

ANTECIPAÇÃO DE PLANTIO, COM IRRIGAÇÃO SUPLEMENTAR, NO CRESCIMENTO E PRODUÇÃO DE MANDIOCA¹

FRANCISCO JOSÉ ALVES FERNANDES TÁVORA² e MANOEL BARBOSA FILHO³

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 estudadas, cv. Jaburu e cv. EAB-652, apresentaram aumentos expressivos de produção de raízes e ramos quando o plantio foi antecipado de fevereiro para dezembro. A irrigação realizada na fase inicial do desenvolvimento da planta proporcionou maiores produtividades que a realizada após o período chuvoso, que ocorre a partir de agosto, no final do primeiro ciclo de crescimento da planta. A restrição hídrica ocorrida em virtude da ausência de chuvas no segundo semestre do ano parece ser a maior causa da redução da matéria seca presente nas folhas. A maior produtividade de raízes tuberosas da cv. Jaburu está associada ao maior índice de colheita apresentado por essa cultivar. A produção de mandioca parece estar mais relacionada com o aumento do 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 está diretamente relacionada com a duração do período de cultivo da planta.

Termos para indexação: raízes tuberosas, ausência de chuva, número de raízes, produção de raízes, mandioca cv. Jaburu, mandioca cv. EAB-652.

EARLY PLANTING AND SUPPLEMENTAL IRRIGATION, ON CASSAVA GROWTH AND YIELD

ABSTRACT - A field study was carried out in Paraipaba, Ceará, Brazil, with the objectives of studying the viability of increasing the length of the growing season of cassava in a single agriculture 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 and 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, when the raining season had ceased. The water restriction that took place when 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 tuber yield observed in cv. Jaburu, 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. A direct relationship between cassava yield and the length of the planting growing cycle was found.

Index terms: tuber roots, lack of rain, root number, cassava cv. Jaburu, cassava cv. EAB-652, root yield.

¹ Aceito para publicação em 23 de setembro de 1994.

² Eng. - Agr., Ph.D., Prof. - Adjunto, Dep. Fitot., Univ. Fed. do Ceará, Caixa Postal 12168, CEP 60355-000 Fortaleza, CE.

³ Eng. - Agr., M.Sc., Dep. Fitot., Univ. Fed. do Ceará.

INTRODUÇÃO

A mandioca apresenta crescimento indeterminado; o início da tuberação das raízes ocorre

cerca de 60 dias após o plantio (Wholey & Cock, 1974). A partir daí, as raízes continuam crescendo de forma contínua, atingindo taxas máximas em torno de 170 dias desde que a umidade do solo permita o desenvolvimento das atividades fisiológicas da planta (Fahl et al. 1982). Com o final do período chuvoso, a planta reduz ou cessa suas principais atividades fisiológicas, encerrando o que se denomina primeiro ciclo de crescimento (Távora et al., 1982). O segundo ciclo é retomado no ano seguinte, com o início do período chuvoso. O crescimento indeterminado da planta deverá favorecer maior produção, desde que haja maior período de atividade durante o primeiro ciclo de crescimento. Um balanço entre os dois ciclos aponta para um maior favorecimento do crescimento das raízes sobre a parte aérea durante o primeiro ciclo (Távora et al., 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 a produtividade de raízes de mandioca, pela ampliação do período de crescimento ativo no primeiro ciclo da cultura, por meio da antecipação do plantio, possibilitada pela suplementação hídrica. Esta suplementação será mínima, ajustando-se, na prática, aos poucos recursos hídricos do Nordeste semi-árido, pelo fato de ser posta em prática no início do desenvolvimento da cultura, ocasião em que a evapotranspiração é ainda pequena.

MATERIAL E MÉTODOS

Um experimento foi realizado entre dezembro de 1988 e 1989, na área experimental do Projeto de Irrigação Curu-Paraipaba, pertencente ao Departamento Nacional de Obras Contra as Secas (DNOCS), em Paraipaba, CE, em solo arenoso (areia quartzosa), característico de regiões litorâneas do Estado, ideal para o plantio 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 duas amostras a 10 cm, e duas a 30 cm de profundidade, com o auxílio de um anel volumétrico com 4,1 cm de diâmetro e 4,8 cm de altura, para determinação da porosidade e densidade aparente do solo,

segundo o método descrito por Uhlund (1949). Foram obtidos os valores de 42,08% e 1,535 para a porosidade e densidade aparente, respectivamente, na amostra de 10 cm, e 41,70%, e 1,545, na amostra de 30 cm. A curva característica de retenção da umidade do solo foi traçada utilizando-se o equipamento de prato e panela de pressão, segundo método proposto por Richards (1949). A capacidade de campo, com valor de $0,075 \text{ cm}^3 \cdot \text{cm}^{-3}$, foi determinada no local do experimento, pelo método descrito por Bernardo (1984) e Reichardt (1987). Atendendo às recomendações da análise do solo, foi feita uma adubação de nivelamento, aplicando-se 40 kg/ha de nitrogênio, 45 kg/ha de P_2O_5 , e 30 kg/ha de K_2O , na forma de uréia, super simples e cloreto de potássio, respectivamente. O P e o K foram aplicados na fundação da cultura, em sulcos, 10 cm ao lado da fileira de plantio. O N 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. Outros 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. No planejamento do experimento, pretendia-se 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 a irrigação (Tabela 1).

Foi utilizada a irrigação por aspersão, com nove aspersores, no espaçamento 6 m x 12 m, com pluviômetros de 5,25 cm de raio no espaçamento de 4 m x 4 m, para aferição da água aplicada. As irrigações foram feitas sempre que a tensão de água no solo se encontrava entre -0,20 e -0,35 atm; foi aplicada uma lâmina de 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 à umidade do solo no cálculo da lâmina de reposição necessária ao retorno à capacidade de campo. A umidade do solo foi determinada pelo testador "speedy", que mede a umidade em percentagem em relação ao peso do solo seco.

Foram realizadas quatro colheitas: a primeira, em 13 de junho de 1989, e as demais, a intervalos de dois meses. A Tabela 2 mostra o número de dias entre o plantio e a colheita, bem como a quantidade de água disponível à cultura nos diversos tratamentos.

TABELA 1. Precipitação pluvial e água aplicada à cultura da mandioca (mm) submetida a diferentes épocas do plantio e colheita.

Período	Pluviosidade	Irrigação					Total					
		EP1	EP2	EP3	EP4	EP4*	EP1	EP2	EP3	EP4	EP4*	
		12.88	01.89	02.89	03.89	03.89	12.88	01.89	02.89	03.89	03.89	
14.12 a 13.01	6,8	36,3					43,1					
14.01 a 13.02	115,7	6,1	9,6				121,8	125,3				
14.02 a 13.03	140,9	-	-	-			140,9	140,9	140,9			
14.03 a 13.04	306,3	-	-	-	-		306,3	306,3	306,3	306,3	306,3	306,3
14.04 a 13.05	241,4	-	-	-	-		241,4	241,4	241,4	241,4	241,4	241,4
14.05 a 13.06	137,3	-	-	-	-		137,3	137,3	137,3	137,3	137,3	137,3
14.06 a 13.07	152,7	-	-	-	-		152,7	152,7	152,7	152,7	152,7	152,7
14.07 a 13.08	66,1	-	-	-	-		66,1	66,1	66,1	66,1	66,1	66,1
14.08 a 13.09	12,6	-	-	-	-	4,8	12,6	12,6	12,6	12,6	12,6	17,4
14.09 a 13.10	-	-	-	-	-	29,0	-	-	-	-	-	29,0
14.10 a 13.11	-	-	-	-	-	22,5	-	-	-	-	-	22,5
14.11 a 13.12	0,2	-	-	-	-	13,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	13,5
Total	1180,0	42,4	9,6	-	-	69,6	1222,4	1182,8	1057,5	916,6	986,2	

* Plantio efetuado em março e irrigado a partir de agosto

TABELA 2. Dias entre o plantio e a colheita, e quantidade de água (mm) disponível à mandioca, em diferentes épocas do plantio e colheita.

Época do plantio	Épocas das colheitas (data)							
	EC1 (13.06.89)		EC2 (13.08.89)		EC3 (13.10.89)		EC4 (13.12.89)	
	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm	Dias	mm
EP1* (13.12.88)	182	990,7	243	1.209,5	304	1.222,1	365	1.222,3
EP2* (13.01.89)	151	951,2	212	1.169,9	273	1.182,6	334	1.182,8
EP3 (13.02.89)	120	825,9	181	1.049,7	242	1.057,3	303	1.057,5
EP4 (13.03.89)	92	685,0	153	903,8	214	916,4	275	916,6
EP4** (13.03.89)	92	685,0	153	903,8	214	950,3	275	986,3

* Plantio irrigado na fase inicial de cultivo

** Plantio irrigado na fase final de cultivo

Foram utilizadas as cultivares Jaburu e EAB-652. As manivas-sementes tinham 20 cm de comprimento, e diâmetro igual ou superior a 2 cm, sendo originadas do terço médio da haste de plantas com 10 a 14 meses, dependendo da época do plantio. As manivas foram plantadas na posição vertical, enterrando-se cerca de 10 cm. As cultivares estudadas apresentam elevado potencial de produtividade, tendo, entretanto, características de

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

Os dados relativos à produção de matéria fresca 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, ápices, e 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 número de raízes tuberosas foi obtido pela contagem destas com diâmetro igual ou superior a 3 mm. O diâmetro e o comprimento das raízes tuberosas foram obtidos nas quatro raízes mais representativas das duas plantas amostradas por parcela.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Características relativas à produção e crescimento da parte aérea

A altura da planta cresceu continuamente em resposta à antecipação do plantio e ao aumento do ciclo de crescimento da mandioca (Tabela 3). A irrigação realizada no início do crescimento da cultura teve efeitos significativos na altura da planta, enquanto a realizada ao final do ciclo não apresentou influência nesta variável (Tabela 4). À proporção que o plantio é antecipado, ocorre uma tendência à diminuição do número de hastes. O comprimento do ciclo da cultura não teve influência no número de hastes por planta, o que sugere que esta variável é mais influenciada pelas condições ambientais na época do plantio, bem como pelas características da própria manivassemente. Observa-se, ainda, que a cv. Jaburu apresenta um número de hastes 16,1% inferior ao da cv. EAB 652. O número de ápices sofreu aumento gradativo à proporção que aumentava a idade da planta, a partir de 210 dias no que se refere à cv. EAB 652 e 270 dias no que respeita à cv. Jaburu. O início do processo de ramificação, independentemente da época do plantio e do regime de irrigação, está relacionado, de forma definida, em relação a cada cultivar, com o ciclo da cultura. 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 cv. EAB 652 apresentou-se bem mais ramificada que a Jaburu. A irrigação ao final do ciclo da cultura não teve efeito significativo no ritmo de ramificação, nas duas cultivares estudadas. Apesar do maior número de ápices, a cv. EAB 652 apresentou também plantas com maior altura.

Os resultados relativos ao número de folhas por planta apresentaram-se bastante inconsistentes (Tabela 3). Com exceção das épocas EP3 e EP4*, onde se constatou um aumento contínuo do número de folhas com o aumento do ciclo da cultura, nas duas cultivares os demais tratamentos não apresentaram tendência uniforme de comportamento.

O pico de ocorrência do máximo peso seco das folhas foi influenciado tanto pela época de plantio como pela cultivar (Tabela 5). Nas três primeiras épocas de plantio, a cv. Jaburu apresentou aumentos crescentes do período necessário à maximização do acúmulo de matéria seca das folhas (182 a 242 dias). O quarto plantio, sem irrigação (EP4), necessitou de apenas 214 dias para atingir valores máximos quanto a essa variável. A cv. EAB 652 teve comportamento diferenciado em relação à Jaburu nas épocas 3 e 4, tendo havido 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 (EP4*), apresentou um crescimento contínuo da massa foliar, com o aumento do ciclo da planta de 92 para 275 dias. Apesar das marcantes diferenças no ritmo de formação de folhas ao longo do período de crescimento, em geral não foram constatadas diferenças significativas quanto a essa variável, quer no que se refere a épocas de plantio, quer no que se refere a cultivares.

Esses resultados sugerem que a quantidade de massa foliar é dependente não apenas das condições climáticas, mas é fortemente dependente da idade da planta. A redução apresentada na quantidade de folhas ao longo do ciclo da mandioca é um fato normal, podendo o ciclo ser acelerado ou retardado pelas condições climáticas. Cours (1951) e Távora et al. (1982) encontraram um declínio na área foliar da mandioca em região com estação seca definida. Há sugestões de que a ocor-

TABELA 3. Altura das plantas e número de hastes, ápices e folhas de duas cultivares de mandioca submetidas a diferentes ciclos e regimes hídricos.

Época do plantio	Época da colheita									
	Jaburu					EAB 652				
	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias
	Altura das plantas (cm)									
EP1*	144	167	168	215	174 B	168	206	226	237	209 A
EP2*	94	121	159	171	137 CD	113	166	172	219	168 B
EP3	69	96	139	166	118 DE	81	138	154	202	144 C
EP4	62	69	112	145	97 EF	63	102	131	166	115 DEF
EP4**	62	84	96	132	93 F	66	99	136	180	121 D
Médias	86 e	107 d	134 c	166 b	124	98 de	142 de	164 b	201 a	151
	Número de hastes									
EP1*	1,2	1,6	2,0	1,5	1,6 C	2,0	2,0	2,0	2,0	2,0 ABC
EP2*	2,0	2,1	1,8	1,6	1,9 BC	2,4	2,1	2,0	2,0	2,1 AB
EP3	1,9	2,1	1,6	2,0	1,9 BC	2,5	2,3	2,3	2,4	2,3 AB
EP4	1,8	2,1	2,1	1,9	2,0 ABC	2,3	2,6	2,1	2,3	2,3 AB
EP4*	1,8	2,0	2,3	2,1	2,0 ABC	2,6	2,4	2,5	2,1	2,4 A
Médias	1,7 c	2,0 abc	1,9 abc	1,8 bc	1,8	2,4 a	2,3 ab	2,2 ab	2,2 ab	2,2
	Número de ápices									
EP1*	2,0	2,3	5,5	14,4	6,0 BC	4,0	4,9	20,6	13,6	10,8 A
EP2*	2,3	2,6	3,6	4,3	3,2 BC	2,6	5,9	7,8	10,6	6,7 B
EP3	1,9	2,1	2,4	5,0	2,8 C	2,5	3,0	4,4	13,4	5,8 BC
EP4	1,8	2,1	2,6	4,0	2,6 C	2,2	3,5	5,6	4,9	4,0 BC
EP4*	1,8	2,3	2,9	3,0	2,5 C	2,6	2,6	3,4	9,8	4,7 BC
Médias	1,9 d	2,3 d	3,4 cd	6,1 bc	3,4	2,8 d	4,0 cd	8,5 ab	10,5 a	6,42
	Número de folhas									
EP1*	71,8	52,4	71,3	189,3	97,7 ABC	96,3	104,1	194,6	148,8	135,9 A
EP2*	65,5	52,9	70,5	49,0	59,5 BCD	71,1	124,6	112,6	120,6	107,3 AB
EP3	47,9	53,9	63,5	104,5	67,4 BCD	56,5	79,9	81,9	126,5	86,2 BCD
EP4	42,8	36,3	59,8	51,9	47,7 D	43,1	74,4	97,4	47,3	65,6 BCD
EP4*	48,1	45,9	53,0	72,3	54,8 CD	49,6	63,0	81,6	165,6	89,9 ABC
Médias	55,2 bc	48,3 c	64,8 bc	93,4 ab	65,4	63,3 bc	89,2 ab	113,6 a	121,8 a	97,0

* Plantio irrigado no início do ciclo

** Plantio irrigado no final do ciclo

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

rência 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.

A antecipação do plantio associada à irrigação suplementar proporcionou aumentos significativos nas produções de matérias fresca e seca da parte aérea da mandioca (Tabelas 4 e 5). Constatou-se um aumento progressivo na produtividade da

parte aérea quando o ciclo da cultura foi ampliado com o adiamento da época de colheita. A produção da parte aérea é diretamente proporcional ao aumento da altura da planta. Resultados semelhantes foram encontrados por Fahl et al. (1982), o que mostra ser a produção da parte aérea uma resposta direta ao tamanho da planta. Os dados mostram, ainda, que a evolução da produção da parte aérea através da irrigação no final do cultivo é maior do que o aumento na altura da planta. Constatase

TABELA 4. Análise de variância das variáveis do ensaio sobre o efeito da antecipação do plantio com irrigação suplementar no desenvolvimento da mandioca no litoral cearense.

Causas de variação	Épocas de plantio			Épocas de colheita			EPxEC	Cultivares	EPxC	ECxC	EPxECxC	Resíduo
	4	3	4	3	4	3						
GL	4	3	4	3	4	3	60	1	4	3	12	60
	Resíduo [R(EPxEC)]											
	Quadrado médio											
Altura da planta (cm)	40,778**	59,331**	440	0,19	0,16	0,19	695	30,761**	0,04	1,171	415	388
Número de hastes	0,87**	0,16	0,19	0,19	0,16	0,19	695	5,26**	0,04	0,32	0,11	0,18
Número de ápices	133,7**	294,0**	37,3**	37,3**	294,0**	10,2	10,2	355,5**	12,8	40,9*	29,7**	10,5
Número de folhas	15,794**	18,610**	3,338	3,338	18,610**	1,594	1,594	39,879**	1,347	3,154	2,955	1,798
Peso seco da parte aérea (t/ha)	38,05**	51,68**	0,95	0,95	51,68**	1,41	1,41	45,13**	2,30	3,35	1,50	1,33
Peso fresco da parte aérea (t/ha)	415,14**	565,80**	10,40	10,40	565,80**	16,10	16,10	343,24**	20,33	26,76	15,84	15,39
Peso seco das folhas/planta (g)	421,7**	313,6	1,025,5**	1,025,5**	313,6	161,8	161,8	4,7	44,8	346,6*	106,7	119,3
Número de raízes	17,08**	1,39	1,74	1,74	1,39	1,67	1,67	3,91	0,61	1,66	1,07	2,23
Diâmetro das raízes (cm)	10,94**	127,82**	0,68	0,68	127,82**	0,35	0,35	11,44**	0,09	1,50*	0,59	0,42
Comprimento das raízes (cm)	52,27	61,22*	12,37	12,37	61,22*	27,24	27,24	0,08	16,28	20,34	39,42	21,88
Peso seco das raízes (t/ha)	212,13**	579,55**	7,76	7,76	579,55**	5,39	5,39	9,89	18,43	8,30	6,91	5,50
Peso fresco das raízes (t/ha)	2,152**	6,998**	63,72	63,72	6,998**	59,96	59,96	391,10*	190,97*	238,97	69,85	63,81
Índice de colheita	917,93**	6,059**	338,32**	338,32**	6,059**	25,66	25,66	1,796**	89,82**	59,71	29,07	26,83

* Significativo a 5% de probabilidade pelo teste F

** Significativo a 1% de probabilidade pelo teste F

TABELA 5. Matéria seca das folhas e matérias fresca e seca da parte aérea de duas cultivares de mandioca submetidas a diferentes ciclos e regimes hídricos.

Época de plantio	Época da colheita									
	Jaburu					EAB 652				
	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias
	Matéria seca das folhas (g/planta)									
EP1*	49,9	33,5	21,1	32,0	34,1	49,9	39,8	22,0	22,0	33,4
EP2*	32,5	38,9	32,0	23,6	31,8	30,8	44,9	25,4	23,8	31,2
EP3	22,3	40,9	45,4	42,2	37,7	22,8	54,4	32,8	30,1	35,0
EP4	22,0	18,0	42,1	27,0	27,5	16,3	32,8	33,4	22,1	26,2
EP4**	23,8	26,9	32,2	46,9	32,4	19,0	28,7	40,6	56,0	36,1
Médias	30,3 ab	31,7 ab	34,6 ab	34,3 ab	32,7	27,8 b	40,1 a	30,8 ab	30,8 ab	32,3
	Matéria fresca da parte aérea (kg/ha)									
EP1*	9.673	8.077	10.379	17.716	11.461 B	11.653	19.545	17.568	19.599	17.091 A
EP2*	4.421	7.421	7.947	15.773	8.890 BCD	5.658	11.584	9.937	14.598	10.444 BC
EP3	2.217	4.361	9.987	10.786	6.838 CDE	2.846	7.806	9.763	17.795	9.553 BC
EP4	1.659	2.856	5.500	7.183	4.299 E	1.763	5.060	8.068	10.212	6.276 CDE
EP4**	2.610	2.851	4.890	7.611	4.491 DE	2.323	4.945	8.299	13.482	7.262 BCDE
Médias	4.116 d	5.113 d	7.741 cd	11.814 ab	7.196	4.849 bc	9.788 bc	10.727 bc	15.137 a	10.125
	Matéria seca da parte aérea (kg/ha)									
EP1*	2.448	2.131	2.896	4.910	3.096 B	3.039	5.728	5.548	6.031	5.086 A
EP2*	1.116	1.613	1.968	4.154	2.213 BCD	1.419	3.311	2.914	4.291	2.984 BC
EP3	536	912	2.330	2.909	1.672 CD	778	1.714	2.748	5.472	2.676 BC
EP4	426	692	1.272	1.820	1.052 D	460	1.243	2.223	2.850	1.694 CD
EP4*	649	665	1.115	1.896	1.075 D	516	1.203	2.177	4.015	1.978 BCD
Médias	1.035d	1.203d	1.906 cd	3.132 b	1.821	1.242 d	2.640 bc	3.121 b	4.532 a	2.884

* Plantio irrigado no início do ciclo

** Plantio irrigado no final do ciclo

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

que a cv. Jaburu tem um ritmo de crescimento menor que a cultivar EAB 652, tanto em termos de altura como em produção de parte aérea. Constatou-se, ainda, uma estreita relação entre número de ápices e produção da parte aérea da planta. Lian & Cock (1979) apresentaram dados idênticos a estes, o que mostra que o tratamento controle, com todos os ápices, apresentou a maior produção de parte aérea, enquanto o tratamento com apenas um ápice teve a menor produção.

A irrigação aplicada no final do ciclo de cultivo, ao contrário da realizada no seu início, não proporcionou resultados igualmente favoráveis em termos de produção de ramas, pois não foram constatadas diferenças significativas no tocante a matéria seca e fresca entre os tratamentos EP4 e EP4*, em ambas as cultivares (Tabela 5). Quando o efeito da irrigação realizada ao final do ciclo da planta é analisado na última época de colheita,

constata-se que a cv. 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 expressivos de matérias seca e fresca, em ambas as cultivares, independentemente da época de colheita. Tomando-se como exemplo a última época de colheita (EC4), as comparações de produção de matéria seca entre os tratamentos EP1 e EP3 – este último, constitui a primeira época de plantio a não receber irrigação suplementar –, constatou-se um aumento de 69% na cv. Jaburu, e 10% para a cv. EAB 652.

A maior produtividade obtida com a EP1 deve refletir um melhor uso da precipitação ocorrida, pois no período de maior exigência hídrica das plantas (90 a 150 dias) ocorreram as maiores pre-

cipitações. Nas demais épocas, principalmente na EP3 EP4, quando maior era a exigência hídrica, as precipitações pluviais diminuíram. Estes resultados estão de acordo com os de Arismendi (1973), que encontrou, no plantio feito em maio (aquele que teve seu período de maior exigência hídrica coincidindo com a maior precipitação pluvial no local), maior ramificação e maior crescimento foliar.

Características relativas à produção de raízes tuberosas

As épocas de plantio influíram no número de raízes por planta (Tabela 4). As duas primeiras épocas (EP1 e EP2) sobressaíram-se das demais em ambas as cultivares (Tabela 6). Ao contrário, o número de raízes por planta permaneceu estável, independentemente da época da colheita. Como o menor ciclo cultural (92 dias) ocorreu na primeira

colheita dos tratamentos EP4 e EP4*, conclui-se que esse parâmetro é fixado logo no início do desenvolvimento da planta. Cavalcanti (1985) constatou 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.

Foram constatados baixos valores quanto ao número de raízes tuberosas por planta, com médias de 5,0 e 4,7 nas cvs. Jaburu e EAB 652, respectivamente, bem abaixo do ótimo preconizado para a cultura, que é de 9,0 (Cock et al., 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. Esses resultados podem ser explicados pelo fato de o comprimento

TABELA 6. Número, comprimento e diâmetro de raízes tuberosas de duas cultivares de mandioca submetidas a diferentes ciclos e regimes hídricos.

Época de plantio	Época da colheita									
	Jaburu					EAB 652				
	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias
	Número de raízes tuberosas									
EP1*	6,0	5,5	6,1	5,4	5,8 AB	5,5	6,0	5,6	4,5	5,4 ABC
EP2*	7,0	5,6	6,5	4,6	6,0 A	5,6	5,5	5,4	4,5	5,3 ABC
EP3	5,3	4,5	3,9	4,1	4,4 ABC	3,4	4,1	3,8	5,6	4,2 BC
EP4	4,3	3,8	4,5	4,0	4,1 BC	3,4	3,9	4,4	3,9	3,9 C
EP4*	4,6	4,9	4,6	4,9	4,8 ABC	4,8	4,8	5,1	4,4	4,8 ABC
Médias	5,4	4,9	5,1	4,6	5,0	4,5	4,9	4,9	4,6	4,7
	Comprimento das raízes tuberosas (cm)									
EP1*	30,3	31,1	32,8	34,6	32,2	35,7	34,6	29,1	31,4	32,7
EP2*	29,8	33,8	27,8	25,0	29,1	27,0	30,6	30,9	33,6	30,5
EP3	27,3	30,8	29,9	32,7	30,1	29,4	34,7	28,3	32,1	31,1
EP4	31,6	30,9	28,4	27,8	29,7	25,6	32,1	28,9	26,9	28,4
EP4*	31,8	32,6	32,1	29,8	31,6	29,9	30,3	25,1	33,6	29,7
Médias	30,2 ab	31,8 ab	30,2 ab	30,0 ab	30,5	29,6 ab	32,4 a	28,5 b	31,5 ab	30,5
	Diâmetro das raízes tuberosas (cm)									
EP1*	4,1	5,1	6,2	8,1	5,9 A	3,5	4,9	5,8	6,7	5,2 ABC
EP2*	3,5	4,7	6,2	7,3	5,4 AB	3,2	5,0	5,2	6,6	5,0 BCD
EP3	2,6	4,7	5,9	8,1	5,3 AB	2,5	4,8	4,9	6,6	4,7 BCDE
EP4	1,5	3,9	5,4	7,3	4,5 CDE	1,7	3,8	4,8	5,7	4,0 E
EP4*	2,1	4,2	5,3	6,2	4,5 DE	1,6	3,3	4,7	6,4	4,0 E
Médias	2,8 e	4,5 cd	5,8 b	7,4 a	5,1	2,5 e	4,4 d	5,1 c	6,4 b	4,6

* Plantio irrigado no início do ciclo

** Plantio irrigado no final do ciclo

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

máximo das raízes ser atingido muito cedo, entre 84 e 95 dias após o plantio, segundo Cavalcanti (1985). No presente estudo, a primeira colheita foi realizada nos tratamentos EP4 e EP4*, com 92 dias após o plantio (Tabela 1), 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 do ciclo.

O aumento contínuo do diâmetro das raízes nas duas cultivares, em função da época de colheita, indica que o seu crescimento está intimamente associado ao aumento desse parâmetro, desde o início do processo de tuberização 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 6), do que o efeito das condições ambientais prevalentes nas diversas épocas. Resultados semelhantes foram encontrados por Cavalcanti (1985). A cv. Jaburu apresentou maiores taxas de aumento do diâmetro das raízes do que a EAB 652.

Quando se faz uma análise de cada época de plantio isoladamente em cada época de colheita, observa-se que a época de plantio que apresenta os menores aumentos com o avanço do ciclo é a EP1, pelo fato de a primeira colheita ter sido realizada quando a planta se encontrava com 182 dias de idade, ocasião em que a taxa de tuberização começa a decrescer. Lal & Maurya (1982) 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 EP4, por ter sua colheita primeira quando as plantas estavam ainda na fase inicial de desenvolvimento das raízes, com apenas 92 dias. A EP4*, apesar de irrigada no final do cultivo, teve aumentos inferiores aos da EP4, que não sofreu irrigação, o que mostra que a irrigação ao final do ciclo não teve grande influência no diâmetro das raízes, em comparação com a realizada no início do ciclo da planta. A irrigação ao final do ciclo da planta não resulta em grande influência sobre a produção de raízes tuberosas (Tabela 7), por ser o diâmetro o principal parâmetro a influenciar sua produção. A relação positiva entre produção e diâmetro das raízes, en-

contrada no presente estudo, confirma informações publicadas por Williams (1974).

O ensaio apresentou produtividades médias elevadas, considerando-se que a mandioca foi cultivada em apenas um ciclo de crescimento, com períodos de cultivo variando de 3 a 12 meses, em função das épocas de plantio e colheita. As cultivares Jaburu e EAB 652 produziram, respectivamente, 20,2 e 23,3 t/ha (Tabela 7), bem acima da média das cultivares da região, que é de apenas 9 t/ha (Anuário..., 1988). 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 em dezembro e janeiro na produção de raízes, propiciando a antecipação do plantio, e, por via de consequência, o aumento do ciclo da planta. A comparação entre o plantio irrigado em dezembro (EP1) e o realizado em fevereiro (EP3), onde não foi mais necessária a irrigação, revelou uma superioridade, do 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 (EP4*) não proporcionou aumentos significativos na produção de raízes, quando comparada ao tratamento não irrigado plantado na mesma época (EP4). Como a irrigação suplementar no tratamento EP4* só ocorreu a partir da terceira época de colheita (EC3), as comparações entre os tratamentos (EP4 e EP4*) envolvendo as duas últimas épocas de colheitas refletem melhor o efeito da irrigação realizada a partir de agosto até dezembro (final do ciclo da planta). Essa comparação mostra um comportamento diferenciado entre as duas cultivares. A cv. Jaburu não apresentou aumento de produção em resposta à irrigação realizada na fase final do ciclo, enquanto a EAB 652 demonstrou uma maior resposta à irrigação nesta fase, 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 face do confundimento 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 se-

TABELA 7. Matéria fresca e seca das raízes, e índice de colheita de duas cultivares de mandioca submetidas a diferentes ciclos e regimes hídricos.

Época de plantio	Época da colheita									
	Jaburu					EAB 652				
	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias	EC1	EC2	EC3	EC4	Médias
Matéria fresca das raízes tuberosas (kg/ha)										
EP1*	19.306	27.960	33.273	63.631	36.043 A	15.792	31.282	31.344	44.588	29.999 ABC
EP2*	11.952	24.085	33.762	55.114	33.228 AB	9.428	20.793	23.044	31.904	21.292 CDE
EP3	4.284	12.257	29.869	43.715	22.531 BCD	3.652	17.231	20.114	40.563	20.390 DE
EP4	1.650	7.916	15.807	25.729	12.775 E	1.712	9.888	13.393	23.669	13.165 E
EP4*	2.452	8.416	15.549	29.716	14.033 DE	2.301	10.501	20.390	31.323	16.129 DE
Médias	7.929 e	16.127 d	25.652 c	43.581a	23.322	6.575 e	17.939 d	22.457 cd	33.908 b	20.195
Matéria seca das raízes tuberosas (kg/ha)										
EP1*	4.859	7.928	9.744	18.141	10.168 A	4.368	9.568	9.532	13.117	9.146 A
EP2*	2.991	6.681	9.800	15.421	8.723 A	2.439	5.314	6.838	8.986	5.894 B
EP3	939	2.601	7.858	11.333	5.683 B	811	3.999	5.966	11.964	5.685 B
EP4	357	1.916	4.558	6.204	3.259 C	372	2.324	4.365	6.738	3.450 C
EP4*	534	1.975	3.820	7.004	3.333 C	511	2.591	5.862	9.052	4.504 BC
Médias	1.936 e	4.220 d	7.156 b	11.621a	6.233	1.700 e	4.759 cd	6.512 bc	9.971 a	5.736
Índice de colheita (%)										
EP1*	58,3	72,2	69,6	74,0	68,5 A	54,3	58,6	59,3	64,5	59,2 BCD
EP2*	60,2	73,4	77,2	73,6	71,1 A	53,4	59,8	65,8	63,9	60,7 BC
EP3	43,5	61,4	69,9	74,2	62,2 B	34,4	60,5	60,1	64,7	54,9 CDE
EP4	24,8	57,4	67,5	70,2	55,0 CDE	26,0	56,6	57,6	64,6	51,2 E
EP4*	29,3	60,3	66,6	72,9	57,3 BCD	30,6	58,5	65,4	63,7	54,6 DE
Médias	43,2 d	64,9 b	70,2 a	72,9 a	62,8	39,7 d	58,8 c	61,7 bc	64,3 b	56,1

* Plantio irrigado no início do ciclo

** Plantio irrigado no final do ciclo

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

riam beneficiados, pois teriam em média maiores ciclos de crescimento. Como exemplo, o tratamento EP1 na EC4 tem ciclo de 365 dias, enquanto o tratamento EP4*, irrigado ao final do período chuvoso, tem um ciclo limitado a 275 dias. Enquanto o ciclo do tratamento EP1 é de apenas 32% superior ao do tratamento EP4*, na última época de colheita (EC4) as produções de matéria seca das raízes tuberosas foram superiores em 159% e 45%, respectivamente nas cultivares Jaburu e EAB 652. Esses resultados revelam maior resposta da planta à irrigação inicial, independentemente do comprimento do ciclo.

A irrigação inicial foi mais eficiente, pois para cada milímetro de água aplicado no tratamento EP1 houve um acréscimo médio, em ambas as cultivares, de 247 kg/ha de matéria fresca nas raízes tuberosas, enquanto que no tratamento EP4* esse aumento foi apenas de 83 kg/ha. Os dados re-

velam ainda que o tratamento EP1 recebeu apenas 24% a mais de água (precipitação + irrigação) em relação ao tratamento EP4*, enquanto sua produção foi superior em 95%. Sobre o efeito da época da irrigação no desenvolvimento da mandioca, Arruda et al. (1978) apresentaram resultados semelhantes, o que mostra 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 solução para o aumento da produtividade. Para Oliveira et al. (1980 e 1982), a irrigação se revela ineficiente para a cultura da mandioca a partir do sexto mês de cultivo. Os resultados revelam uma relação positiva entre a duração do ciclo e a produção de raízes tuberosas, o que confirma relato de Arismendi (1973).

A distribuição da matéria seca, expressa pelo

índice de colheita (IC), revela que a planta aloca maior proporção de assimilados para as raízes tuberosas à medida que avança em seu crescimento, até o final do primeiro ciclo (Tabela 7). Estes resultados estão de acordo com os obtidos por Oelsigle (1975) e Hunt et al. (1977), o que mostra que a distribuição de matéria seca nas raízes tuberosas, na mandioca, em termos percentuais, aumenta com a idade da planta.

A irrigação realizada no início do cultivo (EP1), proporcionando um maior período de crescimento à planta, determinou aumentos significativos no IC. Por sua vez, a irrigação realizada ao final do período chuvoso não afetou a partição de matéria seca nas raízes tuberosas. Ao contrário do que foi constatado por Távora et al. (1982), a mandioca não apresentou redução do IC com o avanço da estação seca do ano.

Em geral, a mandioca apresentou valores elevados no IC. A cv. Jaburu, com um IC máximo de 77,2% e média de 62,8%, foi superior à cv. EAB 652, que apresentou valores máximo e médio de 65,8% e 56,1%, respectivamente. Esses valores estão bem acima dos obtidos por Queiroz et al. (1981), que observaram índices médios de apenas 40% aos dez meses de idade. Por sua vez, Távora et al. (1982) obtiveram valores máximos de 48% e 63%, respectivamente, para as cultivares Do Céu e Saracura, aos sete meses após o plantio.

CONCLUSÕES

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

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

3. A cv. Jaburu apresenta maior capacidade produtiva de raízes tuberosas que a cv. EAB 652, enquanto com relação à produção de ramos os papéis se invertem.

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

5. O aumento da produtividade da mandioca, em termos de raízes tuberosas, é uma resposta direta ao aumento do diâmetro das raízes destas e não ao aumento do comprimento ou número de raízes.

6. A queda na produção de folhas com o avanço do ciclo da planta é causada pela deficiência hídrica, e não por fatores fisiológicos associados à idade da planta, pois quando irrigadas na fase final de crescimento do primeiro ciclo, estas não reduzem a produção de folhas, e a mantêm crescente até a última colheita.

REFERÊNCIAS

- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL, Rio de Janeiro: IBGE, v.48, p.340-341. 1988.
- ARISMENDI, L.G. *Épocas de siembra y tiempos de cosecha del cultivo de la yuca (Manihot esculenta Crantz) en la Sabana de Jusepin*. Jusepin-Venezuela: Universidad de Oriente Nucleo Monagas, 1973. (Boletín Informativo. Série Agronómico, 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.
- 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*). In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL ROOT CROPS, 3., 1973, Ibadan, Nigeria. *Proceeding...* Ibadan, Nigeria: IITA, 1973.
- COCK, J.H.; FRANKLIN, D.; SANDOVAL, G.; JURI, P. The ideal cassava plant for maximum yield. *Crop Science*, v.19, n.3, p.271-279, Mar./Apr. 1979.

- COURS, G. Le manioc a Madagascar. *Mémoires de L'Institut Scientifique de Madagascar*, v.38, p.203-400, 1951.
- 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.
- HUNT, L.A.; WHOLWY, D.W.; COCK, J.H. Growth physiology of cassava (*Manihot esculenta* Crantz). *Field Crops Abstract*, v.30, n.2, p.77-91, Feb. 1977.
- JENNINGS, D.L. Cassava in Africa. *Field Crops Abstracts*, v.23, p.271-275, 1970.
- 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.281-289, 1979.
- 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. Efeito do déficit de água na produção de raízes de mandioca. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, v.17, n.1, p.121. Jan. 1982.
- OLIVEIRA, S.L.; MACEDO, M.M.C.; PORTO, M.C.M. Exigências hídricas da mandioca. Cruz das Almas, BA: EMBRAPA-CNPMPF, 1980. 5p. (EMBRAPA/CNPMPF, Comunicado Técnico, 11/80).
- 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...* Cruz das Almas: Sociedade Brasileira de Mandioca, 1981. p.245-258.
- REICHARDT, K. A água em sistemas agrícolas. São Paulo: Manole, 1987. 188p.
- RICHARDS, L.A. Methods of measuring soil moisture tension. *Soil Science*, v.68, p.95-112, 1949.
- 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.417-431, mar. 1982.
- UHLAND, R.F. Physical properties of soils as modified by crops and management. *Soil Science Society of America Proceedings*, v.14, p.361-366, 1949.
- WHOLEY, D.W.; COCK, J.H. Onset and rate of root bulking in cassava. *Experimental Agriculture*, v.10, p.139-198, 1974.
- WILLIAMS, C.N. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima* Pohl). IV. Development and yield of tubers. *Experimental Agriculture*, v.10, p.9-16, 1974.