

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TRÊS VARIEDADES DE
MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) CONSORCIADAS COM FEIJÃO
DE PORCO (*Canavalia ensiformis* DC).**

MESSIAS NICODEMUS DA SILVA

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do
Maranhão – UEMA, para obtenção do título de
mestre em Agroecologia.

São Luís

Estado do Maranhão – Brasil

Dezembro de 2006

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TRÊS VARIEDADES DE
MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) CONSORCIADAS COM FEIJÃO
DE PORCO (*Canavalia ensiformis* DC).**

MESSIAS NICODEMUS DA SILVA

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. EDUARDO FERREIRA RODRIGUES

Dissertação apresentada à Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, para obtenção do título de mestre em Agroecologia.

São Luís

Estado do Maranhão – Brasil

Dezembro de 2006

Silva, Messias Nicodemus da

Análise de crescimento e produção de três variedades de mandioca (*manihot esculenta*, Crantz) consorciadas com feijão de porco (*canavalia ensiformis* DC)/Messias Nicodemus da Silva - São Luis, 2006.

81f.

Dissertação (Mestrado em Agroecologia)-Universidade Estadual do Maranhão, 2006.

Orientador: **Prof. Dr. EDUARDO FERREIRA RODRIGUES**

1-Mandioca. 2. Crescimento. 3. Feijão de porco. 4. Consórcio. I. Título.

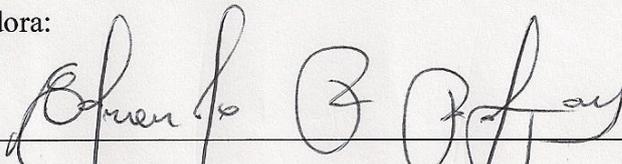
CDU: 633.493:581.143

**ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TRÊS VARIEDADES DE
MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) CONSORCIADAS COM FEIJÃO
DE PORCO (*Canavalia ensiformis* DC).**

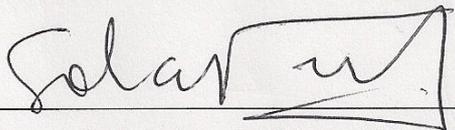
MESSIAS NICODEMUS DA SILVA

Aprovada 27 /12/2006

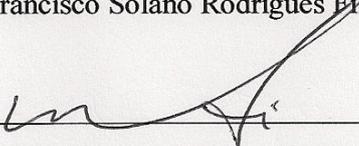
Comissão Julgadora:



Prof. Dr. Prof. Dr. Eduardo Ferreira Rodrigues - UEMA



Prof. Dr. Francisco Solano Rodrigues Filho - UEMA



Prof. Dr. Moisés Rodrigues Martins - UEMA

Aos meus pais, Manoel e Mary.

OFEREÇO

A DEUS,

AGRADEÇO

À Minha esposa
Jisselda, à minha
filha Messianny e
ao meu filho
Messias Júnior.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

À minha esposa Jisselda, minha filha Messianny e meu filho Messias Júnior, razões maiores da minha vida, pelo apoio, incentivo e compreensão;

Ao Prof. Eduardo Ferreira Rodrigues pela amizade e dedicação na minha orientação e realização deste trabalho;

Ao Prof. Francisco Solano Rodrigues Filho pela atenção e colaboração nas avaliações estatísticas, imprescindíveis neste trabalho;

À Universidade Estadual do Maranhão pela oportunidade de realizar mais esta tarefa acadêmica;

Ao amigo Saul Menezes Gutman pela inestimável ajuda na sistematização deste trabalho;

Ao amigo Júlio César Souza Martins, pelo apoio preciso na disponibilidade das estruturas físicas do NTER-UEMA;

Aos amigos Luis Kleber Ferreira Lima, Antonio Caldas e Dionísio Marques de Almeida Silva, pela colaboração na implantação dos experimentos no campo e obtenção dos dados para análise;

À Fundação de Apoio à Pesquisa do Estado do Maranhão- FAPEMA pela concessão da bolsa para a realização deste estudo.

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	8
LISTA DE TABELAS	9
RESUMO	13
ABSTRACT	15
1 INTRODUÇÃO	17
2 REVISAO DE LITERATURA	21
2.1 A cultura da Mandioca	21
2.1.1 Origem e distribuição geográfica	21
2.1.2 Classificação Botânica	22
2.1.3 Modo de Reprodução e Biologia Floral.....	23
2.1.4 Crescimento e Desenvolvimento da Planta da Mandioca	23
2.2 A cultura do Feijão de Porco	29
2.3 O consórcio mandioca x leguminosas.....	29
2.4 Matointerferência na cultura da mandioca.....	33
3 MATERIAL E MÉTODOS	36
3.1 Localização do Experimento, Classificação do Solo e Clima	36
3.2 Delineamento Estatístico	37
3.3 Espécies.....	37
3.3.1 Descrição morfológica	37
3.3.1.1 Mandioca	37
3.3.1.2 Feijão de porco	39
3.4 Tratamentos Empregados, Esquema de Plantio, Material de plantio e Adubação	39
3.4.1 Tratamentos.....	39
3.4.2 Esquema de Plantio	39
3.4.3 Material de plantio	41
3.4.4 Adubação	41
3.5 Análise de crescimento quantitativo	41
3.5.1 Área Foliar-AF.....	42
3.6 Índices fisiológicos	43
3.6.1 Índice de Área Foliar (IAF).....	43
3.6.2 Taxa Assimilatória Líquida (TAL)	43
3.6.3 Razão de Área Foliar (RAF).....	44

3.6.4 Índice de Colheita – IC.....	44
3.6.5 Produção de Raízes Tuberosas-PRT	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	45
4.1 Índice de Área foliar (IAF)	45
4.2 Taxa Assimilatória Líquida (TAL)	49
4.3 Razão de Área foliar (RAF)	56
4.4 Índice de Colheita (IC)	61
5 CONCLUSÃO	67
REFERÊNCIAS	69

LISTA DE FIGURAS

Figura 1-Variedade macaxeira pão

Figura 2-Variedade macaxeira rosa

Figura 3- Variedade aipim Brasil

Figura 4- Feijão de porco

Figura 5- Semente de Feijão de Porco

Figura 6 - Esquema de plantio de campo

Figura 7- Índice de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Figura 8- Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis (MA)-2004

Figura 9- Razão de área foliar de três variedades de mandioca. São Luis (MA)- 2004

Figura 10- Índice de Colheita de três variedades de mandioca. São Luis (MA)- 2004

Figura 11- Produção de raízes tuberosas ($\text{Kg}\cdot\text{ha}^{-1}$)-São Luis (Ma)-2004

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Índice de Área Foliar de três variedades de mandioca -São Luis-MA-2004

Tabela 2 Análise de Variância referente ao Índice de Área Foliar (IAF) de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 3 Teste de Médias para tratamentos principais (Variedades)-Teste de Tukey

Tabela 4 Teste de Médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio)-Teste de Tukey

TABELA 05 Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca- São Luis-MA- 2004

Tabela 6 Análise de variância referente á Razão de Área Foliar (RAF) de três variedades de mandioca- São Luis-MA-2004

TABELA 7 Desdobramento do tratamento Secundário (Sistema de Plantio) em relação ao tratamento principal (Variedades) para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA- 2004.

TABELA 8 Desdobramento do tratamento principal (Variedade) em relação ao tratamento secundário (Sistema de Plantio) para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA- 2004.

Tabela 9 Teste de Médias para tratamentos principais (Variedades)-Teste de Tukey, para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 10 Teste de Médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio)-Teste de Tukey, para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA- 2004

Tabela 11 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 1 (variedade macaxeira pão), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA-2004

Tabela 12 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 2 (Variedade macaxeira rosa), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 13. Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 3 (Variedade aipim Brasil), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 14 Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 1 (Sistema tradicional), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 15 Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) dentro do tratamento secundário 2 (Sistema em consórcio), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 16 Razão de Área Foliar (RAF) de três variedades de mandioca. São Luis-MA- 2004

TABELA 17 Análise de variância referente á razão de área foliar (RAF) de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

TABELA 18 Desdobramento do tratamento secundário (Sistema de Plantio) em relação ao tratamento principal (variedade) para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

TABELA 19 Desdobramento do tratamento principal (Variedade) em relação ao tratamento secundário (Sistema de Plantio) para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA-2004

Tabela 20 Teste de TUKEY para médias para tratamentos principais (variedade), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 21 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 22 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 1 (variedade macaxeira pão), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA-2004

Tabela 23 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 2 (variedade macaxeira pão), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 24 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 3 (variedade macaxeira pão), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 25 Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 1 (Sistema tradicional), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

Tabela 26 Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 2 (Sistema tradicional), para a Razão de Área Foliar de TABELA 27 Índice de Colheita de três genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no município de São Luis-MA-2004

TABELA 28 Análise de variância do Índice de Colheita (IC) de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

TABELA 29 Produção de raiz tuberosa (kg/ha) de três variedades de mandioca em diferentes épocas de colheita. São Luis-MA-2004

TABELA 30. Análise de variância da Produção de Raiz Tuberosa de três variedades de mandioca. São Luis-MA-2004

Tabela 31. Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 2 (Sistema tradicional), para a Produção de Raízes Tuberosas de três variedades de mandioca-São Luis-MA-2004

ANÁLISE DE CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE TRÊS VARIEDADES DE MANDIOCA (*Manihot esculenta*, Crantz) CONSORCIADAS COM FEIJÃO DE PORCO (*Canavalia ensiformis*, DC)

Autor: MESSIAS NICODEMUS DA SILVA

Orientador: Prof. Dr. EDUARDO FERREIRA RODRIGUES

RESUMO

Foi realizado um estudo sobre Análise de Crescimento e Produção de Três Variedades de Mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) consorciadas com feijão de porco (*Canavalia ensiformis* DC), na base física do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, no Município de São Luis-Ma, situada a 44°18' W de longitude e 20°30' S de latitude, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO Distrófico Tb Arênico A moderado, textura arenosa/média fase floresta tropical dicótilo palmácea, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. O objetivo foi analisar o crescimento e a produção de três variedades de mandioca, cultivadas em dois sistemas de plantio, o sistema tradicional de monocultivo e o consorciado com feijão-de-porco, para que se possa melhor compreender a natureza dos controles internos de cultivares sobre as interações planta-ambiente. -O Índice de Área Foliar (IAF), tanto para as variedades, quanto para os sistemas, apresentou comportamento semelhante, ou seja, até os 180 dias após o plantio, aumentou de valor. A partir dos 210 dias após o plantio, decresceu. O sistema de plantio tradicional foi o que proporcionou efeito significativo para o referido parâmetro, o que nos sugere a ocorrência de competição interespecífica para o sistema em consórcio. A Taxa Assimilatória Líquida (TAL) apresentou efeito significativo para a variedade pão no sistema de plantio tradicional. A Razão de Área Foliar (RAF) expressou efeito significativo para as interações, sendo que macaxeira pão e macaxeira rosa não apresentaram diferenças entre si, na interação variedade x sistema de plantio, enquanto que, para a interação sistema de plantio com relação à variedade, verificou-se que o sistema de plantio tradicional apresentou significância, independentes da variedade. A Produção de raiz tuberosa não foi influenciada nem

pelas variedades, nem pelos sistemas de plantios adotados. Desta forma pode-se recomendar qualquer uma das três variedades testadas, tanto no sistema de plantio tradicional, quanto no sistema em consórcio.-Para produção de parte aérea (ração), pode-se sugerir a variedade macaxeira pão, em função da mesma ter apresentado resposta significativa para o índice de área foliar, o qual está diretamente relacionado com uma maior área foliar.Desta forma poderá disponibilizar maior massa verde para a produção de ração de uso animal.

Palavras chave:

Manihot; Canavalia ensiformis; Análise de crescimento; Produção.

Analysis of growth and production of three varieties of cassava(*Manihot esculenta*, Crantz)intercropped with pig's beans(*Canavalia ensiformis*, DC)

Author: MESSIAS NICODEMUS DA SILVA

Adviser: Prof. Dr. EDUARDO FERREIRA RODRIGUES

ABSTRACT

It was accomplished a study concern growth analyzing and production of three varieties of cassava(*Manihot esculenta*, Crantz)planted in arranging with pig's beans (*Canavalia ensiformis*, DC), in the physic base of Technologic Nuclei of Engineer Rural, of the Agronomy course from University State of Maranhão, in the city of São Luís, located at 44 18' W longitude and 20 30' S latitude, in a soil classified as ARGISSOIL RED-YELLOW Dystrophic Tb Arenic A moderate, texture middle sand phase tropical forest dicótilo palmacea, according Brazilian System Classification Soil. The aim it was analyze the growth and production of three Manihots varieties, arranged in two systems of planting, the monocultive traditional system and the arranged with *Canavalia ensiformis*, to get the knowledge of the nature of inners controls of cultivars about the interactions plant-soil-atmosphere. The area leaf index (AIF), for both varieties as long systems, presented behavior equals, however, until 180 days after planting, the value increased. When gets 210 days after planting decreased. The traditional systems it was the best significant effect to this parameter, suggesting the occurrence of interespecífic competition for the arranged planting. The assimilatory liquid tax (ALT) presented significance effect to the Manihots "Pão" in the traditional system. The Leaf Area Reason (LAR) expressed significant effect for the interections, being that Manihot 'Pão" and Manihot "Rosa" doesn't presented differences, in the interaction variety X arrange planting, moreover the interaction system planting relationship the variety, it was verified the best significance in the traditional planting, variety independently. The production of tuberoses roots it wasn't influenced by the varieties neither by the

systems planting adopted. This way, it could make a recommend of planting of both varieties, as traditional system as arranged planting. To the production biomass aerial (feeding), it could make a suggestion about the use of Manihot “Pão” for has presented significance answer to area leaf index, that have a strictly relationship with the best leaf area. This way could have more green mass for the production in use of feeding animal.

Key-words:

Manihot; Canavalia ensiformis; Growth analysis; Production.

1 INTRODUÇÃO

No âmbito mundial, a mandioca é uma das principais explorações agrícolas, com produção acima de 160 milhões de toneladas/ano. Entre as tuberosas, perde apenas para a batata e encontra-se entre os seis principais produtos alimentares, trigo, arroz, milho, batata, cevada e mandioca (FAO 2006).

Dentre os continentes, o africano é o maior produtor mundial (53,32%), seguido do Asiático (28,08%), Americano (18,49%) e Oceania (0,11%). Quanto ao rendimento, destacam-se o Asiático (14,37 ton/ha), o Americano (12,22 t/ha), a Oceania (11,57 ton/há) e o Africano (8,46 ton/ha). (FAO 2006).

O cultivo da mandioca está associado ao Brasil desde o seu descobrimento. Planta-se mandioca em todas as unidades da federação, e o produto tem destacada importância na alimentação humana e animal, além de ser utilizado como matéria-prima em diversos produtos industriais. É produzida principalmente por agricultores familiares, em sistemas de produção múltiplos, com pouco ou nenhum uso de tecnologia moderna, especialmente mecanização.

A cultura da Mandioca tem um importante papel no Brasil, tanto como fonte de energia (como fonte de proteína ainda é pouco usada), na alimentação humana e animal, quanto como geradora de emprego e renda, notadamente nas áreas pobres da Região Nordeste.

Para as famílias na faixa de renda de menos de um salário mínimo, o consumo de mandioca e seus derivados representa em torno de 10% da despesa anual em alimentação. Ela só perde em importância para o feijão, que aparece com um

consumo equivalente a 13% dessa despesa. Esses dados ratificam a importância do produto para as classes de renda mais baixa (CARDOSO *et al.*, 1999).

A mandioca tem numerosos usos correntes e potenciais, classificados segundo o tipo de raiz, em duas grandes categorias: mandioca de mesa (aipim ou macaxeira) e mandioca para a indústria.

A maior parte da mandioca de mesa é comercializada de forma *in natura*. Atualmente vem crescendo a comercialização de mandioca pré-cozida e congelada e na forma de snack.

A mandioca para indústria tem grande variedade de usos, dos quais a farinha e a fécula são os mais importantes. A farinha tem uso essencialmente alimentar, com elevada especificidade regional que, em muitos casos, torna o produto cativo a mercados locais. De acordo com CARDOSO *et al.*, (1999) a mudança nos hábitos alimentares, associados ao aumento da renda *per capita* brasileira, vem resultando em redução de consumo de farinha.

O crescimento das plantas depende da conversão da energia luminosa em energia química, cuja intensidade é proporcional à interceptação capturada da luz pelo dossel da cultura.

Conceitualmente a análise de crescimento estabelece que a taxa de crescimento de uma planta ou de qualquer outro órgão da planta é uma função do tamanho inicial, isto é, o aumento em gramas, no caso da matéria seca, está relacionado ao peso da matéria seca no instante em que se inicia o período de observação.

A análise de crescimento foi definida por MAGALHÃES (1979), como o método que descreve as condições morfofisiológicas da planta em diferentes intervalos de tempo, entre duas amostragens sucessivas e se propõe a acompanhar a dinâmica da produção fotossintética, avaliada através do acúmulo de matéria seca.

Os estudos sobre análise de crescimento de espécies vegetais possibilitam acompanhar o desenvolvimento das plantas como um todo e a contribuição dos diferentes órgãos no crescimento total, permitindo conhecer o seu funcionamento e suas estruturas (BENINCASA, 1988; LIEDGENS, 1993). A análise de crescimento é, também, um instrumento que tem sido usado com o objetivo primordial de gerar

descrição clara do padrão de crescimento da planta ou de partes dela, permitindo comparações entre situações distintas, podendo ser aplicada às mais diversas modalidades de estudos (HUNT, 1978; BEADLE, 1993; LIEDGENS, 1993).

Para avaliar os efeitos de sistemas de manejo sobre as plantas, a análise de crescimento é fundamental, pois descreve as mudanças na produção vegetal em função do tempo, o que não é possível com o simples registro do rendimento. Segundo KVET *et al.* (1971), a análise de crescimento de comunidades vegetais é um dos primeiros passos na análise de produção primária, caracterizando-se como o elo de ligação entre o simples registro do rendimento das culturas e a análise destas por meio de métodos fisiológicos, podendo ser utilizada para conhecer a adaptação ecológica das plantas a novos ambientes, a competição interespecífica, os efeitos de sistemas de manejo e a capacidade produtiva de diferentes genótipos.

A análise de crescimento possibilita ainda estabelecer uma taxa de crescimento de uma planta ou de um órgão, observando o tamanho e o peso seco inicial e final de cada amostragem. Baseia-se fundamentalmente no fato de que cerca de 90 %, em média, da matéria seca acumulada pelas plantas ao longo do seu crescimento, resulta da atividade fotossintética e os outros 10% , oriundos da assimilação de nutrientes minerais.

A análise quantitativa do crescimento é o primeiro passo na avaliação da produção vegetal e requer informações que podem ser obtidas sem a necessidade de equipamentos sofisticados. Para tanto, a quantidade de material contido na planta toda e em suas partes, ou seja, folhas, colmos, raízes e frutos e o tamanho do aparelho fotossintetizante, isto é, área foliar, devam ser conhecidos (KVET *et al.*, 1971).

A ocorrência de ervas infestantes, em decorrência de práticas culturais inconsistentes tem se constituído um fator agravante, competindo com a planta da mandioca em nutrientes, água, luz e onerando os custos de produção. Neste contexto, o uso de sistemas de plantio tem se constituído um dos fatores interessantes, na medida em que aspectos agroecológicos podem ser incorporados. Dessa forma, algumas plantas em sistemas de consórcio tem sido sugeridas com os mais diversos objetivos.

No Brasil é crescente a atenção, por parte de instituições de pesquisa, como a EMBRAPA, aos agrossistemas consorciados, visto que o maior aproveitamento dos recursos naturais se refere à agressão ao meio ambiente, à diminuição dos custos de produção para o produtor e, até mesmo à maior distribuição da necessidade de mão-de-obra em diferentes épocas do ano que justificam a realização de trabalhos que dinamizem esta técnica (BELTRÃO *et al.*, 1984; AZEVEDO *et al.*, 1998).

Apesar de se constituir em importante fonte de alimento para o Brasil e em especial para o Maranhão, a mandioca tem sido relativamente pouco estudada em nosso Estado. Desta forma, avaliar o crescimento de três variedades de mandioca, cultura de grande importância para o agricultor familiar maranhense, representa a obtenção de informações técnicas que poderão ser de grande valia, na medida em que existe uma grande carência de estudos com a cultura, o que se traduz na baixa produtividade, a menor do país (8,1 ton/ha (IBGE-2006), que pode ser explicada pelos seguintes fatores: preparo inadequado do solo, sistema de corte/queima, colheita antecipada, uso de material genético com reduzido potencial adaptativo, fertilização escassa de nutrientes, controle inadequado de pragas e doenças, competição com ervas daninhas, espaçamento e associações com outras culturas inadequadas e mistura de cultivares de ciclo diferente. Disto decorre que, o manejo como um todo se torna ineficiente, com sérias implicações, tanto na qualidade, quanto na quantidade.

O objetivo do presente trabalho é o de analisar o crescimento e a produção de três variedades de mandioca, cultivadas em dois sistemas de plantio, o sistema tradicional de monocultivo e o consorciado com feijão-de-porco, para que se possa melhor compreender a natureza dos controles internos de cultivares sobre as interações planta-ambiente.

2 REVISAO DE LITERATURA

2.1 A cultura da Mandioca

2.1.1 Origem e distribuição geográfica

Análises filogenéticas do gênero *Manihot* realizadas por SHAAL *et al.* (1994), baseando-se em marcadores moleculares, indicam que a mandioca originou-se na América do Sul, mais especificamente na região Nordeste do Brasil, apontado por ABRAHAN (1970), MARTIN (1974), GULICK *et al* (1983) & ALLEM (1994), como possível centro de origem e diversificação da espécie *Manihot esculenta*.

De acordo com ALLEM & GOERDET (1991) a mandioca é uma espécie cultígena de origem Americana. Mais recentemente OLSEN & SHAAL citado por CARVALHO *et al.* (2000), baseando-se em estudos com izoenzimas e marcadores polimórficos de DNA, comprovaram que a *Manihot esculenta ssp flabellifolia* é o ancestral da espécie cultivada. Estes estudos comprovam a teoria de HERSHEY & AMAYA (1982) de que a mandioca não se encontra sob a forma silvestre e aparentemente evoluiu como uma espécie cultivada, por seleção natural e com o cuidado do homem.

A mandioca originou-se e completou grande parte da sua diversificação no continente Latino-americano, tendo como centro de origem primário a América do Sul e secundário a região entre a Guatemala e o México (LEON, 1977).

A espécie foi domesticada por povos pré-colombianos visando à produção de raízes a partir de espécies silvestres do gênero *Manihot*. Evidências arqueológicas

encontradas na Colômbia e Venezuela indicam que o cultivo da mandioca era praticado nessas regiões há cerca de 3.000 a 7.000 anos (REICHEL-DOLMATOFF, 1957).

Sua distribuição geográfica se estende entre as regiões tropicais situadas entre os paralelos 30° N e 30° S, embora a maior concentração da espécie cultivada esteja entre as latitudes 15° N e 15° S. A planta pode ser encontrada em altitude máxima de 2.300 m acima do nível do mar (COCK & ROSAS, 1975 E COCK, 1982).

Duas características agrônômicas de cultivo são importantes para tentar explicar a dispersão geográfica de sua produção: a sua capacidade para usar eficientemente o recurso água e ter grande adaptação a solos de baixa fertilidade, nos quais alguns cultivos não conseguem produzir, e quando produzem o fazem de forma bastante precária. Segundo CARDOSO (1995), a crença de que, devido à sua rusticidade, a mandioca possui capacidade de se desenvolver bem em condições adversas, faz com que essa cultura seja implantada em condições de recursos naturais altamente desfavoráveis, ou seja, condições que as pesquisas têm ação limitada na solução dos problemas, logo colocando a cultura em desvantagem, quando comparada com outros produtos.

2.1.2 Classificação Botânica

Dentro da sistemática botânica de classificação hierárquica a mandioca pertence à classe das Dicotiledôneas, a subclasse Archiclamydea, a ordem Euphorbiales, a família Euphorbiaceae, a tribo Manihoteae, ao gênero *Manihot* e a espécie *Manihot esculenta* Crantz.

No gênero *Manihot* já foram identificadas cerca de 98 espécies (ROGERS & APPAN, 1973). A *Manihot esculenta* Crantz é a única espécie desse gênero cultivada comercialmente para a produção de raízes comestíveis.

2.1.3 Modo de Reprodução e Biologia Floral

A mandioca se reproduz normalmente por meio de propagação vegetativa, embora a produção de sementes botânicas ocorra facilmente nessa espécie. Em função da ampla segregação das plantas oriundas de sementes botânicas originando populações altamente desuniformes para quase todos os caracteres da planta, essas sementes tem sido utilizadas apenas em programas de melhoramento genético e para criar variabilidade (FUKUDA, 1999 a).

A estrutura orgânica reprodutiva de *Manihot esculenta* Crantz é típica de espécies alógamas. No entanto, para fins de melhoramento a taxa de cruzamento é facilmente manejável permitindo desde 100% de autofecundação até 100% de cruzamentos (VALLE, 1990).

A mandioca é uma espécie monóica, com flores masculinas e femininas dispostas na mesma inflorescência. As flores masculinas são formadas na parte superior das inflorescências, em maior número, enquanto as flores femininas encontram-se na parte basal das inflorescências, em número inferior.

Apresenta protoginia, ou seja, as flores femininas abrem uma semana antes das flores masculinas (KAWANO *et al.*, 1978; FUKUDA, 1980). Entretanto, entre as inflorescências da mesma planta pode ocorrer a abertura simultânea das flores masculinas e femininas, desta forma, tanto a autofecundação como o cruzamento ocorrem naturalmente.

2.1.4 Crescimento e Desenvolvimento da Planta da Mandioca

A planta da mandioca apresenta cinco fases fisiológicas principais no seu primeiro ciclo vegetativo, sendo as quatro primeiras delas de intensa atividade metabólica, enquanto que a fase final, de baixa atividade, é denominada fase de repouso (MONTALDO, 1979; CONCEIÇÃO, 1981). Estas fases são a brotação das

manivas, a formação do sistema radicular, o desenvolvimento das hastes e das folhas, o engrossamento das raízes de reserva ou tuberização e a fase de repouso.

Durante a fase inicial de brotação, os brotos e as raízes fibrosas formam-se a partir das reservas existentes nas manivas. Quando estas são depositadas no solo, ao longo da primeira semana ocorre redução do teor de massa seca devido ao processo de respiração. Aproximadamente na segunda semana, inicia-se a formação do *callus* (massa celular desorganizada) e expansões de algumas gemas axilares. Neste período, as manivas dão origem tanto às raízes laterais ou nodais, quanto às raízes básicas ou de *callus* (PEREIRA & CARVALHO, 1979). Quando as raízes fibrosas alcançam cerca de oito centímetros de comprimento aparece a primeira brotação e, sob condições climáticas favoráveis, em torno de dez dias após o plantio emergem as primeiras folhas, conforme relatou COURTS (1951), para as condições climáticas da República de Malagasy.

A deposição dos primeiros grânulos de amido tem início aos 32-38 dias após o plantio (LOPES, 1976, citado por HOSTALÁCIO & CORRÊA, 1979), ocorrendo, principalmente nas células parenquimáticas do xilema secundário, na porção central das raízes tuberosas (COURTS, 1951; WHOLEY & BOOTH, 1979). Entretanto, de acordo com relatos de COCK (1982), aos 28 dias após o plantio já é possível encontrar um grande número de grânulos de amido nas células parenquimáticas do xilema das raízes fibrosas. Neste período, normalmente as raízes fibrosas são emitidas a partir do *callus*, embora possa ocorrer a formação mais rápida destas a partir da região nodal.

Quanto ao crescimento das hastes e das folhas, a mandioca caracteriza-se por apresentar um padrão sazonal, sofrendo influência do desenvolvimento vegetativo durante o ciclo cultural, bem como sendo afetada pelas condições climáticas tendo, particularmente, a produção de ramas como porção mais afetada por períodos frios e secos (LEONEL NETO, 1983). O fato da cultura da mandioca apresentar padrão de crescimento dependente das variações climáticas (HAMMER *et al.*, 1987), condiciona-a a apresentar picos de produção de hastes e de folhas em períodos

determinados pelo clima prevalecente na região em que a cultura é explorada (SAGRILO, 2001).

Assim como a produção de folhas e o seu desenvolvimento, o processo de abscisão foliar também é afetado pelo clima. Em trabalhos desenvolvidos na Austrália, HAMMER *et al.* (1987) observaram que em determinados períodos do desenvolvimento, o processo de queda das folhas tendeu a suplantar a sua produção, à medida que a temperatura decresceu, levando à perda completa da folhagem pela planta, quando as temperaturas mínimas observadas atingiram valores de aproximadamente 6°C. No entanto, a perda das folhas pela planta de mandioca, tem sido relatada com valores de temperatura mínimas acima da supracitada, quais sejam, 15,2°C (TERNES *et al.*, 1982), 12,7°C (SANGOI & KRUSE, 1993) e 14-15°C (HOBMAN *et al.*, 1987), sendo que estes últimos observaram queda completa das folhas em período cujo fator determinante para tal comportamento foi não só as baixas temperaturas, mas também a limitação de umidade, uma vez que o período de perda total das folhas coincidiu com uma época na qual não ocorreu precipitação pluvial.

Por sua vez, resultados obtidos por HAMMER *et al.*, (1987) mostraram que as taxas máximas de crescimento vegetativo das plantas de mandioca foram atingidas entre dezembro e maio, quando as temperaturas máximas variaram entre 23°C e 32°C e as temperaturas mínimas entre 15°C e 20°C. Resultados semelhantes foram obtidos por HOBMAN *et al.*, (1987).

O padrão de desenvolvimento da estrutura vegetativa parece estar relacionado a características produtivas da cultura. O Índice de Área Foliar (IAF) é um atributo freqüentemente associado ao potencial produtivo da planta de mandioca, sendo que os dados de literatura “indicam” que os valores ótimos do índice de área foliar situam-se entre 4,7 e 6,9 para as condições de Serra Leoa (ENYI, 1973) e 3,5 a 4,0 na Colômbia (COCK *et al.*, 1979). Por sua vez, JESUS *et al.*, (1986), em Viçosa-MG, observaram acentuado decréscimo do número de folhas retidas nas plantas do 7º

até o 10^o mês após o plantio, situação esta, oposta àquela referente aos componentes de produção de raízes tuberosas, entre elas o acúmulo de amido nas mesmas.

Embora a deposição do amido nas raízes tuberosas de mandioca comece a ocorrer ainda no início do desenvolvimento das plantas (WHOLEY & BOOTH, 1979; COCK, 1982), este processo ocorre de forma mais acelerada a partir do segundo mês (WHOLEY & COCK, 1974), período este a partir do qual as raízes tuberosas são caracterizadas por apresentar a formação de uma massa de tecidos parenquimáticos sem espaços intercelulares e rica em amido.

Além disso, há evidências de que pode haver diferenças no período em que a formação de raízes tuberosas tem início, sendo esse processo, segundo COURTS (1951), uma característica inerente ao genótipo. No entanto, além do genótipo, há especulações sobre a influência das condições do ambiente no início do processo de tuberização. Dentre os fatores envolvidos, os de maior relevância parecem estar relacionados à temperatura e, principalmente, ao fotoperíodo, visto que de acordo com relatos de IRIKURA *et al.*, (1979), temperaturas elevadas e fotoperíodos longos diminuem a proporção de assimilados que chega às raízes tuberosas, afetando, portanto, o processo de tuberização.

Por outro lado, trabalhos desenvolvidos por KEATING *et al.*, (1982) mostraram que o período no qual ocorre a iniciação da tuberização e a definição do número de raízes tuberosas formadas na planta de mandioca parece não ser tão influenciado pelas condições climáticas prevaletes. Assim, supõe-se que o fotoperíodo não induza a tuberização das raízes de mandioca, sendo mais provável que tal processo seja uma resposta direta da planta ao excesso de carboidratos produzidos (COCK, 1982). Afirmação semelhante é apresentada por LORENZI E DIAS (1993), os quais relatam que embora o número de raízes que se diferenciam para armazenar amido dependa do genótipo, é extremamente influenciado pelo ambiente e parece que, quanto maior for o excesso de carboidratos disponíveis nesta fase inicial, maior será o número de raízes tuberosas formadas.

Trabalhos desenvolvidos por KEATING *et al.* (1982) revelaram que as raízes tuberosas de mandioca apareceram, de modo geral, nos primeiros 90 dias após o plantio, com exceção dos plantios realizados no inverno (de abril a setembro), quando a emergência sofreu atrasos. Relatos semelhantes são apresentados por REMANUJAM e por MANRIQUE (1987), os quais informam que, em geral, durante os primeiros 60 dias de crescimento, o acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas se dá em baixa intensidade, porém, é a partir desse período que o processo ocorre de forma acentuada. Reforçando tais afirmações, os resultados obtidos por SANGOI & KRUSE (1993) ressaltaram que o período de tuberização das cultivares avaliadas teve início entre 60 e 90 dias após o plantio, mas que a fase de formação de maior número de raízes tuberosas ocorreu entre 60 e 120 dias após o plantio.

Da mesma forma LORENZI & DIAS (1993) afirmam que o processo de tuberização das raízes de mandioca inicia-se por volta dos três meses de idade das plantas, época em que começa a haver um balanço positivo de carboidratos produzidos mediante processo de fotossíntese, sendo o excesso translocado para as raízes de reserva.

Na fase inicial de crescimento, as raízes tuberosas são finas, cilíndricas, aumentando de diâmetro a partir do sexto mês, com a formação de camadas de deposição de amido (VIEGAS, 1976).

Conforme relatam MOORTHY & RAMANUJAM (1986), as raízes de reserva continuam a acumular amido à medida que a planta produz folhas em quantidade suficiente para suportar tal processo. Com a queda das folhas no inverno, entretanto, o diâmetro das raízes tuberosas aumenta, não devido ao acúmulo de água, mas como resultado da translocação das reservas provenientes da parte aérea (VIEGAS, 1976; JESUS *et al.*, 1986). Por sua vez, HAMMER *et al.*, (1987), na Austrália, informam que as porcentagens de massa seca nas raízes tuberosas se encontravam menos hidratadas. Tal comportamento também foi observado por TERNES *et al.*, (1982) em Santa Catarina-Brasil, cujo trabalho revelou maiores teores de amido nas raízes tuberosas de mandioca por ocasião do período de repouso

vegetativo da planta, que por sua vez teve como determinante, a baixa temperatura observada no período de maio a agosto, e por HOBMAN *et al.*, (1987) na Austrália, que relataram maiores porcentagens de massa seca por ocasião do período de lento crescimento vegetativo da planta (julho a agosto).

Maiores teores de massa seca por ocasião do período de repouso da planta de mandioca, também foram relatados por CONCEIÇÃO (1981) e por JESUS *et al.*, (1986), os quais afirmaram que o processo de queda das folhas na planta poderia ser um indicativo da máxima quantidade e qualidade das raízes tuberosas no primeiro ciclo vegetativo.

Uma vez terminado o primeiro ciclo vegetativo, o qual culmina com a fase de repouso da planta, dá-se início a um novo ciclo. Neste segundo ciclo de crescimento, a planta passa por três fases principais, que segundo MONTALDO (1979), são a formação de novas hastes e de novas folhas, o acúmulo de material de reserva e o repouso. À medida que as plantas entram novamente em brotação, utilizam-se das reservas de carboidratos existentes nas hastes e, principalmente, nas raízes tuberosas (SALES FILHO, 1980; MADORE, 1994). Neste período, normalmente é relatado um decréscimo dos teores de amido das raízes tuberosas. Segundo VIÉGAS (1976), se as raízes não forem colhidas até o fim do primeiro ciclo vegetativo, o início do período de elevação dos índices pluviométricos proporciona condições favoráveis à emissão de novas brotações, as quais consomem energia da reserva total de amido.

Decréscimos no teor de amido de raízes tuberosas de mandioca foram relatados por WHOLEY & BOOTH (1979), a partir de 48 semanas, até 56 semanas após o plantio. Segundo estes autores, o período de redução dos teores de amido coincidiu com um período chuvoso, no qual a precipitação excedeu o potencial de evaporação.

Decréscimos marcantes na porcentagem de massa seca nas raízes tuberosas de plantas de mandioca foram também observados por HAMMER *et al.*, (1987) e HOBMAN *et al.* (1987), no período de regeneração e crescimento ativo da porção

vegetativa da planta, fato este que coincidiu com o período de elevados índices de precipitação pluvial.

Da mesma forma SAGRILO (2001), avaliando as cultivares de mandioca Mico, IAC 13 e IAC 14 em diferentes épocas de colheita durante o segundo ciclo vegetativo na região de Araruna, Noroeste do Paraná, encontrou os menores teores de amido na massa fresca de raízes tuberosas de mandioca aos 15 e 16 meses (novembro e dezembro), período este correspondente a uma fase de intenso processo de rebrota e crescimento vegetativo das plantas. O autor atribuiu tal redução ao fato de que parte da reserva de amido das raízes tuberosas tenha sido mobilizada para formação de novas folhas e hastes.

Avaliando o padrão de distribuição de carboidratos em plantas de mandioca submetidas a diferentes épocas de colheitas em Viçosa-MG, SALES FILHO (1980) observou que em setembro (início do período vegetativo) a concentração de açúcares redutores nas hastes foi superior a das raízes tuberosas, tendo como possível causa para isto, a mobilização de reservas do caule para a formação de novas brotações, na forma de açúcares não-redutores, visto ser esta a forma em que os carboidratos são, predominantemente transportados no floema das plantas, conforme MADORE (1994). O autor não descarta, no entanto, a possibilidade de que parte dessas reservas estivesse, também, sendo transportada para as raízes tuberosas, e armazenada na forma de amido, o que contraria depoimentos de outros autores que relatam, nesse período, decréscimo dos teores de amido nas raízes tuberosas. (VIÉGAS, 1976; WHOLEY & BOOTH, 1979; HAMMER *et al.*, 1987; HOBMAN, *et al.*, 1987).

2.2 A cultura do Feijão de Porco

O feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*, D. C), é uma leguminosa anual, herbácea, de porte ereto e de hábito de crescimento determinado de 0,60 a 1,20 m de altura, também conhecida vulgarmente como por feijão-bravo ou fava-brava.

Seu crescimento inicial é rápido, apresentando controle eficiente de ervas espontâneas. Adapta-se tanto a solos argilosos quanto aos arenosos, sendo pouco

exigente em condições de fertilidade dos solos. O feijão de porco apresenta capacidade de regeneração da biomassa aérea após seu manejo.

O valor principal dessa espécie consiste na sua notável rusticidade e adaptação aos solos de baixa fertilidade com a propriedade de imediatamente enriquecê-los, (CORRÊA, 1974). É recomendável para adubação verde (consiste na prática de incorporar ou aplicar, como cobertura morta ao solo, massa verde não-decomposta de plantas cultivadas no local ou importadas, com a finalidade de preservar e/ou restaurar a produtividade da terra agricultável), no começo da floração, aproximadamente três meses após o plantio.

É largamente utilizada nas regiões Sul e Sudeste do Brasil. Em consórcio, a leguminosa é plantada entre as linhas da cultura anual ou perene e em rotação, antes ou após a cultura anual.

2.3 O consórcio mandioca x leguminosas

Consórcios, em especial de oleaginosas com culturas alimentares, são bastante utilizados, de modo a beneficiar não apenas a dieta, mas, também, a receita econômica do produtor, que fica menos sujeito a perdas totais da produção, em virtude do estresse hídrico e do ataque de pragas ou prejuízos decorrentes da oscilação de preço no mercado (PORTES, 1996; FERREIRA, 2000).

A utilização de consórcios implica em benefícios múltiplos, tais como maior retenção de umidade, maior estabilidade de agregados, aumento do volume de poros, elevação do teor de nutrientes inorgânicos, decomposição de compostos orgânicos e, ainda, aumento da atividade de microrganismos no solo (RAPOSO, 1967; PASSOS, 1981).

Entende-se por consórcio de culturas ou policultivos o sistema em que a semeadura de duas ou mais espécies é realizada em uma mesma área, de modo que

uma das duas conviva com a outra, em todo, ou pelo menos parte do seu ciclo (PORTES & SILVA, 1996).

O consórcio de culturas pode se transformar em uma prática de grande expressão para a agricultura de subsistência. Esta prática é generalizada em boa parte das pequenas propriedades do Brasil, em especial por pequenos produtores que buscam com o sistema a redução dos riscos de perdas, maior aproveitamento dos recursos da sua propriedade e maior retorno por parte dos pesquisadores, no sentido de buscar estratégias para melhoria da eficiência desse sistema de cultivo (RAPOSO, 1995).

A consorciação de plantas que apresentam ciclos vegetativos distintos pode representar uma das mais importantes formas de complementaridade, pois, tal associação, na maioria das vezes, proporciona melhor uso temporal dos fatores de produção (BERNARDES & FANCELLI, 1988). Para que se consiga sucesso na consorciação é necessário seguir alguns parâmetros na escolha das espécies a serem consorciadas. Estes parâmetros devem estar relacionados às suas estruturas vegetativas não conflitantes (raízes e parte aérea), características fisiológicas complementares entre plantas C3 e C4, período de máxima exigência por fatores de produção não coincidentes e compatibilidade sanitária entre as espécies envolvidas (FANCELLI, 1986).

Segundo COSTA & MEDRADO (1990), algumas desvantagens devem ser conhecidas, pois podem diminuir as possibilidades de uso da técnica, sendo elas: existência de competição por água luz e nutrientes que pode restringir o desenvolvimento da cultura, principalmente se o manejo do consórcio não for bem planejado; as plantas cultivadas nas entrelinhas podem servir como hospedeiras intermediárias de pragas e doenças e pode haver uma alteração do microclima, tornando-o mais propício para o estabelecimento de doenças fúngicas.

As coberturas vegetais são plantadas com a mandioca com vários objetivos. Controle de invasoras, controle de erosão, conservação de umidade e da fertilidade, e

produção de forragens estão entre os principais motivos para essa prática. CIAT (1979) relata o plantio de várias leguminosas como cobertura, simultaneamente com a mandioca, em Quilichao e Carimagua. A vantagem na produção de legumes e eliminação de invasoras nestes testes foi compensada pela forte competição dos legumes, o que resultou uma considerável redução no rendimento das raízes de mandioca.

O consórcio da cultura da mandioca com outras culturas é bastante tradicional, nas pequenas propriedades familiares no Estado do Maranhão, e apresenta características distintas dos seus respectivos monocultivos, pois surgem várias interações que não ocorreriam no cultivo solteiro.

As principais vantagens potenciais dos cultivos consorciados são: maior estabilidade de produção (principalmente em áreas de instabilidade climática), interceptação mais efetiva da radiação luminosa, melhor utilização da terra, maior retorno por unidade de área, melhor exploração de água e nutrientes nas diferentes camadas de solo, melhor utilização da força de trabalho (muito importante em pequenas propriedades familiares), maior eficiência no controle de plantas espontâneas, melhor equilíbrio da população de pragas e doenças, melhor proteção do solo pela cobertura foliar e sistema radicular, disponibilidade de mais de uma fonte alimentar e maiores retornos econômicos LEIHNER, (1983); MATTOS & DANTAS, (1981) e MATTOS & SOUZA, (1981) citados por ZANATTA *et al.*, (1993).

A consorciação da mandioca com leguminosas para adubação verde não é inédita. Porém, os resultados obtidos no Estado de Santa Catarina não são muito animadores, no sentido de que as leguminosas competem com a cultura de interesse (MONDARDO *et al.*, 1983).

A presença de uma cultura intercalada tem ainda efeitos benéficos no sentido de diminuir os espaços biológicos vazios no solo, que certamente viriam a ser ocupadas por outras espécies, muitas vezes indesejadas (WIDDOWSON, 1993).

A mandioca apresenta elevada competitividade diante de outras culturas por possuir grande capacidade de adaptação a solos pobres (CIAT, 1979 ; MATTOS & DANTAS, 1981) e à deficiência de água (MATTOS & DANTAS, 1981).

Por outro lado, LEIHNER(1983) salienta que, por ter um desenvolvimento inicial lento, permite, quando associada a outras culturas, que estas tenham a possibilidade de melhor aproveitar os fatores de crescimento na referida fase.

2.4 Matointerferência na cultura da mandioca

A cultura e o mato, sob certas condições, podem crescer juntos por, pelo menos, um período de crescimento, sem prejuízo na produção. No entanto, se algum fator se tornar limitante ao crescimento da planta, o mato pode reduzir a produção e/ou a qualidade do produto (BUCHANAN *et al.*, 1982). Os agricultores supõem, com freqüência e erroneamente, que é benéfica a eliminação das plantas daninhas em qualquer momento de crescimento da cultura (YADAV *et al.*, 1983).

Segundo (PITELLI, 1985), os efeitos negativos observados no crescimento, desenvolvimento e produção de uma cultura, devido à presença de plantas infestantes, não devem ser atribuídos exclusivamente à competição imposta por estas últimas, mas são, em última análise, a resultante de um total de pressões ambientais que são direta (competição, alelopatia, interferência na colheita e outras), ou indiretamente (hospedando pragas, moléstias, nematóides e outras) ligados às suas presenças no ambiente agrícola. O mato compete com as plantas cultivadas pelos recursos do solo e do ar durante o ciclo do desenvolvimento das culturas. Assim, segundo PITELLI (1985), os fatores que determinam a competitividade das plantas infestantes são, principalmente: porte e arquitetura, velocidade de germinação, extensão e profundidade das raízes, suscetibilidade a fatores climáticos, capacidade de produção e liberação de substâncias alelopáticas.

O período crítico de competição do mato é o tempo mínimo durante o qual a cultura deve estar livre dele, a fim de evitar perda na produção e representa a sobreposição de duas componentes separadas: (1) a duração de tempo em que o mato

deve permanecer na cultura antes que a competição comece e (2) a duração de tempo em que deve evitar a emergência do mato para que seu crescimento subsequente não reduza a produção (NIETO *et al*, 1968).

As plantas infestantes causam danos os mais variados na cultura da mandioca, com diminuição da sua produção, os quais dependem da diversidade de situações nas quais a cultura pode ser instalada, como época de plantio, ciclo produtivo assim com da variedade.

Sabe-se que a cultura da mandioca apresenta lento crescimento inicial e pequena capacidade de sombreamento, características que lhe proporcionam baixa capacidade competitiva com o mato, uma vez que é uma planta exigente em luz (MOTA, 1974; COCK & ROSA 1975 ; PORTO, 1986; OKOLI & WILSON, citados por CRUZ & PELACANI, 1993).

As perdas de produção de raízes tuberosas ocasionadas pela convivência da cultura da mandioca com a comunidade infestante durante todo o primeiro ciclo vegetativo são consideráveis, variando de três a seis meses, os resultados relativos ao período de total de interferência.

Segundo PACHECO *et al.* (1974), a competição das plantas invasoras com a mandioca nos primeiros três meses reduz sensivelmente o rendimento da cultura, concluindo-se que, neste período, verifica-se uma maior concorrência pelos fatores de competição.

De outro entendimento, PERESSIN *et al.* (1991), relatam que a convivência das plantas daninhas com a mandioca até os 90 dias após o plantio não diminui significativamente a produção, quando comparada à testemunha mantida no limpo.

ALCÂNTARA et al. (1982), afirmaram que o período crítico de competição para a mandioca situa-se entre 60 e 120 dias após o plantio.

Segundo CARVALHO et al. (1993), o período crítico de interferência das plantas daninhas é de 90 dias, a partir de 30 dias após a emergência da mandioca.

HOWELER & BALLESTEROS (1987) observaram que a mandioca é muito sensível à competição com as plantas infestantes durante os três a quatro meses de idade.

ONOCHIE (1975) e DOLL & PIEDRAHITA (1976) concluíram que os maiores efeitos de danos causados pela plantas infestantes, sobre os rendimentos de raízes foram observados durante a época que antecedeu a cobertura do solo pela cultura e os menores a partir quarto mês até a colheita.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Localização do Experimento, Classificação do Solo e Clima

O experimento foi realizado na base física do Núcleo Tecnológico de Engenharia Rural do Curso de Agronomia da Universidade Estadual do Maranhão, no Município de São Luis-Ma, situada a 44°12'43,24 W de longitude e 2°35'27,85" S de latitude, em solo classificado como ARGISSOLO VERMELHO-AMARELO EUTRÓFICO Tb Arênico A moderado, textura arenosa/média fase floresta tropical dicótilo palmácea, segundo o Sistema Brasileiro de Classificação de Solos.

Segundo a EMBRAPA (1986), os estudos mostram que, pela classificação de Köepen, se trata de clima do tipo Aw, ou seja, clima tropical apresentando temperatura média do ar sempre superior a 18 °C e um regime pluviométrico que define duas estações, uma chuvosa e outra seca, caracterizada esta última, por uma precipitação mensal inferior a 60,00mm nos meses de menor precipitação. A homogeneidade topográfica, com altitudes variando de 0 a 60 metros, com predominância de cotas inferiores a 40 metros, aliada a um alto índice de oceanilidade, condiciona a região a uma pequena variação dos elementos meteorológicos.

3.2 Delineamento Estatístico

O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) adotando-se o esquema de parcelas subdivididas, considerando-se como tratamento principal as variedades (parcelas) e como tratamentos secundários os sistemas de plantio (subparcelas). O experimento constou de seis tratamentos e quatro repetições, totalizando vinte e quatro parcelas. Foram utilizadas três variedades (macaxeira rosa, macaxeira pão e aipim Brasil) e dois sistemas de plantio (consorciado com o feijão de porco e o tradicional). As parcelas experimentais foram constituídas por 12 linhas com 08 plantas cada uma (12 x 8 m), perfazendo 96 m², sendo considerada como área útil para avaliações 10 x 6 m (60 m²), com 48 plantas úteis por parcela. O teste utilizado para verificar as possíveis diferenças entre os tratamentos foi o Teste de Tukey ao nível de 5% de significância. As análises foram feitas com o auxílio do programa computacional ESTAT e EXEL.

3.3 Espécies

Foram utilizadas três variedades de mandioca de mesa, a saber: as mandiocas pão e rosa, tradicionalmente cultivadas pelos agricultores familiares de São Luis (MA), o Aipim Brasil, desenvolvido pela EMBRAPA Mandioca e Fruticultura-Cruz das Almas - BA e o feijão de porco.

3.3.1 Descrição morfológica

3.3.1.1 Mandioca

De acordo com o método usado para caracterizar plantas de mandioca, sugerido por FUKUDA *et al* (1998) as variedades avaliadas possuem as seguintes características morfológicas:

Macaxeira pão-Cor da folha apical, Roxo; pubescência do broto terminal, ausente; forma do lóbulo central, lanceolada; cor do pecíolo, vermelho; cor do córtex

do caule, verde claro; cor externa do caule, marrom escuro; cor externa da raiz, marrom claro; textura da epiderme da raiz, lisa e cor do córtex da raiz, creme (Figura 1).

Macaxeira rosa-Cor da folha apical, verde claro; pubescência do broto terminal, ausente; forma do lóbulo central, lanceolada; cor do pecíolo, vermelho; cor do córtex do caule, amarelo; cor externa do caule, laranja; cor externa da raiz, marrom escuro; textura da epiderme da raiz, lisa e cor do córtex da raiz, creme (Figura. 2).

Aipim Brasil - Cor da folha apical, verde arroxeadado; pubescência do broto terminal, ausente; forma do lóbulo central, lanceolada; cor do pecíolo, vermelho-esverdeado; cor do córtex do caule, verde-claro; cor externa do caule, prateado; cor externa da raiz, branca; textura da epiderme da raiz, lisa e cor do córtex da raiz, branca (Figura 3).

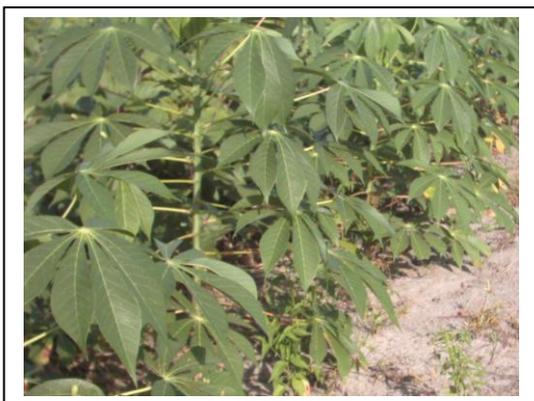


Fig. 1: Macaxeira Pão



Fig. 2: Macaxeira Rosa



Fig. 3: Aipim Brasil

3.3.1.2 Feijão de porco

Suas folhas são alternadas, de cor verde escura, flores grandes de cor violácea ou roxa, vagem achatada, larga e comprida (20 cm ou mais). Cada vagem contém de 4 a 18 sementes grandes, de cor branca e hilo pardo. O peso de 100 sementes de feijão de porco é de aproximadamente 170 g. (Figuras 4 e 5).



Fig. 4: Feijão de Porco



Fig. 5: Semente de Feijão de Porco

3.4 Tratamentos Empregados, Esquema de Plantio, Material de plantio e Adubação

3.4.1 Tratamentos

Os tratamentos utilizados foram:

T₁- Macaxeira rosa + Sistema Tradicional –(MR+ST);

T₂-Macaxeira pão + Sistema tradicional – (MP+ST);

T₃-Aipim Brasil + Sistema Tradicional - (AB+ST);

T₄-Macaxeira rosa + Feijão-de-porco - (MR+FP);

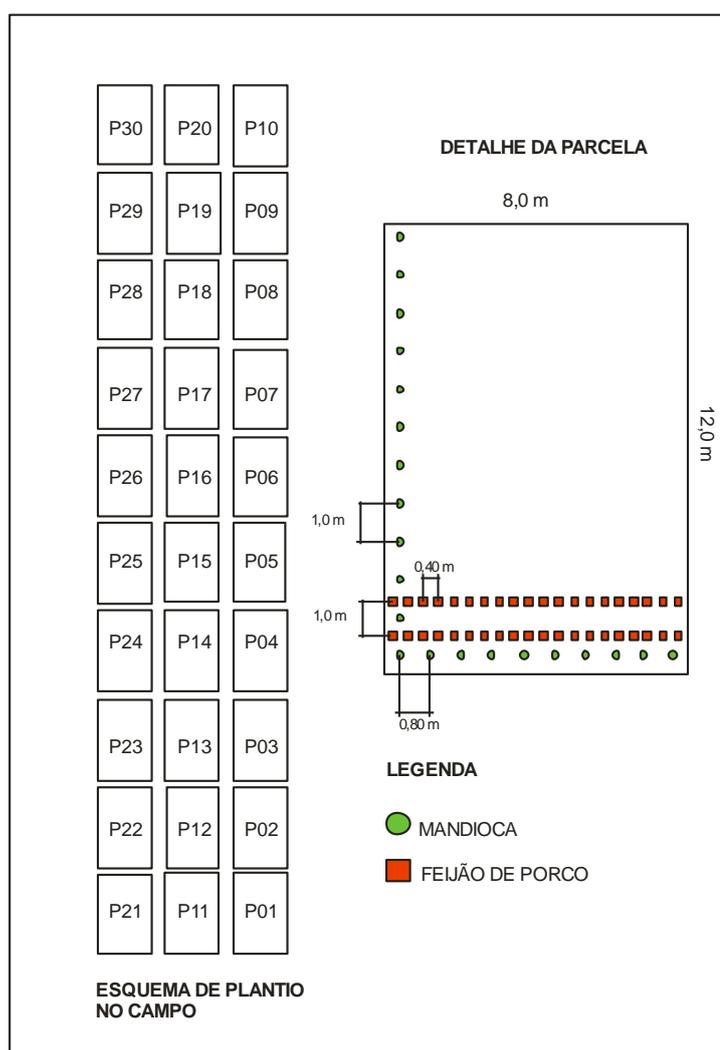
T₅-Macaxeira pão + Feijão-de-porco- (MP+FP);

T₆- Aipim Brasil + Feijão-de-porco - (AB+FP).

3.4.2 Esquema de Plantio

Os espaçamentos utilizados foram de 1,0 metro entre linhas e 80,0 centímetros entre plantas na linha (1,00 x 0,80 m) para a mandioca e de 1,0 metro entre linhas e 40,0 centímetros entre plantas (1,0 x 0,40 m), para o feijão-de-porco, totalizando um stand de 12.500 e 25.000 plantas, respectivamente (Figura 6).

Fig. 6: Esquema de Plantio no campo



3.4.3 Material de plantio

O material de plantio da mandioca, manivas sementes, foi originário de plantas maduras com dez a doze meses de idade, sadias, provenientes dos dois terços médios inferiores das plantas, tendo as manivas-semente 20,0 cm de comprimento e 2 a 3,0 cm de diâmetro e cinco a sete gemas, sendo que as manivas sementes das variedades macaxeira pão e macaxeira rosa foram obtidas junto à coleção de acessos de mandioca da Universidade Estadual do Maranhão, campus de São Luis, enquanto que da variedade aipim Brasil e as sementes do feijão de porco foram originários da unidade de pesquisa da EMBRAPA-CNPMP, localizada na cidade de Cruz das Almas –BA.

3.4.4 Adubação

Para as variedades de mandioca foi feita uma adubação de nivelamento à base de 50 Kg. ha⁻¹ de N, 80 Kg.há⁻¹ de P₂O₅ e 60 Kg. há⁻¹ de K₂O, sob a forma de sulfato de amônio, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente, conforme recomendação do Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas -UEMA (anexa). Todo o fósforo e metade do potássio foram aplicados por ocasião do plantio, na cova. Todo o nitrogênio e a outra metade do potássio foram aplicados em cobertura lateral, 45 dias após o plantio. O plantio da mandioca foi feito em covas, preparadas manualmente com enxada e as manivas-semente colocadas na posição horizontal, enquanto que o feijão-de-porco foi plantado nas entrelinhas da mandioca, em covas, colocando-se duas sementes por cova.

3.5 Análise de crescimento quantitativo

Ao longo do crescimento das plantas foram feitas amostragens para determinação da massa da matéria seca e área foliar.

Foram efetuadas dez amostragens espaçadas em 30 dias, aos 90, 120, 150, 180, 210, 240, 270 e 300 DAP (Dias após o plantio). Em cada amostragem foram coletadas duas plantas de cada variedade e separadas em raízes, caule e folhas.

3.5.1 Área Foliar-AF

A área foliar foi determinada usando-se o método de áreas conhecidas de lâminas, através de furador cilíndrico (BENICASA, 1988). Em cada amostragem, foram coletadas 15 folhas por planta, sendo 05 no terço inferior, 05 no terço médio e 05 no terço superior, de duas plantas por parcela. As amostragens foram feitas no centro do lóbulo central. Após a amostragem, os discos foliares foram levados para secagem em estufa de ventilação forçada até a obtenção de peso constante e posteriormente pesados. Também foram coletadas todas as folhas das plantas amostradas (folhas restantes), as quais foram pesadas e usadas para estimativa da área foliar, conforme abaixo descrito:

$$Ad \quad \text{—————} \quad \text{msd}$$

$$Msf \quad \text{—————} \quad \text{AF}$$

$$AF = \frac{ad \times msf}{msd} \quad , \text{ onde:}$$

Ad-Área do disco

Msd-Matéria seca do disco

Msf-Matéria seca das folhas

AF-Área foliar

A área foliar de uma planta depende do número e do tamanho das folhas, bem como do seu tempo de permanência na planta. Na avaliação do crescimento de comunidades vegetais emprega-se a área de terreno disponível às plantas como base para expressar a área foliar. Assim, a área foliar por unidade de área de terreno define o índice de área foliar (IAF), que representa sua capacidade em explorar o espaço disponível.

3.6 Índices fisiológicos

Pela determinação da área foliar e da massa seca total, em dez amostragens espaçadas em 30 dias, determinou-se os índices fisiológicos descritos a seguir, com as suas respectivas fórmulas matemáticas, de acordo com vários textos dedicados à análise quantitativa do crescimento (RADFORD, 1967 & BENINCASA, 1988).

3.6.1 Índice de Área Foliar (IAF)

Conceitualmente o Índice de Área Foliar (IAF) é a relação entre a área foliar total e a área de solo sombreada pelas folhas. Geralmente é determinada a partir da relação entre a área foliar total e a área do solo, disponível para as plantas, sendo esta definida pelo espaçamento estabelecido.

Calculou-se a relação da área foliar total da planta (m^2), por unidade de terreno (m^2) disponível para a planta:

$$IAF = AF/S$$

Em que: AF= área foliar total; S= superfície do solo (Espaçamento).

3.6.2 Taxa Assimilatória Líquida (TAL)

A TAL ($g \cdot dm^{-2} \cdot dia^{-1}$) representa a taxa de incremento da massa de matéria seca por unidade de área foliar existente na planta, assumindo que tanto AF, como P (peso), aumentam exponencialmente (BRIGGS et al., 1920 a). Para valores médios, usa-se:

$$TAL = [(P_2 - P_1) / (t_2 - t_1)] \times [(\ln AF_2 - \ln AF_1) / (AF_2 - AF_1)], \text{ onde:}$$

P- Peso da matéria seca total

t_1 e t_2 -Intervalo de tempo (30 dias)

Ln- Logaritmo Neperiano

AF- Área Foliar

3.6.3 Razão de Área Foliar (RAF)

A RAF ($\text{cm}^2 \text{g}^{-1}$) representa a relação entre a área foliar e a massa seca total da planta. É também chamado quociente de área foliar (BRIGGS et al. 1920a). É um parâmetro morfofisiológico, que expressa a área foliar útil para a fotossíntese.

RAF= (AF/ P), onde:

AF- Área Foliar

P-Peso da matéria seca

3.6.4 Índice de Colheita – IC

É a relação entre o acúmulo de matéria seca em raízes tuberosas (MSRT) e o acúmulo de matéria seca total (MST) da planta. Serve para identificar os cultivares cujas raízes apresentam alta capacidade para atrair carboidratos (alta força de dreno) produzidos pelas folhas.

$$\text{IC} = (\text{MSTR}) / (\text{MST}) \times 100 (\%)$$

3.6.5 Produção de Raízes Tuberosas-PRT

A produção de matéria fresca de raízes tuberosas foi obtida a partir daquelas que apresentaram diâmetro igual ou superior a 0,5 cm, consideradas de armazenamento ou tuberosas. Para determinação de matéria seca, as amostras foram postas para secar em estufa de circulação forçada, com temperatura de 65,0°C, até atingir peso constante e em seguida feita a determinação em balança de precisão (MARCA SPEQ).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Índice de Área foliar (IAF)

Durante o desenvolvimento das plantas ocorreu um incremento do índice de área foliar para as três variedades, em ambos os sistemas até os 180 dias após o plantio, tornando-se decrescente quando das observações feitas a partir dos 210 dias após o plantio (Tabela 01).

A análise de variância relativa ao Índice de Área Foliar revelou efeito não significativo para as variedades, assim como para as interações variedade x sistema de plantio. Com relação ao sistema de plantio, este se revelou significativo para o tradicional. (Tabelas 2, 3 e 4), sugerindo a superioridade do sistema tradicional de plantio com relação ao consorciado, independente da variedade, pois a variação temporal da área foliar em uma cultura agrícola depende das condições edafoclimáticas, da cultivar e da densidade populacional, entre outros fatores.

Em plantas de mandioca o IAF aumenta nos primeiros 4 a 6 meses devido ao aumento no tamanho e no número de folhas. Após esse período o IAF diminui em função da abscisão foliar e devido ao fato de que a formação de novas folhas não se processa à mesma intensidade que aquela verificada na fase inicial do crescimento.

Dias Após o Plantio (DAP)	Variedades					
	Mx. Pão		Mx. Rosa		Aipim Brasil	
	ST	SC	ST	SC	ST	SC
90	1,15ba	0,08c	0,03c	0,04c	0,02c	0,05c
120	2,18b	0,51c	0,30c	0,45c	0,21c	0,25c
150	3,82a	2,15b	1,12c	0,49c	0,32c	0,38c
180	3,55a	2,13b	1,25c	1,10c	1,05c	0,95c
210	3,01a	2,11b	1,20c	1,09c	0,95c	0,91c
240	2,21b	1,92c	1,10c	0,99c	0,88c	0,88c
270	1,85b	0,99c	0,86c	0,78c	0,71c	0,69c
300	1,10b	0,82c	0,79c	0,65c	0,52c	0,49c
330	0,55b	0,35c	0,22c	0,13c	0,11c	0,12c
360	0,50b	0,47c	0,10c	0,05c	0,03c	0,02c
Média	1,99 a	1,15 b	0,69 c	0,57 c	0,48 c	0,47 c

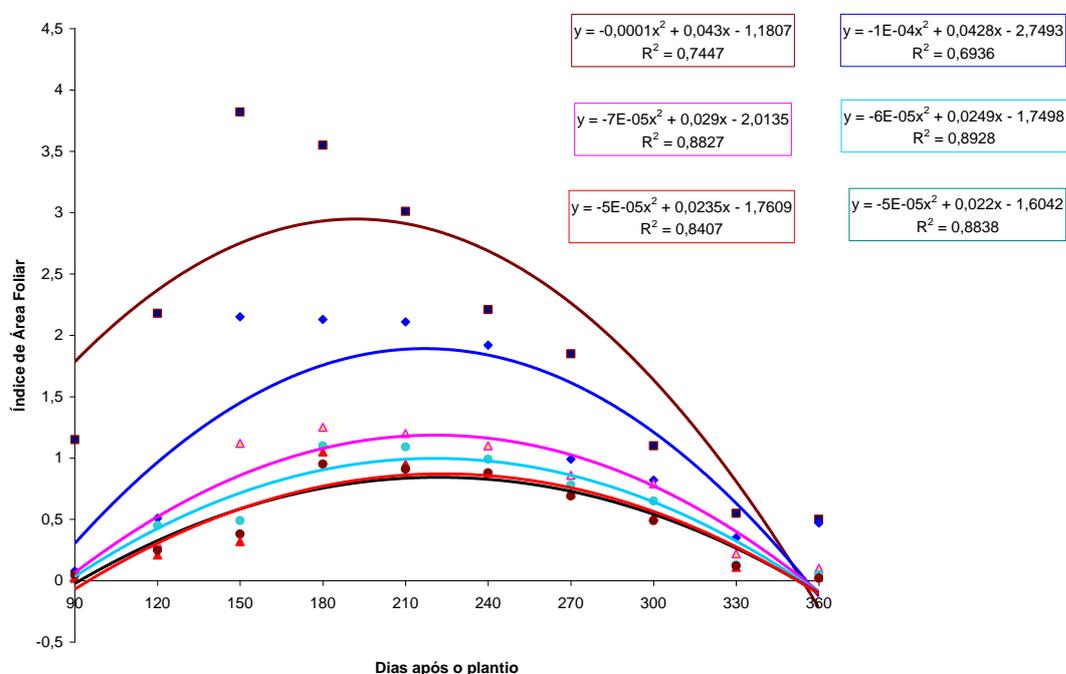
TABELA 1. Índice de Área Foliar (IAF) de três variedades de mandioca. São Luis-MA, 2004.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Mx Pão-Macaxeira Pão; Mx Rosa-Macaxeira Rosa; S.T - Sist. Tradicional; SC-Sistema em Consórcio.

Aliado a esses fatores, o tamanho das novas folhas formadas também são menores do que as apresentadas aos 04 meses de idade. A fotossíntese, processo responsável pelo fornecimento da energia necessária ao crescimento e desenvolvimento da planta, depende do IAF. Assim, quanto mais rápido a cultura atingir o IAF ótimo e quanto mais tempo a área foliar permanecer ativa, maior será sua produtividade biológica.

A macaxeira pão apresentou uma tendência de superioridade do índice de área foliar, em ambos os sistemas, em relação às variedades rosa e aipim Brasil (figura 06). Observa-se também que, quando comparados os dois sistemas para a referida variedade, o sistema de plantio tradicional apresenta uma vantagem com relação ao sistema de plantio em consórcio com o feijão de porco. Isto sugere a existência de uma competição interespecífica, o que reflete no rendimento da cultura, devido á sensibilidade da mandioca à concorrência com outras espécies, principalmente na sua fase inicial de desenvolvimento. A mesma observação é válida para as variedades rosa e aipim Brasil, que também apresentaram no sistema tradicional, uma tendência de superioridade do índice de área foliar, quando comparado com o sistema em consórcio.

A mandioca é conhecida como uma planta que exige luz em abundância para realizar eficientemente a fotossíntese (PORTO, 1986). Em cultivos associados, a mandioca está sujeita, nos seus primeiros estádios de desenvolvimento, a diferentes graus de sombreamento e de baixa intensidade luminosa. Quanto maior for a radiação interceptada pela mandioca, maior será a sua eficiência fotossintética e, por conseqüência, maior a sua produção de matéria seca. Quando em consórcio com culturas de rápido crescimento, como o milho e as leguminosas, essas se estabelecem mais rapidamente e dificulta a captação de luz pela mandioca, afetando o seu crescimento e rendimento final.



Legenda

— Macaxeira Pão Sistema Tradicional ; — Macaxeira Pão Sistema em Consórcio

— Macaxeira rosa sistema tradicional; — Macaxeira rosa sistema em consórcio

— Aipim Brasil sistema tradicional; — Aipim Brasil sistema em consórcio

FIGURA 7 - Índice de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis (MA), 2004.

RAMANUJAM *et al.* (1984) observaram que, na sombra (75 a 85%), o processo de tuberização foi iniciado cerca de 3 semanas após a tuberização ocorrida em plantas sob condições de céu aberto, sendo também significativa a redução do número de raízes tuberosas formadas por planta, sob condições de sombra.

A macaxeira pão, no sistema tradicional de cultivo, apresentou a maior média e os mais altos índices em todas as épocas de colheita, enquanto que o aipim Brasil, no sistema em consórcio com o feijão de porco, apresentou a menor média e os mais baixos índices de área foliar. (Fig. 6)

Observa-se também que apenas a macaxeira pão, no sistema de plantio tradicional, no período de 150 a 210 dias após o plantio, atingiu o índice de área foliar (IAF) ótimo, que fica em torno de 3 e 3,5 (COCK, 1978). TÁVORA *et al.* (1982) encontraram também para duas cultivares estudadas em Pacajus-Ceará, valores de índice de área foliar abaixo de 1 em período semelhante, porém valores um pouco abaixo do ótimo preconizado, durante o período chuvoso.

A macaxeira pão no sistema de plantio tradicional foi a única variedade que, aos 90 dias após o plantio, apresentou valor de índice de área foliar superior à unidade, diferentemente das demais. Para a variedade macaxeira rosa isto foi verificado apenas no sistema de plantio tradicional aos 150 dias após o plantio, enquanto que para a variedade Aipim Brasil verificou-se apenas no sistema de plantio tradicional aos 180 dias após o plantio, sendo que esta, no sistema de plantio em consórcio não atingiu o valor unitário durante todo o ciclo de seu desenvolvimento.

Estes comportamentos refletiram na produção de raízes tuberosas (Tab.29), pois o engrossamento das raízes é bastante influenciado pelo índice de área foliar, o que se evidencia ao se comparar a produção média entre estas. Verifica-se ainda, uma diferença aproximada de 100% em favor da macaxeira pão, pois por ser uma cultura de ciclo longo, a mandioca tem sua produtividade controlada principalmente pelo IAF médio durante o ciclo de crescimento (EL SHARDAWY & COCK, 1987a),

sendo que, à medida que se eleva o IAF de um cultivo, aumenta o acúmulo de matéria seca, até o limite em que a planta continua o incremento no IAF, mas a taxa de acúmulo diminui, devido ao aumento na respiração e à perda na eficiência fotossintética das folhas localizadas na parte inferior dos ramos.

Para altos rendimentos é necessário que as culturas apresentem área foliar suficiente para a interceptação da luz solar. Por sua vez, FAHL et al (1982) não registraram diferença para o Índice de Área foliar (IAF) de cultivares com produtividades diferentes, uma vez que, independentemente da produtividade todas as cultivares estudadas produziram um IAF máximo igual a 4. Com IAF acima de 4,0 pode ocorrer um decréscimo na taxa de acúmulo de matéria seca nas raízes (COCK et al., 1979).

TABELA 2. Análise de Variância referente ao Índice de Área Foliar (IAF) de três variedades de mandioca. São Luis-MA-2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos(P)	2	8,7676	4,3838	2,51 NS
Resíduo (A) (Parcelas)	27 (29)	47,1243 55,8920	1,7453	
Tratamentos(S)	1	0,9375	0,9375	51,41 **
Interação (PxS)	2	0,0708	0,0354	1,94 NS
Resíduo(B)	(27)	0,4924	0,0182	
Total	59	57,3927		

C.V. para parcelas = 87,90. C.V. para subparcelas = 8,98

****Significativo estatisticamente pelo teste de Tukey a 5 % de probabilidade.**

Tabela 3. Teste de Médias para tratamentos principais (Variedades)-Teste de Tukey

Tratamento	Média
Macaxeira Pão	2,04 a
Macaxeira Rosa	1,24 a
Aipim Brasil	1,22 a

DMS(TUKEY)= 1,0362

**Tabela 4. Teste de Médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio)-
Teste de Tukey.**

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	1,6280 a
Sistema de Plantio em Consórcio	1,3780 b

DMS(TUKEY)=0,0716

4.2 Taxa Assimilatória Líquida (TAL)

A taxa assimilatória líquida variou em função do sistema de plantio, da variedade e da fase de desenvolvimento da planta (Figura. 7).

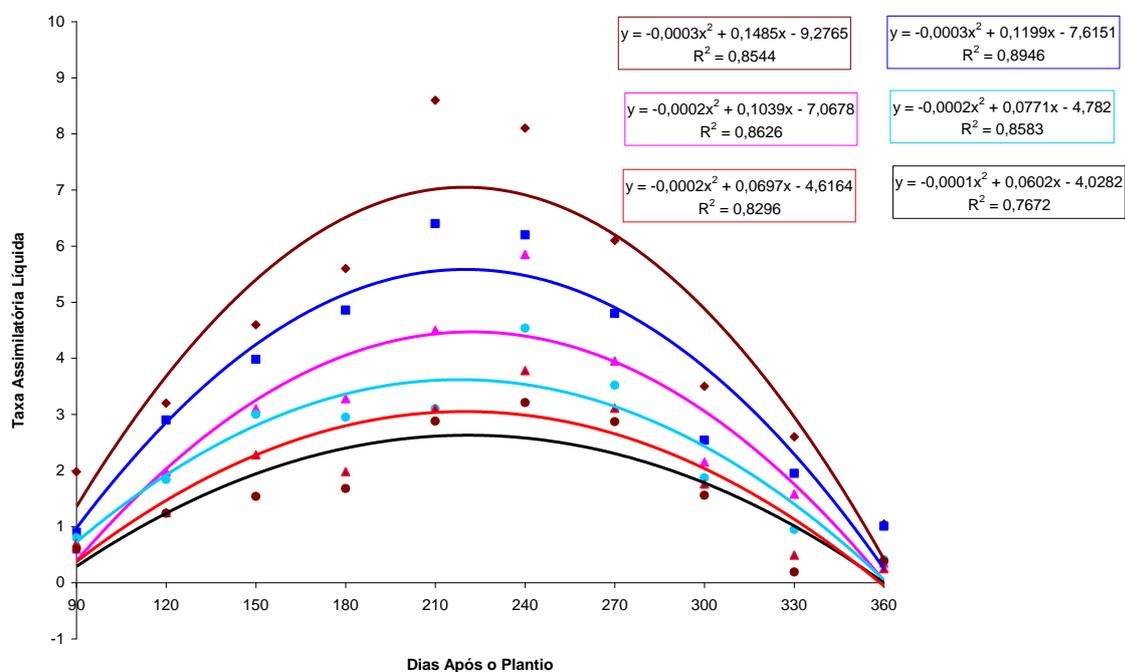


FIGURA 8 - Taxa assimilatória líquida de três variedades de mandioca. São Luis (MA), 2004.

— Macaxeira pão sistema tradicional; — Macaxeira pão sistema em consórcio

— Macaxeira rosa sistema tradicional; — Macaxeira rosa sistema em consórcio

— Aipim Brasil sistema tradicional; — Aipim Brasil sistema em consórcio

A análise de variância relativa à Taxa Assimilatória Líquida apresentou efeito significativo para os tratamentos principais (variedades), para os tratamentos secundários (sistemas de plantio), assim como para as interações, variedade x sistema de plantio. (tabela 6), o que foi favorecido pelas condições ambientais (pluviosidade e temperatura) não limitantes para o desenvolvimento das culturas.

Como a interação variedade x sistema de plantio foi significativa foram feitas as análises dos desdobramentos das variedades em relação aos sistemas, assim como dos sistemas em relação às variedades.

Para as variedades em relação aos sistemas de plantio, verificou-se que a variedade macaxeira pão foi superior às demais, macaxeira rosa e aipim Brasil, em ambos os sistemas. (Tabelas 6, 8, 9,14 e 15), apresentando o maior valor (8,6) aos 210 dias após o plantio, assim como a maior média anual (4,53), para o sistema de plantio tradicional (Figura 7), o que pode ser explicado pela elevada área foliar desta variedade, com o seu respectivo índice de área foliar (Tabela 1), no período avaliado.

Para os sistemas de plantio em relação às variedades verificou-se que o sistema de plantio tradicional, foi superior ao sistema em consórcio, independente das variedades. (Tabelas 7, 10,11 e 12) obtendo médias superiores ao sistema em consórcio para as variedades avaliadas, podendo-se atribuir a isso uma competição interespecífica, mandioca x feijão de porco, com a conseqüente redução da taxa fotossintética.

No tocante á fase de desenvolvimento, constatou-se uma redução da TAL para todas as variedades em ambos os sistemas com o aumento da idade da planta. No início do crescimento, a área foliar da planta é constituída de folhas jovens, com alta capacidade fotossintética, ou seja, alta eficiência de fixação de CO₂ atmosférico. Essa queda nos valores da TAL, com o avanço do desenvolvimento das plantas, provavelmente ocorreu devido ao aumento da idade média das folhas, aliado ao auto-sombreamento das folhas inferiores da planta decorrente da expansão foliar, assim

como ao processo de senescência e abscisão foliar, reduzindo assim, a sua eficiência fotossintética. (Figura 7).

Segundo WATSON *et al.* (1966), a redução na Taxa Assimilatória Líquida (TAL), com o avanço do desenvolvimento da planta, ocorre, principalmente, devido à redução na taxa fotossintética que ao aumento das perdas respiratórias das plantas. Entretanto, é importante ressaltar que a Taxa Assimilatória Líquida (TAL) não é determinada somente pela taxa fotossintética, mas também pela dimensão da área foliar, duração do período vegetativo, arquitetura da copa, translocação e partição de fotoassimilados (BERNARDES, 1987).

Os valores máximos da TAL obtidos pelas variedades foram diferenciados tanto com relação ao sistema de plantio, quanto com relação á variedade.

Com relação ao sistema de plantio, verificou-se que o tradicional alcançou o seu valor máximo em diferentes épocas para as três variedades, aos 210 dias após o plantio para a macaxeira pão e aos 240 dias após o plantio para as demais variedades, macaxeira rosa e aipim Brasil, sugerindo possíveis diferenças genotípicas em termos do ciclo da cultura. O mesmo ocorreu com o sistema de plantio em consórcio (Figura 7).

A variedade aipim Brasil foi a que apresentou o menor valor (0,2) aos 300 dias após o plantio, assim como a menor média (1,61), no sistema de plantio em consórcio.

TABELA 5 - Taxa assimilatória líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Dias após o plantio (DAP)	Variedades					
	Mx. Pão		Mx. Rosa		Aipim Brasil	
	ST	SC	ST	SC	ST	SC
90	1,9 c	0,9 bc	0,6c	0,8c	0,7c	0,6c
120	3,2 b	2,9 b	1,9c	1,8c	1,3c	1,2c
150	4,6a	3,9 b	3,1bc	3,0bc	2,3bc	1,5c
180	5,6a	4,8a	3,3b	2,9bc	1,9c	1,6c
210	8,6a	6,4a	4,5a	3,1b	3,1bc	2,9bc
240	8,1a	6,2a	5,8a	4,5b	3,7bc	3,2bc
270	6,1a	4,8a	3,9bc	3,5b	3,1bc	2,9bc

300	3,5 b	2,5 bc	2,2c	1,8c	1,8c	1,6c
330	2,6bc	1,9 c	1,6c	0,9c	0,5c	0,2c
360	1,1c	1,1c	0,4c	0,4c	0,3c	0,4c
Média	4,53	3,55	2,73	2,31	1,87	1,61

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade. Mx. Pão-Macaxeira Pão; Mx. Rosa-Macaxeira Rosa; S. T - Sistema Tradicional; SC - Sistema em Consórcio.

TABELA 6. Análise de variância referente à Taxa de Assimilação Líquida (TAL) de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos(P)	2	96.4283	48.2141	12.67**
Resíduo (A) (Parcelas)	27 (29)	102.7788	3.8066	
Tratamentos(S)	1	1.6335	1.6335	13.67**
Interação(PxS)	2	3.7849	1.8924	15.84**
Resíduo(B)	(27)	3.2256	0.1195	
Total	59	207.8511		

C.V. para parcelas = 74.61. C.V. para sub-parcelas =13.22

TABELA 7. Desdobramento do tratamento Secundário (Sistema de Plantio) em relação ao tratamento principal (Variedades) para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca-São Luis-MA. 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
S D P(1) a	1	1,7582	1,7582	14,72 **
S D P(2) b	1	2,9645	2,9645	24,81 **
S D P(3) c	1	0,6956	0,6596	5,82 *
Resíduo	27		0,1195	

a- Sistema de plantio com relação á variedade macaxeira pão

b-Sistema de plantio com relação à variedade macaxeira rosa

c-Sistema de Plantio com relação à variedade aipim Brasil

TABELA 8. Desdobramento do tratamento principal (Variedade) em relação ao tratamento secundário (Sistema de Plantio) para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
P D S(1) a	2	61,1195	30,5598	15,57**
P D S(2) b	2	39,0937	19,5468	9,96**
Resíduo	28		1,9630	

a- Tratamento principal (Variedade) dentro do tratamento secundário (Sistema de plantio tradicional)

b- Tratamento principal (Variedade) dentro do tratamento secundário (Sistema de plantio consorciado)

Tabela 9. Teste de Médias para tratamentos principais (Variedades)-Teste de Tukey, para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Macaxeira Pão	4,3585 a
Macaxeira rosa	2,1050 b
Aipim Brasil	1,3815 b

DMS(TUKEY)=1,5303

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 10. Teste de Médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio)-Teste de Tukey, para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	2,7800 a
Sistema de Plantio em Consórcio	2,4500 b

DMS(TUKEY)=0,1832

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 11. Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 1 (variedade macaxeira pão), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	4,6550 a
Sistema de Plantio em Consórcio b	4,0620 b

DMS(TUKEY)=0,3173

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 12. Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 2 (Variedade macaxeira rosa), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	2,4900 a

Sistema de Plantio em Consórcio

1,7200 b

DMS (TUKEY)=0,3173

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 13. Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 3 (Variedade aipim Brasil), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	1,5680 a
Sistema de Plantio em Consórcio	1,1950 b

DMS(TUKEY)=0,3173

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 14. Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 1 (Sistema tradicional), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Macaxeira pão a	4,6550
Macaxeira rosa b	2,4900
Aipim Brasil b	1,1950

DMS(TUKEY)=1,5514

Médias seguidas pela mesma letra, na linha, não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Tabela 15. Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) dentro do tratamento secundário 2 (Sistema em consórcio), para a Taxa Assimilatória Líquida de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Macaxeira pão	4,0620 a
Macaxeira rosa	1,7200 b
Aipim Brasil	1,5680 b

DMS(TUKEY)=1,5514

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo Teste de Tukey a 5% de probabilidade.

4.3 Razão de Área foliar (RAF)

A razão de área foliar apresentou variação decrescente independente do sistema de plantio, da variedade e da fase de desenvolvimento da planta (Figura 8). Normalmente, a Razão de Área Foliar (RAF) é reduzida com o avanço da idade devido às variações na relação fonte/dreno, assim também como ao auto-sombreamento, em função da interferência das folhas superiores sobre as folhas inferiores, com a conseqüente diminuição da área útil, a partir de certa fase da planta.

Redução na Razão de Área Foliar (RAF) durante o desenvolvimento reflete maior alocação de assimilados para o desenvolvimento das raízes e partes reprodutivas, em detrimento da produção de folhas durante a fase linear de crescimento.

Analisando as variedades nos dois sistemas, verificou-se que a variedade macaxeira pão apresentou crescimento inicial superior às variedades macaxeira rosa e aipim Brasil, tanto no sistema de plantio tradicional, quanto no sistema de plantio em consórcio com o feijão de porco. Constatou-se também uma superioridade da macaxeira pão no sistema tradicional, quando comparado com o sistema em consórcio, talvez pela ocorrência de competição interespecífica, pois a razão de área foliar expressa a área útil para a fotossíntese e é uma componente morfofisiológica, sendo a razão entre a área foliar responsável pela interceptação de energia luminosa e CO_2 e a matéria seca total resultado da fotossíntese.

A análise de variância da Razão de Área Foliar (RAF) apresentou efeito significativo apenas para a interação variedade x sistema de plantio (Tabela. 17).

Ao analisarmos os desdobramentos destas interações, verifica-se que para as variedades em relação aos sistemas de plantio, as variedades macaxeira pão e macaxeira rosa não diferiram estatisticamente entre si (tabelas 20, 25 e 26), sendo

que a macaxeira pão apresentou o maior valor aos 210 dias após o plantio, assim como a maior média anual, independente do sistema de plantio (Figura 7), o que pode ser explicado pela elevada área foliar desta variedade, com o seu respectivo índice de área foliar (Tabela 01), no período avaliado.

Para a interação sistema de plantio com relação à variedade, verificou-se que o sistema de plantio tradicional apresentou significância, independente da variedade (Tabelas 18, 22, 23 e 24), o que confirma a interferência, ou seja, uma competição entre a cultura do feijão de porco e as culturas estabelecidas.

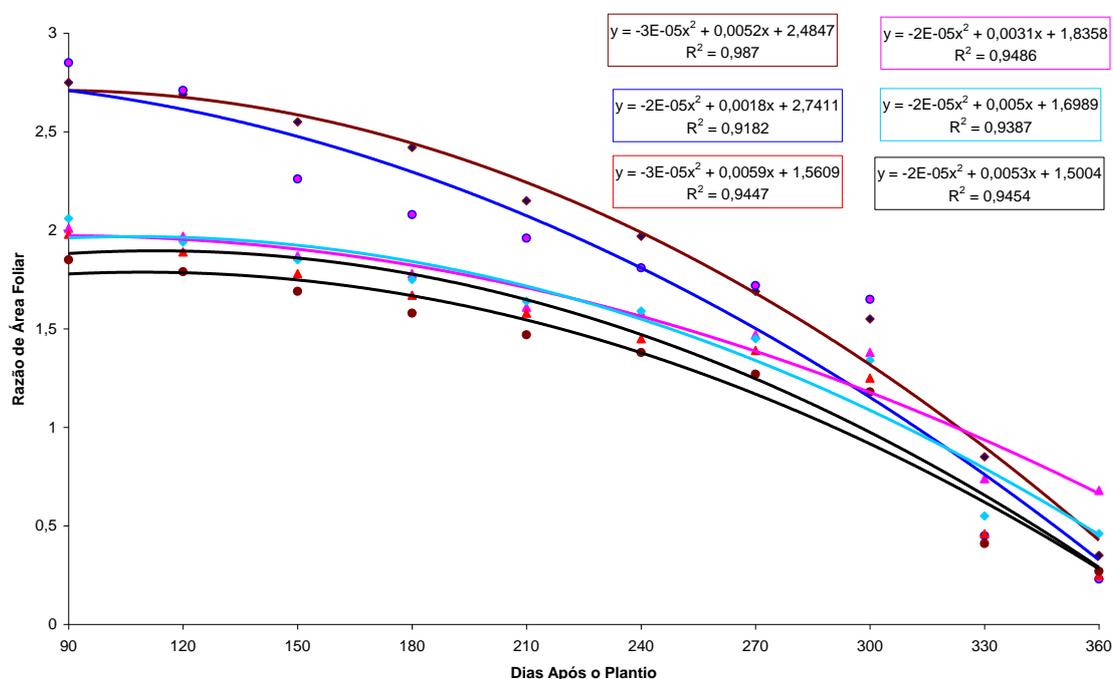


Figura 9 - Razão de área foliar de três variedades de mandioca. São Luis (MA), 2004.

— Macaxeira pão sistema tradicional — Macaxeira pão sistema em consórcio
 — Macaxeira rosa sistema tradicional — Macaxeira rosa sistema em consórcio
 — Aipim Brasil sistema tradicional — Aipim Brasil sistema em consórcio

Tabela 16. Razão de Área Foliar (RAF) de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Dias após o plantio (DAP)	Variedades					
	Mx. Pão		Mx. Rosa		Aipim Brasil	
	ST	SC	ST	SC	ST	SC
90	2,75 a	2,55 b	2,01 b	2,06 b	1,98 c	1,85 c

120	2,69 b	2,01 b	1,97 c	1,94 c	1,89 c	1,79 c
150	2,55 b	2,26 b	1,87	1,85 c	1,78 c	1,69 c
180	2,42 b	2,08 b	1,78 c	1,75 c	1,67 c	1,58 c
210	2,15 b	1,96 c	1,61 c	1,64 c	1,58 c	1,47 c
240	1,97 c	1,81 c	1,58 c	1,59 c	1,45 c	1,38 c
270	1,69 c	1,72 c	1,47 c	1,45 c	1,39 c	1,27 c
300	1,55 c	1,65 c	1,38 c	1,34 c	1,25 c	1,18 c
330	0,85 c	0,45 c	0,74 c	0,55 c	0,46 c	0,41 c
360	0,35 c	0,23 c	0,68 c	0,46 c	0,25 c	0,27 c
Média	1,89 a	1,67 b	1,50 b	1,46 c	1,37 c	1,28 c

Mx. Pão-Macaxeira Pão; Mx. Rosa-Macaxeira Rosa; S. T - Sistema Tradicional; C-Consórcio. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 17. Análise de variância referente á razão de área foliar (RAF) de três variedades de mandioca. São Luis-MA, 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos(P)*	2	2.6814	1.3407	1.61 NS
Resíduo(A) (Parcelas)	27 (29)	22.5286 25.2100	0.8344	
Tratamentos(S)**	1	0.0001	0.0001	0.01 NS
Interação (PxS)	2	0.1194	0.0597	8.34**
Resíduo(B)	(27)	0.1932	0.0072	
Total	59	25.5227		

C.V. para parcelas = 58.90. C.V. para subparcelas =5.45

*** Variedade**

****Sistema de Plantio**

TABELA 18. Desdobramento do tratamento secundário (Sistema de Plantio) em relação ao tratamento principal (variedade) para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
S D P (1) a	1	0,0744	0,0744	10,48 **
S D P(2) b	1	0,0311	0,0311	4,32 **
S D P(3) c	1	0,0106	0,0106	1,47 NS
Resíduo	27			

a- Tratamento secundário (Sistema de plantio) dentro do tratamento principal 1 (variedade macaxeira pão)

b Tratamento secundário (Sistema de plantio) dentro do tratamento principal 2 (variedade macaxeira rosa)

c Tratamento secundário (Sistema de plantio) dentro do tratamento principal 3 (variedade aipim Brasil)

TABELA 19. Desdobramento do tratamento principal (Variedade) em relação ao tratamento secundário (Sistema de Plantio) para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
P D S(1) a	2	0,8398	0,4149	57,62 **
P D S(2) b	2	1,9610	0,9805	136,18 **
Resíduo	27			

a- Tratamento principal (Variedade) dentro do tratamento secundário (Sistema de plantio tradicional).

b- Tratamento principal (Variedade) dentro do tratamento secundário (Sistema de plantio consorciado)

Tabela 20. Teste de TUKEY para médias para tratamentos principais (variedade), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Macaxeira pão	1,8360 a
Macaxeira rosa	1,4860 a
Aipim Brasil	1,3305 a

DMS(TUKEY)=0,3845

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 21. Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca-São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Plantio Convencional	1,5520 a
Plantio Consorciado	1,5497 a

DMS(TUKEY)=0,0448

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 22 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 1 (variedade macaxeira pão), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	1,8970 a
Sistema de Plantio em Consórcio	1,7750 b

DMS(TUKEY)=0,0777

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 23. Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 2 (variedade macaxeira pão), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	1,5090 a
Sistema de Plantio em Consórcio	1,3450 b

DMS(TUKEY)=0,0777

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 24 Teste de TUKEY para médias para tratamentos secundários (Sistema de Plantio) com relação ao tratamento principal 3 (variedade macaxeira pão), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Sistema de Plantio Tradicional	1,3720 a
Sistema de Plantio em Consórcio	1,2890 b

DMS(TUKEY)=0,0777

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 25 Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 1 (Sistema tradicional), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Macaxeira pão	1,7750 a
Macaxeira rosa	1,2090 a
Aipim Brasil	1,1820 a

DMS(TUKEY)=0,7195

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 26 Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 2 (Sistema tradicional), para a Razão de Área Foliar de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Macaxeira pão	1,2514 a
Macaxeira rosa	0,9584 b
Aipim Brasil	1,8851 b

DMS(TUKEY)=0,7195

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

4.4 Índice de Colheita (IC)

O comportamento do índice de colheita, que corresponde à percentagem de matéria fresca total da planta que é acumulada sob a forma de raiz tuberosa (figura 9), demonstrou que a variedade macaxeira pão no sistema tradicional foi mais eficiente que as demais em alocar os fotoassimilados produzidos pela parte aérea para a formação de raízes tuberosas (Figura 10). A variedade aipim Brasil, em ambos os sistemas, apresentou a menor eficiência no referido item, demonstrando assim a baixa adaptabilidade às condições locais de temperatura e pluviosidade, durante os quatro primeiros meses de crescimento, período esse considerado como o mais importante no desenvolvimento da cultura, devido neste ocorrer a formação das raízes tuberosas.

Pela análise de variância (Tabela 28), verificou-se que não houve efeito significativo, tanto para variedades, quanto para a interação, o que se confirma que as variedades estudadas não atingiram o valor do IC ideal que é em torno de 60 %, segundo KAWANO (s.d.), o qual considera ser este um indicador de equilíbrio entre a produção total da planta e sua distribuição nas raízes. Também está diretamente relacionado com a produção de raiz tuberosa, a qual também não apresentou efeito significativo para as variáveis estudadas (Tabelas 30 e 31).

COCK (1976), estudou as características de 40 cultivares de mandioca, comparando a mais produtiva aos 6 meses e a produtiva aos 12 meses com a média das demais. O autor verificou que a cultivar precoce mais produtiva apresentava um elevado índice de colheita desde o início do ciclo. Tal fato resultou de uma menor produção inicial da parte aérea, inclusive índice de área foliar, que deverá refletir negativamente no crescimento da planta no período posterior a 6 meses.

RAJENDRAN *et al.* (1980), avaliaram 192 cultivares de mandioca quanto a precocidade, através da determinação da produção de túberas e do índice de colheita nos estágios de 6 e de 10 meses após o plantio. Determinaram também o índice de precocidade de colheita (produção de raízes tuberosas aos 6 meses dividida pela produção aos 10 meses). Os autores encontram mais de 22% da população estudada com potencial de precocidade de colheita, em virtude de possuírem índices de colheitas superiores a 0,8.

A influência do fotoperíodo sobre a distribuição de matéria seca, representada pelo índice de colheita, foi observada por INDIRA & RAMANUJAM (1979), que obtiveram alta produção e baixo índice de colheita nas parcelas submetidas a longos dias, em relação à parcela controle que recebeu 12 horas de luz. Estudos realizados pelo Centro Internacional de Agricultura Tropical (1982), sobre o efeito do fotoperíodo de 12 e de 16 horas de luz, em três cultivares de mandioca, mostraram que a produção total de biomassa foi pouco afetada pelos fotoperíodos estudados e que houve uma queda acentuada do índice de colheita em todos os cultivares submetidos a fotoperíodos de 16 horas de luz.

A seleção realizada pelos agricultores esgotou a possibilidade de obter aumentos de rendimentos decorrente da elevação do índice de colheita, já que muitos clones apresentam índices iguais ou superiores a 0,6, o que é considerado muito bom, se considerado os 0,3 encontrados para alguns cereais. Isto reforça a idéia de que raramente as raízes sejam o fator limitante para o aumento de rendimento. O que se deve buscar, segundo EL-SHARKAWY *et al.* (1989), é o aumento no índice de área

foliar e na taxa fotossintética, como formas de elevar o rendimento dos cultivares atualmente em uso.

TABELA 27 Índice de Colheita de três genótipos de mandioca em diferentes épocas de colheita no município de São Luis-MA. 2004.

Dias após o plantio (DAP)	Variedades					
	Mx. Pão		Mx. Rosa		Aipim Brasil	
	S.T	SC	S.T	SC	S.T	SC
90	0,007 c	0,002 c	0,000 c	0,000 c	0,000 c	0,000 c
120	0,126 c	0,054 c	0,038 c	0,025 c	0,018 c	0,015 c
150	0,244 b	0,185 c	0,152 c	0,111 c	0,095 c	0,088 c
180	0,365 b	0,205 c	0,198 c	0,151 c	0,105 c	0,101 c
210	0,395 b	0,259 b	0,205 c	0,172 c	0,124 c	0,111 c
240	0,425a	0,346 b	0,284 b	0,194 c	0,178 c	0,159 c
270	0,482 a	0,349 b	0,304 b	0,298 b	0,225 c	0,218 c
300	0,498 a	0,408 b	0,402 b	0,395 b	0,389 b	0,378 b
330	0,505 a	0,452 b	0,420 b	0,402 b	0,401 b	0,397 b
360	0,491 a	0,401 b	0,395 b	0,321 b	0,319 b	0,382 b
Média	0,354 a	0,271 b	0,239 b	0,207 c	0,194 c	0,185 c

Mx. Pão-Macaxeira Pão; Mx; Rosa-Macaxeira Rosa ; S.T-Sistema Tradicional; SC- Sistema em Consórcio.

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

TABELA 28. Análise de variância do Índice de Colheita (IC) de três variedades de mandioca. São Luis-MA, 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos(P)*	2	1.5212	1.3407	1.61 NS
Resíduo(A) (Parcelas)	27 (29)	14.0554 15.5766	0.8344	
Tratamentos(S)**	1	0.0011	0.0001	0.01 NS
Interação (PxS)	2	0.1082	0.0597	1,82 NS
Resíduo(B)	(27)	0.1121	0.0072	
Total	59	15,798		

C.V. para parcelas = 58.90. C.V. para subparcelas =5.45

* Variedade

**Sistema de Plantio

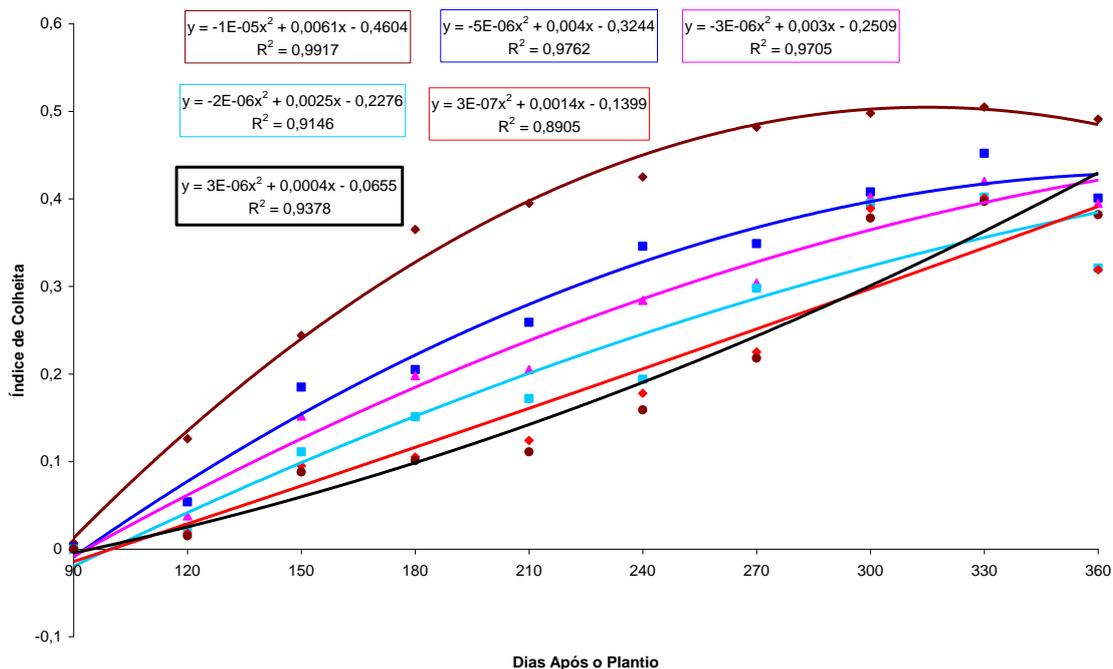


FIGURA 10. Índice de Colheita de três variedades de mandioca. São Luis (MA), 2004.

- Macaxeira pão sistema tradicional
- Macaxeira pão sistema em consórcio
- Macaxeira rosa sistema tradicional
- Macaxeira rosa sistema em consórcio
- Aipim Brasil sistema tradicional
- Aipim Brasil sistema em consórcio

TABELA 29. Produção de raiz tuberosa (kg/ha) de três variedades de mandioca em diferentes épocas de colheita. São Luis-MA. 2004.

Dias após o Plantio (DAP)	Variedades					
	Mx. Pão		Mx. Rosa		Aipim Brasil	
	S.T	SC	S.T	SC	S.T	SC
90	2.750 c	2.850 c	1.587 c	1.658 c	985 c	950 c
120	3.975 c	3.980 c	1.850 c	1.985 c	1.100 c	1.150 c
150	6.850 b	5.200 c	1.990 c	2.100 c	1.585 c	1.456 c
180	7.958 b	6.250 b	3.585 c	3.985 c	2.149 c	2.100 c

210	8.574 b	7.580 b	4.583 c	5.486 c	3.585 c	2.958 c
240	10.586 b	8.565 b	6.985 b	6.786 b	4.689 c	3.594 c
270	11.685 b	9.854 b	7.258 b	7.150 b	5.864 b	4.985 c
300	16.542 a	16.254 a	7.986 b	8.250 b	6.953 b	5.698 b
330	21.564 a	18.955 a	9.584 b	8.950 b	7.254 b	6.541 b
360	22.546 a	21.585 a	9.859	9.548	7.985	6.985
Média	11.303 a	10.107 b	5.526 c	5.589 c	4.214 c	3.641 c

Mx. Pão-Macaxeira Pão; Mx. Rosa-Macaxeira Rosa; Aipim Brasil; S. T- Sistema Tradicional SC- Sistema em Consórcio.

Médias seguidas da mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

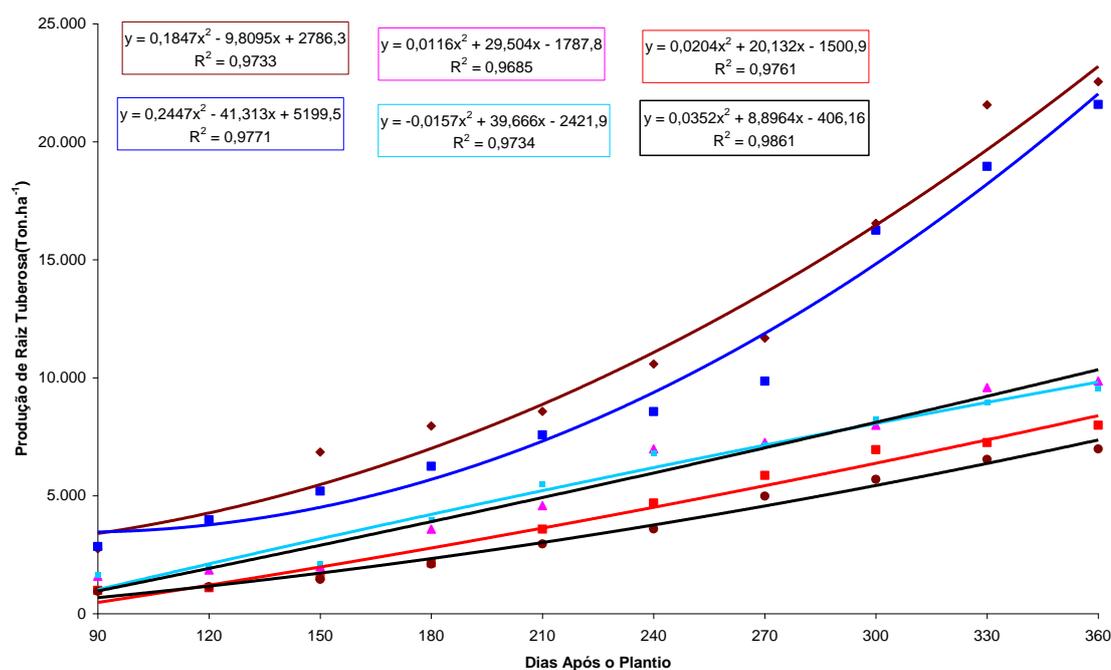


FIGURA 11-Produção de raízes tuberosas (Kg.ha⁻¹) - São Luis (Ma), 2004.

- Macaxeira pão sistema tradicional
- Macaxeira pão sistema em consórcio
- Macaxeira rosa sistema tradicional
- Macaxeira rosa sistema em consórcio
- Aipim Brasil sistema tradicional
- Aipim Brasil sistema em consórcio

TABELA 30. Análise de variância da Produção de Raiz Tuberosa de três variedades de mandioca. São Luis-MA, 2004.

C. Variação	GL	S.Q.	Q.M.	F
Tratamentos(P)*	2	287583225.73	143791612.86	0,94 NS
Resíduo(A) (Parcelas)	27 (29)	----	152880148.53	
Tratamentos(S)**	1	228177300.81	228177300.81	2,56 NS
Interação (PxS)	2	324157477.73	162078738.86	1,82 NS
Resíduo(B)	(27)	----	89019586.22	
Total	59			

C.V. para parcelas = 58.90. C.V. para subparcelas =5.45

*** Variedade**

****Sistema de Plantio**

Tabela 31. Teste de TUKEY para médias para tratamentos principal (variedade) com relação ao tratamento secundário 2 (Sistema tradicional), para a Produção de Raízes Tuberosas de três variedades de mandioca. São Luis-MA. 2004.

Tratamento	Média
Macaxeira pão	10705.1500 a
Macaxeira rosa	9435.8500 a
Aipim Brasil	5558.2500 a

DMS(TUKEY)=0,7195

Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

5 CONCLUSÃO

O Índice de Área Foliar (IAF), tanto para as variedades, quanto para os sistemas, apresentou comportamento semelhante, ou seja, até os 180 dias após o plantio, aumentou de valor. A partir dos 210 dias após o plantio, decresceu. O sistema de plantio tradicional foi o que proporcionou efeito significativo para o referido parâmetro, o que nos sugere a ocorrência de competição interespecífica para o sistema em consórcio.

A Taxa Assimilatória Líquida (TAL) apresentou efeito significativo para a variedade pão no sistema de plantio tradicional.

A Razão de Área Foliar (RAF) expressou efeito significativo para as interações, sendo que macaxeira pão e macaxeira rosa não apresentaram diferenças entre si, na interação variedade x sistema de plantio, enquanto que, para a interação sistema de plantio com relação à variedade, verificou-se que o sistema de plantio tradicional apresentou significância, independentes da variedade.

A Produção de raiz tuberosa não foi influenciada nem pelas variedades, nem pelos sistemas de plantios adotados. Desta forma pode-se recomendar qualquer uma das três variedades testadas, tanto no sistema de plantio tradicional, quanto no sistema em consórcio.

Para produção de parte aérea (ração), pode-se sugerir a variedade macaxeira pão, em função de a mesma ter apresentado resposta significativa para o índice de área foliar, o qual está diretamente relacionado com uma maior área foliar. Desta forma poderá disponibilizar maior massa verde para a produção de ração de uso animal.

REFERÊNCIAS

ABRAHAM, A. Breeding work in tapioca (cassava and other tropical tuber crops). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM TROPICAL ROOT AND TUBER CROPS, 2. 1970. Honolulu. Proceedings... Honolulu, International Society of Tropical Root And Tuber Crops, 1970. p. 76-79.

ALCÂNTARA, E. N.; CARVALHO; J. E. B., LIMA , P. C. ; CARVALHO. J. G. Determinação do período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Belo Horizonte: EPAMIG, 1982. p. 147-149.

ALLEM, A. C.; GOERDET, C. O. Formação de base genética e manejo dos recursos genéticos de mandioca: o caso do Brasil. In: HERSHEY, C. (ed.). Mejoramiento genético de la yuca em América Latina. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1991. p. 125-158.

ALLEM, A. C. The origin of *Manihot esculenta* Crantz (Euphorbiaceae). Genetic Resource and Crop Evolution, v. 41, p. 133-150, 1994.

AZEVEDO, D. M. P.; Santos, J. W. dos, Vieira, D. J.; Beltrão, N. E. de M.; Nóbrega, L. B. da; Pereira, J. R. População de plantas no consórcio

mamoneira/milho. I. Produção e componentes da produção. Revista de Oleaginosas e Fibrosas, Campina Grande, v.2, n.2, p.141-146, 1998.

BEADLE, C. L. Growth analysis. In: HALL, D. O.; BOLHARNORDENKAMPF, H. R.; LEEGOOD, R. C.; LONG, S. P. (Eds.). **Photosynthesis and production in a changing environment: a field and laboratory manual**. London: [s.n.], 1993. p. 36-46.

BELTRÃO, N. E. de M.; Nóbrega, L. B. da; Azevedo, D. M. P. de;Vieira, D. J. Comparação entre indicadores agroecômicos de avaliação de agroecossistemas consorciados e solteiros envolvendo algodão “upland” e feijão “caupi”. Campina Grande: EMBRAPA – CNPA, 1984, 36p. Boletim de Pesquisa, 15

BENINCASA, M. M. P. Análise de Crescimento de Plantas (noções básicas). Jaboticabal, FUNEP/UNESP, 1988. 41 p;

BERNARDES, M. S. Fotossíntese no dossel das plantas cultivadas. In: CASTRO, P. R. S. *et al.* (Eds.). **Ecofisiologia da produção agrícola**. Piracicaba: Associação Brasileira para Pesquisa da Potassa e do Fosfato, 1987. p. 12-48;

BERNARDES, M. S. & FANCELLI, A. L. Seringueira como uma possível cultura intercalar para pomares de citros. **Revista Técnica Científica de Citricultura**, Cordeirópolis, 2 (9), 376-400, 1988;

BRIGGS, G. E.; KIDD, R.; WEST, C. (1920a) Quantitative analysis of plant growth. *Annals applied Biology*. N. 7 p.103-123.

BUCHANAN, G. A.; MURRIA, D. S. & HAUSER, E. W. Weeds and their control in peanuts. In: PATEE, H.E. & YOUNG, C. T., eds. *Peanut Science and Technology*. Yoakum, Texas, Aamerican Peanut Research and Education Society, 1982. 8, p. 206-249;

CARDOSO, C. E. L. Efeitos de políticas públicas sobre a produção de mandioca no Brasil. Piracicaba, SP: USP-ESALQ, 1995. 180p. Dissertação de Mestrado em Economia Agrícola-Escola Superior de Agricultura ‘Luiz de Queiroz’, Universidade de São Paulo, Piracicaba.

CARDOSO, C. E. L.; LEAL, M. de S. Mandioca : mudança nas raízes. *Agroanalysis*, Rio de Janeiro, v. 19, n.6. p.55-60, jun. 1999.

CARVALHO, L. J. C. B., CALDAS, R. C., COSTA NETO, A. O., CARDOSO, S. S., MASCARENHAS, L., BARBOSA, C. V. Período crítico de competição das plantas daninhas com a cultura da mandioca em um ecossistema do nordeste brasileiro. *Revista Brasileira de Mandioca*. Cruz das Almas, v. 12, p. 85-93, 1993.

CARVALHO, L. J. C. B.; CABRAL, G. B.; CAMPOS, L. Raiz de Reserva de Mandioca: um sistema biológico de múltipla utilidade. Brasília: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro de Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 16p (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 44).

Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT). Programa de Yuca: Informe Anual del CIAT 1978. Cali, Colômbia , Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 02S1 c-78, octubre 1979. A-110p

COCK, J. H. and S. Rosas. 1975. Ecophysiology of cassava. In: Symp. On Ecophysiology of tropical Crops. Communications Divisions of CEPLAC, Km 22, Rodovia, Ilheus-Itabuna, Bahía, Brazil. Pp. 1-14.

COCK, J.H. Characteristics of high yielding cassava varieties. **Experimental Agriculture**, 12:135-143, 1976.

COCK, J.H., FRANKLIN, D. , SANDOVAL, G. & JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. **Crop Science**, 19:271-279, 1979.

COCK, J. H. Cassava: a basic energy source in tropics. **Science**, 218:755-762, 1982.

COCK, J. H. Aspectos fisiológicos del crecimiento y desarrollo de planta de yuca. In: DOMINGUEZ, C. E. Yuca: investigación, producción y utilización. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1982. 656p. (Documento de Trabajo, 50).

CONCEIÇÃO, A. J. da. A mandioca. São Paulo: Nobel, 1981. 382p.

COURS, G. Le manioc à Madagascar. Mémoires de L'Institut Scientifique de Madagascar, Antananarivo, série B, v. 3, n, 2 p. 203-400, 1951.

COSTA, J. D. & MEDRADO, M. J. S. Cobertura do solo na formação do seringal. In: SIMPÓSIO DA CULTURA DA SERINGUEIRA, II, Piracicaba, 1987, **Anais**, Piracicaba: FEALQ, 1990, p.13-38.

CRUZ, J. L. & PELACANI, R. Fisiologia da mandioca. In: CURSO NACIONAL DE MANDIOCA, 8., 1993, Cruz das Almas. EMBRAPA-CNPMPF, 1993. 38 p.

DOLL, J. D., PIEDRAHITA, C. W. Métodos de control de malezas en yucca. Calli: 1976. 12 p. (Boletim técnico, 21).

EL-SHARKAWY, M. A. COCK, J. H. C3-C4 Intermediate photosynthetic characteristics of cassava (*Manihot esculenta* Crantz).I. Gas exchange. *Photosynthesis Reserch*, Jordrecht, v.12, p.219-35, 1987.

EL-SHARKAWY, M. A. COCK, J. H.; PORTO, M. C.M. Características fotossintéticas de mandioca (*Manihot esculenta* CRANTZ). *Revista brasileira de fisiologia vegetal*, v.1, nº 2, pp.143-154, 1989.

EMBRAPA –EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação do Solo. Levantamento Exploratório-reconhecimento de solos do Estado do Maranhão. Boletim de Pesquisa, 35, Rio de Janeiro, 1986.

ENYI, B.A.C. Growth rates of three cassava varieties (*Manihot esculenta* Crantz) under varying population densities. **Journal of Agricultural Science**, 81:15-28, 1973.

FAHL, J. I. MACHADO, E. C. PEREIRA, A. R., ARRUDA, H. V. & LORENZI, J. O. Características fisiológicas de três cultivares de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira** -17:399-405, 1982.

FAO, **Food Agricultural Organization. Statisticals** – Database. Disponível em:<
<http://www.fao.org> (2006).

FERREIRA, V. F. Estatística experimental aplicada à agronomia. 3.º ed. Maceió: EDUFAL, 2000. 419p.

FRANCELLI, A. L. Culturas intercalares e cobertura verde em seringais. In: SIMPÓSIO SOBRE A CULTURA DA SERINGUEIRA NO ESTADO DE SÃO PAULO, I., Piracicaba, 1986, **Anais**. Campinas: FUNDAÇÃO CARGIL, 1986. P.229-243.

FUKUDA , W. M. G. Técnica de polinização manual de mandioca. Cruz das Almas: Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura, 1980. 3p. (Miscelânea, 1)

FUKUDA, W.M.; GUEVARA, C. L. Descritores morfológicos e agronômicos para caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Cruz das Almas: Empresa

Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Centro Nacional de Pesquisa em Mandioca e Fruticultura, 1988. 38 p. (Documentos, 78).

FUKUDA, W.M; Melhoramento de mandioca. In: BOREM, A.(Ed.) Melhoramento de Espécies Cultivadas. Viçosa; Universidade Federal de Viçosa, 1999a . p. 409-428

GULIK, R.; HERSHEY, C. H.; ALCAZAR, J. E. Genetic resoucers of cassava and wild relatives.Rome: IBPGR, 1983. 56 p.

HAMMER, G. L.; HOBMAN, F. R.; SHEPHERD, R. K. Effects of planting time and harvest age on cassava (*Manihot esculenta*) in Northern Australia I. Crop growth and yield in moist environments. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v.23, n4, p. 401-414, 1987.

HERSHEY, C. H.; AMAYA, A. Genetica, citogenetica, estrutura floral y técnicas de hibridación de la yuca. In: Dominguez, C. E. Yuca : investigación, producción y utilización. Cali: PNUD/ CIAT, 1982. p.113-26.

HOBMAN, F.R. HAMMER, G.L.; SHEPHERD, R. K. Effects of planting time and harvest age on cassava (*Manihot esculenta*) in Northern Australia II. Crop growth and yield in a seasonallydry environmet. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v. 23, n.4, p.415-424, 1987.

HOSTALÁCIO, S.; CORRÊA, H. Aspectos da fisiologia em mandioca. Informe Agropecuário, São Paulo, v.5, n.59-60, p. 41-45, 1979.

HOWELER, R. H., BALLESTEROS, D. El cultivo de la yucca en los llanos Orientales de Columbia: variedades y prácticas agrônômicas. Centro Internacional de agricultura Tropical, 1987. 29p. (Boletim técnico, 35).

HUNT, R. **Plant growth analysis**. London : E. Arnold, 1978. 67p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA –IBGE. **Pesquisas de orçamentos familiares**. <http://www.ibge.gov.Br> (26 de maio 2006);

IRIKURA, Y.; COCK, J. H. & KAWANO, K. The physiological basis of genotype temperature interactions in cassava. *Field Crops Research*, Amsterdam, 2: 227-239,1979.

JESUS, V. S. de; MORAES, C. F. de; TELES, F.F.F.; SEDIYAMA, C. S. Teor de carboidrato em raízes e caule de dez variedades de mandioca(*Manihot esculenta* Crantz), durante o primeiro ciclo. *Revista Brasileira de Mandioca*, Cruz das Almas, v. 5, n.2, p. 91-98, 1986.

KAWANO, K.; AMAYA, A.; RIOS, M. Factors affecting efficiency of hybridization and selection in cassava. *Crop Science*, Madison, v. 17, p.373-6, 1978.

KAWANO, K. Mejoramiento genético de yuca para productividad. In: CIAT. Yuca: investigación, producción y utilización. Cali, s.d. p.91-112. (Documento de trabajo, 50).

KEATING, B. A.; EVESON, J. P., FUKAI, S. Environmental effects on growth and development of cassava (*Manihot esculenta*, Crantz). *Crop development*. *Field Crops Research*, Amesterdam, v.5, p, 271-281, 1982.

KVET, J.; ONDOK, J.P.; NECAS, J.; JARVIS, P.G. Methods of growth analysis. In: SESTÁK, Z.; CATSKÝ, J.; JARVIS, P.G. (Eds.). **Plant photosynthetic production: manual of methods**. The Hague : W. Junk, 1971. p.343-391.

LEONEL, NETO. M. Influência da idade de colheita e espaçamento sobre algumas características de duas cultivares de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). Lavras: 1983. 57p. Tese-Mestrado em Fitotecnia. Escola Superior de Agricultura de Lavras.

LEON. J. Origin, evolution, and early dispersal of root and tuber crops. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY FOR TROPICAL ROOTS CROPS, 4., 1977, Ottawa. Proceedings... Ottawa: IDRC, 1977. p.20-36.

LEIHNER, D. Yuca en cultivos asociados: manejo e evaluación. Cali. CIAT, 1983. 80 p. apud ZANATA, J. C., SCHIOCCHJET, M. A ., NADAL, R. de, *Mandioca Consorciada com milho, feijão ou arroz de sequeiro no Oeste Catarinense*. Florianópolis: EPAGRI, 1993, 37 p. (EPAGRI Boletim Técnico, 64);

LIEDGENS, M.M. **Modelos numéricos para a descrição do crescimento da planta de soja (*Glycine max* L. Merrill, cultivar IAC15) em condições sazonais diferenciadas**. Campinas : Unicamp, 1993. 101p. Dissertação de Mestrado.

LORENZI, J. O. DIAS, C.A.C. Cultura da Mandioca. Campinas: Coordenadoria de assistência Técnica Integral, 1993. 41p. (Boletim Técnico, 211).

MADORE, M. A. Phloem transport of solvents in crop plants. In: PESSORAKLI, M. (ED.) Handbook of plant and crop physiology. Arizona: The University of Arizona, Tucson, 1994. p. 337-353.

MAGALHÃES, A.C.N. Análise quantitativa de crescimento. In: FERRI, M.G. (Coord.). **Fisiologia Vegetal**. São Paulo, EPU/EDUSP, 1979. p.331-350.

MANRIQUE, L. A. Leaf area development and growth performance of cassava on a strongly acid utissol of Panama. *Journal of Plant Nutrition*, New York, v. 10, p. 677-698, 1987.

MARTIN, F. W. Introducion. In: PHILLIP, T.P. Cassava utilization and potencial markets. Ottawa: IDRC, 1974. p.1-3;

MATTOS, P. L. P. de : DANTAS, J. L. L. & SOUTO, G. F. Mandioca: pesquisa, evolução agrícola e desenvolvimento tecnológico. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA-CNPMF, 1981. 103 p. (EMBRAPA – CNPMF. Documentos, 9).

MATTOS, P. L. P. de; DANTAS, J. L. L. *Utilização do cultivo da mandioca consorciada com feijão*. Cruz das Almas. EMBRAPA-CNPMF, 1981. 22p. (EMBRAPA-CNPMF. Circular Técnica, 2) apud ZANATTA, J. C., SCHIOCCHET, M. A., NADAL, R. de *Mandioca consorciada com milho, feijão ou arroz de sequeiro no Oeste Catarinense*. Florianópolis: EPAGRI, 1993. 37 p. (EPAGRI Boletim Técnico, 64).

MOLTALDO, A. La yuca. San Jose: Costa Rica, Instituto Interamericano de Ciências Agrícolas, 1979, 386p.

MONDARDO, E., MORAES, O. De, FROSI, J. F., TERNES, M. *Mandioca em fileira dupla consorciada com leguminosas no Sul de Santa Catarina*. Florianópolis: EMPASC, 1983, 7 p. (comunicado técnico, 63).

MOORTHY, S. N.; RAMANUJAN, T. Variation in properties of starch in cassava varieties in relation to age of the crop. *Starch/Stärke*, Weinheim, v.38, n.2, p. 58-61, 1986.

NIETO, J. N. ; BRONDO, M. A. & GONZALES, J. T. Critical periods of the crops growth cycle for competition from weeds. *PANS 9 C*), London, **14**: 159-166, 1968.

ONOCHIE, B. E. Critical period for weed control in cassava in Nigéria. *Pans*, London, v.2, p.45-47, 1975.

PACHECO, R. P. de B. Duração do período de competição das plantas invasoras com a cultura do amendoim-da-seca (*Arachis hypogaea* L.). *Vegetalia*, São José do Rio Preto, 3:1-11,1974.

PASSOS, S. M. de G. Algodão. Campinas: Instituto Campinense de Ensino Agrícola, 1981, 423p.

PERESSIN, V.A. VICTÓRIA FILHO, R. & PERECIN, D. Misturas de herbicidas: efeitos de adjuvantes no controle de plantas infestantes na cultura da soja. *Bragantia*. Campinas, **56**(1): 103-116, 1991.

PEREIRA, S. C.; CARVALHO, D. A. de . Botânica da mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). Informe Agropecuário, São Paulo, v. 5, n.59/60, p. 31-36, 1979.

- PEREIRA, A.R.; MACHADO, E.C. **Análise quantitativa de comunidades vegetais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1987. 33p. (IAC. Boletim técnico, 114).
- PITELLI, R. A. A interferência de plantas daninhas em culturas agrícolas. Informe Agropecuário, Belo Horizonte, **11** (129) : 16-27, 1985
- PORTES, T. A.; SILVA, C.C. Cultivo consorciado. In: ARAUJO, R.S. *et* Coord. Cultura do feijoeiro comum no Brasil. Piracicaba: Potafós, 1996. 619P.
- PORTO, M.C.M. Fisiologia da mandioca. In: VI Curso Intensivo Nacional de Mandioca, Cruz das Almas; EMBRAPA-CNPMF, 21 p., 1986.
- PORTO, M.C.M.; COCK, J.H.; CADENA, G.; PARRA, G.E.; HERNANDEZ, A.P.; Acúmulo e distribuição de matéria seca em mandioca submetida à deficiência hídrica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 4., 1986, Camboriú. Anais...Camboriú: Sociedade Brasileira de Mandioca, 1986. p. 43.
- RADFORD, P.J. Growth analysis formulae: their use and abuse. **Crop Science**, Madison, v.7, n.3, p.171-175, 1967.
- RAJENDRAN, P.S., HRISHI, N., BIRADAR, R.S. Evolution of cassava germplasm for earliness. In: National seminar on tuber crops production technology. Coimbatore, India. 1980. Proceedings Tamil Nadu, Tamil Nadu Agricultural University. 1980.p.9-10
- RAMANUJAM, T.; NAIR, G. M.; INDIRA, P. Growth and development of cassava (*Manihot esculenta* CRANTZ) genotypes under shade in a coconut garden. Turrialba, v. 34, pp. 267-274, 1984.
- RAPOSO, P. A. A agricultura de sequeiro no Nordeste. Recife: UFPE, 1967, 546p.

RAPOSO, J. A.A. *et al.*, **Consortio de milho e feijão em Pelotas RS**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 30, n.5, p.639-647, 1995;Viçosa, 1995.

REICHEL-DOLMANTORF, G. Momil a primitive sequence the sinu Valle, Colômbia. Am. Anting., v. 22, p. 226-234, 1957.

ROGERS, D. J.; APPAN, S. G. Manihot and Manihotoides (Euphorbiacere). Flora Neotropica Monograph, New York, v. 13. p1-272, 1973.

SAGRILO, E. Produtividade de três cultivares de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) em diferentes épocas de colheita no segundo ciclo vegetativo. Maringá: 2001. 136p. Tese- Mestrado em Agronomia- Universidade Estadual de Maringá.

SALLES FILHO, J.B. Distribuição de carboidratos em plantas de mandioca (Manihot esculenta, Crantz) e o efeito do teor de reservas na brotação e enraizamento de estacas de três posições do caule. 1980. 47 p. Tese – Mestrado em Fitotecnia. Universidade Federal de Viçosa.

SANGOL, L.; KRUSE, N. D. Acúmulo e distribuição de matéria seca em diferentes frações da planta da mandioca no planalto catarinense. Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v.28, n.10, p. 1151-1164, 1993.

SCHAAL, B.; OLSON, P.; PRINZE, T.; CARVALHO, J. C. B.; TONUARI, N. J. HAYWOTH, D. Phylogenetic analysis of the genus Manihot Based on Molecular Markers. In: . In: MEETING OF THE INTERNATIONAL NETWORK FOR CASSAVA GENETIC ROSOURCES, 2., 1992, Borgon. Proceedings... Cali: Meeting of the International Network for Cassava Genetic Rosources, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1994 (Working Document, 150). P.

TAVORA, F.J.A.F., QUEIROZ, G . M . d e , PINHO, J.L.N. de & MEL0, F.I.O. Comportamento de cultivares de mandioca com diferentes características foliares

submetidas a diversas densidades de plantio. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, 17:417-431, 1982.

TAYLOR, N.J.; EDWARDS, M.; KIERNAM, R. J.; DAVEY, C. D. M.; BLAKESLEY, D.; HENSHAW, G. G. Development of friable embryogenic callus and embriogenie suspension culture systems in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Nature Biotechnology*. New York, v.14, p. 726-730, 1996.

TERNES, M.; VIZZOTTO, V. L.; MONDARDO, E. Variação do teor de amido na cultura da mandioca em santa Catarina. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2, Vitória ; 1981. Anais... Cruz das Almas: Centro Nacional de Pesquisa em Mandioca e Fruticultura –Sociedade Brasileira de Mandioca, v.1, 1982. p. 128-141.

VALLE, T. L., Cruzamentos dialéticos em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). 1990. 180p. Tese Doutorado- Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz – Universidade de São Paulo, Piracicaba.

VIÉGAS, A. P. Estudo sobre a mandioca. Campinas : Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo/BRASCAN Nordeste, 1976. 214p.

WHOLEY, D. W.; BOOTH, R. H. Influence of variety and planting density on starch accumulation in cassava roots. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, Essex, v.30. p.165-170. 1979.

WHOLEY, D. W.; COCK, J.H. Onset and rate of root bulking in cassava. *Experimental Agriculture*, Cambridge, v.10, p. 193-198, 1974.

WATSON, D.; WILSON, J. H.; FORD, M. A. Changes with age in the photosynthetic and respiratory components of the net assimilation rates of sugar beet and wheat. **New Phytology**, [S.I.], v. 65, n. 4, p. 500-508,1966.

WIDDOWSON, R. W. *Hacia una agricultura holística*. Un enfoque científico. Buenos Aires: hemisfério Sur, 1993. 270 p.

YADAV, S. K.; V. M. & SINHH, S. P. Crop weed competition studies in mung beans (*Vigna radiata*). *Experimental Agriculture*, London, **19** : 337-240, 1983.