnB, em duas safras de verão. O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com doze tratamentos em três repetições. Os tratamentos foram: monocultura de mandioca com e sem adubação orgânica (bokashi ou esterco bovino); Consórcio de mandioca com milho, com e sem adubação orgânica; Consórcio de mandioca com feijão, com e sem adubação orgânica; consórcio triplo, com e sem adubação orgânica. Foi avaliada a produtividade das culturas. Os dados foram submetidos à análise de variância e comparação de médias. Foi observado que a cultura do milho não foi afetada pelos arranjos de consórcio, apresentando resultados, tanto de milho verde quanto milho grão, similares nos arranjos de consórcio. A cultura do feijão foi afetada pelo consórcio triplo, apresentando resultados satisfatórios quando em consórcio duplo com mandioca. No caso da mandioca, considerada a cultura principal, os melhores resultados foram observados na monocultura sob adubação com bokashi. Porém, este resultado não diferiu do observado na monocultura com esterco bovino, tendo sido, no entanto, superior aos dados observados nas parcelas onde a mandioca estava em consórcio triplo com ou sem adubação. Sob consórcio duplo com feijão ou milho, a produtividade da mandioca foi similar à monocultura de mandioca.

**Palavras-chave:** Agrofloresta, transição agroecológica, redesenho, consórcio, sustentabilidade.

## AGRONOMIC PERFORMANCE OF CASSAVA INTERCROPPED WITH BEANS AND CORN UNDER AN AGROECOLOGICAL BASED SYSTEM

The study of crops' intercropping has been increasingly carried out to contribute to the generation of knowledge aimed at family farming. This research aimed to evaluate the intercropping of cassava, beans and corn under different arrangements and source of fertilization in agroforestry system. The experiment was carried out at Fazenda Água Limpa-UnB, in two summer harvests. The experimental design was randomized blocks with twelve treatments in three replications. The treatments were: cassava monoculture with and without organic fertilization (bokashi or bovine manure); Cassava and corn intercropping, with and without organic fertilization; Cassava consortium with beans, with and without organic fertilization; Triple intercropping, with and without organic fertilization. Crop yield was evaluated. The data were submitted to variance analysis and comparison of means. It was observed that corn was not affected by the intercropping arrangements, presenting results, both of green corn and grain, similar among intercropping arrangements. The bean crop was affected by the triple intercropping, presenting satisfactory results when in a double intercropping with cassava. In the case of cassava, considered the main crop, the best results were observed in monoculture under bokashi fertilization. However, this result did not differ from that observed in monoculture with bovine manure but was superior to the data observed in the plots where cassava was in triple intercropping with or without fertilization. Under double intercropping with beans or corn, cassava yield was like those of cassava monoculture.

Keywords: Agroforestry, agroecological transition, redesign, consortium, sustainability.

## LISTA DE FIGURAS

<b>Figura 01</b> - Google maps, números em vermelho mostrando os 3 blocos experimentais dentro da área da Agroecologia, na Fazenda Água Limpa – UnB. Imagens ©2022 CNES / Airbus, Maxar Technologie .....	17
<b>Figura 02</b> - Faixa Agroflorestal F1 com duas linhas de eucalipto ( <i>Eucalyptus grandis</i> ), duas linhas de café ( <i>Coffea arabica</i> ) e uma linha de banana ( <i>Musa sp.</i> ) intercalada com citros ( <i>Citrus sp.</i> ). COSTA (2020) .....	18
<b>Figura 03</b> - Faixa Agroflorestal 2 (F2) com uma linha de eucalipto ( <i>Eucalyptus grandis</i> ) alternada com uma linha de café ( <i>Coffea arabica</i> ) e duas linhas de banana ( <i>Musa sp.</i> ) alternada com citros ( <i>Citrus sp.</i> ) ou com mamão ( <i>Carica papaya</i> ). COSTA (2020) .....	19
<b>Figura 04</b> - Faixa agroflorestal 3 (F3) com uma linha de café ( <i>Coffea arabica</i> ) , duas linhas de banana, alternadas com mamão ( <i>Carica papaya</i> ) ou citros ( <i>Citrus sp.</i> ). COSTA (2020) .....	19
<b>Figura 05</b> - Foto do dia em que a área foi plantada. 21 de dezembro de 2018 .....	21
<b>Figura 06</b> – Croqui dos tratamentos com mandioca solteira/ monocultura do 1º e 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas .....	23
<b>Figura 07</b> – Croqui dos tratamentos com mandioca e milho do 1º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas .....	24
<b>Figura 08</b> - Croqui dos tratamentos com mandioca e milho do 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas .....	25
<b>Figura 09</b> – Croqui dos tratamentos com mandioca e feijão do 1º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas .....	26
<b>Figura 10</b> - Croqui dos tratamentos com mandioca e feijão do 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas .....	27
<b>Figura 11</b> - Croqui dos tratamentos com mandioca, milho e feijão do 1º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas .....	28
<b>Figura 12</b> - Croqui dos tratamentos com mandioca, milho e feijão do 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas .....	29
<b>Figura 13</b> – Foto do dia da colheita do milho-verde, data 29/03/19. FAL – UnB.....	30
<b>Figura 14</b> – Foto das mandiocas colhidas no dia 04/05/22, FAL – UnB .....	31
<b>Figura 15</b> – Foto de parcela experimental do consórcio mandioca, milho e feijão, com 1 mês e 15 dias após semeadura, data 06/02/19 .....	33

<b>Figura 16</b> – Foto de parcela experimental do consórcio mandioca e milho-verde no dia da colheita, data 11/06/21 .....	35
<b>Figura 17</b> – Foto de uma parcela do consórcio mandioca e feijão, com 90 dias após plantio, data 21/05/21 .....	40
<b>Figura 18</b> – Foto de uma parcela da mandioca em monocultivo, com 5 meses após semeadura, data 29/05/19 .....	43
<b>Figura 19</b> – Foto ampla de um bloco com 7 meses após semeadura, mostrando as parcelas com apenas mandioca, pois o milho e o feijão já haviam sido colhidos, data 15/09/21 .....	45

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 01.</b> Média de produção (gramas/espiga) e produtividade (toneladas/hectare) da espiga do milho-verde sem palha .....	32
<b>Tabela 02 -</b> Média de produção (gramas/espiga) e produtividade (toneladas/hectare) da espiga do milho-verde sem palha .....	34
<b>Tabela 03 –</b> Média de produção (gramas/espiga) e produtividade (toneladas/hectare) de milho seco em grão .....	36
<b>Tabela 04.</b> Média de produção (gramas/ parcela) e produtividade (kg/hectare) do feijão em cada tratamento .....	37
<b>Tabela 05.</b> Média de produção (gramas/ parcela) e produtividade (kg/hectare) do feijão em cada tratamento .....	38
<b>Tabela 06.</b> Produção (kg/planta) e produtividade (toneladas/hectare) média de raiz de mandioca por tratamento .....	41
<b>Tabela 07.</b> Produção (kg/planta) e produtividade (toneladas/hectare) média de raiz de mandioca por tratamento .....	44

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	1
<b>2. JUSTIFICATIVA</b> .....	3
<b>3. HIPÓTESES</b> .....	3
<b>4. OBJETIVOS</b> .....	3
4.1 Objetivo geral .....	3
4.2 Objetivos específicos .....	3
<b>5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> .....	4
5.1 Agroecologia .....	4
5.2 Mandioca .....	8
5.3 Cultivos consorciados com mandioca .....	11
<b>6. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	16
6.1 Caracterização da área experimental .....	16
6.2 Manejo cultural .....	21
6.3 Delineamento experimental .....	22
6.4 Colheita e avaliação do milho-verde .....	29
6.4.1 1º Experimento .....	29
6.4.2 2º Experimento .....	29
6.5 Colheita e avaliação do milho seco em grão .....	30
6.6 Colheita e avaliação do feijão carioca .....	30
6.6.1 1º Experimento .....	30
6.6.2 2º Experimento .....	30
6.7 Colheita e avaliação da mandioca .....	31
6.7.1 1º Experimento .....	31
6.7.2 2º Experimento .....	31
6.8 Análise estatística .....	31
<b>7.0 RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> .....	32
7.1. Produção e produtividade do milho-verde em espiga .....	32
7.1.1 1º Experimento .....	32
7.1.2 2º Experimento .....	33
7.2 Produção de milho seco em grão .....	35
7.3 Produção e produtividade do feijão .....	36
7.3.1 1º Experimento .....	36

7.3.2 2º Experimento .....	38
7.4 Produção e produtividade da mandioca .....	40
7.4.1 1º Experimento .....	40
7.4.2 2º Experimento .....	43
<b>8. CONCLUSÃO .....</b>	<b>45</b>
<b>9. BIBLIOGRAFIA .....</b>	<b>46</b>

## 1. INTRODUÇÃO

O Brasil e o mundo se encontram em uma situação precária no que diz respeito à conservação da qualidade do solo e da água, que estão altamente degradados e poluídos devido ao modo de vida e produção estabelecidos atualmente, dito modelo convencional. Os maiores fatores de degradação do solo são: o desmatamento (principalmente em áreas sensíveis como APP's – área de preservação permanente) e a agropecuária feita de forma insustentável, com base no pacote “tecnológico” de produção da denominada revolução verde que prevê: utilização de adubos químicos altamente solúveis, sementes híbridas e transgênicas patenteadas, inúmeros agrotóxicos, maquinários pesados e plantios de *commodities* em áreas extensivas (NOVAES, 2001).

Sérios danos à estrutura e fertilidade natural dos solos são causados, como: a erosão, assoreamento, perda de biodiversidade, contaminação do solo e da água com resíduos de agrotóxicos e adubos químicos. Além do desaparecimento de muitos rios que secam devido ao grande acúmulo de terra e resíduos em seus leitos e o desmatamento de áreas de recargas de aquíferos e cursos d'água.

Sabe-se que são perdidas toneladas de solo por hectare ao ano em áreas em que o solo está exposto ao sol sem cobertura de vegetação viva ou morta. Além do aumento da emissão de gases do efeito estufa devido à utilização de combustíveis fósseis e das queimadas criminosas, que são os principais fatores de poluição do ar.

Desta forma, segue o ciclo de degradação dos ecossistemas, desmatamento e queimadas para “abrir” áreas para agropecuária convencional de monocultivos, que se baseia em simplificação dos agroecossistemas, principalmente, soja, milho e pastagens; para fins industriais e de controle mundial da produção de alimentos feitos por poucas empresas multinacionais que dominam o mercado e os países periféricos, dando continuidade de certa forma à continuação de um modelo de subjugação, a escravidão moderna, reduzindo drasticamente a diversidade alimentar.

Os Agroecossistemas são ecossistemas agrícolas em que o homem está incluso, onde há uma relação entre ser humano, ambiente e fatores de produção, em que o homem é o grande responsável pelo manejo do ambiente, que será determinante para a sustentabilidade dos sistemas (GLIESSMAN, 2005).

A agroecologia surge como um grande movimento de resistência ao modelo de agricultura hegemônico, do modo de produção capitalista, da utilização indiscriminada dos recursos ambientais até a exaustão e degradação socioambiental, trazendo à luz as

diversas soluções de como produzir e interagir com o ambiente e os seres vivos dentro de um equilíbrio.

Sendo considerada uma ciência moderna que utiliza conhecimentos científicos modernos, juntamente com conhecimentos antigos de culturas tradicionais, tem se preocupado em como as atividades humanas podem ser feitas de forma equilibrada, gerando abundância e agroecossistemas saudáveis, ao invés de gerar escassez, destruição e poluição.

Para a mudança dos sistemas convencionais agropecuários, para sistemas agroecológicos de produção, o caminho que tem se mostrado mais eficiente, tem sido o da transição agroecológica, onde são feitas mudanças graduais no manejo dos agroecossistemas, incorporando práticas agroecológicas, no decorrer do tempo, para que o produtor tenha sua própria experiência, possibilitando ver os resultados em sua propriedade, e então incorpore as atividades no sistema de produção (COSTABEBER, 2006).

Dentro da transição agroecológica, uma das primeiras mudanças é o redesenho dos agroecossistemas, que pode ser feito de diversas formas, como: rotação de culturas, plantio direto sob palhada, plantios de quebra-ventos, linhas de árvores dividindo talhões, plantios consorciados simples, até sistemas agroflorestais sucessionais, multiestratificados e biodiversos. Conhecer a fenologia das espécies e das interações entre elas, assim como os estratos que cada uma possui, saber como desenhar o plantio consorciado e qual espaçamento entre plantas utilizar são aspectos muito importantes para se planejar um sistema agroflorestal eficiente, em que as plantas cooperem entre si e obtenham pleno desenvolvimento e possam ser otimizadas a utilização dos insumos solo, água, ar, contribuindo para a mitigação de efeitos negativos das práticas agrícolas no sistema produtivo (OLIVEIRA, 2014).

Diversos pesquisadores têm se dedicado ao estudo dos consórcios de cultivos, possibilitando a geração de uma base de dados que possa ser utilizada por agricultores de diversas regiões, facilitando e direcionando a tomada de decisão na hora do planejamento e execução de sistemas consorciados, desde consórcios simples de 2 a 3 espécies, até sistemas mais complexos, que facilmente ultrapassam 30 espécies.

Tais resultados de consorciação de cultivos e de sistemas agrossilvipastoris (integração lavoura – pecuária - floresta) têm apresentado resultados promissores, mostrando como é possível e vantajoso estas práticas, trazendo maior retorno ao produtor e mais sustentabilidade aos agroecossistemas. No entanto, os estudos ainda são

incipientes, sendo necessário o investimento em diversos estudos e pesquisas a fim de elucidar melhor o comportamento das culturas quando consorciadas e identificar os arranjos espaciais e temporais de maior adequação.

## **2. JUSTIFICATIVA**

- a. Necessidade de produzir de forma sustentável, que não diminua a quantidade nem a qualidade dos recursos.
- b. Demanda crescente por alimentos orgânicos.
- c. Necessidade de arranjos produtivos que otimizem os processos de produção.
- d. Aumentar a diversidade da produção dos agricultores.
- e. Fomentar uma base de dados de produtividades dos consórcios.

## **3. HIPÓTESES**

- O cultivo de mandioca consorciada com milho e/ou feijão promove melhor aproveitamento da área do que plantios individuais de cada espécie.

- O cultivo de mandioca consorciada com milho e/ou feijão promove aumento na produção e produtividade das culturas.

- O cultivo com a utilização de adubos orgânicos promove incremento na produção de mandioca, milho e feijão.

## **4. OBJETIVOS**

### **4.1 Objetivo geral:**

Este trabalho teve como objetivo avaliar a viabilidade técnica do cultivo de mandioca em consórcio com milho e feijão sob adubação orgânica e em sistema agroflorestal a fim de contribuir com a tomada de decisão de produtores no planejamento de cultivos no âmbito da agricultura familiar.

## **4.2 Objetivos específicos:**

1. Avaliar a influência dos consórcios na produção de cada cultura, tendo a mandioca como cultura principal.
2. Avaliar a influência da densidade de plantas de milho e feijão na produtividade da mandioca, milho e feijão.
3. Avaliar a influência da adubação com esterco de gado na produção das culturas dentro de cada tratamento.
4. Avaliar a influência da adubação com bokashi na produção das culturas dentro de cada tratamento.

## **5. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA**

### **5.1 Agroecologia**

Ecologia vem do latim (Eco = casa, Logos = estudo) que significa o “estudo da casa”, sendo a nossa maior casa o planeta e a menor casa os organismos. Pode-se dizer que é o estudo das relações entre os seres vivos e os ambientes, e seres vivos entre seres vivos. Dentro da ecologia há uma divisão em níveis de organização, que vai desde o estudo dos organismos individuais, populações (conjunto de organismos da mesma espécie), comunidades (conjunto de populações), ecossistemas (conjunto de comunidades) e planeta Terra (conjunto de ecossistemas). No início do século 20, foi quando surgiu pela primeira vez o conceito de ecossistema, definido como sistemas ecológicos formados pelos seres vivos e ambientes que interagem e influenciam um ao outro (RICKLEFS, 2003).

A partir desse conceito surgiu a Ecologia de ecossistemas como um ramo de pesquisa dentro da Ecologia que estuda principalmente ciclos, fluxos e transformações de matéria e energia, trazendo informações sobre os Agroecossistemas ou sistemas de agricultura, que possibilitam melhor entendimento de como podemos nos integrar aos ecossistemas da forma mais natural (ODUM, 1997).

Agroecologia pode ser dita como uma ciência holística que foca seus estudos nas interações homem-ambiente-homem, vistos sob a ótica da agricultura e dos manejos dos ambientes humanos, entendendo que o ser humano é somente um elemento dentro de um grande sistema chamado “Gaia”. A teoria de Gaia afirma que o planeta Terra

funciona como um macroorganismo, onde os seres vivos e os elementos naturais (terra, água e ar) são partes que formam este todo que é moldado a partir de interações entre estes elementos que influenciam uns aos outros (LOVELOCK, 1995).

De acordo com Gliessman (2005) e Altieri (1989), a agroecologia é o manejo dos agroecossistemas respeitando os princípios ecológicos, buscando uma transição para estilos de agricultura sustentável. Algumas definições deixam a entender que agroecologia seria sinônimo de agricultura ecológica, uma vez que agroecossistemas é tido como ecossistemas de produção agrária, local onde o homem maneja o ambiente. Porém, nem sempre o que é dito agroecologia ou agricultura de base ecológica, está realmente respeitando os princípios ecológicos naturais.

Nos dias de hoje é tida como uma ciência integradora de conhecimentos de diversas áreas (ambiental, social, política, econômica, ética e cultural), que vai muito além dos estudos de como se realizar agricultura de base ecológica, que conserva os recursos naturais. Ela vai tratar de todas as questões que envolvem as interações homem-natureza, sempre levando em conta os princípios ecológicos que regem a formação e manutenção dos ecossistemas, trazendo ferramentas a partir de dados de estudos e pesquisas, de como podemos manejar os ecossistemas ou Agroecossistemas de tal forma a favorecer as interações homem-ambiente que geram abundância de recursos (CAPORAL, 2006).

Gusmán Casado et al. (2000) apresentam conceitos e definições coerentes com as ideias atualmente utilizadas em Agroecologia, como sendo uma proposta de solução para as crises da atualidade, incluindo todas as esferas da sustentabilidade (ambiental, social, política e econômica).

Considerando a Agroecologia como um arcabouço de princípios, aí estaremos falando de diferentes estilos de agricultura, que tem como pontos em comum: a não utilização de agrotóxicos e adubos químicos altamente solúveis, que buscam maiores níveis de sustentabilidade para os sistemas de produção, sendo as principais escolas: Agricultura orgânica, Agricultura biodinâmica, Agricultura natural e Agricultura biológica, as quais dentro da lei que dispõe sobre Agricultura orgânica no Brasil são todas consideradas como sistemas de produção orgânico (BRASIL, 2014).

Os principais insumos utilizados por estes sistemas de agricultura são: adubos orgânicos (esterco bovino, suíno e de aves), materiais vegetais para cobertura de solo, compostos orgânicos, calcário e pó de rocha.

A prática da compostagem é das mais utilizadas dentro de sistemas de cultivos agroecológicos, transformando materiais orgânicos e minerais em adubo orgânico rico em matéria orgânica, nutrientes e microrganismos. Um composto bioativo bastante difundido atualmente é chamado bokashi. Trata-se de um composto bastante estável, com ingredientes de baixa relação C/N, feito de forma aeróbica, revolvido diariamente, rico em microrganismos ativos e mineralmente estável. Existem vários tipos de bokashi, variando alguns ingredientes, mas basicamente ele é feito de: farelos e tortas vegetais, resíduos de pescados, crustáceos marinhos, de semente de leguminosas, de casca de arroz, de esterco de galinha, de carvão vegetal, de alfafa e de resíduos de cama de gado confinado ou de baía de cavalo (TOMITA, 2009).

Entretanto, cada estilo de agricultura possui características específicas de manejo; A agricultura biodinâmica tem como manejo principal a utilização de preparados biodinâmicos para aplicação no solo e nas plantas, e calendário lunar como norteador para atividades agrícolas; A agricultura natural preconiza a utilização de biofertilizantes ricos em microrganismos eficientes e apenas adubos orgânicos de origem vegetais, sem a presença de esterco, buscando sempre a vivificação do solo e o mínimo revolvimento do solo. A agricultura biológica busca o máximo aproveitamento dos processos biológicos naturais e a utilização de pó de rocha; e a Agricultura orgânica preconiza a utilização de compostos orgânicos e aumento da matéria orgânica no solo (BONILLA, 1992, SANTOS & MENDONÇA, 2001, DAROLT, 2002, AMBROSANO ET AL., 2004, SOUZA E RESENDE, 2006, VILELA, 2006, APUD SUGASTI, 2012).

Outras práticas com diferentes nomes e formas de manejar o ambiente para se ter uma agricultura mais inteligente, sem agredir o ambiente, surgiram e ainda surgem em diferentes locais do planeta. No Brasil, existe um forte movimento a favor dos Sistemas Agroflorestais e Agroflorestas. Para um Sistema Agroflorestal, basta se ter um componente arbóreo perene, de ciclo mais longo e, um componente agrícola de ciclo curto, não exigindo grandes modelos complexos e alta biodiversidade dentro do sistema, não se caracterizando, de fato, uma floresta ou um sistema de plantio sustentável (VIVAN, 1998).

Com base no conceito de sustentabilidade definido nas convenções mundiais sobre meio ambiente e sustentabilidade, que diz: “desenvolvimento sustentável é aquele que satisfaz as necessidades atuais das populações sem prejudicar a quantidade e qualidade dos recursos naturais para que as gerações futuras tenham as mesmas oportunidades”, as Agroflorestas sucessionais multiestratificadas e altamente

biodiversas são as que mais se aproximam de uma agricultura sustentável, se assemelhando aos processos naturais de formação e manutenção dos ecossistemas. (OLIVEIRA, 2014).

Ernest Goestch (2020) trouxe em tempos mais recentes o termo Agricultura Sintrópica para denominar um modelo de agrofloresta inteligente, onde se prevê aumento do grau de sintropia do planeta, sendo sintropia relacionado ao grau de complexificação da matéria/energia. Ao contrário, tem-se a entropia que reflete o grau de desorganização das moléculas. Na sintropia, busca-se, após um distúrbio, alcançar um estágio clímax da sucessão florestal, com espécies de ciclos longos, criação de solo orgânico, com cobertura do solo, regeneração dos ambientes, conservação do solo, da água e da biodiversidade. Ainda, na sintropia, trabalha-se para otimizar os processos naturais dos ecossistemas dentro das práticas agrícolas, gerando abundância de vida, dentro de um equilíbrio dinâmico.

No conceito de Agrofloresta está embutido o pilar da biodiversidade, em que se busca ter o máximo de biodiversidade possível no ambiente que propiciará maior resiliência para o sistema. Neste sistema, busca-se otimizar o tempo e o espaço consorciando no mesmo local diferentes espécies que possuem diferentes nichos espaciais e ecológicos, objetivando o processo de sucessão ecológica e na evolução do ambiente para uma floresta madura, sucessional, biodiversa e multiestratificada, criadora de solo fértil (terra preta de floresta).

Para se implementar uma Agrofloresta sucessional deve-se sempre levar em conta a produção de adubos verdes de diferentes ciclos, para sempre ter matéria orgânica suficiente para incorporação no solo e ciclagem dos nutrientes. As principais técnicas de manejo utilizadas em Agroflorestas são: cobertura do solo com matéria orgânica, plantio de adubos verdes de diversas composições vegetais, consorciação de cultivos, sucessão ecológica, capina e poda seletiva, estratificação, cultivos diversificados, dentre outras.

Os diferentes modelos de cultivo, considerados alguns de base agroecológica, outros biológicos ou orgânicos, não necessariamente são sustentáveis no sentido amplo da sustentabilidade ou respeitam totalmente os princípios ecológicos naturais. Os últimos contribuem para a manutenção dos recursos essenciais para a vida como água, terra e ar. Existem críticas a modelos que adotam a troca de um pacote tecnológico de produção chamado “Revolução verde”, que utiliza adubos químicos, agrotóxicos, sementes transgênicas, maquinários pesados e monoculturas, por um pacote tecnológico

de produção chamado “orgânico”, que utiliza compostos orgânicos, esterco, pó de rocha, dentre outros insumos, mas que continua com a lógica da monocultura, do combate as pragas, só que agora de forma biológica. Muitas vezes o solo continua exposto, sem cobertura de matéria orgânica, sem conservação da terra e da água, e isso não é de fato um estilo de agricultura que vai gerar abundância. Os sistemas agroflorestais promovem a biodiversidade, preservam a água, contribuem para o aumento da fertilidade do solo, promovem a produção de alimento saudável e a prosperidade da civilização.

Um dos principais aspectos dos sistemas agroflorestais se refere à produção de alimentos em consórcio. O cultivo de mandioca, feijão e milho, culturas de extrema relevância social, em consórcio e sob modelo agroflorestal, é a principal temática desta pesquisa. Portanto, alguns aspectos das culturas objeto do estudo serão descritos nos tópicos a seguir.

## 5.2 A Cultura da Mandioca

A espécie *Manihot succulenta* Crantz, pertencente à família das Euforbiáceas, conhecida por aipim, mandioca, macaxeira, mandioca-mansa, mandioca-brava, mani, maniva, maniveira, uaipi, dentre outras denominações, apresenta uma grande variabilidade morfológica, principalmente nos estádios vegetativos, mas, em geral, pode se caracterizar da seguinte forma: arbusto ereto, semiereto a decumbente, 1,5–5 m de altura; raízes cilíndricas, cônicas ou cônico-cilíndricas, pedúnculos curtos 1–5 cm, medianos 6–15 cm ou largos >20 cm, até ausentes, constrictões presentes ou não; epiderme marrom, marrom claro ou escuro; polpa branca ou creme; caule central presente ou ausente; ramificação primária basal até apical; ramos secundários dicotômicos e/ou tricotômicos; caule jovem verde, avermelhado e roxo, variavelmente pubescente; caule maduro cinza, cinza esverdeado, marrom, marrom claro ou escuro; nós curtos 1–1,5 cm, medianos 2–4 cm ou largos >5 cm, proeminentes ou não, cicatrizes foliares proeminentes, curtas 0,5–1 mm, medianas 1–2 mm até largas >3 cm (Fig. 3 A-H); brotos jovens cor verde, avermelhado, roxo e com variado grau de pubescência. Folhas, 3–5 (-7) lobadas e usualmente uni-lobadas na inflorescência; lóbulos oblongos, obovados, oblanceolados, lanceolados, ápice agudo ou acuminado; variavelmente cobertas por tricomas simples ou glabros; pecíolo ereto, semiereto até reflexos, verde, amarelado ou roxo, normalmente pubescentes. Inflorescência em

panícula central, com 2–4 racemos saindo no mesmo ponto. Flores pistiladas de tépalas livres e abertas, amareladas, cremes, esverdeadas e com pigmentos vermelhos na face interna e externa; disco nectarífero geralmente avermelhado. Flores estaminas gamotépalas, similares em cor às pistiladas; brácteas e bractéolas reduzidas e caducas. Frutos globosos alados, alas curtas 0,5–1 mm, medianas, 1,5–2 mm, largas > 2,5 mm, normalmente onduladas e com pigmento vermelho no bordo (MENDOZA, 2013).

Tendo sua origem a América do Sul, é tida como uma das primeiras plantas domesticadas, com centenas de variedades cultivadas, sendo a base da alimentação dos povos tradicionais, não à toa, pois trata-se de uma planta muito versátil, podendo ser preparados inúmeros alimentos, como: farinha, tapioca, beijú, polvilho doce, polvilho azedo, puba, tucupi; além da possibilidade de conservação da raiz dentro da terra durante vários meses, até anos, garantindo a soberania alimentar das populações nativas.

Existem várias lendas que explicam a origem da mandioca, porém a mais conhecida é sobre Mani. Mani era uma linda indiazinha, neta de um grande cacique de uma tribo antiga. Desde que nasceu andava e falava. De repente morreu sem ficar doente e sem sofrer. A indiazinha foi enterrada dentro da própria oca onde sempre morou e como era a tradição do seu povo. Todos os dias, os índios da aldeia iam visitá-la e choravam sobre sua sepultura, até que nela surgiu uma planta desconhecida. Então os índios resolveram cavar para ver que planta era aquela, tiraram-na da terra e ao examinar sua raiz viram que era marrom por fora e branquinha por dentro. Após cozinharem e provarem a raiz, entenderam que se tratava de um presente do Deus Tupã. A raiz veio para saciar a fome da tribo. Os índios deram o nome da raiz de Mani e como nasceu dentro de uma oca ficou Manioca, que hoje conhecemos como mandioca (<https://www.sohistoria.com.br/lendasemitos/mandioca/>).

A mandioca é cultivada em todas as regiões do Brasil, assumindo destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais. Tem ainda papel importante na geração de emprego e de renda, notadamente nas áreas pobres da Região Nordeste. Considerando-se a fase de produção primária e o processamento de farinha e fécula, estima-se que são gerados, no Brasil, um milhão de empregos diretos. Estima-se que a atividade mandioqueira proporcione uma receita bruta anual equivalente a 2,5 bilhões de dólares e uma contribuição tributária de 150 milhões de dólares. A produção de mandioca que é transformada em farinha e fécula gera uma receita equivalente a 600 milhões e 150 milhões de dólares, respectivamente

[https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca\\_para\\_importancia.htm](https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para_importancia.htm)).

O plantio de mandioca nas regiões do Brasil ao longo dos anos apresenta um quadro bastante estabilizado, com exceção das regiões Norte e Nordeste, onde a primeira teve um aumento de quase 20% da área plantada, e a segunda, teve uma redução de mais de 20%. A Região Nordeste, apesar de dominar a área plantada de mandioca desde a década de 1990, com mais de 57% da área cultivada no Brasil, vem reduzindo esses números ao longo dos anos, atingindo em 2017 pouco mais de 37%. Enquanto a Região Norte, com a segunda maior área plantada, vem obtendo crescimento gradativo no mesmo período, passando de 17,1% em 1990 para 34,5% em 2017. A Região Centro-Oeste é a que detém a menor área plantada de mandioca em todo o período estudado e, em 2017, contava com 4,4% de área plantada, seguida da Região Sudeste na 4ª posição com 8,7% e Região Sul na 3ª posição com 14,8%. (<https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>).

As regiões Norte e Nordeste possuem juntas aproximadamente 61,18% da produção nacional de mandioca, em 72% da área cultivada (ha) e, por esse motivo, detêm as maiores produções nacionais. Entretanto, apresentam baixa eficiência produtiva (t/ha), ou seja, os menores índices de rendimento em kg/ha de mandioca produzida. Por sua vez, apenas a Região Sul, com 14,8% da área plantada, responde por mais de 22,1% da produção brasileira, e é líder nacional em produtividade, apresentando rendimento de 21.891,85 kg/ha de mandioca colhida. O Estado do Pará detém 60,66% das áreas cultivadas da Região Norte e conseqüentemente responde por 56,96% da produção de mandioca na Região. Entretanto, esses números não são sinônimos de eficiência produtiva, haja vista, sua produtividade ser baixa, em torno de 14.347,90 kg/ha, abaixo da média nacional de 14.641,78 kg/ha (<https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>).

O Brasil que já foi o maior produtor mundial de mandioca vem diminuindo sua produção ao longo dos anos, desde 1970, perdendo áreas para produção de grãos. Em 2017, o Brasil ocupava a segunda posição na produção mundial de mandioca, participando com 12,7% do total, com uma produção de 20.606.037 toneladas, reduzindo em 2021, para uma produção estimada de 18 milhões de toneladas (<https://www.conab.gov.br> > item > download).

Com centenas de cultivares espalhadas pelo mundo, tendo grandes variações morfológicas e sensoriais, a mandioca vem sendo cultivada e desenvolvida por

agricultores, servindo tanto para alimentação humana quanto animal, no qual utiliza-se, além das raízes, os ramos triturados como forração animal, possuindo alto valor energético.

Os trabalhos científicos realizados com plantios consorciados de mandioca com outras culturas têm testado: diferentes arranjos de cultivos, desenhos de plantio, adubação, plantas companheiras, época de semeadura, época de colheita, variedades, dentre outros aspectos.

### **5.3 Cultivos consorciados com mandioca**

A consorciação de cultivos de plantas em uma mesma área é uma técnica bastante antiga, utilizada amplamente de forma empírica e rudimentar pelos povos tradicionais, e hoje em dia, cada vez mais difundida e experienciada dentro de sistemas orgânicos de produção vegetal, com adoções de técnicas e consórcios mais complexos, utilizando-se dos conceitos ecológicos de sucessão ecológica, estratificação e nicho ecológico para o melhor planejamento do sistema de cultivo, tornando mais eficiente a utilização do espaço, tempo e recursos.

Estudos têm apresentado dados que confirmam a maior eficiência dos consórcios, motivando o produtor a implementar sistemas consorciados para a produção vegetal. Por isso a necessidade de testar em campo experimental as inúmeras possibilidades de consórcios a fim de gerar conhecimento para aumentar os rendimentos dos produtores e otimizar a utilização dos recursos, mostrando a viabilidade de diversos consórcios de cultivos.

Para se ter um plantio consorciado eficiente é necessário o conhecimento minucioso das necessidades ecofisiológicas ou nicho ecológico das espécies para que estas não se tornem competidoras por recursos de tal forma a influenciar negativamente o desenvolvimento de alguma espécie cultivada. Para isso, deve-se levar em conta o conhecimento do nicho ecológico das espécies utilizadas no consórcio que pode ser definido como a aptidão da espécie, qual o seu papel e interações dentro dos ecossistemas ou qual área ocupa no decorrer do tempo e quais suas exigências ecofisiológicas (ODUM, 2007).

O processo em que pressupõe mudança dos indivíduos, das comunidades e dos ambientes ao longo do tempo, chama-se sucessão ecológica. Este é o caminho que leva

à formação de uma floresta madura, que vai desde a consorciação de espécies de ciclos curtos em uma mesma área, até a consorciação de espécies de ciclo longo.

Durante este processo as espécies cooperam entre si, as espécies pioneiras criam um microclima favorável ao desenvolvimento das secundárias iniciais, que criam um microclima favorável para as secundárias tardias. No decorrer da sucessão há mudanças tanto na composição das espécies quanto nas características ambientais, principalmente, no que diz respeito a luminosidade (ODUM, 1997; FERNANDES, 2000).

O espaçamento médio encontrado para o plantio de mandioca é em torno de 1,0 m x 1,0 m, em sistemas de fileiras simples, e em torno de 2,0 m x 0,6 x 0,6, para sistemas de filas duplas. Os sistemas de filas duplas podem facilitar a consorciação nas entre-linhas. Diversas são as possibilidades de arranjos das espécies. O que vai determinar o melhor espaçamento é o planejamento das estimativas de produção do agricultor, assim como o conhecimento técnico da condução da lavoura (<https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>).

O espaçamento no cultivo da mandioca depende da fertilidade do solo, da disponibilidade de água, do porte da variedade e do objetivo da produção (raízes ou culturais e do tipo de colheita (manual ou mecanizada). De maneira geral, recomendam-se os espaçamentos de 1,0 m x 0,5 m, 1,0 m x 0,6 m e 1,0 m x 0,8 m em fileiras simples, e de 2,0 m x 0,6 m x 0,6 m em solos mais férteis, deve-se aumentar a distância entre fileiras simples para 1,20 m. Em plantios destinados à produção de ramas para ração animal, recomenda espaçamento mais estreito, com 0,8 m entre linhas e 0,5 m entre plantas. Quando a colheita for mecanizada, a distância entre as linhas deve ser de 1,2 m para movimento da máquina colhedeira. Se o mandiocal for capinado com equipamento mecanizado, deve-se adotar espaçamento mais largo entre as linhas; nesse caso, a distância entre fileiras duplas deve ser de 2,0 m, quando da utilização de tratores pequenos, ou de 3,0 m, para uso de tratores maiores, quando capinados à enxada, deve-se usar espaçamento de 1,0 m x 0,5 m em fileiras simples e de 2,0 m x 0,6 m x 0,6 m em fileiras duplas para que cubra mais rapidamente o solo e dificulte o desenvolvimento das plantas espontâneas (<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222379/1/Sistema-de-Producao-de-Mandioca-no-Semiarido.pdf>).

Nascimento et al, (2021), na região sudoeste da Bahia, realizou experimento de plantio consorciado de mandioca com feijão caupi, sorgo e feijão guandú, encontrando UET = 1,24, 1,10 e 0,84, respectivamente, mostrando que o uso eficiente da terra não

ocorreu com o consórcio de mandioca com feijão guandú. A mandioca foi plantada no espaçamento de 1,0 x 0,6 metros e as culturas consorciadas nas entrelinhas da mandioca.

Fernandes (2020) realizou experimento em duas áreas distintas, uma em pousio e outra de agricultor. Os tratamentos eram: plantio de mandioca em fileiras duplas com espaçamento de 2,0 x 0,7 x 0,6 metros em monocultura e em consórcio com crotalária juncea espaçadas 0,5 x 0,04 metros cultivados nas entre linhas da mandioca. Na área do pousio obteve menores produtividades sem diferenças significativas entre o tratamento com ou sem crotalária. Já na área do agricultor, o tratamento sem crotalária teve maior produtividade.

Moura (1984), no estado do Acre, estudou o sistema de cultivo da mandioca em fileira dupla consorciada com milho: duas, três e quatro linhas de milho, cultivar Maya XV entre duas fileiras duplas de mandioca (cv. Paxiúba), além dos tratamentos exclusivos, mandioca e milho. No policultivo de menor espaçamento da fileira dupla, o consórcio de três linhas de milho foi o mais rentável, com EUT (eficiência na utilização da terra) igual a 1,57. Constatou ainda que em retomo financeiro, o espaçamento da fileira dupla de 0,6 x 0,6 m foi mais vantajoso do que o espaçamento 0,5 x 0,5 m.

Ceretta (1986) estudando os sistemas de cultivo de mandioca em fileiras simples e duplas em monocultivo e consorciada com girassol, concluiu que o girassol foi a cultura dominante nos sistemas consorciados com mandioca e que não houve diferença de rendimento de raízes entre os sistemas de fileiras simples e duplas.

Mattos et al. (1996) avaliaram o cultivo de mandioca em fileiras duplas, 2,00 x 0,50 x 0,50 cm e 2,00 x 0,60 x 0,60m, e fileiras simples 1,00m x 0,60m todos em monocultivos e consorciados com milho e feijão, além das culturas do feijão e do milho em monocultivos. A associação da mandioca e feijão juntamente com o milho no final do ciclo da mandioca não afetou a produtividade de raízes e de amido.

Sagrilo et al. (2003), no Piauí, avaliaram o consórcio Mandioca-Feijão Caupi. O espaçamento utilizado para mandioca foi de 1,50 m entre fileiras e de 0,60 m entre plantas na fileira, com 11.111 covas. ha<sup>-1</sup>, e semeadas duas fileiras de feijão-caupi entre duas fileiras de mandioca. O ensaio foi realizado em duas localidades: Boi Manso e Buriti do Castelo. O feijão-caupi foi colhido em maio, enquanto a mandioca foi colhida em julho, aos 18 meses de idade. Na comunidade Boi Manso obtiveram-se, em média, de 340,7 kg. ha<sup>-1</sup>., 15.460,5 kg.ha<sup>-1</sup>, e 4.380,0 kg.ha<sup>-1</sup>, de feijão-caupi, mandioca e farinha, respectivamente. Na comunidade Buriti do Castelo, as produtividades médias obtidas no sistema de cultivo

consorciado foram de 529,0 kg. ha<sup>-1</sup>, 13.485,0 kg.ha<sup>-1</sup>, e 3.730,0 kg.ha<sup>-1</sup>, de feijão-caupi, mandioca e farinha respectivamente.

Schons et al (2009) avaliaram os arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado. Testaram diferentes espaçamentos e densidades de plantas, concluindo que o maior uso eficiente da terra (UET) foi obtido no consórcio de mandioca com milho, com a mandioca cultivada em fileiras duplas de 1,6 x 0,5 x 0,6 m e uma fileira de milho a 0,8 x 0,21 m ou duas fileiras de 0,4 x 0,42 m entre as fileiras duplas de mandioca e o milho semeado na emergência da mandioca.

Devide (2009) avaliando o consórcio mandioca-milho-caupi no Rio de Janeiro (Seropédica), colocaram milho e caupi ocupando as entrelinhas da mandioca, de modo alternado, semeados após a primeira capina da cultura principal. A inclusão do milho representou potencial de renda adicional ao produtor. O caupi foi incluído como adubo verde e cortado na floração. A Fabácea demonstrou seu potencial de controle à erosão e de ervas espontâneas. O consórcio triplo mostrou-se vantajoso tendo em vista que a receita obtida com a venda do milho verde justificaria os custos da irrigação, além dos benefícios da inclusão do caupi e da não interferência das culturas na produtividade da mandioca, sem diferenças significativas entre o monocultivo e três tipos de consórcios testados.

Silva et al. (2011) testaram três plantios que consistiram do monocultivo de mandioca (M), feijão-caupi (F) e o consórcio de ambos (MF) nas subparcelas, sendo cada um desses cultivos sobre os seguintes tratamentos como culturas antecessoras na parcela: 1) (VEG+TEC) vegetação espontânea roçada, onde também se encontrou serrapilheira de *Tectona grandis* (Teca); 2) (MI) restos culturais de milho+vegetação espontânea; 3) (CJ) restos culturais de *Crotalaria juncea*; 4) (CJ+FG) restos culturais de crotalária consorciada com *Cajanus cajan* (feijão guandu); e 5) (MP) restos culturais de *Stizolobium aterrimum* (mucuna - preta). Cada subparcela teve uma área de 1,33 x 2,0m, onde a mandioca foi plantada espaçada em 1 x 0,50m e nos tratamentos consorciados com o feijão caupi este ficou a 0,5m das fileiras de mandioca e 0,10m na linha. Avaliando a produtividade de raízes de mandioca, não foram observadas diferenças estatísticas entre os cultivos solteiros e consorciados.

Batista (2016) realizou um experimento para testar produtividade da mandioca nos seguintes tratamentos: mandioca solteira, mandioca com milho, milho com feijão, mandioca com milho e feijão, e milho solteiro. O espaçamento da mandioca utilizado foi de filas duplas (2,0 m x 0,5 m x 0,6 m). A produtividade média da mandioca foi de 13,5 toneladas/hectare. Embora a produção da mandioca quando consorciada com milho e ou feijão foi menor, não apresentou diferenças significativas entre os tratamentos, mostrando ser vantajoso produzir milho e ou feijão nas entrelinhas. Já a produção do feijão foi significativamente maior no consórcio milho com feijão quando comparado com o

consórcio mandioca com milho e feijão, ou seja, a mandioca influenciou negativamente a produção do feijão. O milho quando consorciado com a mandioca, diminuiu significativamente a produção, mas quando consorciado apenas com o feijão, não houve diferença.

Rós & São-João (2016) testaram monocultivo de mandioca; consórcio duas leiras de mandioca alternadas com uma leira de batata-doce; consórcio leiras alternadas de mandioca e batata-doce; consórcio leira de mandioca alternada com duas leiras de batata-doce e monocultivo de batata-doce. Constataram vantagem do consórcio sobre o monocultivo, visto que todos os arranjos de consórcio promoveram valor de UET superior a 1,0. Concluíram que o consórcio entre mandioca e batata-doce resulta em melhor aproveitamento dos recursos ambientais, comparado com o monocultivo.

Araújo et al. (2017) pesquisando consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba sob condição de sequeiro no litoral norte do Ceará, observaram que o consórcio de culturas elevou significativamente o rendimento de grãos de milho. No tocante à mandioca, a bagana não afetou a altura, diâmetro e a população da planta, tendo o efeito positivo do consórcio contribuído para melhoria dessas características. Os autores asseveraram ser o consórcio das culturas de milho + feijão + mandioca o consórcio mais produtivo com UET de 1,9.

Filho et al. (2017) avaliaram o crescimento e a produtividade de mandioca “Salongor Preta” e feijão caupi em cultivos solteiros ou consorciados sob diferentes arranjos espaciais de plantio. O estudo foi realizado em condições irrigadas. Dois arranjos experimentais foram estudados: (i) Mandioca em fileira simples consorciada ou não com feijão Caupi; e (ii) Mandioca em fileira dupla consorciada ou não com feijão. O cultivo irrigado em fileira dupla mostrou-se mais propício para o consórcio com o feijão Caupi. Em cultivo irrigado ocorreu aumento da produtividade da mandioca, maximizando-se as produtividades rapidamente e permitindo colheitas aos 8 meses após o plantio, independente do arranjo. Houve incremento da produtividade da mandioca em consórcio, independente do espaçamento adotado.

Em um experimento fatorial com plantio de 12 variedades de mandioca testando sistemas de fileiras simples espaçadas 0,9 x 0,6 metros, sistemas de fileiras duplas espaçadas 1,5 x 0,6 x 0,6; e sistemas irrigado ou não; o arranjo em fileiras duplas independente se irrigado ou não, apresentou a maior produção de raízes (JUNIOR, 2018).

Em um experimento fatorial 2 x 6 com plantio de mandioca em monocultura espaçada 0,8 x 0,5 metros, foram testados diferentes intervalos de capinas, a cada 30,

60, 90 e 120 dias após plantio, mais uma testemunha sem capina e uma testemunha sempre livre de competição das plantas espontâneas, dentro de sistema de plantio convencional e de sistema de plantio direto sob palhada de azevém, aveia e ervilhaca. O aumento do intervalo entre as capinas causa redução da altura de plantas, diâmetro do caule e massa fresca da parte aérea. O sistema de plantio pouco interferiu no desenvolvimento da cultura (WERLANG et al, 2020).

Devide (2019) comparou o crescimento do guanandi (espaçamento de 3,0 x 2,0 metros) em monocultura e na diversificação agroflorestal em SAFs simples e biodiverso, assim como avaliar o desempenho da mandioca (espaçamento de 0,8 x 0,8 metros) e da araruta cultivado nas entrelinhas desses sistemas. A produtividade da mandioca foi de 6,2 t/ha, com 6.200 plantas, apresentou uma média de 1 kg por planta. O SAF simples foi o sistema que apresentou a maior produção da mandioca. Entretanto, o SAF biodiverso possibilita a colheita futura de frutos de banana e juçara, que pode compensar a menor produção de mandioca.

## **6. MATERIAL E MÉTODOS**

### **6.1 Caracterização da área experimental**

O experimento foi realizado na área da Agroecologia da Fazenda Água limpa – FAL, da Universidade de Brasília – UnB. Latitude de 15°56'00" S, longitude 57°56'00" W, altitude de 1080 metros e um clima tropical de altitude com 2 estações bem definidas verão quente e chuvoso e inverno frio e seco. A FAL está localizada ao lado do núcleo rural Vargem bonita, distante 28 km da sede do campus universitário Darcy Ribeiro, na Asa Norte, Brasília - DF.

Com uma área total de 4.500 hectares, a FAL é referência em diversas atividades acadêmicas de vários cursos da UnB. Além de fazer parte de duas APA's – Área de Proteção Ambiental, das bacias do Gama e Cabeça de Veado, conta com 50 % da área destinada para a preservação ambiental, estando interligadas diretamente com outras áreas de conservação adjacentes, que são: Jardim Botânico de Brasília, Reserva do IBGE e Reserva da Aeronáutica, formando uma grande área de refúgio da vida silvestre com a presença de diversos animais e plantas nativas do Cerrado.

A área experimental da Agroecologia da FAL foi delimitada dentro de uma área degradada onde havia uma fitofisionomia original de Cerrado sentido estrito. Há cerca

de 20 anos foi desmatada e utilizada para plantio de seringueira. As plantas de seringueira foram predadas pelas formigas, restando apenas alguns indivíduos do Cerrado, remanescentes da regeneração natural, juntamente com algumas espécies arbóreas sobreviventes do plantio de recuperação que foi realizado na sequência à morte das seringueiras, sendo eles espaçados e com a predominância de capim gordura (Figura 1).

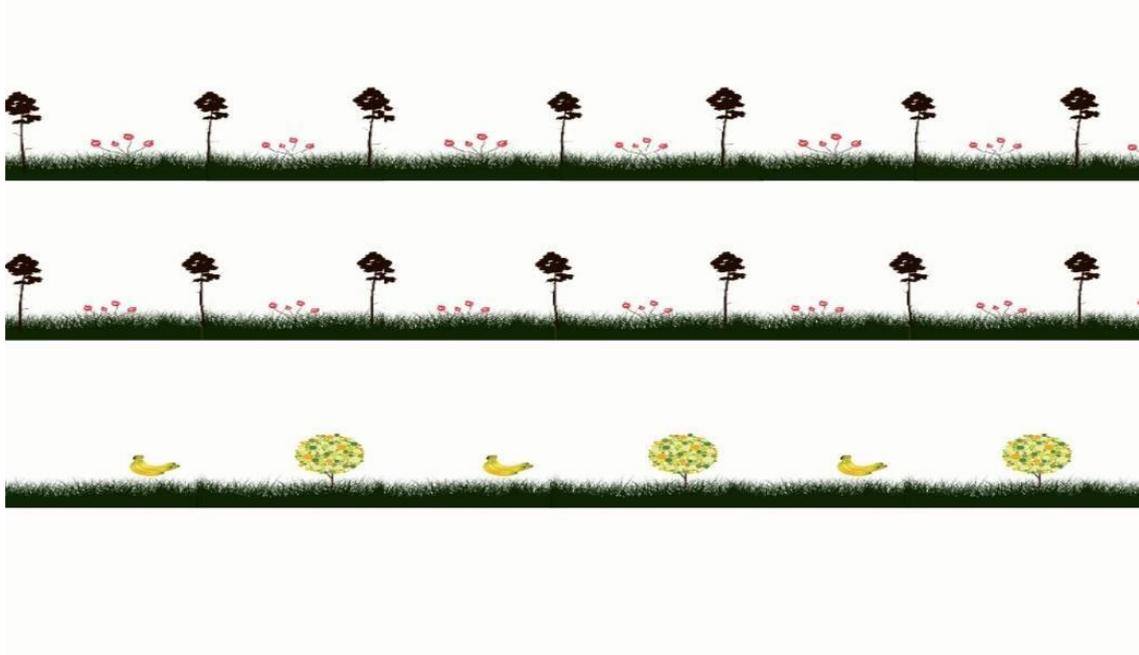
Trata-se de uma área que está em processo de recuperação de solo e regeneração da vida desde que foi instaurada e delimitada em 2010.



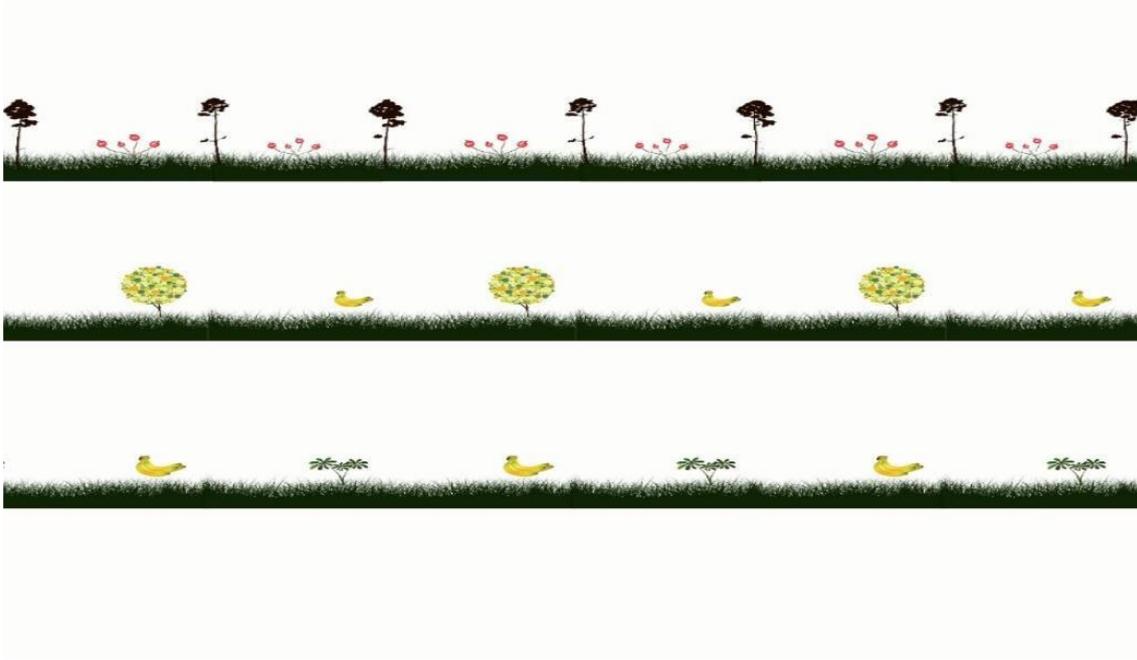
**Figura 01** - Google maps, números em vermelho mostrando os 3 blocos experimentais dentro da área da Agroecologia, na Fazenda Água Limpa – UnB. Imagens ©2022 CNES / Airbus, Maxar Technologies.

A área escolhida para a realização deste experimento é uma área de aproximadamente 0,8 hectares, aberta em 2015 com uma proposta de um desenho agroflorestal feito por três talhões de 2.000 m<sup>2</sup> (50 x 40 metros) para rotação de culturas, rodeados por faixas de quebra-vento compostas de: eucalipto, mamão, banana, citrus e café. Dentro dos talhões, em dois anos consecutivos foi plantado milho, feijão, arroz, milho e crotalária, como cultivo de verão, e, beterraba, repolho, tomate, crotalária e milho como cultivo de inverno. No entanto, a área passou por um período de pousio antes da instalação do experimento.

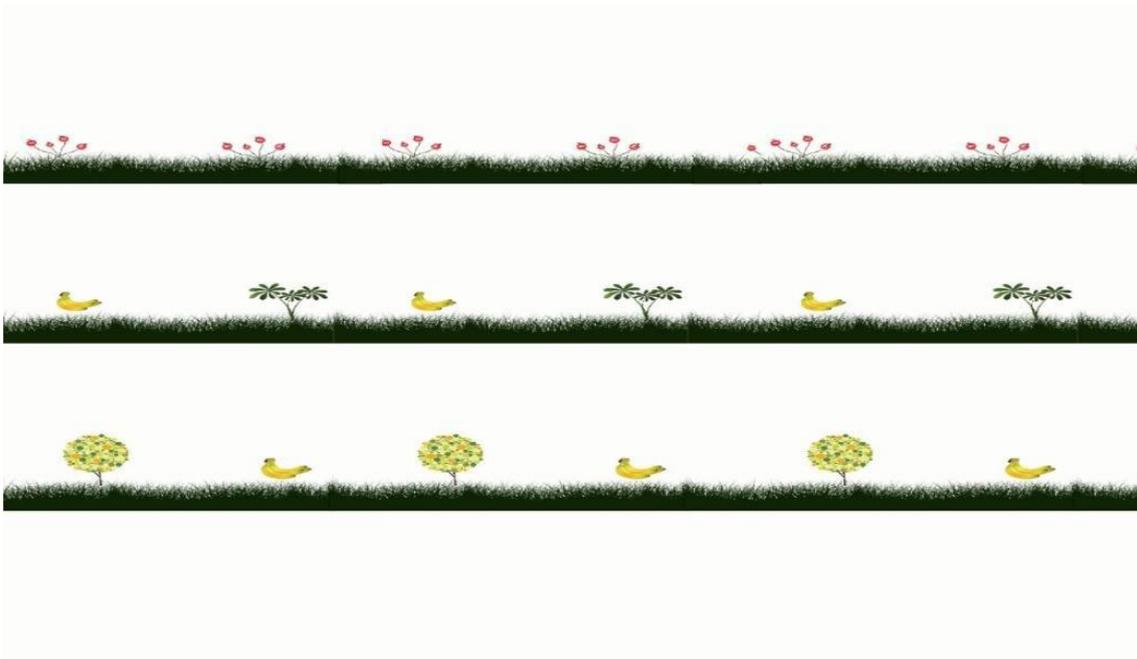
Costa (2020), realizando experimento na mesma área, estabeleceu três desenhos/modelos de faixas agrofloretais que também compuseram o desenho dos arranjos utilizados nesta pesquisa (Figuras 2, 3 e 4).



**Figura 02** - Faixa Agroflorestral F1 com duas linhas de eucalipto (*Eucalyptus grandis*), duas linhas de café (*Coffea arabica*) e uma linha de banana (*Musa sp.*) intercalada com citros (*Citrus sp.*). COSTA (2020).



**Figura 03** - Faixa Agroflorestal 2 (F2) com uma linha de eucalipto (*Eucalyptus grandis*) alternada com uma linha de café (*Coffea arabica*) e duas linhas de banana (*Musa sp.*) alternada com citros (*Citrus sp.*) ou com mamão (*Carica papaya*). COSTA (2020).



**Figura 04** - Faixa agroflorestal 3 (F3) com uma linha de café (*Coffea arabica*), duas linhas de banana, alternadas com mamão (*Carica papaya*) ou citros (*Citrus sp.*). COSTA (2020).

Foi realizada análise físico-química do em profundidades de 0 a 20 cm para posterior acompanhamento desses atributos no decorrer do tempo, assim como para realizar uma adequada correção da acidez do solo para um melhor desenvolvimento das culturas. Os resultados da análise física apresentaram 25 % de areia, 42,5 % de argila e 32,5 % de silte. O solo da área é homogêneo e do tipo Latossolo vermelho escuro, textura argilosa.

Os resultados da análise química do solo foram: pH = 6,0; H + Al = 2,5 mE/100ml; M.O = 40,9 g/Kg; CTC = 7,1 mE/100ml; SB = 4,6 mE/100ml; V = 65 %; P = 10,8 mg/dm<sup>3</sup>; K = 0,34 mE/100ml; Ca = 2,6 mE/100ml; Mg = 1,6 mE/100ml; Na = 0,09 mE/100ml; Al = 0,0 mE/100ml; S = 2,1 mg/dm<sup>3</sup>; Zn = 6,9 mg/dm<sup>3</sup>; Mn = 23,3 mg/dm<sup>3</sup>; Fe = 50,6 mg/dm<sup>3</sup>; Cu = 1,00 mg/dm<sup>3</sup>; B = 0,14 mg/dm<sup>3</sup>.

A qualidade química do solo é considerada satisfatória, com pH adequado, baixa toxidez por alumínio, bom nível de matéria orgânica, média CTC, boa soma de bases, adequada saturação por bases, adequado nível de fósforo, alto nível de potássio, médio nível de cálcio, alto nível de magnésio, e a maioria dos outros nutrientes em níveis bons.

A figura 5 mostra a área experimental no primeiro plantio da safra de verão 2018/2019.



**Figura 05** - Foto do dia em que a área foi plantada na primeira safra, 21 de dezembro de 2018. CVT-FAL, 2018

## 6.2 Manejo cultural

A preparação do solo para o plantio foi feita com a utilização de trator acoplado com roçadeira para roçagem das plantas espontâneas entre capins e arbustos, mantendo os remanescentes arbóreos com podas de abertura de luz. Para o afofamento do solo foi utilizado tobata com enxada rotativa. Como o pH estava em uma faixa adequada para o cultivo, não foi necessário utilizar calcário para a correção da acidez e uma melhor disponibilização dos nutrientes para as plantas. Os tratamentos que tiveram aplicação de esterco ou bokashi, foram feitos à lanço, na dosagem de 5 kg/ m<sup>2</sup> de esterco e 2 kg/ m<sup>2</sup> de bokashi.

O espaçamento das entrelinhas de cultivo foi planejado com 1,20 metros a fim de possibilitar a utilização de microtrator (Tobata) acoplada com roçadeira para a roçagem das plantas espontâneas das entrelinhas, melhorando o rendimento do manejo. Todas as espécies foram plantadas na mesma linha de plantio. Foram realizadas três capinas manuais durante o período de cultivo até a colheita da mandioca.

Foram realizados dois plantios experimentais em dois anos agrícola na área experimental da Agroecologia, Fazenda Água Limpa – UnB (F.A.L), onde foram testados consórcios de mandioca, milho e feijão carioca, sendo a mandioca o cultivo principal. A variedade de mandioca utilizada foi a “japonesinha”, tipo amarela, obtida junto a agricultores do assentamento Contagem, Fercal – DF. As sementes de feijão carioca e de milho foram as disponibilizadas pelo Centro Vocacional Tecnológico em Agroecologia e Agricultura Orgânica – CVTUnB, sementes crioulas reproduzidas há alguns anos na FAL, adquiridas junto a produtores da região.

No primeiro plantio experimental, realizado nos dias 20 e 21 de dezembro de 2018, o espaçamento da mandioca foi de 1,0 x 1,20 metros, o do milho 0,5 x 1,20 metros, e do feijão 0,33 x 1,20 metros. A mandioca foi plantada com estacas de tamanho entre 20 e 30 cm, enterradas em pequenas covas de menos de 10 cm de profundidade feitos com enxada. O milho e o feijão carioca foram plantados na plantadeira manual (matraca) regulada para cair de 2 a 3 sementes, logo após o fechamento das covas da mandioca.

No segundo plantio experimental, realizado nos dias 22 e 23 de fevereiro de 2021, o espaçamento da mandioca se manteve igual 1,0 x 1,2 metros, o do milho diminuiu para a metade da densidade de plantas, aumentando para 1,0 x 1,20 metros, e do feijão aumentou para 0,5 x 1,2 metros, conforme os dados do primeiro ano de cultivo, a fim de encontrar melhores consórcios para as plantas testadas.

### **6.3 Delineamento experimental**

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, com 12 tratamentos em três repetições. Cada parcela tinha uma área de 24 m<sup>2</sup> (4,8 x 5 metros) e estavam distantes 2 metros entre si e a pelo menos 5 metros das faixas de quebra-vento que contornavam os talhões (blocos). No primeiro plantio experimental, 36 parcelas foram montadas, ou seja, três parcelas iguais de cada tratamento, uma em cada bloco (Figura 6). No segundo plantio, foram 72 parcelas, ou seja, seis repetições de cada tratamento, duas parcelas iguais em cada bloco, totalizando 48 m<sup>2</sup> por tratamento (Figura 7).

As linhas de plantio da borda de cima, da borda de baixo e das laterais de cada parcela foram eliminadas da análise para evitar efeitos de bordas e influência nos resultados, além de cada parcela estar espaçada dois metros em todos os lados das

parcelas adjacentes. Desta forma cada parcela ficou com uma área útil de 21,6 m<sup>2</sup> (6 x 3,6 metros), onde foram coletadas as amostras. Os croquis dos tratamentos estão ilustrados nas Figuras de 08 a 14. Os tratamentos testados foram:

T1 = Mandioca.

T2 = Mandioca + esterco de curral.

T3 = Mandioca + bokashi.

T4 = Mandioca + milho.

T5 = Mandioca + milho + esterco de curral.

T6 = Mandioca + milho + bokashi.

T7 = Mandioca + feijão.

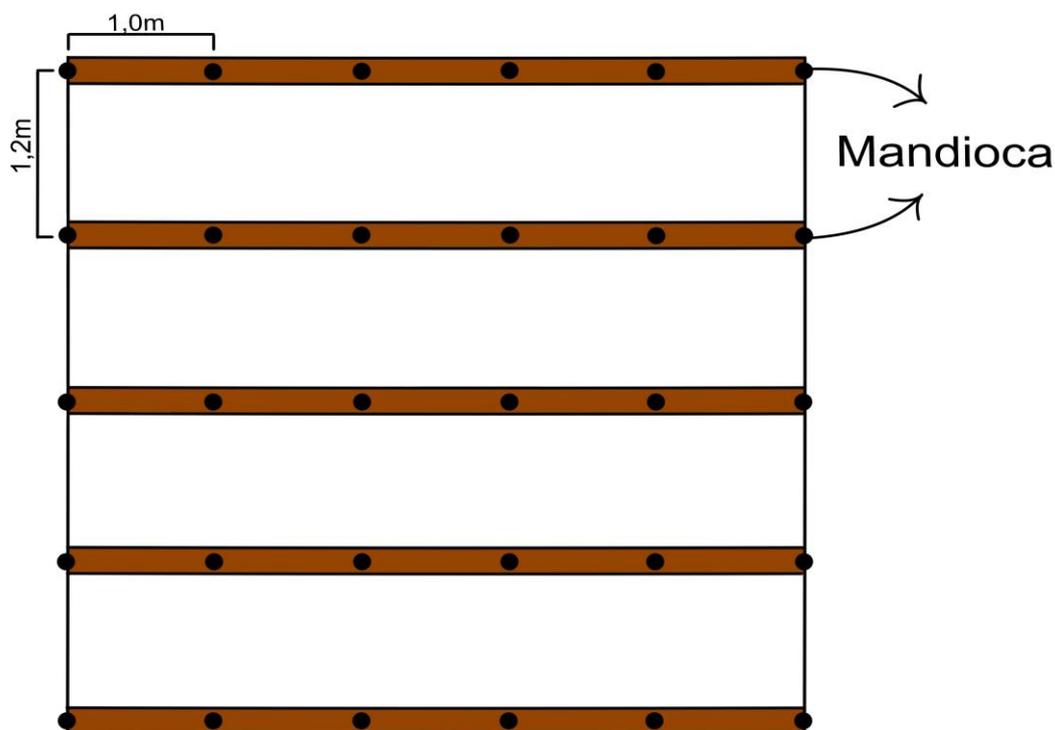
T8 = Mandioca + feijão + esterco de curral.

T9 = Mandioca + feijão + bokashi.

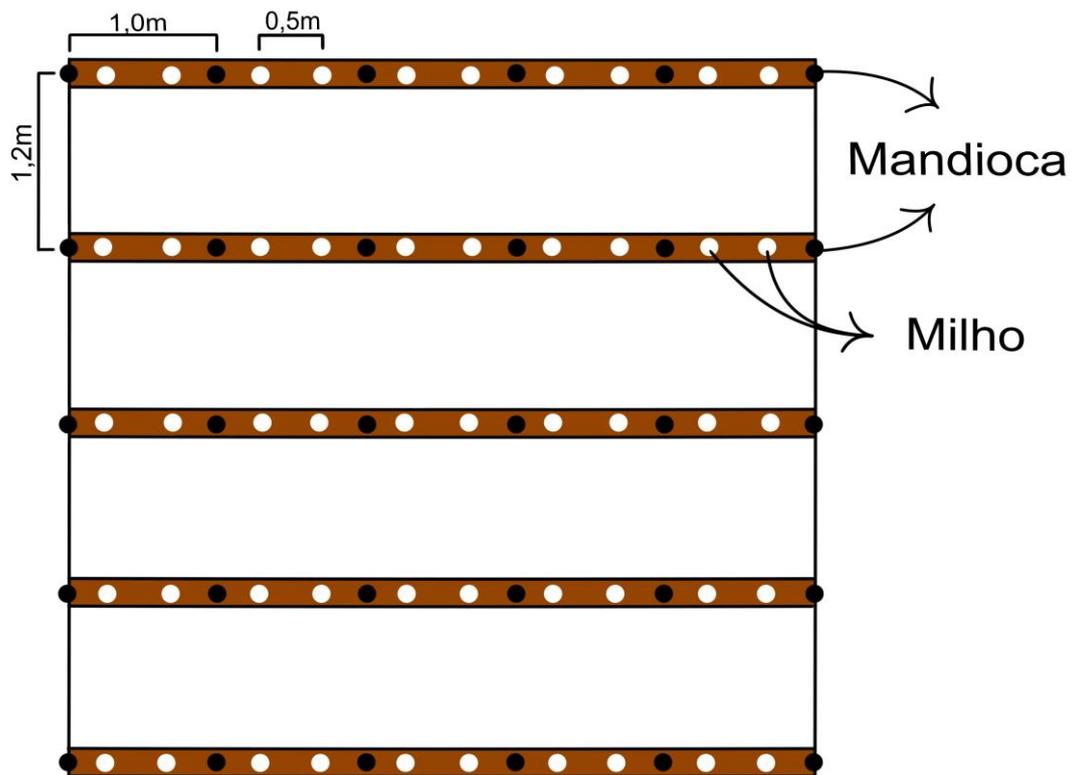
T10 = Mandioca + milho + feijão.

T11 = Mandioca + milho + feijão + esterco de curral.

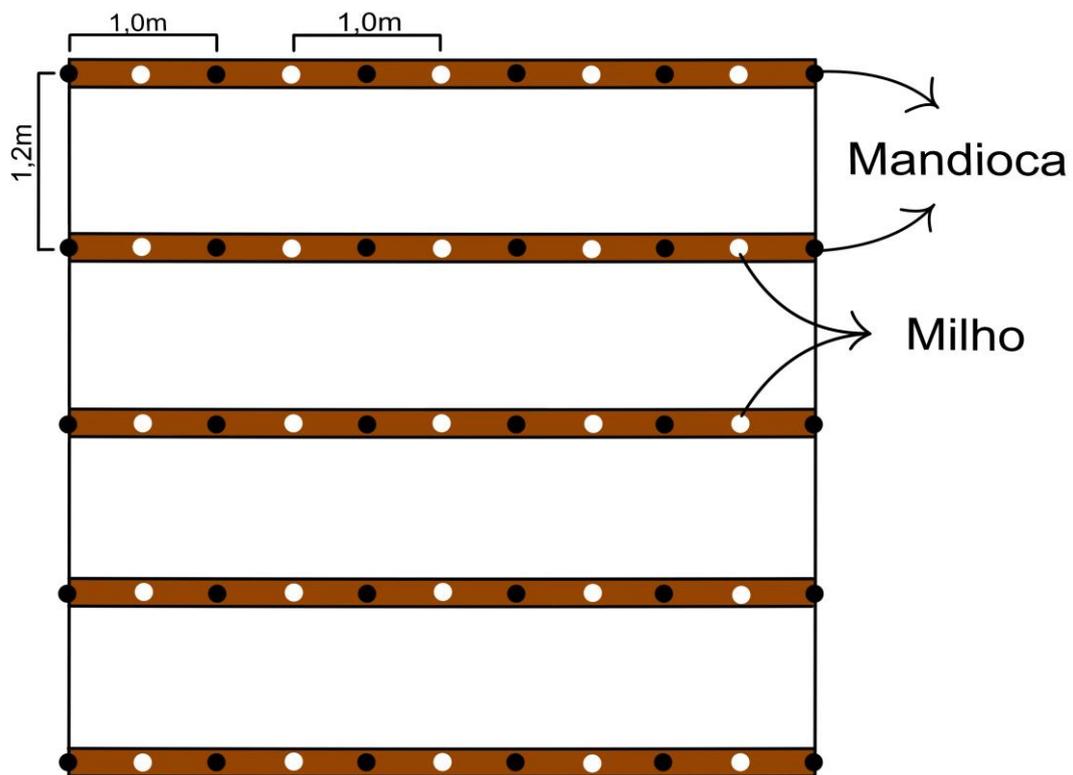
T12 = Mandioca + milho + feijão + bokashi.



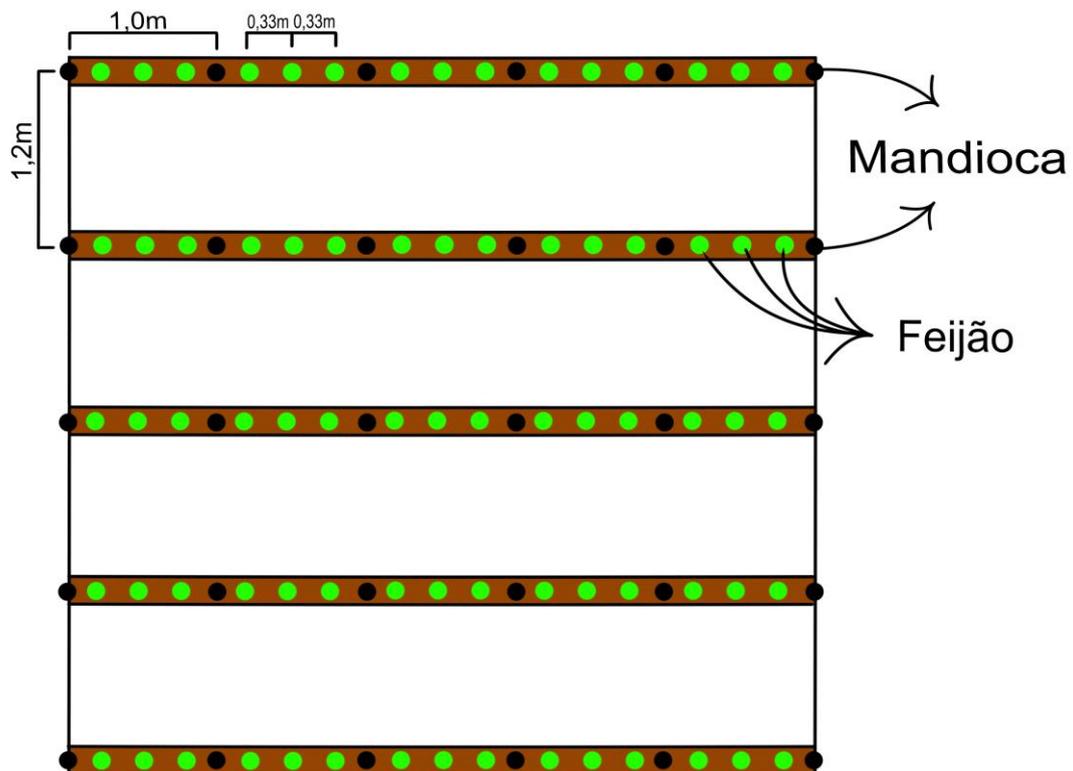
**Figura 06** – Croqui dos tratamentos com mandioca solteira/monocultura do 1º e 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas.



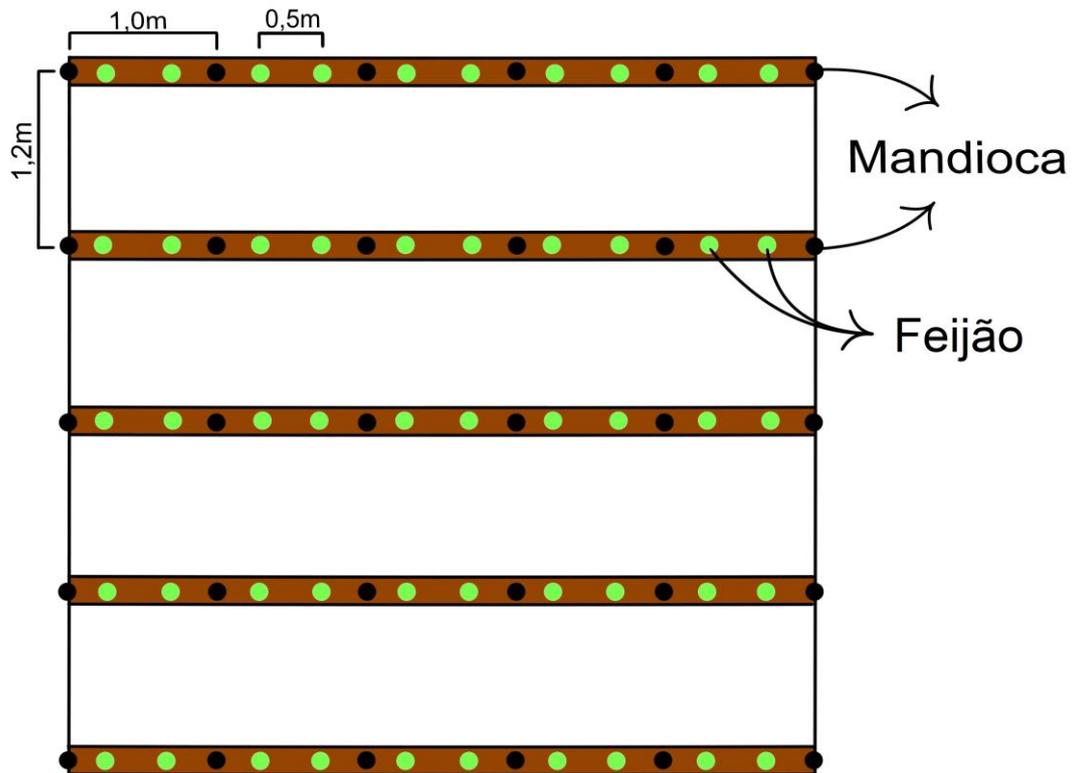
**Figura 07** – Croqui dos tratamentos com mandioca e milho do 1º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas.



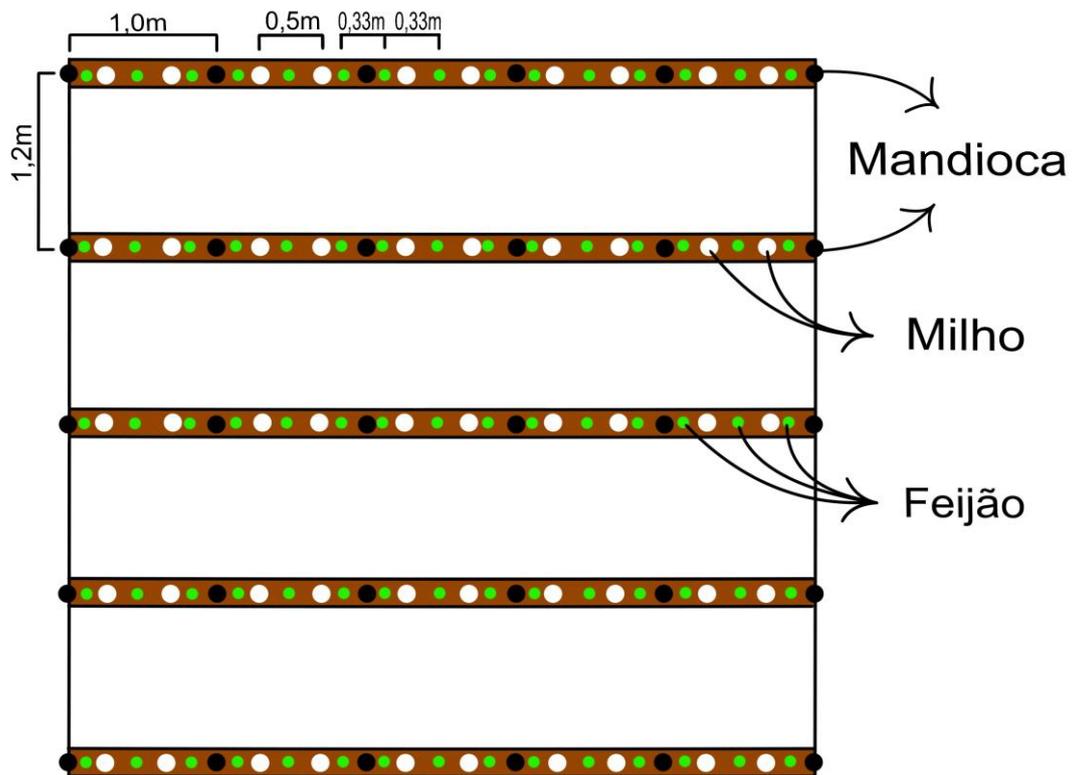
**Figura 08** - Croqui dos tratamentos com mandioca e milho do 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas.



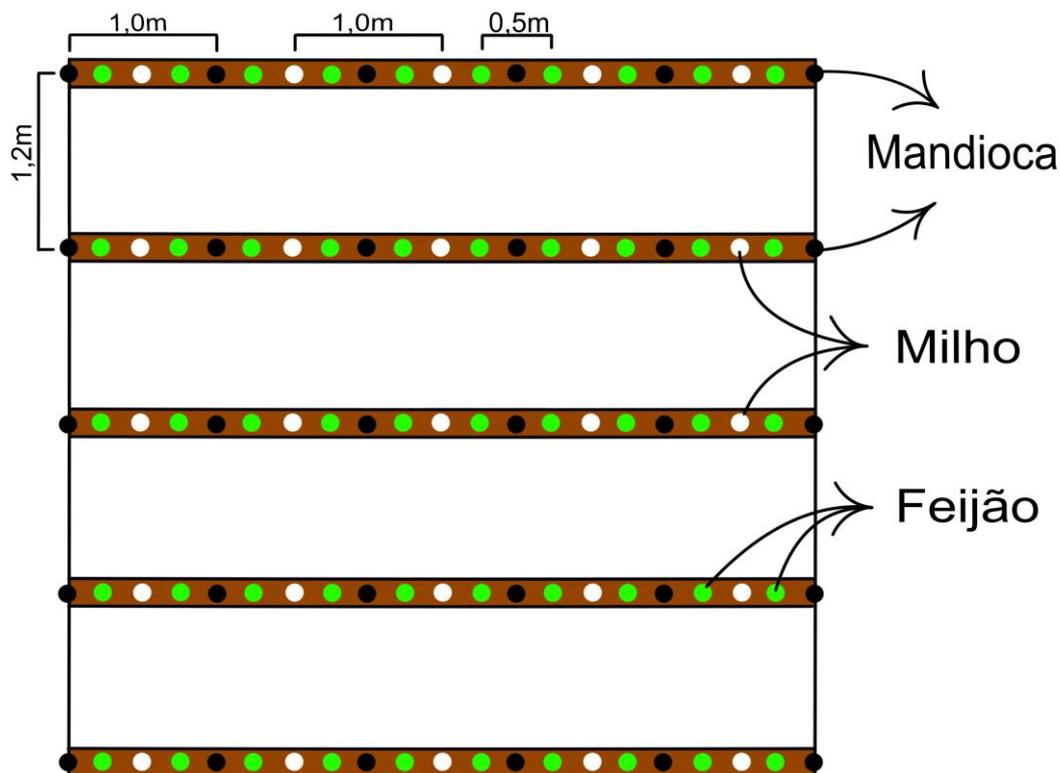
**Figura 09** – Croqui dos tratamentos com mandioca e feijão do 1º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas.



**Figura 10** - Croqui dos tratamentos com mandioca e feijão do 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas.



**Figura 11** - Croqui dos tratamentos com mandioca, milho e feijão do 1º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas.



**Figura 12** - Croqui dos tratamentos com mandioca, milho e feijão do 2º experimento, mostrando os espaçamentos entre linhas e entre plantas.

#### 6.4 Colheita e avaliação do milho verde

**6.4.1 Primeiro experimento:** As colheitas do milho-verde foram realizadas em três semanas consecutivas, nos dias 15, 22 e 29 e março de 2019, com 84 a 98 dias após sementeira. Na primeira semana foram colhidas 5 espigas de cada parcela, na segunda semana 11 espigas e na terceira semana 9 espigas. Todas as espigas foram pesadas individualmente em balança digital para obtenção das produtividades de cada tratamento, imediatamente após a colheita (Figura 13).

**6.4.2 Segundo experimento:** As colheitas do milho-verde foram realizadas em duas semanas consecutivas, nos dias 04 e 11 de junho de 2021, com 102 a 109 dias após sementeira. Na primeira semana, foram colhidas 12 espigas de cada parcela e na segunda semana foram colhidas 6 espigas de cada parcela. Todas as espigas foram pesadas individualmente em balança digital para obtenção das produtividades de cada tratamento, imediatamente após a colheita.



**Figura 13** – Foto do dia da colheita do milho-verde, data 29/03/19. CVT-FAL, 2019.

## **6.5 Colheita e avaliação do milho em grão**

A colheita do milho em grão foi realizada apenas no primeiro experimento, no dia 29 de abril de 2019, com 128 dias após sementeira. Após a colheita, as espigas foram expostas ao sol, protegidas em estufa, por uma semana, para que então fossem pesados os grãos de todas as espigas individualmente em balança digital.

## **6.6 Colheita e avaliação do feijão carioca**

**6.6.1 1º Experimento:** A colheita do feijão foi realizada nos dias 20 e 22 de março de 2019, com 90 dias após sementeira. Após a colheita, ficou uma semana secando em estufa, e então foram pesados todos os grãos de cada parcela.

**6.6.2 2º Experimento:** A colheita do feijão foi realizada no dia 04 de junho de 2021, com 102 dias após sementeira. Após a colheita, ficou uma semana secando em estufa, e então foram pesados todos os grãos de cada parcela.

## 6.7 Colheita e avaliação da mandioca

**6.7.1. 1º Experimento:** A colheita da mandioca foi realizada no dia 13 de janeiro de 2020, com 1 ano e 23 dias após plantio. Todas as raízes de cada planta da parcela foram juntamente pesadas em balança digital, imediatamente após a colheita.

**6.7.2. 2º Experimento:** A colheita da mandioca foi realizada nos dias 01 de abril (1º bloco), 04 (2º bloco) e 11 (3º bloco) de maio de 2022, entre 1 ano e 39 dias, e 1 ano e 78 dias após plantio (figura 14). Todas as raízes das 5 plantas amostradas por parcela foram juntamente pesadas em balança digital, imediatamente após a colheita.



**Figura 14** – Foto das mandiocas colhidas no dia 04/05/22, FAL – UnB.

## 6.8 Análise estatística

Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas por testes estatísticos de Tukey e Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade. Para a cultura do feijão realizou-se análise de correlação de Pearson para avaliar a relação do consórcio e adubação na produtividade da cultura.

## 7. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 7.1. Produção e produtividade do milho-verde em espiga

#### 7.1.1 1º Experimento

A produção de milho-verde crioulo foi satisfatória, apresentando espigas de várias cores, com ótimo padrão para comercialização (Tabela 1). O valor do coeficiente de variação foi de 9,6 %, mostrando que os dados experimentais tiveram excelente acurácia, com suficiente amostragem dos dados.

Tais resultados mostram que a produção do milho-verde em espiga não foi afetada por nenhum tipo de adubação utilizada e nem pelo consórcio. No entanto, a adubação é importante para a manutenção da fertilidade do solo, além da função de aumentar a produção, melhorando o desempenho das culturas.

**Tabela 01.** Média de produção de milho (gramas/espiga) e produtividade (toneladas/hectare) da espiga do milho-verde sem palha. CVT/FAL, 2019.

TRATAMENTO	Massa da Espiga (g)	Produtividade (ton/ha)
4 = Ma + Mi	187	3,131
5 = Ma + Mi + Est	183	3,066
6 = Ma + Mi + Bok	174	2,913
10 = Ma + Mi + Fe	160	2,680
11 = Ma + Mi + Fe + Est	176	2,945
12 = Ma + Mi + Fe + Bok	182	3,037

\* Não houve diferença estatística entre os tratamentos pelo Teste de Tukey (P-valor = 0,4877).

Devide (2006) avaliando consórcio mandioca e milho em plantio da mandioca em espaçamento 1 x 0,6m e do milho em de 2 x 0,5m, sendo o milho plantado nas entre linhas da mandioca. Foi obtido o peso médio das espigas verdes sem palha de 201,25 g e 17.500 espigas/ha, com produtividade de 3,521 ton/ha, similar aos resultados observados neste experimento, no consórcio duplo e triplo (Figura 15).

Para a melhor escolha do consórcio (espécies e espaçamentos) com o milho, além do conhecimento do comportamento das produções de cada cultura nos desenhos

utilizados, deve se ter um bom planejamento da quantidade esperada a ser colhida de cada espécie, para se ter uma melhor eficiência do uso da terra e dos insumos.



**Figura 15** – Foto de parcela experimental do consórcio mandioca, milho e feijão, com 1 mês e 15 dias após sementeira, data 06/02/19. CVT/FAL, 2019.

### 7.1.2 2º Experimento

A partir da análise de variância não foram detectadas diferenças significativas na produtividade de milho-verde, que apresentou produção satisfatória, com espigas em excelente padrão comercial.

**Tabela 02** - Média de produção (gramas/espiga) e produtividade (toneladas/hectare) da espiga do milho-verde sem palha.

TRATAMENTO	Massa da Espiga (g)	Produtividade (ton/ha)
4 = Ma + Mi	187	1,496
5 = Ma + Mi + Est	196	1,571
6 = Ma + Mi + Bok	213	1,707
10 = Ma + Mi + Fe	163	1,310
11 = Ma + Mi + Fe + Est	192	1,537
12 = Ma + Mi + Fe + Bok	199	1,595

\* Não houve diferença estatística entre os tratamentos pelo Teste de Tukey (P-valor = 0,1772).

A produção de milho-verde no 2º experimento foi próxima da metade em relação ao 1º experimento, justificado pelo fato de que no segundo ano a densidade de plantas equivale a 50% das do 1º experimento. No entanto, a massa das espigas foi similar, não sendo influenciadas pelos consórcios nem pelas adubações (Figura 16).

Devide (2009) também não observou diferenças significativas na produção do milho-verde quando consorciado com mandioca ou mandioca e feijão, mostrando ser vantajoso o consórcio triplo, pois a produção da mandioca e do feijão não foram afetadas significativamente pela presença do milho.



**Figura 16** – Foto de parcela experimental do consórcio mandioca e milho-verde, dia da colheita, 11/06/21. CVT/FAL, 2021.

## **7.2 Produção de milho em grão**

Não foram observadas diferenças entre os tratamentos para a produção de milho em grão, mostrando mais uma vez que a produtividade de grãos não foi influenciada pelos consórcios e nem pela adubação.

**Tabela 03** – Média de produção (gramas/espiga) e produtividade (toneladas/hectare) de milho em grão. CVT/FAL, 2021.

TRATAMENTO	Massa de grãos Espiga (g)	Produtividade (ton/ha)
4 = Ma + Mi	82,642	1,322
5 = Ma + Mi + Est	84,704	1,355
6 = Ma + Mi + Bok	82,559	1,320
10 = Ma + Mi + Fe	77,462	1,239
11 = Ma + Mi + Fe + Est	74,549	1,192
12 = Ma + Mi + Fe + Bok	83,499	1,335

\* Não houve diferença estatística entre os tratamentos pelo Teste de Tukey (P-valor = 0,6496).

Batista (2016), trabalhando com plantio em fila dupla de mandioca (2,0 m x 0,5 x 0,6) com uma linha de milho (2,5 m x 0,2) nas entrelinhas das mandiocas, obteve uma produtividade média de 1,313 ton/ha no consórcio mandioca e milho, e 1,386 ton/ha no consórcio mandioca com milho e feijão, não diferindo entre si. Esses valores são próximos aos encontrados neste trabalho, média de 1,332 ton/ha no consórcio mandioca e milho, e 1,255 ton/ha no consórcio mandioca com milho e feijão.

Comparando com os dados da CONAB de setembro de 2022, que estimam a produtividade do milho entre 3,287 ton/ha e 3,442 ton/ha, para milho de 3ª safra, a produtividade de grãos de milho foi inferior, mas a produção por planta foi satisfatória, uma vez que o espaçamento utilizado (1,2 m x 0,5 m, ou 1,2 m x 1,0 m) foi maior que o espaçamento convencional que é de 0,2 m x 0,5 m.

### **7.3 Produção e produtividade do feijão**

#### **7.3.1 1º Experimento**

Foram observadas diferenças estatísticas entre tratamentos para a produtividade do feijão (Tabela 04). Plantas provenientes do consórcio duplo, com ou sem adubação, apresentaram resultados similares e superiores aos observados no consórcio triplo.

**Tabela 04.** Média de produção (gramas/parcela) e produtividade (kg/hectare) do feijão em cada tratamento. CVT/FAL, 2019.

TRATAMENTO	Produção por parcela (g)	Produtividade (kg/ha)
T7 = Ma + Fe	1.666,33	925 a
T8 = Ma + Fe + Est	1.836,33	1.020 a
T9 = Ma + Fe + Bok	1.945,33	1.080 a
T10 = Ma + Mi + Fe	546,33	303 b
T11 = Ma + Mi + Fe + Est	588,67	327 b
T12 = Ma + Mi + Fe + Bok	426,33	236 b

\* Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si pelo teste Scott-Knott (P-valor = 0,0071).

Foi realizado uma análise de correlação de Pearson entre as variáveis: consórcio, adubação e produção do feijão. As variáveis consórcio e produção apresentaram alta correlação negativa, com um valor de -0.92836 ou -92.83%, mostrando que quando o número de espécies do consórcio aumenta, a produção do feijão diminui e quando o número de espécies do consórcio diminui, a produção do feijão aumenta. Para variável adubação não houve diferenças significativas na produção do feijão dentro dos dois consórcios testados com feijão, mostrando que as adubações não influenciaram a produção do feijão nos tratamentos.

Esses dados de correlação obtidos estão de acordo com a análise de variância realizada para a variável produção do feijão, que apresentou diferenças significativas entre dois grupos: o consórcio com mandioca, milho e feijão produziu significativamente menos feijão do que o consórcio com apenas mandioca e feijão, para todos os tipos de adubação. O milho fechou o dossel, no estrato alto, devido ao alto adensamento do milho, sombreando o feijão, prejudicando sua produtividade.

Albuquerque et al. (2012) relatam que o maior UET foi encontrado no consórcio de fileira simples de mandioca (1m x 0,5m) mais uma linha de feijão entre as linhas de mandioca e no consórcio de fileiras duplas de mandioca (2m x 0,5m x 0,5 m) mais 2 ou 3 linhas de feijão entre as linhas de mandioca, atingindo produtividade do feijão de 1.794 kg/ ha, 1.612 kg/ ha e 1.803 kg/ h, respectivamente.

Comparando com as produtividades médias nacionais de feijão estimadas pelo boletim da safra de grãos da CONAB, de 1,039 ton/ha, as produtividades encontradas nos consórcios mandioca e feijão, média de 1,080 t/ha, estão equiparadas, mesmo tendo

sido utilizado um espaçamento maior que o plantio convencional, confirmando a vantagem do plantio consorciado de mandioca com feijão. No entanto, quando se consorciou o feijão com mandioca e milho, a produtividade do feijão diminuiu significativamente para uma média de 288 kg/ha.

### 7.3.2 2º Experimento

Houve diferença estatística entre tratamentos para a produção de feijão. Similar ao primeiro experimento, da safra anterior, o consórcio duplo, com ou sem adubação, resultou em produtividades superiores ao consórcio triplo. As produtividades foram muito baixas e inferiores ao observado no ano anterior (Tabela 05).

**Tabela 05.** Média da produção (gramas/ parcela) e produtividade (kg/hectare) do feijão em cada tratamento.

TRATAMENTO	Produção por parcela (g)	Produtividade (kg/ha)
T7 = Ma + Fe	298	165 a
T8 = Ma + Fe + Est	210	117 bc
T9 = Ma + Fe + Bok	235	131 b
T10 = Ma + Mi + Fe	160	88 cd
T11 = Ma + Mi + Fe + Est	167	93 cd
T12 = Ma + Mi + Fe + Bok	148	82 d

\* P-valor < 0,00. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

A maior produção de feijão foi observada no T7 (mandioca e feijão), com 165 kg/ha, sendo significativamente maior que todos os outros tratamentos. T8 e T9 não diferiram entre si, sendo que T9 diferiu de todos os outros tratamentos, e T8 diferiu apenas do T12 e T7. Provavelmente a presença de adubação nitrogenada nas parcelas para atender à demanda da mandioca e milho resultou em menor produtividade, podendo ser explicado pelo fato da planta não se associar tão intensamente com os rizóbios fixadores de nitrogênio, uma vez que há oferta externa de nitrogênio. O consórcio triplo, com ou sem adubação, resultou nas menores médias.

Os consórcios com mandioca, milho e feijão apresentaram as menores produções, não diferindo entre si, porém T12 foi o que apresentou menor produção

geral, diferindo de todos os consórcios com apenas mandioca e feijão. Já T10 e T11 diferiram apenas do T7 e T9. Mostrando mais uma vez que a produção foi influenciada pelo consórcio e não pela adubação.

Os dados de produção do feijão obtido no 2º experimento foram muito menores do que os do 1º experimento, chegando a ser de 12 a 17 % nos consórcios com mandioca e feijão, e de 28 a 34 % nos consórcios com mandioca, milho e feijão (Figura 17). Mesmo com uma densidade de plantas apenas 33% inferior ao 2º experimento, a produção diminuiu, chegando a ser entre 66 e 88 % menor, possivelmente pela época do plantio ou manejo de espontâneas.

Horácio (2014) avaliou o plantio consorciado de mandioca e feijão com espaçamento de 2 m entrelinhas e 0,5 m entre plantas de mandioca. O feijão foi semeado nas entrelinhas da mandioca no consórcio e em cultivo solteiro, ambos com espaçamento de 0,5 m entre linhas e 12 plantas por metro. Foi obtido uma produtividade média para o feijão de 1,043 ton/ ha, sendo significativamente inferior as produtividades do feijão em monocultivo. Quando comparado proporcionalmente ao número de plantas no desenho de plantio, as produtividades do feijão deste 2º experimento foram superiores.



**Figura 17** – Foto de uma parcela com o consórcio mandioca e feijão, com 90 dias após plantio, data 21/05/21. CVT/FAL, 2021.

## **7.4 Produção e produtividade da mandioca**

### **7.4.1 1º Experimento**

A ANOVA realizada para a variável produção de mandioca apresentou diferenças significativas, ao nível de 5% de significância, evidenciando que a média de produtividades dos tratamentos diminuiu conforme aumentou os indivíduos do consórcio, nesta ordem, sendo que a mandioca em monocultura apresentou maiores médias, seguidas da mandioca e feijão, mandioca e milho, e, mandioca com milho e feijão, que tiveram as menores produções (Tabela 6).

Este resultado evidencia que a produção da mandioca foi afetada negativamente quando consorciada, pois bastou adicionar uma cultura ao consórcio que a produção diminuiu significativamente. A produção da mandioca em monocultura (Figura 18) sem adubação ou com esterco de curral não diferiu significativamente da produção em monocultura de mandioca com bokashi, no entanto sabe-se que o bokashi é um

excelente adubo que adiciona diversos nutrientes em doses baixas, além de ser um excelente inoculante de microrganismos benéficos para o sistema solo-planta, mantendo a fertilidade do solo, segundo Tomita (2009).

**Tabela 06.** Produção (kg/planta) e produtividade (toneladas/hectare) média de raiz de mandioca por tratamento.

TRATAMENTO	Massa fresca (kg/planta)	Produtividade (toneladas/ha)
T1 = Ma	3,273	26,190 ab
T2 = Ma + Est	1,862	14,900 abc
T3 = Ma + Bok	3,548	28,384 a
T4 = Ma + Mi	1,238	9,904 c
T5 = Ma + Mi + Est	0,768	6,143 c
T6 = Ma + Mi + Bok	0,988	7,903 c
T7 = Ma + Fe	1,410	11,280 c
T8 = Ma + Fe + Est	2,057	16,456 abc
T9 = Ma + Fe + Bok	1,603	12,828 bc
T10 = Ma + Mi + Fe	0,594	4,750 c
T11 = Ma + Mi + Fe + Est	0,929	7,432 c
T12 = Ma + Mi + Fe + Bok	0,738	5,905 c

\* P-valor = 0,0270486. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

O tratamento 3 (mandioca + bokashi) obteve a maior produção, atingindo média de 3,548 kg/planta e 28,384 t/ha, apresentando produtividade superior à nacional 14,45 ton/ha, e significativamente maior que quase todos os tratamentos, não diferindo apenas dos tratamentos 1, 2 e 8, que não diferiram do tratamento 9 (mandioca, feijão e bokashi), que por sua vez não diferiu do T3 (<https://www.conab.gov.br>).

Fica evidenciada a cooperação do feijão nos tratamentos mandioca com feijão, como fixador de nitrogênio e boa planta companheira dentro do consórcio, não prejudicando a produção da mandioca dentro do desenho do plantio, sendo uma boa opção de consórcio.

O único tratamento consorciado em que a mandioca apresentou produtividade equiparada a todos os tratamentos em monocultura foi o T8 (mandioca, feijão, esterco),

que juntamente com o T2 tiveram produções intermediárias, não diferindo de nenhum outro tratamento.

Dentro de cada consórcio não tiveram diferenças significativas de produção de raiz de mandioca, mostrando que a produção foi muito mais influenciada pelos tipos de consórcios do que pelas fontes de adubação.

Devide (2006) não encontrou diferenças significativas na produtividade de mandioca dentro dos consórcios testados com milho e feijão caupi, atingindo elevados resultados com a cultivar IAC 576-70, que produziu entre 28 e 36 toneladas por hectare., evidenciando a eficiência do desenho de plantio, no entanto exige que todas as capinas sejam manuais. Neste trabalho foi encontrada diferenças significativas do comprimento das raízes dentro dos tratamentos, mostrando que as raízes dos consórcios com milho ou milho e caupi tiveram comprimentos menores quando comparadas com o consórcio apenas com feijão caupi e na monocultura de mandioca.

Albuquerque et al. (2012) obteve diferenças significativas na produção da mandioca (cultivar cacauzinha) entre os tratamentos testados, sendo o tratamento da mandioca em fileira simples em monocultura com a maior produção, 19,093 ton/ha, não diferindo do tratamento da mandioca em fileira dupla em monocultivo, 17,675 t/ ha, nem do tratamento da mandioca em fileira dupla com uma linha de feijão, 16,625 t/ ha.

Foram avaliadas as produtividades de raízes de 12 variedades de mandioca colhidas em diferentes épocas, apenas 3 apresentaram produções satisfatórias (acima de 15 t/ ha) quando colhidas aos 6 meses após plantio, apenas 1 podia ser colhida aos 8 meses sem perda significativa de produção, e a maioria era vantajoso colheitas após 10 meses de idade (JUNIOR et al, 2018).



**Figura 18** – Foto de uma parcela da mandioca em monocultivo, com 5 meses após semeadura, data 29/05/19. CVT/FAL, 2021.

#### **7.4.2 2º Experimento**

Foram observadas diferenças estatísticas significativas entre tratamentos para as médias de produtividade de raiz de mandioca (Tabela 07).

A maior produtividade de raiz de mandioca foi de 35,97 ton/ha, mais que o dobro da média nacional de 14,45 ton/ha, obtida em T8 (mandioca, feijão e esterco bovino), que diferiu apenas do T10 (mandioca, milho e feijão), que foi significativamente menor apenas dos tratamentos: T3 (mandioca monocultura com bokashi), T8 (mandioca, feijão e esterco) e T9 (mandioca, feijão e bokashi), evidenciando mais uma vez o efeito positivo do bokashi e do consórcio com feijão, na produção da mandioca (<https://www.conab.gov.br>).

As produtividades de raízes de mandioca no experimento 2 foram muito superiores que as do experimento 1, provavelmente devido ao maior tempo do plantio à colheita (diferença entre 16 a 55 dias) e principalmente devido ao fato de que no 2º experimento a densidade de plantas de milho foi alterada para em 50%, e a densidade de

plantas de feijão foi reduzida em 33% do arranjo da primeira safra. Desta forma, diminuindo a competição destas culturas com a mandioca. O espaçamento da mandioca e o aporte da adução orgânica permaneceu o mesmo (Figura 19).

**Tabela 07.** Produção (kg/planta) e produtividade (toneladas/hectare) média de raiz de mandioca por tratamento. CVT/UnB, 2021.

TRATAMENTO	Massa fresca (kg/planta)	Produtividade (toneladas/ha)
T1 = Ma	3,081	24,649 ab
T2 = Ma + Est	3,703	29,625 ab
T3 = Ma + Bok	4,135	33,080 a
T4 = Ma + Mi	2,971	23,770 ab
T5 = Ma + Mi + Est	2,816	22,534 ab
T6 = Ma + Mi + Bok	2,880	23,045 ab
T7 = Ma + Fe	2,507	20,058 ab
T8 = Ma + Fe + Est	4,496	35,970 a
T9 = Ma + Fe + Bok	4,182	33,456 a
T10 = Ma + Mi + Fe	1,754	14,032 b
T11 = Ma + Mi + Fe + Est	3,317	26,538 ab
T12 = Ma + Mi + Fe + Bok	2,998	23,985 ab

\* P-valor = 0,0144. Médias seguidas da mesma letra na coluna não diferem estatisticamente entre si, ao nível de 5% de probabilidade.

Ou seja, diminuir a densidade das plantas companheiras, resultou em aumento significativo na produtividade de raízes de mandioca, podendo ser uma opção de consórcio onde se deseja maior produtividade da mandioca.

Nascimento et al. (2022), encontrou produtividade média das raízes da mandioca entre 27,87 t/ha a 18,56 t/ha, não apresentando diferenças significativas entre o plantio solteiro do plantio consorciado, sendo que com feijão guandú obteve a menor produtividade.



**Figura 19** – Foto ampla de um bloco com 7 meses após semeadura, evidenciando a mandioca (milho e feijão colhidos) em 15/09/21. CVT/FAL, 2021.

## 8. CONCLUSÃO

O consórcio de mandioca, milho e feijão precisa ser analisado sob o aspecto dos componentes do consórcio. Verificou-se que feijão e mandioca foram afetados pelo aumento de espécies no consórcio, bem como pela densidade das plantas envolvidas. Visto que a mandioca foi altamente favorecida pela redução da densidade das plantas companheiras milho e feijão. Contudo é possível adaptar o consórcio para a realidade do local e necessidade do agricultor. Sendo altamente recomendados os cultivos consorciados para a diversificação da produção e maior sustentabilidade dos agroecossistemas.

A produção do milho-verde e milho grão foi satisfatória em todos os consórcios testados, não apresentando diferenças significativas de produção entre os tratamentos, sendo altamente recomendado a utilização desta cultura nos consórcios.

O feijão teve a produção afetada pelos consórcios, pois quando consorciado apenas com a mandioca produziu mais que o feijão consorciado com mandioca e milho,

sendo que o consórcio mandioca com feijão sem adubação teve produção maior que os demais tratamentos, evidenciando uma possível inibição da fixação biológica do nitrogênio nos demais tratamentos com feijão, resultado da colocação de adubação nitrogenada externa ao sistema.

A produtividade da mandioca quando consorciada com maiores densidades de plantas de feijão e milho, foi inferior à monocultura de mandioca, tendo sido influenciada principalmente pelos consórcios. No entanto, a produtividade da mandioca quando consorciada com menores densidades de plantas de feijão e milho, foi maior quando comparada ambas as safras, sendo pouco influenciada pelos consórcios.

A mandioca em monocultivo, na primeira safra, produziu mais que os consórcios com mandioca testados, com exceção do tratamento de mandioca com feijão e esterco. Em compensação tem a produção de milho e/ou feijão na mesma área, aproveitando melhor o espaço e o tempo.

O esterco e o bokashi não influenciaram significativamente as produtividades das culturas do milho, feijão e mandioca, dentro dos consórcios. No entanto, a fertilização orgânica é importante para a manutenção da fertilidade e da microbiota do solo. Um bom planejamento de adubação, analisando o custo-benefício para cada situação, para evitar prejuízos econômicos torna-se relevante.

O espaçamento entrelinhas de 1,2 metros é ideal para se trabalhar com o microtrator (Tobata) ou tratorito no manejo das plantas espontâneas, dentro do desenho de plantio testado, pois menor que 1,20 m impossibilita o uso do microtrator. Torna-se fundamental que o produtor avalie sua situação e faça as escolhas que apresentam maior praticidade na condução das culturas.

Por fim, o sistema consorciado apresenta inúmeras vantagens desde que os arranjos sejam dimensionados de forma adequada, tendo como princípio a indicação de uma cultura principal para nortear as decisões sobre manejo do solo, água, tratos culturais, colheita e pós-colheita.

## **9. BIBLIOGRAFIA**

ALBUQUERQUE, J.A.A.; SEDIYAMA, T.; ALVES, J.M.A.; SILVA, A.A.; UCHÔA, S.C.P. **Cultivo de mandioca e feijão em sistemas consorciados realizado em Coimbra, Minas Gerais, Brasil.** Rev. Ciênc. Agron. 43 (3) • Set 2012.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia - As bases científicas da agricultura alternativa**. Rio de Janeiro: PTA-FASE, 1989. 237p.

ARAÚJO, A.K.; ARAUJO FILHO, J.A., MARANHÃO, S.R. **Consórcios de milho, feijão e mandioca em presença de bagana de carnaúba em um argissolo no litoral norte do Ceará sob condições de sequeiro**. ESSENTIA. Ano: 2017 | Volume: 18 | Número: 1

BATISTA, Nilcileny da Silva. **Diversificação de cultivos de hortaliças associada ao uso de insumos para a fertilidade do solo, em sistema orgânico de produção**. 68 f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Orgânica) - Instituto de Agronomia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, 2016.

BRASIL. Lei Nº 10.831, de 23 de dezembro de 2003. **Dispõe sobre a agricultura orgânica e dá outras providências**. Presidência da República. Casa Civil. Subchefia para assuntos jurídicos. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/LEIS/2003/L10.831.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/LEIS/2003/L10.831.htm). Acesso em: 10 de fev, 2014.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia como matriz disciplinar para um novo paradigma de desenvolvimento rural**. In: Congresso Brasileiro de Agroecologia. 2006.

CERETTA, C.A. **Sistemas de cultivo de mandioca em fileiras simples e duplas em monocultivo e consorciada com girassol**. Faculdade de Agronomia-Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre (126p). Abril 1986. Dissertação de Mestrado em Agronomia (Fitotecnia).

COSTA, E. A. **Indicadores de viabilidade agronômica e financeira de consórcio agroflorestal no distrito federal: cultivo sucessional de grãos e hortaliças**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2020, 95 p. Tese de Doutorado.

COSTABEBER, J. A. **Transição agroecológica: Rumo à sustentabilidade.** *Revista Agrícolas*, nº 3. 2006. p. 533-548.

DEVIDE, A. C. P.; CASTRO, C. M.; RIBEIRO, R. L. D. **Crescimento do guanandi e produção de mandioca e araruta em sistemas agroflorestais.** *Revista verde de agroecologia e desenvolvimento sustentável*, 2019.

DEVIDE, A. C. P. **Sistema Orgânico de Produção de Mandioca Consorciada com Milho e Caupi.** Dissertação (Mestrado em Fitotecnia – Agroecologia). Instituto de Agronomia, Departamento de Fitotecnia, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, Seropédica, RJ, 2006. 85 p.

FERNANDES, S. P. **Produtividade e acúmulo de biomassa pela mandioca consorciada com crotalária-junceia.** Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal de Alagoas. Pós-Graduação em Agricultura e Ambiente, Arapiraca, 2020. 60 p.

FERNANDES, A. **Fitogeografia brasileira.** Fortaleza: Multigraf. 2000. 340p.

FIALHO, J.F., ANDRADE, R.F.R, VIEIRA, E.A. **Mandioca no cerrado, questões práticas.** Embrapa Cerrados, Planaltina, DF, 2009. 87p.

FILHO, M. A. C.; JUNIOR, F. A. G.; GUIMARÃES, M. J. M.; OLIVEIRA, L. B.; SILVA, T. S. M. **Crescimento e produtividade do consórcio mandioca e feijão caupi em diferentes arranjos de cultivo e condições irrigadas.** *Water Resources and Irrigation Management*, v.6, n.3, p.151-159, 2017.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável.** 3ªed. Porto Alegre: UFRGS, 2005. 653p.

GUZMÁN CASADO, G.; GONZÁLEZ DE MOLINA, M.; SEVILLA GUZMÁN, E. (coord.). **Introducción a la Agroecología como desarrollo rural sostenible.** Madrid: Ediciones Mundi-Prensa, 2000.

HORÁCIO, E. H. **Cultivo de mandioca e consorciados. feijão em sistemas 2014**. 26 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade Federal de Goiás, Jataí, 2014.

JUNIOR, F. A. G. **Produtividade de variedades de mandioca em diferentes arranjos de plantio, épocas de colheita, fisiologia do estresse e déficit hídrico**. 2018. 86 f. Tese (Doutorado em Engenharia Agrícola) - Programa de Pós-Graduação em Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas-Ba, 2018.

LOVELOCK, J. E. **Gaia: Um novo olhar sobre a vida na Terra**. Lisboa: Edições 70, 1995.

MATTOS, P. L. P.; SOUZA, L. da S.; SOUZA, J. da S.; CALDAS, R. C.; CRUZ, J. L. **Mandioca consorciada com feijão mais milho no final do ciclo da mandioca**. EMBRAPA-CNPMP > São Pedro, SP: Centro de Raízes Tropicais/UNESP/SBM, 1996. 1p.

MENDOZA FLORES, J. M. **Morfologia e meiose em cultivares e escapees de mandioca (Manihot esculenta Crantz)**. 2013. viii, 47 f., il. Dissertação (Mestrado em Botânica) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

MOURA, G.M. **Mandioca em fileira dupla consorciada com milho no estado do Acre**. Anais do Simpósio do Trópico Úmido, 1., Belém, 1984. Belém, EMBRAPA-CPÁTU, 1986. 6v. (EMBRAPA-CPATU. Documentos, 36). pp.107-114.

NASCIMENTO, R. M. VIANA, A. E. S. CARDOSO, A. D. OLIVEIRA, L. M. VIANA, B. A. R. **Produtividade de raízes e características agronômicas da mandioca em consórcio com guandu, feijão caupi e sorgo, na região Sudoeste da Bahia**. Brazilian Journal of Development, 2022.

NOVAES, W. **Dilemas do desenvolvimento agrário**. Estudos avançados, nº 15, p. 51-60, 2001.

ODUM, E.P. **Fundamentos de ecologia**. Lisboa: Fundação Calouste Gulberkian. 5ª ed. 1997, 7ª ed. 2007. 927p.

OLIVEIRA, M. N. **Cultivos consorciados de espécies hortícolas e arbóreas em agroflorestas sucessionais biodiversas**. Brasília: Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária, Universidade de Brasília, 2014, 105 p. Dissertação de Mestrado.

RICKLEFS, R.E. **A economia da natureza**. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan. 5ª ed. 2003.

RÓS, A.B. & JOÃO, R.E.S. **Desempenho agrônômico e uso eficiente da terra em arranjos de plantas de mandioca e batata-doce**. Rev. Ceres 63 (4) • Jul-Aug 2016.

SCHONS, A.; STRECK, N.A.; STORCK L.; BURIOL G.A.; ZANON, A.J.; PINHEIRO, D.G.; KRAULICH, B. **Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade**. Bragantia, Campinas, v.68, n.1, p.155-167, 2009.

SILVA, A. R.; SOUSA, S. A.; SOUZA, D. J. A. T.; LEMOS, A. S.; COLLIER, L. S. **Fertilidade do solo em agrofloresta após sucessão leguminosas: Consórcio mandioca e caupi, no Sul do Tocantins**. Journal of Biotechnology and Biodiversity, v. 2, N.2: p. 44-51, 2011.

SUGASTI, J. B. **Consortiação de hortaliças e sua influência na Produtividade, ocorrência de plantas espontâneas e artrópodes associados**. 2012. 119 f., il. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2012.

TOMITA, Celso Katsuhiko. **Manejo em sistemas orgânico e convencional: epidemiologia e controle de doenças em culturas de goiaba, gipsofila e pupunha**. 2009. xix, 182 f., il. Tese (Doutorado em Fitopatologia) -Universidade de Brasília, Brasília, 2009.

VIVAN J. L. **Agricultura e florestas: princípios de uma interação vital**. Guaíba: Agropecuária, 1998. 207 p.

WERLANG, T.; CAROLINE PEREIRA DA LUZ, A.; ANDREY SCHERWZ, L.; CAVALLI POZZO, V.; PIES, W.; PEDRO TIRONI, S. **Desenvolvimento de mandioca cultivada em diferentes sistemas de plantio e intervalos entre capinas.** Anais do Salão Internacional de Ensino, Pesquisa e Extensão, v. 9, n. 1, 14 fev. 2020.

#### SITES DE INTERESSE

<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/222379/1/Sistema-de-Producao-de-Mandioca-no-Semiarido.pdf>

<https://agendagotsch.com/pt/>

<https://www.conab.gov.br/info-agro/analises-do-mercado-agropecuario-e-extrativista/analises-do-mercado/historico-mensal-de-mandioca/item/17808-mandioca-analise-mensal-fevereiro-2022>

<https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos>

<https://www.embrapa.br/congresso-de-mandioca-2018/mandioca-em-numeros>.