

ANTECIPAÇÃO DO PLANTIO, COM IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR, NO DESENVOLVIMENTO DA MANDIOCA, NO LITORAL CEARENSE

MANOEL BARBOSA FILHO

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA À COORDENAÇÃO DO CURSO DE
PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRONOMIA, ÁREA DE CONCENTRAÇÃO
EM FITOTECNIA, COMO REQUISITO PARCIAL
PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE
UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ

Fortaleza - 1991

Esta Dissertação foi submetida, como parte dos requisitos necessários a obtenção do Grau de Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, outorgado pela Universidade Federal do Ceará, e encontra-se à disposição dos interessados na Biblioteca Central da referida Universidade.

A citação de qualquer trecho desta Tese é permitida, desde que seja feita de conformidade com as normas da ética científica.

Manoel Barbosa Filho

DISSERTAÇÃO APROVADA EM 11/10/1991

Prof. Francisco José Alves Fernandes Távora, Ph.D.
Orientador

Prof. José Ferreira Alves, MS.
Conselheiro

Prof. Moisés Custódio Saraiva Leão, Ph.D.
Conselheiro

Prof. Francisco Célio Guedes Almeida, Ph.D.
Coordenador do Curso de Pós-Graduação

Aos meus pais, MANOEL e LAURA (in
memória), que souberam educar-me
e ajudar-me na caminhada de luta
para alcançar meus objetivos.

À minha esposa MARTA, pelo incentivo
e compreensão nesta tarefa.

À minha filha JULIANA, para que
este trabalho lhe incentive e sirva-
lhe como exemplo.

DEDICO

AGRADECIMENTOS

A DEUS, pela força de espírito a nos alentar quando as dificuldades da vida nos querem fazer desanimar de seguir na luta por nossos objetivos.

A UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ, pela oportunidade da realização deste curso, através da minha liberação e formação educacional.

Ao DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS CONTRA AS SECAS (DNOCS) e em especial aos funcionários da Fazenda Experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipapa, pela concessão do local e apoio na execução do trabalho de campo.

Ao professor FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNANDES TÁVORA, pela sincera, digna e eficiente orientação na execução deste trabalho.

Aos professores JOSÉ FERREIRA ALVES e MOISÉS CUSTÓDIO SARAIVA LEÃO, pelas valiosas críticas, sugestões e revisões na elaboração desta monografia.

Ao professor FRANCISCO IVALDO OLIVEIRA MELO, pelas sugestões e elaboração das análises estatísticas, sem as quais seria impossível as interpretações deste trabalho.

Ao técnico agrícola PEDRO DJACIR PEDROSA DO NASCIMENTO, pela amizade e ajuda desinteressada na execução do trabalho de campo.

Às bibliotecárias ZILDEMIR SOUSA DE ABREU e MARTA REGINA SALES BARBOSA, pela prestimosa colaboração na normatização bibliográfica deste trabalho.

Ao Motorista JOÃO RODRIGUES DA COSTA, pela nossa condução e transporte de material do experimento.

A todos os funcionários do Departamento de Fitotecnia e amigos que de uma forma ou de outra contribuíram para a realização deste trabalho.

SUMÁRIO

	Página
<u>LISTA DE FIGURAS</u>	vi
<u>LISTA DE TABELAS</u>	vii
<u>RESUMO</u>	x
<u>ABSTRACT</u>	xi
1 - <u>INTRODUÇÃO</u>	1
2 - <u>REVISÃO DE LITERATURA</u>	3
2.1 - <u>Épocas de plantio e colheita da mandioca</u>	3
2.2 - <u>Ciclos de cultivo da mandioca</u>	4
2.3 - <u>Necessidades hídricas da cultura</u>	5
2.4 - <u>Irrigação da mandioca</u>	8
2.5 - <u>Crescimento e formação da produção</u>	8
2.6 - <u>Distribuição da produção</u>	12
3 - <u>MATERIAL E MÉTODO</u>	14
4 - <u>RESULTADOS E DISCUSSÃO</u>	23
4.1 - <u>Características relativas à produção de parte aérea</u>	23
4.2 - <u>Características relativas à produção de raízes tuberosas</u>	35
4.3 - <u>Teor de matéria seca das raízes tuberosas</u>	46
4.4 - <u>Índice de colheita</u>	48
5 - <u>CONCLUSÕES</u>	50
6 - <u>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS</u>	51

LISTA DE FIGURAS

FIGURA	Página
1 - Curva de retenção de água do solo da área experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	15

LISTA DE TABELAS

TABELA	Página
1 - Características químicas do solo da fazenda experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	16
2 - Precipitação pluviométrica e água aplicada à cultura da mandioca (mm), em diferentes épocas de plantio e colheita. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	18
3 - Temperatura e umidade relativa do ar registradas na Estação Experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba, no período de dez./88 a dez./89.	19
4 - Número de dias entre o plantio e a colheita, e quantidade de água (mm) disponível à mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	21
5 - Análise de variância das variáveis relativas à produção de parte aérea da mandioca, do ensaio sobre o efeito da antecipação do plantio, com irrigação suplementar, no desenvolvimento da mandioca no litoral cearense. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	24
6 - Altura de plantas (cm) de cultivares de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	25
7 - Número de hastes em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	26

TABELA

Página

8 - Número de ápices em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	27
9 - Produção de matéria seca de folhas de mandioca (g/pl.), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	29
10 - Número de folhas em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	31
11 - Produção de matéria fresca da parte aérea de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetida a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	32
12 - Produção de matéria seca da parte aérea de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetida a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	33
13 - Análise de varância das variáveis relativas à produção de raízes de mandioca, do ensaio sobre o efeito da antecipação do plantio com irrigação suplementar, no desenvolvimento da mandioca no litoral cearense. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	36
14 - Número de raízes em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	37
15 - Comprimento de raízes (cm) em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes	

TABELA

Página

15 -	hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	39
16 -	Diâmetro de raízes tuberosas (cm) em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	40
17 -	Produção de matéria fresca de raízes de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	42
18 -	Produção de matéria seca de raízes tuberosas de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	43
19 -	Teor de matéria seca das raízes tuberosas de mandioca (%), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	47
20 -	Índice de colheita da mandioca (%), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.	49

RESUMO

Um ensaio de campo foi instalado em Paraipaba-Ce, com o objetivo de estudar a viabilidade da ampliação do ciclo da mandioca em um único ano agrícola, pela antecipação do plantio associado à irrigação suplementar. A cultura foi submetida a diferentes ciclos, combinando-se quatro épocas de plantio (dezembro, janeiro, fevereiro e março) com quatro épocas de colheita (junho, agosto, outubro e dezembro). As duas cultivares (Jaburu e EAB-652) apresentaram aumentos expressivos de produção de raízes e ramas quando o plantio foi antecipado de fevereiro para dezembro. A irrigação, realizada no início do cultivo da planta, foi bem mais eficiente, proporcionando maiores produtividades que aquela realizada após o período chuvoso, a partir de agosto, no final do primeiro ciclo de crescimento da Planta. A restrição hídrica, ocorrida pela ausência das chuvas no segundo semestre do ano, parece ser a maior responsável pela redução da matéria seca presente nas folhas. A maior produtividade de raízes tuberosas da Jaburu está associada ao maior índice de colheita apresentado por essa cultivar. A produção de mandioca parece estar mais relacionada com o aumento no diâmetro do que com o número e comprimento das raízes tuberosas, os quais apresentam pequena variação a partir dos 90 dias do plantio. A produtividade de raízes tuberosas da mandioca está diretamente relacionada com o período de cultivo do primeiro ciclo.

ABSTRACT

A field study was carried out in Paraipaba-Ce., with the objective of studying the viability of increasing the length of the growing season of cassava in a single agricultural year, by using irrigation combined with early planting. The crop was grown in different cycles, as a result of the combination of four times of planting (December, January, February and March) with four times of harvesting (June, August, October and December). Cultivars Jaburu e EAB-652, showed significant increases in top and root yields when the planting was anticipated from February to December. When performed at the beginning of the growing cycle the irrigation was more effective than when applied at the end after the raining season. The water restriction that took place when the rains ceased in the second half of the year appeared to be the main factor responsible for the decrease in the dry matter present in the leaves. The higher cultivar Jaburu yield was associated with its higher harvest index. Cassava yield appeared to be more related to the increase in the root diameter than to the root number or root length. The last two parameters were stabilized 90 days after planting. It was found a direct relationship between cassava yield and the length of the plant growing cycle.

1 - INTRODUÇÃO

A mandioca (Manihot esculenta Crantz) é uma dicotiledônea da família das Euphorbiaceas, cujo gênero Manihot tem a maioria das espécies selvagens no Brasil, principalmente em zonas áridas e semi-áridas dos sertões brasileiros, sendo considerado como o provável centro de origem da cultura (VIEGAS, 1976).

Atualmente a mandioca é cultivada em todo o mundo tropical e sub-tropical, compreendido desde o paralelo de 30° de latitude sul até o paralelo de 30° de latitude norte (NORMANHA, 1976). Nestes limites encontram-se aproximadamente 90 países produtores dos quais apenas 10 são responsáveis por 80% (oitenta por cento) da produção mundial, sendo a Tailândia o maior produtor (FAO, 1988).

A mandioca pode ser cultivada em todo o território brasileiro, apresentando inúmeras vantagens, tais como: fácil propagação, elevada tolerância a longas estiagens, rendimentos satisfatórios, pouca exigência em insumos modernos, flexibilidade no prazo para a colheita, consorciável com inúmeras plantas alimentícias e industriais. Por isso é que a mandioca deve ser usada como uma forma de melhor explorar a terra agrícola e economicamente (EMBRAPA, sd).

Os maiores produtores brasileiros desta cultura são os estados da Bahia, Pará e Paraná, sendo que a maior produtividade foi registrada no Paraná. O Ceará situa-se em 10° (décimo) lugar em produção e sua produtividade é das mais baixas, em torno de 9t/ha (FIBGE, 1988).

A mandioca apresenta crescimento indeterminado, com o início da tuberização das raízes ocorrendo cerca de 60 dias após o plantio. A partir daí, as raízes continuam crescendo de forma contínua, desde que a umidade do solo permita o desenvolvimento das atividades fisiológicas da planta (absorção de água, transpiração, fotossíntese e

translocação de assimilados). Com o final do período chuvoso, a planta reduz ou cessa essas atividades, encerrando o que se denomina primeiro ciclo de crescimento. Como a planta pode ser cultivada em um ou dois ciclos, no caso do uso de dois ciclos, o crescimento será retomado quando do início do período chuvoso do segundo ano. Portanto, quanto maior o período de crescimento ativo da planta, no primeiro ciclo, maior será a sua produtividade. Entretanto, há informações na literatura que demonstram claramente que no primeiro ciclo a produção de raízes tuberosas é favorecida, fato que não ocorre no segundo ciclo (TÁVORA et alii, 1982). Assim, qualquer esforço no sentido de otimizar as condições de produção da planta, no primeiro ciclo, deverá trazer benefícios imediatos à produtividade da cultura.

Dentro dessa linha de raciocínio, instalou-se o presente estudo com o objetivo de aumentar-se a produtividade de raízes de mandioca pela ampliação do período de crescimento ativo da planta, no primeiro ciclo, através da antecipação do plantio, possibilitada pela suplementação hídrica. Esta suplementação será mínima, ajustando-se na prática, aos poucos recursos hídricos presentes no Nordeste semi-árido, pelo fato de ser posta em prática logo no início do desenvolvimento da cultura, ocasião em que a evapotranspiração é pequena.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - Épocas de plantio e colheita da mandioca

A melhor época para o plantio da mandioca, no Estado de São Paulo, segundo NORMANHA & PEREIRA (1947), é no início das chuvas (outubro a março) quando, além de umidade satisfatória, ocorrem também temperaturas elevadas favoráveis à brotação e desenvolvimento das estacas de mandioca. Com relação à época de colheita estes autores indicam o período de março a setembro como sendo o ideal. No Estado do Rio de Janeiro, MENEZES (1958) realizou estudos sobre as melhores épocas de plantio de mandioca, concluindo que o melhor período está compreendido entre a segunda quinzena de setembro e a primeira de novembro. O mesmo trabalho mostrou que a colheita deve ser realizada aos 13 meses do plantio. A época menos aconselhável é aos 11 meses, pois além de apresentar baixa produtividade, a qualidade das raízes tuberosas é bastante inferior. Quando a mandioca se destina ao consumo "in natura", deve ser colhida aos 9 meses, já que nessa idade as raízes apresentam excelente qualidade para o consumo.

Trabalho realizado em Sete Lagoas (MG), por CORREA et alii (1973), sobre a influência da época de plantio na produção de raízes e ramas, na cultura da mandioca, mostrou que o período ideal para o plantio é de cinco de outubro a vinte de dezembro. Os resultados mostram ainda que o aumento das chuvas, durante o primeiro período chuvoso, não influenciou na produtividade da mandioca. Ao contrário, um aumento da precipitação no segundo período chuvoso e no período seco, refletirão favoravelmente na produtividade da cultura.

ALBUQUERQUE et alii (1974), estudando épocas de plantio e colheita, em zonas mandioqueiras do leste paraense, concluíram que a época de plantio exerce influência sobre a pro

dução, devendo ser evitada a instalação de mandiocaais em período muito seco do ano, bem como no mês do início da estação de alta pluviosidade. A época de colheita influi sobre a produção de raízes, tendo estas um crescimento contínuo até o 18º mês do plantio. Por outro lado, o teor de fécula apresentou aumento progressivo até o 9º mês, quando se estabilizou até o final do ciclo, aos 18 meses.

O plantio da mandioca deve coincidir com o início da estação chuvosa, época em que o solo se encontra suficientemente úmido (CONCEIÇÃO, 1979). CONCEIÇÃO & SAMPAIO (1981), em Cruz das Almas (Ba), indicam o mês de maio como o melhor período para o plantio da mandioca, por proporcionar produções significativamente superiores (36t/ha) aos plantios de abril (27t/ha) e junho (19t/ha). PINHO et alii (1981), em experimento realizado em Pacajus (Ce), com as cultivares "do céu" e "pão do chile", para se estudar as respostas da mandioca às diferentes épocas de plantio, concluíram que a cultura é sensível à época de plantio, com os primeiros plantios apresentando maiores produtividades. Em face aos resultados obtidos, os autores recomendam que o plantio seja efetuado logo no início das chuvas.

Trabalho realizado em Altamira (Pa), por KATO & KATO (1982), sobre a influência da época de plantio e colheita na produção de quatro cultivares de mandioca, mostrou que as melhores épocas para o plantio são janeiro e março e que a melhor produtividade ocorre quando a colheita é feita aos dezoito meses após o plantio.

2.2 - Ciclos de cultivo da mandioca

A mandioca possui crescimento indeterminado, portanto, podendo ser cultivada tanto em um ciclo (plantada e colhida no mesmo ano agrícola) como em dois ciclos (plantada num ano e colhida no outro). CORREA & ROCHA (1979), em estudo sobre a cultura da mandioca em dois ciclos, mostraram que o

maior acúmulo de matéria seca nas raízes tuberosas ocorre durante o segundo ciclo vegetativo da cultura, correspondendo ao período de outubro a abril, com produção aos 18 meses superior em 242% quando comparada com a produção aos doze meses de idade.

Para MONARDO & MORAES (1981), o cultivo da mandioca no Sul de Santa Catarina, com dois ciclos, é mais econômico do que com um ciclo em dois cultivos consecutivos, uma vez que, no cultivo de dois ciclos, as produções são maiores e os custos são menores. QUEIROZ *et alii* (1981), em Pacajus (Ce), encontraram dados contrastantes com os obtidos por MONARDO & MORAES (1981), ou seja, a soma das produções de raízes e ramas, colhidas aos doze meses de plantio, em dois cultivos consecutivos, foi significativamente superior à produção colhida aos dezoito meses em plantio de dois ciclos.

De acordo com TÁVORA *et alii* (1982), a produção de raízes e ramas de mandioca atingem o máximo no final do primeiro período chuvoso, estabilizando-se o acúmulo de matéria seca das raízes até o final do primeiro ciclo, quando se inicia o segundo período de crescimento com o reinício das chuvas. A produção de raízes foi maior no primeiro ciclo do que no segundo, ao passo que as ramas apresentaram um comportamento inverso. O máximo índice de colheita foi obtido logo no final do primeiro ciclo, sugerindo que, nas condições do litoral cearense, a cultura seja explorada em apenas um ciclo. O índice de área foliar variou de forma marcante ao longo dos dois ciclos de crescimento, atingindo, no primeiro, valores máximos aos quatro meses após o plantio, caindo rapidamente aos sete e elevando-se lentamente até aos onze, com um aumento maior até aos quinze meses de idade.

2.3 - Necessidades hídricas da cultura

A mandioca parece adaptar-se a diversos regimes pluviométricos. No Nordeste Brasileiro é cultivada em áreas com menos de 600mm anuais de precipitação (BANCO DO NORDESTE, 1967). A maioria dos autores concordam que a pluviosida

de se situa entre 1.000 e 1.500mm/ano, bem distribuídos, principalmente nos seis primeiros meses de desenvolvimento da cultura, embora ela possa suportar precipitações maiores, como por exemplo na Indonésia, com 4.000mm/ano (CONCEIÇÃO, 1979). Como no Nordeste as precipitações não são bem distribuídas, o regime pluviométrico constitui um dos fatores limitantes para que a cultura atinja produtividades máximas.

Segundo GAUSENS & BAGNOULS, citados por VILELA & ANTUNES (1979), a irrigação da mandioca é recomendada sempre que o total da precipitação mensal em mm é menor ou igual ao dobro da temperatura média mensal em °C. Para CONCEIÇÃO (1979), a mandioca necessita de um suprimento hídrico adequado na primeira fase de seu ciclo, ou seja, fase de brotação e estabelecimento da cultura. Após esta fase a planta torna-se resistente a deficiências hídricas, relativamente elevadas e longas.

MENEZES (1958), citado por TORO & ATLEE (sd), mostrou que a mandioca apresentou máximo requerimento hídrico entre quatro e seis meses após o plantio. Caso ocorra uma seca após os dois primeiros meses de plantio, praticamente cessa o crescimento, observando-se ainda a queda generalizada das folhas. Quando do reinício das chuvas, a planta utiliza as reservas de hidratos de carbono presentes nos ramos e raízes tuberosas para produzir novas folhas.

OLIVEIRA et alii (1980), estudando em Cruz das Almas (Ba), o efeito da deficiência hídrica no comportamento da mandioca, relatam que a planta é extremamente sensível a seca entre o segundo e o quinto mês, correspondendo à fase de tuberização das raízes. Concluíram também que a partir do sexto mês a deficiência hídrica não reduz significativamente a produção de raízes tuberosas, sendo dispensável a suplementação hídrica nos últimos três meses do ciclo da cultura.

De acordo com PALTA (1984), um pequeno período de deficiência hídrica faz com que decresçam a fotossíntese líquida, bem como a condutância difusiva das folhas. Constatou ainda o autor uma redução tanto na área foliar unitária como no número de folhas por ápice. Os dados mostram também que, sob condições de deficiência hídrica, as plantas mais vigoroso

As reduções mais rapidamente a taxa de fotossíntese líquida. Por outro lado, CONNOR & COCK (1981) demonstraram que a queda das folhas não é o primeiro mecanismo pelo qual a planta ajusta sua área foliar em resposta à deficiência hídrica, mas sim através da restrição da sua expansão. IKE & THURTELL (1981) mostraram que uma deficiência severa resulta, em primeiro lugar, no murchamento das folhas, seguido de uma descoloração e, finalmente, abscisão das 3-4 folhas basais. No caso de uma deficiência moderada ocorre apenas o murchamento, não seguido da queda das folhas.

CONNOR et alii (1981) estudaram o efeito da deficiência hídrica na produção, distribuição e modelo de crescimento, de duas cultivares de mandioca. A cultivar mais produtiva (M Col 22) teve a produção de raízes tuberosas mais afetada pela deficiência hídrica. Por sua vez, a cultivar M Mex 59, menos produtiva, apresentou-se menos susceptível à deficiência hídrica, bem como com maior capacidade de recuperação, uma vez cessada a deficiência hídrica. A produção de biomassa nas raízes tuberosas aumentou com a deficiência hídrica, particularmente na cultivar M Mex 59, sugerindo-se que a carência de água é mais prejudicial à produção de ramas que de raízes tuberosas.

Estudos desenvolvidos por OLIVEIRA et alii (1982) revelaram ser a mandioca mais susceptível à deficiência hídrica entre 30 e 150 dias após o plantio, correspondendo ao período de enraizamento de estacas e fase inicial do processo de tuberização. Foram constatadas reduções de até 62% (sessenta e dois por cento) nas plantas submetidas à deficiência hídrica no período citado. Os autores informam que a partir do sexto mês a deficiência hídrica não causou prejuízos significativos à produção das plantas, não sendo, portanto, recomendada a suplementação hídrica nos três últimos meses do primeiro ciclo da cultura.

2.4 - Irrigação da mandioca

Estudo sobre o efeito da frequência e profundidade de irrigação no comportamento da mandioca, em Cruz das Almas (Ba), revelou que a irrigação da cultura com maior frequência, determinava o surgimento de plantas com maior altura e raízes mais superficiais, facilitando, pois, a colheita mecânica (SENA & CAMPOS, 1973). O estudo permitiu ainda concluir que a mandioca deve ser irrigada na profundidade máxima de 40cm. Com relação à frequência de irrigação, SENA & CAMPOS (1975), apoiados em estudos realizados em Cruz das Almas (Ba), recomendam a irrigação na frequência de 18 dias, durante os seis meses de estio do ano, entre 15 de setembro e 15 de março.

Em experimentos realizados em Campinas (SP), ARRUDA et alii (1978) concluíram que a irrigação no final do cultivo da mandioca, na época seca do ano, não tem efeito significativo sobre a produção de raízes. Os autores justificam a ausência de resposta à irrigação pelas baixas temperaturas que ocorrem nesta época do ano, responsáveis pela redução da atividade metabólica da planta. Os estudos revelaram que a irrigação não foi capaz de reverter a queda das folhas nem antecipar as novas brotações, mostrando ser a temperatura o fator climático mais importante a atuar sobre a planta durante esta fase da cultura. Os autores sugerem que haveria maiores chances de se obter resposta à irrigação antecipando-se o plantio para o período de maio a agosto, irrigando-se somente nesta época, de modo a garantir um bom "stand", com as plantas já apresentando um bom desenvolvimento no início do período chuvoso e quente, por volta de outubro.

2.5 - Crescimento e formação da produção

O principal objetivo na exploração da cultura da

mandioca é a produção de raízes tuberosas. Esta produção depende da velocidade, precocidade e duração da tuberização e isso é função do bom desenvolvimento dos demais órgãos da planta, sendo necessário um abrangente estudo de toda estrutura da planta. Para WILLIAMS & GHAZALI (1969), a presença excessiva de folhas pode afetar a produção por dois caminhos: pela competição por assimilados entre as folhas e as raízes tuberosas ou pela produção de uma copa com índice de área foliar acima do ótimo, o qual provocará uma baixa eficiência fotossintética da planta. Além disso, a produção é afetada pelo ângulo e tamanho da folha, através da influência na distribuição da luz na copa da cultura e portanto na eficiência fotossintética.

Com relação ao número de hastes, ENYI (1972) realizou trabalho mostrando que plantas com apenas uma haste são mais produtivas que as com mais de uma, indicando que a maior competição da copa tem efeito negativo sobre a produção de raízes tuberosas. Por outro lado, CORREA *et alii* (1981) demonstraram que cultivares de mandioca com duas hastes apresentam maior produtividade que aquelas com haste única.

De acordo com ENYI (1972), a taxa de tuberização aumenta com o índice de área foliar, atingindo um máximo por volta de 3,5. Acima deste valor começa a decrescer a taxa de tuberização, decréscimo este que pode ser atribuído a redução da taxa de assimilação líquida devido ao sombreamento mútuo das folhas. O autor enfatiza que a acumulação de matéria seca nas raízes tuberosas pode ser limitada tanto pela quantidade de assimilados disponíveis, para o crescimento, como pela capacidade de absorção de assimilados pelas próprias raízes tuberosas. ENYI (1973) afirma que a produção de raízes tuberosas está relacionada de forma positiva com sua taxa de acúmulo de matéria seca, e que esta taxa aumenta linearmente com o índice de área foliar e com a relação raiz/caule.

WHOLEY & COCK (1974) conduziram trabalhos na Colômbia, com o objetivo de estudar os processos que determinam a precocidade na cultura da mandioca. Concluíram que esta

característica está associada à rápida taxa de acúmulo de matéria seca nas raízes e não ao início do processo de tuberização, que ocorre aproximadamente na mesma época, por volta dos 60 dias, para todas as cultivares, independente do grau de precocidade apresentado. Segundo WILLIAMS (1974), a produção de raízes tuberosas em mandioca está associada ao peso das raízes e não ao seu número. Por sua vez, o peso depende do diâmetro das raízes e do tamanho das células dos tecidos de armazenamento, oriundos da atividade cambial. O comprimento das raízes parece não influenciar de forma expressiva na produção da planta, uma vez que iniciado o processo de tuberização as raízes deixam de alongar. Foi constatado que a tuberização não reduziu o crescimento da parte aérea da planta, constituindo-se esta num forte competidor por assimilados. O autor discute ainda a possibilidade de o crescimento das raízes tuberosas influenciar positivamente a capacidade assimilatória da copa da planta, em resposta ao aumento da demanda por assimilados.

COCK (1976), estudando o crescimento de 40 cultivares de mandioca, constatou que as duas mais produtivas apresentaram um equilíbrio entre produção de raízes e parte aérea, de tal forma que o índice de área foliar não foi reduzido de forma expressiva nos últimos estágios de crescimento. O autor recomenda que uma cultivar produtiva deva apresentar alto índice de área foliar e elevado índice de colheita, mas a distribuição de matéria seca para as raízes não deve inibir a produção de folhas. Segundo HUNT et alii (1977), o período de atividade das folhas é muito variável. Folhas que aparecem durante o período de maior desenvolvimento da cultura têm uma vida mais curta do que aquelas que aparecem após o período em que a atividade é reduzida. Esta longevidade depende também do genótipo da planta. Tem sido frequentemente notado que folhas pequenas e verticais ten-dem a permanecer na planta por período mais longo de tempo.

Segundo COCK et alii (1979), o crescimento das folhas e do caule tem preferência sobre o crescimento das raízes, as quais só recebem os carboidratos assimilados quando as necessidades da parte aérea são atendidas. Quando o nú-

mero de raízes tuberosas é maior que 9 raízes/planta, sua capacidade de demanda parece não limitar o crescimento de suas raízes nem a produção total de matéria seca. Porém, se o número é menor que 9 raízes/planta, sua pequena capacidade de demanda pode limitar tanto a produção total de matéria seca como causar um desequilíbrio na planta, fazendo com que a parte aérea retenha mais carboidratos do que normalmente requer.

SINHA & NAIR (1981), baseados em estudos realizados na Índia, concluíram que o índice de área foliar, bem como sua duração, são fatores importantes para a formação da capacidade produtiva da cultura da mandioca, pois somente aquelas cultivares que mantêm um elevado índice de área foliar por um longo período de tempo conseguem atingir altas produtividades.

FHAL et alii (1982), estudando a fisiologia da mandioca, concluíram que as taxas de crescimento da cultura atingiram níveis máximos aos 145 dias após o plantio e que o crescimento das raízes teve seu pico entre 165 e 175 dias. O índice de área foliar apresentou valor máximo igual a 4,0 por volta dos 140 dias. Os autores identificaram diferentes drenos ao longo do ciclo de crescimento da planta. Assim, inicialmente, grande parte da matéria seca produzida é direcionada para a formação das folhas. Em seguida, o caule da planta passa a exercer uma forte demanda por assimilados. Finalmente, numa fase mais avançada, as raízes passam a constituir um forte competidor por assimilados produzidos pelas plantas. Em trabalho realizado em Pacajus (Ce), sobre o crescimento da cultura da mandioca, em regime de sequeiro, PINHO et alii (1988) concluíram que o número de raízes estabilizou-se entre 112 e 156 dias após o plantio, constatando-se variações entre cultivares com relação ao número de raízes formadas e a época da estabilização. Por sua vez, o comprimento máximo das raízes foi atingido precocemente, entre 76 e 95 dias. De acordo com os resultados não houve evidência de aumento do número e comprimento de raízes entre o final do primeiro ciclo e o início do segundo. Contrariamente, o diâmetro das raízes cresceu conti

nuamente, desde o início da tuberização até a colheita final.

2.6 - Distribuição da produção

A distribuição de matéria seca pela planta, nos órgãos de importância econômica, no caso da mandioca, nas raízes tuberosas, tem merecido a atenção de diversos pesquisadores. OELSLIGLE (1975) constatou que o índice de colheita atingiu valor máximo entre 9 e 10 meses, correspondendo ao final do primeiro ciclo da cultura. MAHON et alii (1976), em estudos realizados em casa de vegetação, concluíram que tanto a fotossíntese total como a distribuição de assimilados constituem importantes fatores para a determinação da produtividade da mandioca. ALMEIDA et alii (1976) encontraram uma relação positiva entre produção de ramas e raízes de cultivares de mandioca submetidas à suplementação hídrica. Para cada unidade de incremento da matéria fresca das ramas correspondia um incremento de 0,54 unidades de matéria fresca nas raízes.

Segundo HUNT et alii (1977), a distribuição de matéria seca entre os diferentes órgãos da planta e a relação entre a área foliar e o total de peso seco mudam marcadamente durante o ciclo da cultura. Em termos percentuais, a participação da parte aérea cai com a idade da planta, enquanto que a das raízes aumenta durante o primeiro ciclo da cultura. No segundo ciclo, o índice de colheita tende a cair, ou seja, aumenta a participação da parte aérea na biomassa total. Estudos realizados por ARRUDA et alii (1978), em Campinas (SP), em latossolo roxo, mostram que a adubação teve efeito negativo sobre o índice de colheita da mandioca. De acordo com CORREA & ROCHA (1979), o índice de colheita é um importante parâmetro de aferição da potencialidade de uma cultivar de mandioca, devendo ser determinado numa mesma época, a fim de permitir comparações.

QUEIROZ et alii (1981), em estudo realizado em Pacajus (Ce), demonstraram que os maiores índices de colheita da mandioca foram obtidos entre 10 e 12 meses após o plantio. De acordo com os mesmos autores o teor de amido das raízes não variou de modo significativo dos 10 aos 16 meses, passando, entretanto, a decrescer a partir dessa data até a colheita final realizada com 24 meses.

CORREA et alii (1981), em trabalho sobre o número de hastes no comportamento de quatro cultivares de mandioca, revelam que o maior índice de colheita ocorre quando a mandioca apresenta apenas uma haste, mostrando assim que na planta com maior número de hastes os assimilados são destinados preferencialmente à parte aérea, diminuindo assim a eficiência na produção de raízes tuberosas.

Segundo TÁVORA et alii (1982), o índice de colheita decresce com o aumento da densidade populacional. Isto significa que, à proporção que se aumenta a densidade, a planta passa a distribuir em maior proporção, para a parte aérea, o resultado de sua atividade fotossintética. Os autores mostram ainda que o índice de colheita aumenta no primeiro ciclo até o sétimo mês, caindo a partir daí até a colheita final, aos 17 meses, ao final do segundo ciclo.

3 - MATERIAL E MÉTODO

Um trabalho de campo foi realizado entre dezembro de 1988/89, na área experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba, pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), situado em Paraipaba, Ceará, em solo arenoso (areia quartzosa), característico de regiões litorâneas do Estado, ideal ao desenvolvimento da mandioca.

O preparo da área constou de aração e duas gradagens cruzadas, de modo a deixar o solo bem mobilizado e uniforme.

Para a caracterização física do solo foram coletadas as duas amostras a 10cm e duas a 30cm de profundidade, com auxílio de um anel volumétrico com 4,1cm de diâmetro e 4,8cm de altura, para determinação da porosidade e densidade aparente do solo, segundo o método descrito por UHLAND (1949). De acordo com as análises foram obtidos os valores de 42,08% e 1,535 para porosidade e densidade aparente, respectivamente, na amostra de 10cm e 41,70% e 1,545 na amostra de 30cm.

A curva característica de retenção de umidade do solo (FIGURA 1), foi traçada utilizando-se o equipamento de prato e panela de pressão, segundo metodologia proposta por RICHARDS (1949). A capacidade de campo, com valor de $0,075\text{cm}^3.\text{cm}^{-3}$, foi determinada no local do experimento, pela metodologia descrita por BERNARDO (1984) e REICHARDT (1987).

Foram igualmente coletadas amostras para análise química do solo e recomendação de adubação, constantes na TABELA 1. Atendendo as recomendações da análise de solo foi feita uma adubação de nivelamento, aplicando-se 40kg/ha de nitrogênio, 45kg/ha de P_2O_5 e 30kg/ha de K_2O , na forma de uréia, super simples e cloreto de potássio, respectivamente. O fósforo e o potássio foram aplicados na fundação, em sulcos, 10cm ao lado da fileira de plantio. O nitrogê

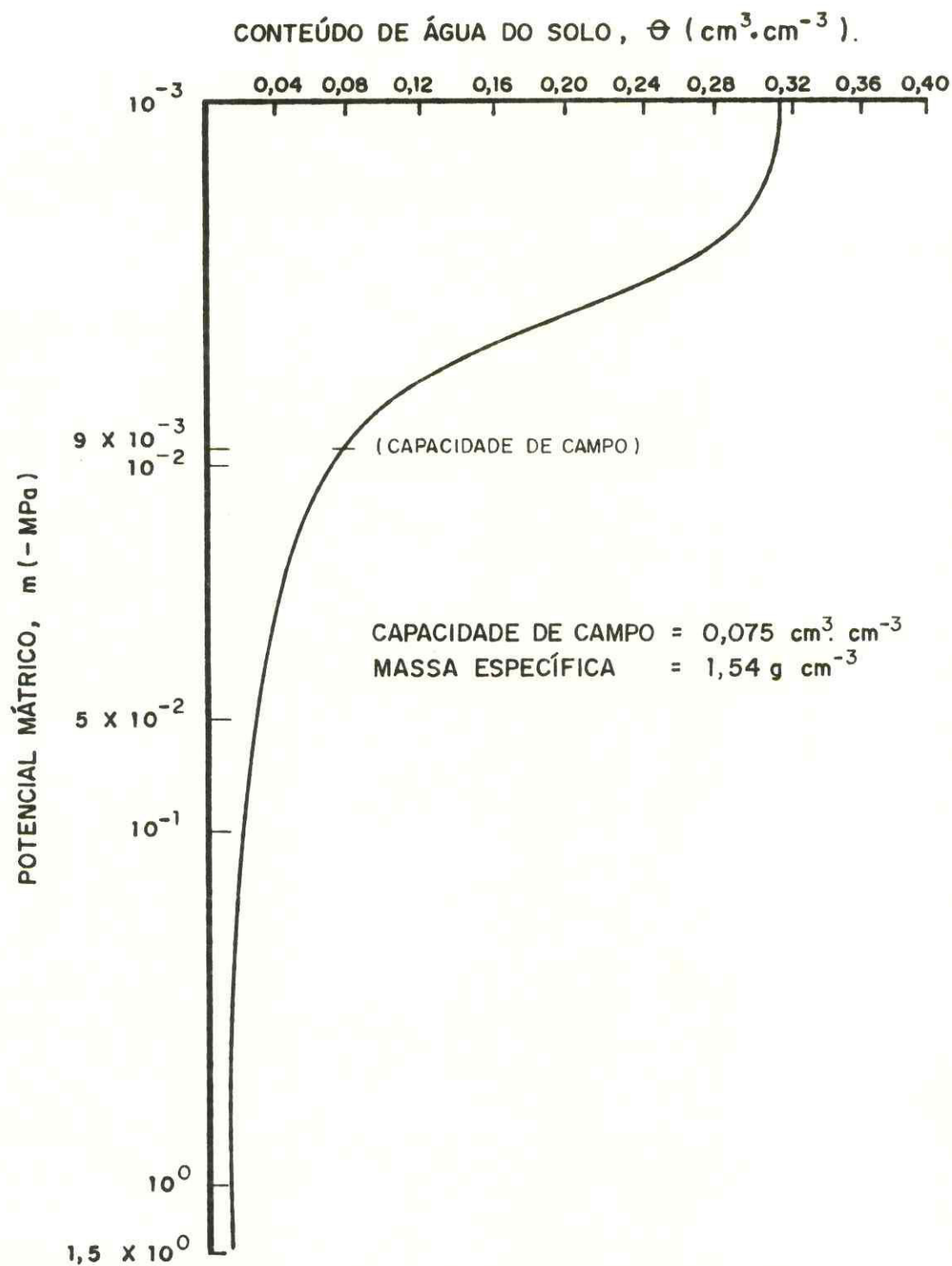


FIGURA 1 - Curva de retenção de água do solo da área experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

TABELA 1 - Características químicas do solo da fazenda experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Elementos	Unidade	Amostra 1		Amostra 2	
		Valor	Nível	Valor	nível
P ₂ O ₅	ppm	30	alto	50	alto
K ₂ O	ppm	90	médio	70	médio
Ca ⁺⁺ + Mg ⁺⁺	me%	2,8	médio	2,5	médio
Alumínio	me%	0,0	baixo	0,0	baixo
pH	-	7,1	neutro	7,2	neutro

nio foi aplicado em cobertura, ao longo das fileiras de plantio, metade aos 30 dias e a outra metade aos 45 dias após o plantio.

O estudo constou de um ensaio instalado em diferentes épocas de plantio, combinadas com diferentes regimes de irrigação. Dois tratamentos foram instalados em dezembro e janeiro, com suplementação hídrica antes do início do período chuvoso, para possibilitar a germinação das estacas e crescimento inicial das plântulas. Em seguida mais dois foram instalados em fevereiro e março, sem suplementação. O último, também plantado em março, recebeu suplementação hídrica ao final do primeiro ciclo, quando as chuvas cessaram na região. Os plantios foram realizados no dia 13 de cada mês. No planejamento do estudo pretendia-se, caso necessário, realizar também irrigações suplementares no plantio antecipado de fevereiro. Entretanto, como as chuvas ocorreram em ritmo satisfatório, a partir da data do plantio deste tratamento, não foi necessária tal suplementação hídrica.

A TABELA 2 apresenta a distribuição pluviométrica e as lâminas de água aplicadas nos diversos tratamentos, ao longo do desenvolvimento da cultura. A TABELA 3 apresenta os valores de temperaturas máximas e mínimas e umidade relativa.

As irrigações foram feitas sempre que a tensão de água no solo se encontrava entre $-0,20$ e $-0,35\text{atm}$, sendo aplicada uma lâmina d'água que permitisse o retorno do solo à capacidade de campo. Na instalação dos tratamentos de dezembro e janeiro, logo após o plantio, foram feitas irrigações durante três dias consecutivos para facilitar a germinação, sempre obedecendo a umidade do solo no cálculo da lâmina de reposição necessária ao retorno à capacidade de campo. Estas irrigações foram feitas de acordo com a curva de retenção de umidade (FIGURA 1). Para se fazer o acompanhamento da umidade e portanto saber-se a quantidade de água a ser aplicada foi utilizado o testador 'SPEEDY', que mede a umidade em percentagem em relação ao peso do solo seco.

As irrigações foram feitas por aspersão, com 9 (nove) aspersores, no espaçamento de $6\text{m} \times 12\text{m}$, sendo coleta

TABELA 2 - Precipitação pluviométrica e água aplicada à cultura da mandioca (mm) em diferentes épocas de plantio e colheita. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Período	Pluviosidade	Irrigação					TOTAL (Pluviosidade + Irrigação)				
		Plantios					Plantios				
		EP 1	EP 2	EP 3	EP 4	EP 4*	EP 1	EP 2	EP 3	EP 4	EP 4*
		12/88	01/89	02/89	03/89	03/89*	12/88	01/89	02/89	03/89	03/89*
14/12-13/01	6,8	36,3					43,1				
14/01-13/02	115,7	6,1	9,6				121,8	125,3			
14/02-13/03	140,9	-	-	-			140,9	140,9	140,9		
14/03-13/04	306,3	-	-	-	-	-	306,3	306,3	306,3	306,3	306,3
14/04-13/05	241,4	-	-	-	-	-	241,4	241,4	241,4	241,4	241,4
14/05-13/06	137,3	-	-	-	-	-	137,3	137,3	137,3	137,3	137,3
14/06-13/07	152,7	-	-	-	-	-	152,7	152,7	152,7	152,7	152,7
14/07-13/08	66,1	-	-	-	-	-	66,1	66,1	66,1	66,1	66,1
14/08-13/09	12,6	-	-	-	-	4,8	12,6	12,6	12,6	12,6	17,4
14/09-13/10	-	-	-	-	-	29,0	-	-	-	-	29,0
14/10-13/11	-	-	-	-	-	22,5	-	-	-	-	22,5
14/11-13/12	0,2	-	-	-	-	13,3	0,2	0,2	0,2	0,2	13,5
TOTAL	1.180,0	42,4	9,6			69,6	1.222,4	1.182,8	1.057,5	916,6	986,2

* - Plantio efetuado em março e irrigado à partir de agosto.

FONTE: Estação Meteorológica do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba, no período de dez/88/89.

TABELA 3 - Temperatura e umidade relativa do ar registradas na Estação Experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba, no período de dez/88 a dez/89.

Meses	Temperatura °C		Umidade Relativa (%)
	máxima	mínima	
Dezembro	32,6	22,2	92
Janeiro	32,4	22,6	95
Fevereiro	31,8	22,6	94
Março	31,0	22,8	97
Abril	29,8	23,0	98
Maio	30,7	22,8	96
Junho	31,0	22,1	95
Julho	30,5	21,8	96
Agosto	31,8	21,3	93
Setembro	33,0	21,6	88
Outubro	33,5	22,9	91
Novembro	33,5	23,0	94
Dezembro	32,4	23,4	95

FONTE: Estação Meteorológica do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba, dez/88 a dez/89.

da a água em pluviômetros de 5,25cm de raio, no espaçamento de 4m X 4m, para aferição da água suplementada.

Foram realizadas quatro colheitas, a primeira em 13 de junho de 1989 e as demais a intervalos de dois meses. A TABELA 4 mostra o número de dias entre o plantio e a colheita, bem como a quantidade de água disponível à cultura nos diversos tratamentos, ao longo do seu desenvolvimento.

Foram utilizadas as cultivares Jaburu e EAB-652, Introduzidas do Centro Nacional de Pesquisa da Mandioca e Fruticultura (CNPMPF) pela Empresa Cearense de Pesquisa Agropecuária (EPACE). As manivas sementes tinham 20cm de comprimento, com diâmetro igual ou superior a 2cm, sendo originadas do terço médio da haste de plantas com 10 a 14 meses de idade, dependendo da época de plantio. As manivas foram plantadas na posição vertical, enterrando-se cerca de 10cm.

As cultivares estudadas apresentam elevado potencial de produtividade, tendo, entretanto, características de desenvolvimento e formação de copa diferentes (TÁVORA et alii, 1988).

Foi adotado o delineamento inteiramente casualizado, com 4 repetições. As cultivares foram dispostas ao acaso, enquanto que as épocas de colheita e de plantio foram dispostas de forma sistemática (não casualizadas).

Os dados, relativos à produção de matéria fresca das raízes, parte aérea e total, foram obtidos em cada época de colheita, a partir de oito plantas que compunham a parcela útil. Destas, duas plantas foram selecionadas para determinação da altura da planta, número de hastes, número de ápices, número de folhas, número, diâmetro e comprimento das raízes tuberosas, índice de colheita e percentagem de matéria seca das folhas, raízes e parte aérea. Para a determinação da percentagem de matéria seca das diversas partes da planta, uma amostra de duas plantas por parcela foi posta a secar em estufa, a uma temperatura inicial de 65°C e, após 24 horas, a 105°C, até o material atingir peso constante. A partir desses valores foi determinada a produção de matéria seca das raízes, ramas e total. O índice de colheita foi

TABELA 4 - Número de dias entre o plantio e a colheita, e quantidade de água (mm) disponível à mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	(data)	Épocas de colheitas (data)							
		EC 1		EC 2		EC 3		EC 4	
		(13.06.89)		(13.08.89)		(13.10.89)		(13.12.89)	
		dias	mm	dias	mm	dias	mm	dias	mm
EP 1*	(13.12.88)	182	990,74	243	1.209,54	304	1.222,14	365	1.222,34
EP 2*	(13.01.89)	151	951,19	212	1.169,99	273	1.182,59	334	1.182,79
EP 3	(13.02.89)	120	825,90	181	1.049,70	242	1.057,30	303	1.057,50
EP 4	(13.03.89)	92	685,00	153	903,80	214	916,40	275	916,60
EP 4**	(13.03.89)	92	685,00	153	903,80	214	950,28	275	986,30

* - Plantio irrigado no início do cultivo

** - Plantio irrigado no final do cultivo

obtido com base no peso seco, a partir da divisão da produção de raízes tuberosas pela produção total da planta. Já o número de raízes tuberosas foi obtido pela contagem destas com diâmetro igual ou superior a 3mm. O diâmetro e o comprimento das raízes tuberosas foram obtidos nas quatro raízes mais representativas das duas plantas amostradas por parcela.

As variáveis estudadas foram submetidas à análise de variância.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - Características relativas à produção de parte aérea

A altura da planta cresceu continuamente em resposta a antecipação do plantio e ao aumento do ciclo de crescimento da mandioca (TABELAS 5 e 6). A irrigação realizada no início do crescimento da cultura teve efeitos significativos na altura da planta de mandioca enquanto a realizada ao final do ciclo não apresentou influência nesta variável. A cultivar EAB-652 apresentou plantas 22,22% mais altas que a Jaburu, provavelmente em função de uma menor e mais tardia ramificação dessa última (TABELA 6).

Com relação ao número de hastes, os dados mostram que à proporção que o plantio é antecipado ocorre uma tendência a sua diminuição. O comprimento do ciclo da cultura não teve influência no número de hastes por planta, sugerindo assim que esta variável é mais influenciada pelas condições ambientais, na época do plantio, bem como pelas características da própria maniva semente (genótipo e condições ambientais). Observa-se ainda que a cultivar Jaburu apresenta um número de hastes 16,1% inferior à cultivar EAB-652, diferença esta altamente significativa (TABELA 7).

A TABELA 8 mostra que ocorre um aumento gradativo no número de ápices à proporção que aumenta a idade da planta, a partir de 210 dias na cultivar EAB-652 e 270 dias na cultivar Jaburu. O início do processo de ramificação, independente da época do plantio e do regime de irrigação, está relacionado de forma definida, para cada cultivar, com o ciclo da planta. A cultivar Jaburu, além de apresentar-se mais tardia, com relação ao início do processo de ramificação, o apresenta de forma menos intensa. Assim, ao final do ciclo, a cultivar EAB-652 apresentou-se bem

TABELA 5 - Análise de variância das variáveis relativas à produção de parte aérea da mandioca, do ensaio sobre o efeito da antecipação do plantio, com irrigação suplementar, no desenvolvimento da mandioca no litoral cearense. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios						
		Altura da Planta	Número de Hastes	Número de Ápices	Número de Folhas	Peso seco da Parte Aérea	Peso fresco da Parte Aérea	Peso seco das Folhas/pl
Épocas de Plantio	4	40,778**	0,87**	133,7**	15,794**	38.055.394**	415.148.743**	421,7**
Épocas de colheita	3	59.331**	0,16	294,0**	18.610**	51.687.917**	565.800.139**	313,6
EP-X EC	12	440	0,19	37,3**	3.338	952.714	10.407.572	1.025,5**
Res [R(EP X EC)]	60	695	0,19	10,2	1.594	1.415.155	16.108.973	161,8
Cultivares	1	30.761**	5,26**	355,5**	39.879**	45.132.878**	343.243.657**	4,7
EP X C	4	314	0,04	12,8	1.347	2.303.515	20.335.261	44,8
EC X C	3	1.177*	0,32	40,9*	3.154	3.351.920	26.769.154	346,6*
EP X EC X C	12	415	0,11	29,7**	2.955	1.503.529	15.846.369	106,7
Resíduo	60	388	0,18	10,5	1.798	1.337.751	15.397.701	119,3
CV(%)		14,34	20,40	65,69	52,22	49,17	45,31	33,57

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 6 - Altura de plantas (cm) de cultivares de mandioca em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de colheitas				Médias	Épocas de colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	144,4	167,1	167,8	215,1	173,6B	168,1	205,6	225,8	237,4	209,2A
EP 2*	94,1	121,3	159,4	171,5	136,6CD	112,8	166,1	172,3	219,1	167,6B
EP 3	69,4	95,9	139,4	166,0	117,7DE	81,5	138,0	154,1	201,9	143,9C
EP 4	61,8	68,5	111,9	144,5	96,7EF	62,9	101,9	130,6	166,1	115,4DEF
EP 4**	61,6	83,9	95,6	131,9	93,3F	66,1	99,3	136,0	180,0	120,5D
Médias	86,3e	107,3d	134,8c	165,8b	123,5	98,3de	142,2de	163,8b	200,9a	151,3

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivar = 22,66

Épocas de Colheita X Cultivar = 18,86

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 7 - Número de hastes em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	1,25	1,63	2,00	1,50	1,59C	2,00	2,00	2,00	2,00	2,00ABC
EP 2*	2,00	2,13	1,75	1,63	1,88BC	2,38	2,13	2,00	2,00	2,13AB
EP 3	1,88	2,13	1,63	2,00	1,91BC	2,50	2,25	2,25	2,38	2,34AB
EP 4	1,75	2,13	2,13	1,88	1,97ABC	2,25	2,63	2,13	2,25	2,31AB
EP 4**	1,75	2,00	2,25	2,13	2,03ABC	2,63	2,38	2,50	2,13	2,41A
Médias	1,73c	2,00abc	1,95abc	1,83bc	1,88	2,35a	2,28ab	2,18ab	2,15ab	2,24

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 0,48

Épocas de Colheita X Cultivares = 0,40

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 8 - Número de ápices em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	2,00	2,25	5,50	14,38	6,03BC	4,00	4,88	20,63	13,63	10,78A
EP 2*	2,25	2,63	3,63	4,25	3,19BC	2,63	5,88	7,75	10,63	6,72B
EP 3	1,88	2,13	2,38	5,00	2,84C	2,50	3,00	4,38	13,38	5,81BC
EP 4	1,75	2,13	2,63	4,00	2,63C	2,25	3,50	5,63	4,88	4,06BC
EP 4**	1,88	2,25	2,88	3,00	2,50C	2,63	2,63	3,88	9,75	4,72BC
Médias	1,95d	2,28d	3,40cd	6,13bc	3,44	2,80d	3,98cd	8,45ab	10,45a	6,42

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 3,72

Épocas de Colheita X Cultivares = 3,10

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

mais ramificada que a Jaburu. A irrigação, aplicada ao final do ciclo da planta, não teve efeito significativo no ritmo de ramificação nas duas cultivares estudadas. Apesar de o maior número de ápices a cultivar EAB-652, apresentou também uma maior altura da planta, quando comparada à cultivar Jaburu.

Tanto a época de plantio como as cultivares tiveram influência marcante na época de ocorrência do pico de acúmulo de matéria seca das folhas. Nas três primeiras épocas de plantio a cultivar Jaburu apresentou aumentos crescentes do período necessário à maximização do acúmulo de matéria seca das folhas (180 a 240 dias). O quarto plantio, sem irrigação (EP 4), necessitou de apenas 210 dias para atingir valores máximos para essa variável. A cultivar EAB-652 teve comportamento diferenciado em relação à Jaburu, nas épocas 3 e 4, havendo uma grande antecipação no tempo necessário para a cultura atingir a matéria seca máxima nas folhas.

O plantio irrigado, ao final do período de crescimento (EP 4*), apresentou um crescimento contínuo da massa foliar, com o aumento do ciclo da planta de 90 a 270 dias.

Apesar das marcantes diferenças no ritmo de formação da área foliar, ao longo do período de crescimento, em geral, não foram constatadas diferenças significativas para essa variável, quer para épocas de plantio, quer para cultivares. Esses resultados sugerem que a quantidade de massa foliar é função não apenas das condições climáticas, mas é também fortemente dependente da idade da planta. A redução apresentada na quantidade de folhas, ao longo do ciclo da mandioca, é um fato normal, podendo ser acelerado ou retardado pelas condições climáticas. COURTS (1951) e TÁVORA *et alii* (1982) encontraram um declínio na área foliar da mandioca em região com estação seca definida. Há sugestões de que a ocorrência de período seco pode acelerar o processo de redução da área foliar (JENNINGS, 1970). COCK (1973) revela que podem ocorrer reduções na área foliar em regiões onde o clima é relativamente estável.

Os resultados obtidos, relativos ao número de folhas

TABELA 9 - Produção de matéria seca de folhas de mandioca (g/pl.), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	49,89	33,54	21,05	31,98	34,11	49,91	39,84	21,96	21,98	33,40
EP 2*	32,50	38,93	32,01	23,56	31,75	30,80	44,90	25,39	23,76	31,21
EP 3	22,30	40,91	45,39	42,21	37,70	22,79	54,35	32,76	30,11	35,00
EP 4	22,90	17,99	42,14	27,04	27,52	16,29	32,79	33,38	22,14	26,15
EP 4**	23,83	26,93	32,20	46,91	32,42	19,03	28,68	40,58	56,00	36,07
Médias	30,30ab	31,66ab	34,56ab	34,33ab	32,71	27,76b	40,11a	30,79ab	30,80ab	32,27

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Colheita X Cultivares = 10,45

Dentro da mesma linha, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

por planta, apresentam-se bastante inconsistentes. Com exceção das épocas de plantio EP 3 e EP 4*, onde constatou-se um aumento contínuo do número de folhas com o período de crescimento da cultura, para as duas cultivares, os demais tratamentos não apresentaram uma tendência uniforme de comportamento. Das informações contidas na TABELA 10 pode-se concluir que a cultivar EAB-652 apresentou maior número de folhas que a cultivar Jaburu. Como ambas apresentaram, em média, a mesma massa foliar, conclui-se que a primeira apresenta folhas menores que a segunda.

O exame das TABELAS 9 e 10 permite concluir-se que, à proporção que aumenta o ciclo da cultura diminui o tamanho das folhas, individualmente. Vale destacar que os valores foram obtidos a partir das folhas presentes na planta. Não foram consideradas as perdas por abscisão, que comumente ocorrem com a mandioca.

A antecipação do plantio, associado à irrigação suplementar, proporcionou aumentos significativos nas produções de matérias fresca e seca da parte aérea da mandioca (TABELAS 5, 11 e 12). Constatou-se aumento progressivo na produtividade da parte aérea quando o ciclo da cultura foi ampliado com o adiamento da época de colheita. Este aumento é uma resposta às características de parte aérea, altura e número de ápices/planta. Contudo, tal resposta não é notada com relação ao número e peso das folhas e número de hastes, pois estas características não parecem guardar relações com a idade da planta ou épocas de plantio.

Evidencia-se pelos dados das TABELAS 6, 11 e 12, que à medida que aumenta a altura da planta aumenta linearmente a produção de parte aérea. Resultados semelhantes foram encontrados por FHAL et alii (1982), mostrando ser a produção da parte aérea uma resposta direta ao tamanho da planta. Os dados mostram ainda que a recuperação da produção da parte aérea através da irrigação, no final do cultivo, é maior do que o aumento na altura da planta. Constata-se ainda que a cultivar Jaburu tem uma recuperação menor que a cultivar EAB-652, tanto em termos de altura como em produção de parte aérea.

TABELA 10 - Número de folhas em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	71,75	52,38	71,25	189,25	97,66ABC	96,25	104,13	194,63	148,75	135,94A
EP 2*	65,50	52,88	70,50	49,00	59,47BCD	71,13	124,75	112,63	120,63	107,28AB
EP 3	47,88	53,88	63,50	104,50	67,44BCD	56,50	79,88	81,88	126,50	86,19BCD
EP 4	42,75	36,25	59,75	51,87	47,66D	43,13	74,38	97,38	47,25	65,54BCD
EP 4**	48,13	45,88	53,00	72,25	54,82CD	49,63	63,00	81,63	165,63	89,87ABCD
Médias	55,20bc	48,25c	64,80bc	93,38ab	65,41	63,33bc	89,23ab	113,63a	121,75a	96,98

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 48,76

Épocas de Colheita X Cultivares = 40,58

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey

TABELA 11 - Produção de matéria fresca da parte aérea de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	9.673	8.077	10.379	17.716	11.461B	11.653	19.545	17.568	19.599	17.091A
EP 2*	4.421	7.421	7.947	15.773	8.890BCD	5.658	11.584	9.937	14.598	10.444BC
EP 3	2.217	4.361	9.987	10.786	6.838CDE	2.846	7.806	9.763	17.795	9.553BC
EP 4	1.659	2.856	5.500	7.183	4.299E	1.763	5.060	8.068	10.212	6.276CDE
EP 4**	2.610	2.851	4.890	7.611	4.491DE	2.323	4.945	8.299	13.482	7.262BCDE
Médias	4.116d	5.113d	7.741cd	11.814ab	7.196	4.849	9.788bc	10.727bc	15.137a	10.125

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 4.512,49

Épocas de Colheitas X Cultivares = 3.755,40

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 12 - Produção de matéria seca da parte aérea de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	2.448	2.131	2.896	4.910	3.096B	3.039	5.728	5.548	6.031	5.086A
EP 2*	1.116	1.613	1.968	4.154	2.213BCD	1.419	3.311	2.914	4.291	2.984BC
EP 3	536	912	2.330	2.909	1.672CD	778	1.714	2.748	5.472	2.676BC
EP 4	426	692	1.272	1.820	1.052D	460	1.243	2.223	2.850	1.694CD
EP 4**	649	665	1.115	1.869	1.075D	516	1.203	2.177	4.015	1.978BCD
Médias	1.035d	1.203d	1.906cd	3.132b	1.821	1.242d	2.640bc	3.121b	4.532a	2.884

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 1.330,10

Épocas de Colheita X Cultivares = 1.106,92

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

A resposta na produção da parte aérea também é bastante clara com relação ao aumento do número de ápices, isto é, à proporção que aumenta o número de ápices com o ciclo da cultura, há um aumento na produção da parte aérea. Note-se aí que apenas a cultivar EAB-652 teve uma resposta significativa com a aplicação da irrigação no final do cultivo. LIAN & COCK (1979) apresentaram dados idênticos a estes, mostrando que o tratamento controle, com todos os ápices, apresentou a maior produção de parte aérea, enquanto que o tratamento com apenas um ápice teve a menor produção.

A ausência de significância para as interações entre épocas de plantio e de colheita e épocas de plantio e cultivar sugerem que a mandioca responde, de forma uniforme, a antecipação do plantio, independente do comprimento do ciclo (épocas de colheita) ou da cultivar (TABELAS 5, 11 e 12).

A irrigação aplicada no final do ciclo do cultivo, ao contrário daquela realizada no seu início, possibilitando a antecipação do plantio, não proporcionou resultados igualmente favoráveis em termos de produção de ramas. Os dados presentes nas TABELAS 5, 11 e 12 mostram ausência de diferença significativa entre os tratamentos EP 4 e EP 4*, para a produção de matéria fresca e seca, nas duas cultivares. Quando o efeito da irrigação realizada ao final do ciclo da planta (tratamentos EP 4 e EP 4*) é avaliado, ao nível de cada época de colheita, constata-se, na EC 4, que a cultivar EAB-652 apresentou um incremento de cerca de 40% em produção de matéria seca das ramas, enquanto a Jaburu foi praticamente insensível a essa prática, com um aumento de apenas 3%. Contrariamente, a irrigação aplicada no início do cultivo proporcionou aumentos bem mais expressivos de matérias seca e fresca em ambas as cultivares, independente da época de colheita. Tomando-se como exemplo a última época de colheita (EC 4), as comparações de produção de matéria seca entre os tratamentos EP 1 e EP 3, este último, a primeira época de plantio a não receber irrigação suplementar, constatou-se um aumento

de 69% para a cultivar Jaburu e 10% para a cultivar EAB-652.

Pelos dados de produção de parte aérea (TABELAS 11 e 12), verifica-se que a EP 1, que teve a maior produtividade, foi favorecida pela precipitação, pois no período de maior exigência hídrica das plantas (90 a 150 dias) ocorreram as maiores precipitações. Nas demais épocas, principalmente na EP 3, EP 4 e EP 4*, quando maior era a exigência hídrica, as precipitações pluviométricas diminuíram, provocando desta maneira uma queda na produtividade dos respectivos tratamentos. Estes resultados estão de acordo com os de ARISMENDI (1973), que encontrou para o plantio feito em maio (aquele que teve seu período de maior exigência hídrica coincidindo com a maior precipitação pluviométrica no local), maior ramificação e crescimento foliar na mandioca.

4.2 - Características relativas à produção de raízes tuberosas

O número de raízes por planta permaneceu estável, independente da época de colheita (TABELA 14). Como a primeira avaliação foi realizada aos 92 dias após o plantio, para os tratamentos EP 4 e EP 4*, conclui-se que esse parâmetro é fixado logo no início do desenvolvimento da planta. CAVALCANTI (1985) e PINHO et alii (1988) constataram que as diversas cultivares estudadas apresentaram o máximo número de raízes tuberosas no período de 112 a 156 dias após o plantio, um pouco mais longo do que o observado no presente trabalho. A análise de variância revela que o número de raízes sofreu efeito significativo de épocas de plantio (TABELA 13). As duas primeiras épocas de plantio (EP 1 e EP 2) sobressairam-se das demais em ambas as cultivares. As cultivares apresentaram comportamento uniforme, independente das épocas de plantio, fato evidenciado pela ausência de significância para a interação cultivar x épocas de plan

TABELA 13 - Análise de variância das variáveis relativas à produção de raízes de mandioca, do ensaio sobre o efeito da antecipação do plantio com irrigação suplementar, no desenvolvimento da mandioca no litoral cearense. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Causas de Variação	GL	Quadrados Médios						
		Número de Raízes	Diâmetro das Raízes	Comprimento das Raízes	Peso seco das Raízes	Peso fresco das Raízes	% de MS das Raízes	Índice de Colheita
Épocas de Plantio	4	17,08**	10,94**	52,27	212.135.575**	2.152.147.908**	126,22**	917,93**
Épocas de Colheita	3	1,39	127,82**	61,22*	579.558.829**	6.998.517.729**	165.68**	6.059,09**
EP X EC	12	1,74	0,68	12,37	7.761.641	63.727.159	9,92*	338,32**
Res [R(EP X EC)]	60	1.67	0,35	27,24	5.395.920	59.969.191	5,75	25,66
Cultivares	1	3,91	11,44**	0,08	9.895.773	391.109.525*	103,85**	1.796,59**
EP X C	4	0,61	0,09	16,28	18.430.611	190.978.840*	11,55	89,82**
EC X C	3	1,66	1,50*	20,34	8.304.933	238.974.289	18,89**	59,71
EP X EC X C	12	1,07	0,59	39,42	6.914.722	69.852.611	6,00	29,07
Resíduo	60	2,23	0,42	21,88	5.503.384	63.811.560	4,57	26,83
CV (%)		30,78	13,32	15,33	39,20	36,71	2,89	8,71

* - Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

** - Significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F.

TABELA 14 - Número de raízes em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	6,00	5,50	6,13	5,38	5,75AB	5,50	6,00	5,63	4,50	5,41ABC
EP 2*	7,00	5,88	6,50	4,63	6,00A	5,63	5,50	5,38	4,50	5,25ABC
EP 3	5,25	4,50	3,88	4,13	4,44ABC	3,38	4,13	3,75	5,63	4,22BC
EP 4	4,25	3,75	4,50	4,00	4,13BC	3,38	3,88	4,38	3,88	3,88C
EP 4**	4,63	4,88	4,63	4,88	4,75ABC	4,75	4,75	5,13	4,38	4,75ABC
Médias	5,43	4,90	5,13	4,60	5,01	4,53	4,85	4,85	4,58	4,70

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 1,72

Dentro da mesma coluna, médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

tio. Foram constatados baixos valores para o número de raízes tuberosas por planta, com uma média de 5,01 para a cultivar "Jaburu" e 4,70 para a cultivar "EAB-652", bem abaixo do ótimo preconizado para a cultura, que é de 9,0 raízes por planta (COCK et alii, 1979). É provável que o baixo número de raízes tuberosas formadas por planta tenha limitado a capacidade produtiva nos diversos tratamentos.

O comprimento das raízes tuberosas não foi afetado pela época de plantio (TABELAS 13 e 15). Apesar da significância, ao nível de 5%, constatada para época de colheita, os dados não evidenciam uma tendência geral de aumento do comprimento das raízes com a evolução do crescimento da planta. Esses resultados podem ser explicados pelo fato do comprimento máximo das raízes tuberosas ser atingido muito cedo, entre 84 e 95 dias após o plantio, segundo PINHO et alii (1988). No presente estudo, a primeira colheita foi realizada nos tratamentos EP 4 e EP 4*, com 92 dias após o plantio, data em que as raízes já haviam atingido o comprimento máximo, motivo pelo qual a cultura não apresentou aumento no comprimento de raízes com a evolução da idade.

O aumento contínuo do diâmetro das raízes tuberosas para as duas cultivares, em função da época de colheita, indica que o crescimento desta está intimamente associado ao aumento desse parâmetro, desde o início do processo de tuberação até o final do ciclo de crescimento da mandioca. Por sua vez, as diferenças constatadas entre as diversas épocas de plantio talvez reflitam, antes, o efeito do comprimento do período de cultivo associado a cada época de plantio (TABELA 16) do que o efeito das condições ambientais prevaletentes nas diversas épocas. Resultados semelhantes foram encontrados por CAVALCANTI (1985) e PINHO et alii (1988), em trabalhos realizados em Pacajus (Ce).

A interação cultivar x época de colheita reflete o comportamento diferenciado entre as cultivares estudadas ao longo do ciclo de crescimento. A cultivar Jaburu apresentou maiores taxas de aumento do diâmetro das raízes do que a cultivar EAB-652. Quando se faz uma análise de cada

TABELA 15 - Comprimento de raízes (cm) em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	30,31	31,13	32,81	34,63	32,22	35,69	34,58	29,13	31,38	32,69
EP 2*	29,81	33,81	27,75	25,00	29,09	27,00	30,56	30,88	33,56	30,50
EP 3	27,25	30,75	29,88	32,69	30,14	29,44	34,69	28,31	32,13	31,14
EP 4	31,56	30,94	28,38	27,81	29,67	25,63	32,06	28,88	26,94	28,38
EP 4**	31,79	32,56	32,06	29,75	31,54	29,94	30,31	25,06	33,63	29,73
Médias	30,15ab	31,84ab	30,18ab	29,98ab	30,53	29,54ab	32,44a	28,45b	31,53ab	30,49

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,05): Épocas de Colheitas = 3,56

Dentro da mesma linha, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 16 - Diâmetro de raízes tuberosas (cm) em plantas de mandioca, em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	4,06	5,10	6,18	8,05	5,85A	3,45	4,89	5,79	6,73	5,22ABC
EP 2*	3,49	4,67	6,15	7,25	5,39AB	3,20	4,95	5,18	6,64	4,99BCD
EP 3	2,62	4,69	5,88	8,12	5,33AB	2,48	4,79	4,91	6,55	4,68BCDE
EP 4	1,52	3,88	5,38	7,25	4,51CDE	1,70	3,84	4,76	5,66	3,99E
EP 4**	2,10	4,21	5,30	6,22	4,46DE	1,59	3,29	4,66	6,35	3,97E
Médias	2,76e	4,51cd	5,78b	7,38a	5,11	2,49e	4,35d	5,06c	6,39b	4,57

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 0,74

Épocas de Colheita X Cultivares = 0,62

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

época de plantio, isoladamente, em cada época de colheita, observa-se que a época de plantio que apresenta os menores aumentos com a idade é a EP 1, pelo fato de a primeira colheita ter sido realizada quando a planta já se encontrava com 182 dias de idade (seis meses), ocasião em que a taxa de tuberização começa a decrescer. LAL & MAURYA (1979), também, encontraram decréscimos na taxa de tuberização da mandioca a partir dos seis meses de idade até o final do ciclo da planta. Em contrapartida, a época que teve os maiores aumentos foi a EP 4, por ter sido colhida quando as plantas estavam ainda na fase inicial do desenvolvimento das raízes, com apenas 92 dias de idade, com elevadas taxas de tuberização e aumentos rápidos em seu diâmetro. A EP 4*, apesar de ser irrigada no final do cultivo, teve aumentos inferiores aos da EP 4 que não foi irrigada, mostrando desta maneira que esta irrigação não teve grande influência no diâmetro das raízes, quando comparada a realizada no início do cultivo. Conclui-se, pois, que a irrigação ao final do ciclo da planta não resulta em grande influência sobre a produção de raízes tuberosas, por ser o diâmetro o principal parâmetro a influenciar sua produção. A relação positiva entre produção e diâmetro das raízes, encontrada no presente estudo, confirma informações publicadas por WILLIAMS (1974).

Os resultados mostram que a irrigação realizada no início do cultivo (dezembro), possibilitando a antecipação do plantio, resultou no aumento expressivo do diâmetro das raízes tuberosas. Quando comparada ao plantio não irrigado, realizado em fevereiro, constatou-se um aumento no diâmetro de 10% e 12% respectivamente para as cultivares Jaburu e EAB-652 (TABELA 16). Ao contrário, quando comparados os tratamentos irrigado e não irrigado, realizados em março, não foram constatadas diferenças para as duas cultivares. Observa-se ainda que a cultivar Jaburu possui diâmetro médio de raízes tuberosas superior, em aproximadamente 20%, ao da cultivar EAB-652.

As produções de matérias fresca e seca das raízes tuberosas estão presentes nas TABELAS 17 e 18. O experimen

TABELA 17 - Produção de matéria fresca de raízes de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio de colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	19.306	27,960	33.273	63.631	36.043A	15.782	31.282	31.344	41.588	29.999ABC
EP 2*	11.952	24.085	33.762	55.114	33.228AB	9.428	20.793	23.044	31.904	21.292CDE
EP 3	4.284	12,257	29.869	43.715	22.531BCD	3.652	17.231	20.114	40.563	20.390DE
EP 4	1.650	7.916	15.807	25.729	12.775E	1.712	9.888	13.393	23.669	13.165E
EP 4**	2.452	8.416	15.549	29.716	14.033DE	2.301	10.501	20.390	31.323	16.129DE
Médias	7.929e	16.127d	25.652c	43.581a	23.322	6.575e	17.939d	22.457cd	33.908b	20.195

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 9.186,44

Épocas de Colheita X Cultivares = 7.645,02

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

TABELA 18 - Produção de matéria seca de raízes tuberosas de mandioca (kg/ha), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	4.859	7.928	9.744	18.141	10.168A	4.368	9.568	9.532	13.117	9,146A
EP 2*	2.991	6.681	9.800	15.421	8.723A	2.439	5.314	6.838	8.986	5.894B
EP 3	939	2.601	7.858	11.333	5.683B	811	3.999	5.966	11.964	5.685B
EP 4	357	1.916	4.558	6.204	3.259C	372	2.324	4.365	6.738	3.450C
EP 4**	534	1.975	3.820	7.004	3.333C	511	2.591	5.862	9.052	4.504BC
Médias	1.936e	4.220d	7.156b	11.621a	6.233	1.700e	4.759cd	6.512bc	9.971a	5.736

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 2.697,82

Épocas de Colheita X Cultivares = 2.241,14

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

to, considerando-se apenas um ciclo de crescimento, com períodos de cultivo que variam de 3 a 12 meses, em função das épocas de plantio e colheita (TABELA 04), apresentou produtividades elevadas, de 20,19 e 23,32 t/ha de peso fresco, para as cultivares EAB-652 e Jaburu respectivamente, bem acima da média da região, que é de 9 t/ha (FUNDAÇÃO IBGE, 1988).

Tanto a época de plantio como a época de colheita tiveram efeitos significativos na produção de matéria seca da planta (TABELA 13). A produção de raízes tuberosas cresceu nas duas cultivares com o aumento do ciclo, proporcionado pelas combinações das épocas de plantio e colheita. Os resultados destacam a grande influência dos tratamentos irrigados na produção de raízes, em dezembro e janeiro, propiciando a antecipação do plantio e por via de consequência o aumento do ciclo de cultivo. A comparação do plantio irrigado em dezembro (EP 1) com o plantio realizado em fevereiro (EP 3), onde não foi mais necessária a irrigação, revela uma superioridade para o plantio irrigado de cerca de 79% e 61% para as cultivares Jaburu e EAB-652. Ao contrário, a irrigação realizada ao final do período chuvoso (EP 4*) não proporcionou aumentos significativos na produção de raízes, quando comparada à EP 4 (sem irrigação). Como a irrigação complementar no tratamento EP 4* só ocorreu a partir da época de colheita 3 (EC 3), as comparações entre os dois tratamentos (EP 4 e EP 4*) envolvendo as duas últimas épocas de colheitas (EC 3 e EC 4) refletem melhor o efeito da irrigação realizada no início do período seco do ano na produção da planta. Essa comparação mostra um comportamento diferenciado entre as cultivares. A cultivar Jaburu não apresentou aumento de produção do tratamento irrigado a partir do início do período seco, enquanto a EAB-652 demonstrou uma melhor resposta à irrigação, com um aumento de 34% na produção de matéria seca das raízes.

A análise dos efeitos dos tratamentos irrigados no início do cultivo na produção de raízes torna-se complexa em função do confundimento existente entre a irrigação e a

antecipação do plantio e, por consequência, com o comprimento do ciclo da planta. Como a produção está relacionada com o ciclo, obviamente os tratamentos irrigados no início seriam beneficiados, pois teriam em média maiores ciclos de crescimento. Como exemplo, o tratamento EP 1, na EC 4, tem um ciclo de 365 dias, enquanto o tratamento EP 4*, irrigado ao final do período chuvoso, tem um ciclo limitado a 275 dias. Enquanto o ciclo do tratamento EP 1 é de apenas 32% superior ao do tratamento EP 4* na época de colheita EC 4, ao final do primeiro ciclo de produção da planta, as produções de matéria seca das raízes tuberosas foram superiores em 159% e 45%, respectivamente para as cultivares Jaburu e EAB-652. Esses dados revelam uma melhor resposta da planta à irrigação inicial, independente do comprimento do ciclo. Os dados sugerem ainda que a irrigação inicial determinou melhor resposta da cultivar Jaburu que da EAB-652.

Pelos dados das TABELAS 02 e 17, vê-se que a irrigação no início do cultivo foi mais eficiente do que no final, pois para cada milímetro de água suplementada no tratamento EP 1 houve um acréscimo médio para ambas as cultivares de 247 kg/ha de matéria fresca nas raízes tuberosas, enquanto que para o tratamento EP 4* esse aumento foi de apenas 83 kg/ha. Os dados mostram ainda que o tratamento EP 1 recebeu apenas 24% a mais de água (precipitação + irrigação) disponível do que o tratamento EP 4*, enquanto que sua produção foi superior em 95%. Sobre o efeito da época de irrigação no desenvolvimento da mandioca, ARRUDA et alii (1978) apresentaram resultados semelhantes, mostrando ser a irrigação ao final do cultivo, na época seca do ano, ineficiente sobre a produção de raízes tuberosas. Em Contrapartida, os autores sugerem a antecipação do plantio com suplementação hídrica como uma solução para o aumento da produtividade. Para OLIVEIRA et alii (1980 e 1982), a irrigação se revela ineficiente para a cultura da mandioca a partir do sexto mês.

Os dados revelam uma relação entre produção de raí

zes tuberosas e duração do ciclo de crescimento. A produção de raízes cresceu com a antecipação do plantio, possibilitando o aumento do período de crescimento da mandioca no primeiro ciclo. ARISMENDI (1973) encontrou dados semelhantes, mostrando uma elevação clara na produtividade quando do aumento do ciclo da cultura, devido à combinação de épocas de plantio e colheita.

4.3 - Teor de matéria seca das raízes tuberosas

O teor de matéria seca apresentado na TABELA 19 aumentou com a idade da planta até a 3ª colheita realizada em outubro, havendo uma queda na colheita realizada em dezembro, mostrando desta forma que esta variável depende basicamente da idade da planta. Sabe-se que há uma estreita relação entre o teor de matéria seca nas raízes tuberosas e o teor de amido (CONCEIÇÃO, 1979).

Os dados apresentados nas TABELAS 13 e 19 revelam que ocorrem diferenças significativas para épocas de plantio, épocas de colheita e cultivar, bem como para as interações. Nota-se pela TABELA 19 que o teor de matéria seca das raízes tuberosas, em ambas as cultivares, está diretamente relacionado com o período de cultivo. TÁVORA et alii (1982) observaram que a mandioca apresentou valores crescentes do teor de amido até aos sete meses após o plantio, caindo gradativamente até o final do primeiro ciclo.

A antecipação do plantio, possibilitado pela irrigação suplementar em dezembro e janeiro, determinou um aumento significativo no teor de amido das duas cultivares. Os dados mostram ainda que a cultivar EAB-652 foi superior em teor de matéria seca nas raízes tuberosas à cultivar Jaburu, em torno de 6%.

TABELA 19 - Teor de Matéria seca das raízes tuberosas de mandioca (%), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	25,00	28,27	29,25	28,50	27,76CD	27,75	30,50	30,50	31,50	30,06D
EP 2*	25,75	27,75	29,00	27,00	27,37C	27,25	26,25	29,50	28,25	27,81CD
EP 3	22,00	21,25	26,25	25,75	23,81AB	22,50	22,75	29,50	30,00	16,19BC
EP 4	21,50	24,00	28,50	23,75	24,44AB	21,75	23,50	25,00	28,25	24,62AB
EP 4**	21,75	23,25	24,75	23,50	23,31A	22,00	24,75	28,75	28,75	26,06BC
Médias	23,19a	24,94ab	27,55cd	25,70bc	25,34	24,25ab	23,55bc	28,65d	29,35d	26,95

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de plantio X Cultivares = 2,46

Épocas de Colheita X Cultivares = 2,30

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas de mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

4.4 - índice de colheita

A distribuição de matéria seca, expressa pelo índice de colheita, revela que a planta aloca uma maior proporção de assimilados para as raízes tuberosas à medida que avança em seu crescimento, até o final do primeiro ciclo (TABELAS 13 e 20). Estes resultados estão de acordo com os encontrados por HUNT et alii (1977), mostrando que a distribuição de matéria seca para as raízes tuberosas, na cultura de mandioca, em termos percentuais, aumenta com a idade. OELSLIGLE (1975) também encontrou resultados idênticos, ou seja, o índice de colheita cresceu até aos 10 meses de idade, no final do primeiro ciclo de cultivo.

A irrigação realizada no início do cultivo (EP 1 e EP 2), proporcionando um maior período de crescimento da planta, determinou aumentos significativos no índice de colheita. Por sua vez, a irrigação realizada ao final do período chuvoso não afetou a partição da matéria seca entre raízes e parte aérea. Ao contrário do que foi constatado por TÁVORA et alii (1982), a mandioca, no presente estudo, não apresentou redução do índice de colheita com o avanço da estação seca do ano.

Em geral, a mandioca apresentou valores elevados para o índice de colheita. A cultivar Jaburu, com índice de colheita máximo de 77,2% e média de 62,8%, foi superior a cultivar EAB-652, que apresentou índice de colheita máximo de 65,8%, com média de 56,1%. Estes dados estão bem acima dos encontrados por QUEIROZ et alii (1981) que observaram um índice de colheita médio em torno de 40% aos 10 meses de idade, ao final do período seco do ano. Por sua vez, TÁVORA et alii (1982) obtiveram valores máximos de 48% para a cultivar "Do Céu" e 63% para a "Saracura", aos sete meses após o plantio,

TABELA 20 - Índice de colheita da mandioca (%), em diferentes épocas de plantio e colheita, submetidas a diferentes regimes hídricos. Paraipaba, Ceará, 1988/89.

Épocas de Plantio	Cultivares									
	Jaburu					EAB-652				
	Épocas de Colheitas				Médias	Épocas de Colheitas				Médias
	EC 1	EC 2	EC 3	EC 4		EC 1	EC 2	EC 3	EC 4	
EP 1*	58,32	72,16	69,55	73,96	68,50A	54,30	58,60	59,34	64,48	59,18BCD
EP 2*	60,17	73,42	77,20	73,57	71,10A	53,42	59,82	65,77	63,94	60,74BC
EP 3	43,53	61,39	69,85	74,20	62,24B	34,41	60,48	60,08	64,68	54,91CDE
EP 4	24,75	57,43	67,53	70,15	54,96CDE	25,98	56,57	57,63	64,63	51,21E
EP 4**	29,31	60,33	66,61	72,94	57,30BCD	30,62	58,50	65,43	63,65	54,55DE
Médias	43,22d	64,94b	70,15a	72,96a	62,82	39,74d	58,80c	61,65bc	64,28b	56,12

* - Plantio irrigado no início do ciclo

** - Plantio irrigado no final do ciclo

DMS (P=0,01): Épocas de Plantio X Cultivares = 5,96

Épocas de Colheita X Cultivares = 4,96

Dentro da mesma linha ou coluna, médias seguidas da mesma letra não diferem entre si ao nível de 1% de probabilidade pelo teste de Tukey.

5 - CONCLUSÃO

A antecipação do plantio de fevereiro para dezembro, possibilitada pela suplementação hídrica no início do desenvolvimento da planta, determina aumentos significativos na produção de raízes e ramas de mandioca.

A suplementação hídrica mostra-se bem mais eficiente quando aplicada na fase inicial da cultura, em comparação com aquela realizada no início do período seco (agosto), sendo portanto, aconselhável esta prática, principalmente em áreas onde a água constitui um recurso muito escasso.

A cultivar Jaburu apresenta uma maior capacidade produtiva de raízes tuberosas que a cultivar EAB-652, enquanto com relação à produção de ramas os papeis se invertem.

A maior produtividade das raízes da Jaburu está associada ao maior índice de colheita apresentado por essa cultivar.

O aumento da produtividade da mandioca, em termos de raízes tuberosas, é uma resposta direta ao aumento do diâmetro destas e não ao aumento no comprimento e número de raízes.

A queda na produção de folhas é causada pela deficiência hídrica e não por fatores fisiológicos inerentes à idade da planta, pois as plantas irrigadas na fase final de crescimento do primeiro ciclo não reduzem a produção de folhas, mantendo-a crescente até a última colheita.

6 - REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALBUQUERQUE, M. de, GUIMARÃES, M. C. de F., VIEGAS, R. M. F. Épocas de plantio e colheita em zonas mandioqueiras do leste paraense. Boletim Técnico, IPEAN, Belém, n.60, p.193-221, out. 1974.
- ALMEIDA, F. C. G., NUNES, R. de P., NUNES, F. E. C. Produção de raízes de mandioca (Manihot utilíssima Pohl) em regime de suplementação hídrica e suas relações com a produção de ramas. Ciência Agronômica, v.6, n.1-2, p.31-34, dez. 1976.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL - Produção Vegetal. Fundação Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, Rio de Janeiro, v.48, p.340-41, 1988.
- ARISMENDI, L. G. Epocas de siembra y tiempos de cosecha del cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz) en la Sabana de Jusepín. Jusepín-Venezuela: Universidade de Oriente Nucleo Monagas, 1973. Boletim Informativo. (Série Agronômico, 7).
- ARRUDA, F. B., LORENZI, J. O., BARRETO, G. B., ABRAMIDES, E. Comportamento de duas variedades de mandioca sob dois níveis de umidade e de adubação do solo. Bragantia, v.37, n.13, p.109-116, jan. 1978.
- BANCO DO NORDESTE DO BRASIL. Aspectos da cultura e da indústria da mandioca. Fortaleza, Departamento de Estudos Econômicos do Nordeste, 1967. 289p.
- BERNARDO, S. Manual de irrigação. Viçosa-MG, Imprensa Universitária, 1984. 463p.
- CAVALCANTI, J. Desenvolvimento das raízes tuberosas em mandioca (Manihot esculenta Crantz). Fortaleza-Ce, UFC, 1985. 66p. Tese de Mestrado.
- COCK, J. H. Some physiological aspects of yield in cassava (Manihot esculenta Crantz). 3rd. International symposium on tropical root crops. Ibadan, Nigéria, 1973

- COCK, J. H. Characteristics of high yielding cassava varieties. Expl. Agric. v.12, n.2, p.135-43, 1976.
- _____, FRANKLIM, D., SANDOVAL, G., JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. Crop Science, v.19 n.3, p.271-79, mar./apr. 1979.
- CONCEIÇÃO, J. A. da. A mandioca. Cruz das Almas: UFBA, 1979. 382p.
- _____, SAMPAIO, C. V. Influência da época de plantio X cultivares precoces X ciclos de colheita na cultura da mandioca (Manihot esculenta Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2., 1981. Vitória. Anais... Sociedade Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas: 1981. v.1, p.236-44.
- CONNOR, D. J., COCK, J. H. Response of cassava to water shortage. II. Canopy dynamics. Field Crops Res., v.4, n.4, p.285-96, dec. 1981.
- _____, _____, PARRA, G. E. Response of cassava to water shortage. I. Growth and yield. Field Crops Res., v.4, n.4, p.181-200, dec. 1981.
- CORREA, H., CUNHA FILHO, E., VERDOLIM, H., BUENO, L. C. de S., BATISTA, J. S. Influência da época de plantio na produção de raízes e ramas na cultura da mandioca (Manihot esculenta Crantz). Boletim Técnico IPEACO, Sete Lagoas - MG, 1973.
- _____, PEREIRA, P., BUENO, L. C. de S., NETO, J. V. C. Efeito do número de hastes no comportamento de quatro variedades de mandioca (Manihot esculenta Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1979. Salvador. Anais... EMBRAPA - Departamento de Informação e Documentação, Brasília: 1981. v.1, p.569-78.
- _____, ROCHA, B. V. Manejo da cultura da mandioca. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.5, n.59/60, p.16-30, nov./dec. 1979.
- COURS, G. Le manioc a Madagascar. Memoires de L'institut Scientifique de Madagascar, v.38, p.203-400. 1951.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Mandioca: alimentação e energia. Cruz das Almas: Centro Nacional de Pesquisa da Mandioca e Fruticultura, s.d.

- ENYI, B. A. C. Effect of shoot number and time of planting on growth, development and yield of cassava (Manihot esculenta Crantz). J. Hort., v.47, p.457-66, 1972.
- _____. Growth rates of three cassava varieties (Manihot esculenta Crantz) under varying population densities. J. Agric. Sci., Camb., v.81, p.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, Brasília, V.17, n.3, p.399-405, mar. 1982.
- FAO PRODUCTIONS YEARBOOK. Roma, v.41, n.82, p.161-62, 1988.
- HUNT, L. A., WHOLEY, D. W., COCK, J. H. Growth physiology of cassava (Manihot esculenta Crantz). Field Crops Abstract, v.30, n.2, p.77-91, feb. 1977.
- IKE, I. F., THURTELL, G. W. Response of indoor-grown cassava to water deficits and recovery of leaf water potential and stomatal activity after water stress. Journal of Experimental Botany, v.32, n.130, p.1029-34, oct. 1981.
- JENNINGS, D. L. Cassava in Africa. Field Crops Abstract, v.23, p.271-75, 1970.
- KATO, M. do S. A., KATO, O. R. Influência da época de plantio e colheita na produção de quatro cultivares de mandioca. Altamira: EMBRAPA/UEPAE de Altamira, 1982 (Pesquisa em Andamento, 1).
- LAL, R., MAURYA, P. R. Root growth of some tropical crops in uniform columns. Plant and Soil, v.68, n.2, p.139-206, 1982.
- LIAN, S. T., COCK, J. H. Branching habit as a yield determinant in cassava. Field Crop Research, v.2, p.281-89, 1979.
- MAHON, J. O., LOWE, S. B., HUNT, L. A. Photosynthesis and assimilate distribution in relation to yield of cassava grown in controlled environment. Canadian Journal of Botany, v.54, p.1322-31, 1976.

- MENEZES, D. M. Rendimento da mandioca e do feijão em função da época de plantio. Rio de Janeiro: Centro Nacional de Ensino e Pesquisas Agronômicas, 1958. 16p. (Comunicado Técnico, 5).
- MONARDO, E., MORAES, O. de. Rentabilidade da cultura da mandioca de um e dois ciclos no Sul de Santa Catarina. Florianópolis: EMPASC, 1981. 9p. (Comunicado Técnico, 44).
- NORMANHA, E. S. A mandioca no Brasil e no mundo. In: CURSO INTENSIVO NACIONAL DE MANDIOCA, 1., 1976. Cruz das Almas, 1976. I Curso Intensivo Nacional de Mandioca. Cruz das Almas - Ba.: EMBRAPA/CNPMPF, 1976. p.9-21.
- _____, PEREIRA, A. S. Resultados experimentais sobre épocas de plantio da mandioca. Revista de Agricultura. Piracicaba, v.22, n.4/6, p.135-42, 1947.
- OELSLIGLE, D. D. Accumulation of dry matter, nitrogen, phosphorus and potassium in cassava (Manihot esculenta Crantz). Turrialba, v.23, n.1, p.85-87, jan./mar. 1975.
- OLIVEIRA, S. L., MACEDO, M. M. C., PORTO, M. C. M. Exigências hídricas da mandioca. EMBRAPA/CNPMPF, 1980. 5p. Cruz das Almas, Ba.: (EMBRAPA/CNPMPF, Comunicado Técnico, 11/80).
- _____, _____, _____. Efeito do deficit de água na produção de raízes de mandioca. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.17, n.1, p.121-24, jan. 1982.
- PALTA, J. A. Influence of water deficits on gas-exchange and the leaf area development of cassava cultivars. Journal of Experimental Botany, v.35, n.159, p.1441-49, oct. 1984.
- PINHO, J. L. N. de, QUEIROZ, G. M. de, MELO, F. I. O., TÁVORA, F. J. A. F. Efeito da época de plantio da mandioca (Manihot esculenta Crantz) no litoral do Ceará. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2., 1981. Vitória. Anais... Sociedade Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas: 1981. v.1, p.259-71.

- PINHO, J. L. N. de, TÁVORA, F. J. A. F., MELO, F. I. O., QUEIROZ, G. M. de. Análise do crescimento da cultura da mandioca em regime de sequeiro nas condições do litoral do Ceará. II. Taxa de crescimento, distribuição de matéria seca e capacidade de dreno da planta. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 5., 1988. Fortaleza Resumos ... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Mandioca, 1988. p.9.
- QUEIROZ, G. M. de, PINHO, J. L. N. de, ____, MELO, Q. M. S. Influência do período de cultivo na produção de cultivares de mandioca (Manihot esculenta Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 2., Vitória. Anais... Sociedade Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas: 1981. v.1, p.245-58.
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas... Manole, São Paulo: 1987. 188p.
- RICHARDS, L. A. Methods of measuring soil moisture tension. Soil Science. 1949. v.68, p.95-112.
- SENA, Z. F. de, CAMPOS, H. dos R. Estudo do sistema radicular da mandioca (Manihot esculenta Crantz) submetida a diferentes frequências de irrigação. In: Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia, Escola de Agronomia, 1973. 14p.
- ____, _____. Frequência de irrigação no cultivo da mandioca (Manihot esculenta Crantz). In: Projeto Mandioca. Cruz das Almas, Universidade Federal da Bahia, 1975. v.2, n.1, p.21-28, 1975 (Série Pesquisa).
- SINHA, S. K., NAIR, T. V. R. Leaf area during growth and yield capacity of cassava. Indian Journal of Genetics and Plant Breeding, v.31, n.1, p.16-20, 1981.
- TÁVORA, F. J. A. F., QUEIROZ, G. M. de, PINHO, J. L. N. de, MELO, F. I. O. Comportamento de cultivares de mandioca com diferentes características foliares submetidas a diversas densidades de plantio. Pesquisa Agropecuária Brasileira. Brasília, v.17, n.3, p.417-31, mar. 1982.

- TÁVORA, F. J. A. F., MELO, F. I. O., PINHO, J. L. N. de, QUEIROZ, G. M. de. Análise de crescimento da cultura da mandioca em regime de sequeiro, nas condições do litoral do Ceará. I. Capacidade assimilatória e padrões de acúmulo da matéria seca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 5., 1988. Fortaleza. Resumos... Fortaleza: Sociedade Brasileira de Mandioca, 1988. p.6.
- TORO, J. C., ATLEE, C. B. Práticas agronômicas para la producción de yuca: uma revisión de la literatura. In: DOMÍNGUEZ, C. E. Yuca: investigación, producción y utilización. s.l, CIAT, s.d., p.167-208.
- UHLAND, R. E. Physical properties of soils as modified by crops and management. Soil Sci. Soc. Amer. Proc., v.14, p.361-66.
- VIEGAS, A. P. Estudos sobre a mandioca. Campinas IAC/BRASCAN NORDESTE, 1976. 214p.
- VILELA, E. de A., ANTUNES, F. Z. Clima para a mandioca. Informe Agropecuário. Belo Horizonte, v.5, n.59/60, p.46-49, nov./dez. 1979.
- WHOLEY, D. W., COCK, J. H. Onset and rate of root bulking in cassava. Expl. Agric., v.10, p.139-98, 1974.
- WILLIAMS, C. N. Growth and productivity of tapioca (Manihot utilissima Pohl). IV. Development and yield of tubers. Expl. Agric., v.10, p.9-16, 1974.
- _____, GHAZALI, S. M. Growth and productivity of tapioca (Manihot utilissima Pohl). I. Leaf characteristics and yield. Expl. Agric., v.5, p.183-95, 1969.