

**FRANCISCO AUGUSTO ALVES CÂMARA**

**CRESCIMENTO E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE  
CULTIVARES DE BATATA-DOCE ORIUNDAS DE RAMAS  
PRODUZIDAS DE FORMA CONVENCIONAL E *IN VITRO***

Mossoró-RN  
2009

**FRANCISCO AUGUSTO ALVES CÂMARA**

**CRESCIMENTO E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE  
CULTIVARES DE BATATA-DOCE ORIUNDAS DE RAMAS  
PRODUZIDAS DE FORMA CONVENCIONAL E *IN VITRO***

Tese apresentada à Universidade Federal  
Rural do Semiárido como parte das  
exigências para a obtenção do grau de  
Doutor em Ciências, em Fitotecnia.

ORIENTADOR

Prof. LEILSON COSTA GRANGEIRO, D.Sc.

CO-ORIENTADOR

Prof. JEFERSON LUIZ DALLABONA DOMBROSKI, D.Sc.

Mossoró-RN  
2009

**FRANCISCO AUGUSTO ALVES CÂMARA**

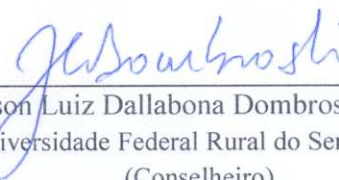
**CRESCIMENTO E DESEMPENHO AGRONÔMICO DE  
BATATA-DOCE PROPAGADA DE FORMA  
CONVENCIONAL E *IN VITRO***

Tese apresentada à Universidade Federal Rural do Semi Árido como parte das exigências para a obtenção do grau de Doutor em Ciências, em Fitotecnia.

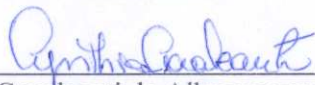
APROVADA EM: 17 / 12 / 2009



Maria Auxiliadora dos Santos - D. Sc.  
Universidade Federal Rural do Semi Árido  
(Conselheiro)



Jeferson Luiz Dallabona Dombroski - D. Sc.  
Universidade Federal Rural do Semi Árido  
(Conselheiro)



Cynthia Cavalcanti de Albuquerque - D. Sc.  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
(Convidado)



Alan Martins de Oliveira - D. Sc.  
Universidade do Estado do Rio Grande do Norte  
(Convidado)



Leilson Costa Grangeiro - D. Sc.  
Universidade Federal Rural do Semi Árido  
(Orientador)

Ao meu pai, Péricles Augusto Câmara (*in memoriam*), e à minha mãe, Teresinha Alves Câmara, pelo exemplo de luta, persistência, otimismo e dedicação.

### **Dedico**

À minha esposa Mara e ao nosso filho Mateus, por serem exemplos de cumplicidade e dedicação, por seus amores e compreensão em todos os momentos.

### **Ofereço**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus por conceder-me uma vida com saúde, tendo me ensinado a humildade e a compaixão dos seres humanos, aprendendo a amar e perdoar.

Aos meus irmãos, sobrinhos, amigos e demais familiares, por terem me dado apoio e incentivo, e depositado em minha pessoa um laço de confiança, possibilitando, assim, a realização deste sonho.

À Universidade Federal Rural do Semiárido, pela oportunidade de concluir o Curso de Doutorado em Fitotecnia.

Ao Prof. Leilson Costa Grangeiro, pelos ensinamentos, eficiente orientação, dedicação, incentivo e amizade durante a condução desta pesquisa.

Ao Prof. Jeferson Luiz Dallabona Dombroski, pela co-orientação, pelo incentivo e apoio dispensado. Por acreditar que eu poderia ir mais além.

Aos membros da banca examinadora, Maria Auxiliadora dos Santos, Cynthia Cavalcanti de Albuquerque e Alan Martins de Oliveira, pelas correções e valiosas contribuições para o aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos os colegas, funcionários e professores, do curso de Pós-graduação em Fitotecnia pela amizade, apoio, sugestões e agradável convivência. Em especial: Seu Antonio, Alderi, Bezerra, Claudinha, Elizângela, Elton Lúcio, Kátia Pinheiro, Jailma, Josemar, Josevan, Madalena, Mara Suane, Michele, Monteiro, Paulo Linhares, Raimundo, Reinaldo, Renato Castro, Rivanildo, Robson, Rômulo, Saulo, e Socorro Amorim e Vander.

Finalmente, meus sinceros agradecimentos a todas aquelas pessoas que, no decorrer deste treinamento e nos momentos mais difíceis, chegaram, deram-me apoio, ensinaram-me caminhos fáceis e complicados, para eu crer cada vez mais, principalmente nos momentos de fraquezas e como pesquisador, que o nosso Deus é o único que nos orienta para resolver nossos conflitos internos.

## **BIOGRAFIA**

FRANCISCO AUGUSTO ALVES CÂMARA, filho de Péricles Augusto Câmara, nasceu em Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte, a 22 de agosto de 1959. Em agosto de 1978, iniciou o curso de Engenharia Agrônômica, na Escola Superior de Agricultura de Mossoró-RN, concluindo-o em julho de 1982. Em junho de 1983, foi admitido pela Escola Superior de Agricultura de Mossoró, como Engenheiro Agrônomo dentre os Técnicos de Nível Superior. Em março de 1986 iniciou o Curso de Mestrado em Agronomia, área de concentração Fitotecnia, na Escola Superior de Agricultura de Lavras – ESAL, atual Universidade Federal de Lavras – UFLA, Lavras – MG, concluindo-o em dezembro de 1988. Em março de 2006, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na Universidade Federal Rural do Semiárido - UFRSA, concluindo-o em dezembro de 2009.

## RESUMO

CÂMARA, Francisco Augusto Alves. **Crescimento e desempenho agrônômico de batata-doce oriundas de ramas produzidas de forma convencional e *in vitro***. 2009. 82f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

O presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e desempenho agrônômico de cultivares de batata-doce oriundas de ramas produzidas de forma convencional e *in vitro* nas condições de Mossoró-RN. O delineamento experimental utilizado foi o de blocos ao acaso, em esquema fatorial 5 x 2, com quatro repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de cinco cultivares de batata-doce (ESAM 1, ESAM 2, ESAM 3, Branca do Rio de Janeiro e Califórnia) e duas formas de propagação (convencional e *in vitro*). Para a análise de crescimento foram colhidas amostras de plantas aos 40, 60, 80, 100 e 120 dias após o plantio, das quais foram determinadas a massa seca de folhas, caules, raízes, total e área foliar. Com base nessas características foram calculados os índices fisiológicos: taxa de crescimento absoluto e relativo, índice de área foliar, razão de área foliar e taxa assimilatória líquida. O desempenho agrônômico foi avaliado mediante a determinação do número de raízes comerciáveis e totais por planta, peso médio da raiz, produtividade comercial, não comercial e total. Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, com os quadrados médios comparados pelo teste F e as médias pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade. Para as características de crescimento da planta foram realizadas análises de regressão. Foi verificada interação significativa entre cultivares, formas de propagação e épocas para todas as variáveis de análise de crescimento, porém, houve grande variação nos valores da taxa assimilatória líquida obtidos tanto entre cultivares como nas formas de propagação. Quanto ao rendimento agrônômico, houve diferença significativa entre as formas de propagação em todas as cultivares para as características produtividade total e comercial e maiores produtividades foram obtidas

nas plantas oriundas de ramos propgadas *in vitro*, sendo as cultivares ESAM 2 e Califórnia as que apresentaram os melhores resultados.

**Palavras-chaves:** Batata-doce; Crescimento; Desempenho; Propagação convencional e *in vitro*.



## ABSTRACT

CÂMARA, Francisco Augusto Alves. **Growth and agronomic performance of sweet potato originated from crude produced conventionally and *in vitro***. 2009. 82p Thesis (Ph.D. in Crop science- Tropical Agriculture) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2009.

This study aimed to evaluate the growth and agronomic performance of cultivars of sweet potato originated from crude produced conventionally and *in vitro* in Mossoró-RN, Brazil. The experimental design was randomized blocks in factorial scheme 5 x 2, with four replications. The treatments were combinations of five cultivars of sweet potato (ESAM 1, ESAM 2, 3 ESAM, White Rio de Janeiro and California) and two forms of spread (conventional and *in vitro*). For growth analysis, samples were taken from plants of 40, 60, 80, 100 and 120 days, after planting, from which were determined the dry weight of leaves, stems, roots, and total leaf area. Based on these characteristics were calculated physiological indices: absolute growth rate and relative leaf area index, leaf area ratio and net assimilation rate. The agronomic performance was evaluated by determining the number of commercial and total roots per plant, weight of root, business productivity, non-commercial and total. The results were submitted to analysis of variance with mean squares compared by F test and the means by Tukey test at 5% probability. For the characteristics of plant growth were carried out regression analysis. It was verified a significant interaction between cultivars and times for all variables of growth analysis, however, there was great variation in the values of net assimilation rate achieved between both cultivars and in the forms of propagation. As for the agronomic yield, there were significant differences between forms of spreading in all cultivars as for the characteristics: overall and commercial productivity, also, increased business productivity were

obtained in plants grown from diffused branches *in vitro*, where ESAM 2 and California cultivars had the best results.

**Keywords:** sweet potato; Growth Performance; conventional propagation and *in vitro*.

## LISTA DE FIGURAS

Figura 1	Características morfológicas das cultivares de batata-doce utilizadas no experimento. Mossoró- RN, UFERSA, 2008.....	30
Figura 2	Massa seca total em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo <i>in vitro</i> (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.....	44
Figura 3	Taxa de crescimento absoluto em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo <i>in vitro</i> (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008...	47
Figura 4	Taxa de crescimento relativo em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo <i>in vitro</i> (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008...	49
Figura 5	Área foliar em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo <i>in vitro</i> (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.....	52

- Figura 6 Índice de área foliar em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008... 54
- Figura 7 Razão de área foliar em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008... 57
- Figura 8 Massa seca de raízes tuberosas em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.... 59
- Figura 9 Taxa assimilatória líquida em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008... 61
- Figura 10 Área foliar específica em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008. 63

## ÍNDICE DE TABELAS

Tabela 1	Resultado da análise química do solo da área experimental. Mossoró, 2008.....	26
Tabela 2	Dados climáticos de agosto a dezembro de 2008, período de condução do experimento. UFERSA, Mossoró-RN, 2008.....	27
Tabela 3	Composição do meio de cultura de Murashige & Skoog (MS) modificado, com vitaminas, carboidrato, ágar e aminoácido. 1962.....	33
Tabela 4	Resumo da análise de variância (valores de F), para as características massa seca total (MST), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida (TAL). Mossoró-RN, 2008.....	41
Tabela 5	Produtividade total (PDT), comercial (PDC) e não-comercial (PDNC) de raízes tuberosas de cultivares de batata-doce, oriundas da multiplicação convencional (A) e cultivo <i>in vitro</i> (B). Mossoró-RN, 2008. ....	64
Tabela 6	Peso médio da raiz comercial (PMRC), número médio de raízes comerciais por planta (NRC) e número total médio de raízes tuberosas por planta (NRT) de cultivares de batata-doce, oriundas da multiplicação convencional (A) e cultivo <i>in vitro</i> (B). Mossoró-RN, 2008.....	67

## SUMÁRIO

<b>1 – INTRODUÇÃO.....</b>	<b>17</b>
<b>2 - REVISÃO DE LITERATURA.....</b>	<b>19</b>
2.1 CULTURA DA BATATA-DOCE.....	19
2.2 MULTIPLICAÇÃO <i>IN VITRO</i> DE BATATA-DOCE.....	22
<b>3 - MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>26</b>
3.1 CARACTERIZAÇÃO DA ÀREA EXPERIMENTA.....	26
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	27
3.3 DESCRIÇÃO DAS CULTIVARES UTILIZADAS.....	27
3.4 IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	31
<b>3.4.1 Fase de laboratório e casa de vegetação.....</b>	<b>31</b>
<b>3.4.2 Fase de campo.....</b>	<b>34</b>
3.5 CARACTERISTICAS AVALIADAS.....	35

<b>3.5.1 Análise de crescimento.....</b>	<b>35</b>
3.5.1.1 Índices fisiológicos.....	35
<b>3.5.2 Rendimento agronômico.....</b>	<b>39</b>
3.5.2.1 Produção total, comercial e não-comercial de raízes.....	39
3.5.2.2 Peso médio de raízes comerciais.....	39
3.5.2.3 Número de raízes comercial e total por planta.....	40
3.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	40
<b>4 – RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>41</b>
4.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO.....	41
4.1.1 Massa seca total (MST).....	42
4.1.2 Taxa de crescimento absoluto (TCA).....	45
4.1.3 Taxa de crescimento relativo (TCR).....	48
4.1.4 Área foliar (AF) e Índice de área foliar (IAF).....	50
4.1.5 Razão de área foliar (RAF).....	55
4.1.6 Massa seca de raízes tuberosas (MSRT).....	58

<b>4.1.7 Taxa assimilatória líquida (TAL).....</b>	<b>60</b>
<b>4.1.8 Área foliar específica (AFE).....</b>	<b>62</b>
<b>4.2 RENDIMENTO AGRONÔMICO.....</b>	<b>64</b>
<b>5 – CONCLUSÕES.....</b>	<b>68</b>
<b>6 – REFERÊNCIAS.....</b>	<b>69</b>



## 1 - INTRODUÇÃO

A batata-doce [*Ipomoea batatas* L. (Lam.)] é uma cultura de grande importância econômico-social, participando do suprimento de calorias e minerais na alimentação humana, principalmente das populações de baixa renda. No contexto mundial, 90% da produção concentra-se na Ásia, 5% na África e 5% no restante do mundo. A China é o maior produtor, com produção de 100 milhões de toneladas anuais (SILVA et al. 2004). No Brasil, a batata-doce é cultivada em todas as regiões, embora esteja mais presente nas regiões Sul e Nordeste, notadamente nos estados do Rio Grande do Sul, Santa Catarina, Paraná, Pernambuco e Paraíba. O perfil das regiões produtoras do país coloca a região Sul em primeiro lugar, responsável por 48,2% da produção, seguida pela Nordeste com 35,0% e a região Sudeste com 16,2%. Apesar da grande decadência, verifica-se pelos dados estatísticos que a batata-doce ainda detém o sexto lugar entre as hortaliças mais plantadas no país, correspondendo à produção anual de 518.541 toneladas, obtidas em uma área estimada de 44.406 hectares (IBGE, 2005; FAO, 2009).

O custo de produção da batata-doce é relativamente baixo, e o principal argumento contrário ao investimento em tecnologia é que a lucratividade da cultura é baixa. Isso decorre do pequeno volume individual de produção, ou seja, os produtores ainda tendem a cultivar a batata-doce como cultura marginal, com o raciocínio de que, gastando-se o mínimo, qualquer que seja a produção da cultura constitui um ganho extra. Dessa forma, é obtido um produto de baixa qualidade e sofre restrições na comercialização, tanto por parte dos atacadistas, que tendem a reduzir o preço, quanto por parte do consumidor, que refuga parte do produto exposto à venda (SILVA et al., 2004).

Outro fator complicador e também responsável pelo baixo rendimento da cultura é a forma tradicional de propagação da planta, através de pedaços de ramos, ou

mesmo de raízes tuberosas obtidas quase sempre na época da colheita. Esse processo de multiplicação apresenta sérios problemas com destaque para a dificuldade de conservação do material de plantio; disseminação de pragas e doenças, principalmente aquelas provocadas por organismos sistêmicos; pequena capacidade multiplicativa; dificuldade de eliminação de vírus e desuniformidade nos plantios. Uma das estratégias que pode ser utilizada para contornar esse problema é através do uso de métodos de cultura de meristemas e de propagação *in vitro* (ALVES, 1988; MADEIRA et al., 2005; MAGALHÃES et al., 2006), pois possibilita a obtenção de mudas livres de vírus e outros patógenos, viabilizando a produção de grande número de plantas que podem ser utilizadas para a formação de matrizes com todo o potencial genético.

Neste contexto, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o crescimento e a produção de cultivares de batata-doce, oriundas de ramas de plantas obtidas do cultivo em campo e *in vitro*, nas condições climáticas da região de Mossoró-RN.

## 2 - REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1- CULTURA DA BATATA-DOCE

A batata-doce é uma dicotiledônea da família Convolvulaceae, possivelmente originária das Américas Central e do Sul, sendo encontrada desde a Península de Yucatam, no México, até a Colômbia, embora alguns autores afirmem que essa hortaliça tenha sua origem na Ásia ou África (FOLQUER, 1978; BERRERA, 1986; PEIXOTO et al., 1984). Relatos de seu uso remontam de mais de dez mil anos, com base em análise de batatas secas encontradas em cavernas localizadas no vale de Chilca Canyon, no Peru, e em evidências contidos em escritos arqueológicos encontrados na região ocupada pelos Maias, na América Central (SILVA et al., 2002). É considerada por Berrera (1986), como uma das culturas de maior importância econômica e social para a humanidade, pois é vital para o suprimento alimentar dos povos mais carentes e famintos do planeta terra.

A batata-doce é um alimento altamente energético muito rico em carboidratos (superior a 30% em média em peso da matéria fresca) e boa fonte de vitaminas, principalmente B e C. Além disso, as cultivares de polpa amarela apresentam elevados teores de  $\beta$ -carotenos, substância precursora da vitamina A, de grande importância nutricional e industrial (FOLQUER, 1978).

As raízes de batata-doce podem ser utilizadas na alimentação humana e animal, tanto na forma *in natura* como no preparo de doces enlatados, na extração de amido de alta qualidade, ou na fabricação de farinha (PEIXOTO; MIRANDA, 1984; BERRERA, 1986; QUEIROGA, et al., 2007). Em escala industrial geram produção de etanol, metano, cola e corantes naturais (TORRES; TEIXEIRA, 1996; SOUZA, 2000; CEREDA, et. al., 2001).

As suas características mais marcantes são: rusticidade, fácil cultivo, ciclo vegetativo curto e grande capacidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas (MENEZES et al., 2001). Devido a esse conjunto de vantagens, ela se

encontra-se muito difundida em diversas regiões do Brasil. Contudo, adapta-se melhor aos locais onde as temperaturas são mais elevadas, pois, além de não tolerar geadas, seu desenvolvimento vegetativo e a produtividade são prejudicados em temperaturas inferiores a 10° C (MIRANDA et al.,1995).

A planta possui caule herbáceo de hábito prostrado, com ramificações de tamanho, cor e pilosidade variáveis; folhas largas, com formato, cor e recortes variáveis; pecíolo longo; flores hermafroditas, mas de fecundação cruzada, devido a sua auto-incompatibilidade; frutos do tipo cápsula deiscente com duas, três ou quatro sementes com 6 mm de diâmetro e cor castanho-claro.

O crescimento da planta pode ser dividido em três fases: uma inicial, de pequeno desenvolvimento vegetativo e radical cerca de 50 a 60 dias; uma segunda, de grande desenvolvimento vegetativo, que vai da fase anterior até 90 a 105 dias; e uma terceira, de grande produção e deposição de matéria seca nas raízes. Estas fases variam com as cultivares, condições climáticas e tratos culturais. Excesso de umidade ou de nitrogênio provoca grande desenvolvimento vegetativo e pouca produção de raízes tuberosas (OLIVEIRA et al., 2005; OLIVEIRA et al., 2006; MOREIRA, et al., 2004), e do mesmo modo a aeração deficiente prejudica a tuberização das raízes (EDMOND; AMMERMAN, 1971).

Há uma grande variabilidade fenotípica e genotípica na cultura da batata-doce, que se encontra disseminada em todo o Brasil. Praticamente, quase todos os estados e municípios brasileiros possuem suas próprias cultivares que, em muitos casos, são meras duplicatas, pois é comum a ocorrência de cultivares iguais com nomes diferentes e vice-versa (MURILO, 1990; DAROS, 1999; DAROS, et al., 2002; CARDOSO, 2005).

A recomendação de cultivares está estreitamente relacionada com o local e época de plantio, adubação, finalidade da produção, preferência do mercado e do consumidor. A maioria das batatas comercializadas nos grandes centros urbanos brasileiros tem polpa branca ou creme e película externa (periderme) rosa, roxa ou

branca. Também são comercializadas batatas com película externa amarela ou creme, com polpa amarela clara, salmão ou mesmo roxa, todas aceitas nos mais diferentes mercados e regiões. São poucos os trabalhos de pesquisa visando selecionar e indicar cultivares para as diferentes regiões do país (MIRANDA et al., 1995; DAROS et al., 2002; FRANÇA; RITSCHER, 2002; SOUZA JÚNIOR, et al., 2004; SOUZA JÚNIOR, et al., 2005).

Os métodos vegetativos, por meio de ramos e raízes tuberosas, são tradicionalmente empregados na propagação da batata-doce. Porém, estes métodos apresentam sérios problemas, dentre os quais se destacam a dificuldade de conservação do material, disseminação de pragas e doenças, pequena capacidade multiplicativa do material disponível, desuniformidade nos plantios e baixa produtividade (GARCIA et al., 1989; CORRÊA et al., 2003). Além disso, o material de propagação pode sofrer degenerescência em decorrência do acúmulo de doenças, principalmente as de origem virótica (SILVA et al., 1991).

Para a produção com nível de tecnologia mais avançado, Silva et al. (2005) propôs um sistema para produção de mudas isentas de patógenos, a partir de plantas matrizes que tenham passado por termoterapia e cultura de tecido meristemático, num processo semelhante ao que se utiliza para batata (*Solanum tuberosum* L.), bem como para a batata-doce (GAMA, 1988).

As plantas matrizes livres de patógenos devem ser mantidas em viveiros protegidos com tela à prova de insetos, de onde se obtêm plantas que podem ser reproduzidas por mais dois ciclos em campo, de onde são retiradas as ramos para o plantio comercial. A taxa de reprodução é, em média, de cinco ramos-sementes (estacas) por corte, por cada planta, em viveiro. O primeiro corte é feito após dois meses do plantio, e mais um ou dois cortes podem ser feitos a cada mês. O número de ciclos é limitado a dois, devido à ocorrência da degenerescência. Inicialmente, as plantas sadias produzem mais do que o dobro das plantas obtidas de lavouras comerciais, mas, a partir do terceiro ciclo, o número de plantas que se recontaminam é

tão grande que a produção passa a ser semelhante e até inferior ao sistema tradicional de utilização de ramas obtidas em outras lavouras (CARVALHO, 1990; DUSI; SILVA, 1991; POZZER et al., 1992; POZZER et al., 1993).

## 2.2 - MULTIPLICAÇÃO *IN VITRO* DE BATATA-DOCE

A micropropagação de espécies de importância agrícola tem grande aplicabilidade no processo de produção em larga escala. A clonagem *in vitro* é um procedimento usual na multiplicação de espécies ornamentais, frutíferas e essências florestais, tanto em países desenvolvidos quanto em desenvolvimento (PINHO, 2002). É considerado um instrumento valioso na obtenção de plantas livres de vírus e de outros patógenos, na propagação clonal rápida, no desenvolvimento de variedades melhoradas (tolerância às doenças, a herbicidas, à salinidade e à seca) através da embriogênese somática, na preservação de germoplasma, sementes sintéticas e no melhor entendimento dos princípios básicos relacionados com a fisiologia, a bioquímica e o desenvolvimento das plantas (LUZ et al., 1990; VAZ, 1986; HURTADO; MERINO, 1988; TORRES; CALDAS, 1990; TORRES et al. 1998; GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998; CASTRO; ANDRADE, 1998; GUERRA et al. 1999; KERBAUY, 1999; ARRUDA et al., 2003).

Durante a cultura *in vitro*, a capacidade dos explantes sobreviverem, desenvolverem e se multiplicarem é consequência de vários fatores, como o genético, o estado fisiológico, a composição do meio de cultura e as condições ambientais de cultivo (PEREIRA et al., 2003). O uso de um meio de cultura apropriado para cada fase do cultivo é condição básica, devendo proporcionar os nutrientes necessários ao metabolismo das células vegetais em cultivo para o crescimento e diferenciação dos tecidos (KOZAI et al., 1997). Entretanto, a exploração do processo de micropropagação, muitas vezes, é restringida pelos custos de produção, especialmente os relacionados ao meio de cultura (agentes gelificantes), perdas causadas pela

contaminação e também pelas perdas devido à baixa taxa de sobrevivência durante a aclimatização (SEON et al., 2000; MARTIN, 2004).

A produção de alguns gêneros e espécies como *Ipomoea batatas*, *Manihot esculenta*, *Xanthosoma* spp., *Colocasia esculenta* e *Discorea* spp. é pequena, fundamentalmente, pela falta de disponibilidade de propágulos de alta qualidade. As técnicas biotecnológicas são uma alternativa para o resgate do potencial produtivo das espécies, cuja perda de produtividade se deve ao envelhecimento fisiológico provocado, entre outras causas, pela constante multiplicação através de estacas de rizomas e tubérculos. O impacto provocado pelo rejuvenescimento em determinadas espécies tem permitido incrementos de até 40% no seu rendimento (CECÍLIO FILHO et al., 1998).

Trabalhos com espécies tradicionalmente propagadas vegetativamente tem demonstrado que quando o plantio é realizado a partir de material obtido *in vitro*, bons resultados foram alcançados com mandioca (*Manihot esculenta* Crantz.) (SOUZA, et al., 2002; BRAVATO et al., 1992), alho (*Allium sativum* L.) (RESENDE et al., 1999), morango (*Fragaria x ananassa*) (CALVETE et al., 2000; CALVETE et al., 2002), entre outras.

Em batata-doce o primeiro cultivo *in vitro* de meristemas foi realizado por Nielsen (1960). Posteriormente, Elliott (1969) obteve os primeiros resultados promissores, pela adição de reguladores de crescimento ácido 3-indolacético (AIA) e 6-benzilaminopurina (BAP). Litz e Conover (1978) cultivaram meristemas de batata-doce em meio básico MS (MARASHIGE ; SKOOG, 1962) suplementado com BAP, igualmente o que fez Nome e Salvadores em 1980. Entretanto, Peters et al., 1989, obtiveram mais sucesso quando adicionaram ácido naftalenoacético (ANA) ao meio de cultivo MS. Castro et al., (1995) utilizaram o meio MS suplementado com ANA, BAP, Cinetina e ácido giberélico (AG<sub>3</sub>) para a regeneração de meristemas com dois primórdios foliares, obtendo bons resultados, Torres et al., (1996) utilizando meristemas com um primórdio foliar, como fonte de explantes, inoculados em meio de

cultivo MS suplementado com cinetina e AG<sub>3</sub> obtiveram uma percentagem de sobrevivência de 40 a 80,00% e 71,00% de plantas livres de vírus, através do método de enxertia de gemas de plantas provenientes da cultura *in vitro* em *Ipomoea setosa*.

Chiu et al. (1982) conseguiram aumentos de produtividade em até 100,00% através da utilização de variedades de batata-doce submetidas ao cultivo *in vitro*, usando como explante ápices caulinares com 2 a 3 primórdios foliares. Comportamento semelhante foi obtido por Silva et al., (1991) quando avaliou o desempenho de cultivares de batata-doce multiplicadas no campo e *in vitro*, sendo os incrementos no rendimento de raízes variando de 24,56% a 108,08% a favor das plantas multiplicadas *in vitro*.

Em um trabalho visando comparar o desempenho de plantas de batata-doce livres de vírus obtidas por termoterapia e cultura de meristema em primeira exposição a campo, com plantas provenientes de campo, Pozzer et al., (1995) verificaram ganhos significativos equivalentes a 104,00% em número de raízes comerciais, 118,00% no peso destas raízes, 74,00% no número total de raízes e 113,00% na produção total de raízes. No entanto, no final do ciclo, o nível de infecção pelo SPFMV foi similar ao das plantas provenientes de campo (POZZER et al., 1992).

Estes mesmos autores, em um segundo ensaio, observaram que as plantas livres de vírus, em primeira exposição, apresentaram ganhos médios de 50,00% no número total de raízes, 66,00% no peso destas e 57,00% no peso das raízes comerciais. Contudo, na segunda exposição, as plantas tiveram comportamento similar, em termos de produção, com as provenientes de campo. Em ambos os experimentos, o SPFMV foi o único vírus detectado, sendo as perdas na produção diretamente relacionadas à taxa de infecção viral.

Apesar desses resultados, Silva, et al., (1991) avaliando modos de propagação observaram diferenças significativas para todas as cultivares estudadas, obtendo melhores produtividades e rendimento de ramas quando as plantas foram propagadas *in vitro*. Da mesma forma, Cecílio Filho et al., (1998) observaram que a limpeza clonal



de plantas de batata-doce, mesmo no terceiro ciclo de campo, proporcionou produtividade total e comercial de raízes, respectivamente, 52,50% e 84,00% superiores as das plantas provenientes de ramas de propagação convencional.

No estado do Rio de Janeiro, dados da Empresa de Pesquisa Agropecuária mostraram que a utilização de plantas de batata-doce livre de vírus, obtidas através de cultura de meristemas apresentou produtividades superiores, que variaram de 23,00 a 108,00% (PESAGRO-RIO, 2002).

Atualmente, existem protocolos de micropropagação para várias espécies, embora as vezes podem mudar dentro da própria espécie (PEREIRA; FORTES 2003). Novas tecnologias vêm sendo utilizadas para propagação de batata-doce, como por exemplo, o trabalho de Oggema et al. (2007), onde são comparados três métodos de propagação (o convencional, plantas regeneradas a partir da indução de calos e plantas regeneradas a partir de embriogênese somática), bem como trabalhos na área de conservação de tubérculos minimamente processados (MORETTI et al., 2002).

### 3 – MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 - CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais e na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da Universidade Federal Rural do Semi Árido - UFERSA, em Mossoró/RN (5° 11' de latitude Sul, 37° 20' de longitude Oeste e altitude de 18 m), no período de agosto a dezembro de 2008. O solo da área experimental foi classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (EMBRAPA, 1999). Da área experimental foram retiradas amostras de solo, que resultaram em uma amostra composta submetida à análise química pelo Laboratório de Química e Fertilidade de Solos, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1 .

**Tabela 1** - Resultado da análise química do solo da área experimental. Mossoró, 2008.

pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al
(água 1:2,5)	(mg dm <sup>-3</sup> )	Cmolc dm <sup>-3</sup>				
7,30	204,42	0,15	4,40	2,50	0,23	0,00

O clima segundo classificação de Koppen é BSw<sup>h</sup>, seco e muito quente com duas estações climáticas: uma seca que vai geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio, apresentando temperatura média anual de 27,4°C, precipitação pluviométrica anual irregular, com média de 673 mm, e umidade relativa do ar média anual igual a 68,9% (CARMO FILHO et al., 1991). Na Tabela 2 encontram-se os dados mensais referentes à temperatura máxima, mínima e média (°C), umidade relativa média do ar (%) e a precipitação pluviométrica (mm/mês), durante a condução do trabalho medida na Estação Meteorológica da UFERSA, localizada a 500 metros da área experimental.

**Tabela 2** - Dados climáticos de agosto a dezembro de 2008, período de condução do experimento. UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

Meses	Temperatura (°C)			U.R. (%)	Precip. (mm)
	Máx.	Min.	Méd.		
Ago.	33,83	21,16	27,29	57,69	4,83
Set.	35,67	23,28	28,93	58,51	5,08
Out.	36,28	23,70	29,46	57,02	0,00
Nov.	35,76	24,81	29,48	60,13	0,00
Dez.	42,51	29,86	35,36	67,79	0,76

Fonte: Dados coletados da Estação Meteorológica da UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

### 3.2 - DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos casualizados completos, em fatorial 2 x 5, com quatro repetições. Os tratamentos foram constituídos pela combinação de dois métodos de propagação (convencional e *in vitro*) e cinco cultivares (ESAM 1; ESAM 2; ESAM 3; Branca do Rio de Janeiro e Califórnia). Cada unidade experimental foi composta por três fileiras longitudinais de plantas, no espaçamento de 1,0 x 0,4 m, totalizando 51 plantas, sendo considerada área útil as plantas da fileira central. Da área útil foram deixadas 10 plantas para análise de crescimento e as demais para avaliar a performance agronômica.

### 3.3 - DESCRIÇÃO DAS CULTIVARES UTILIZADAS

A descrição das cultivares ESAM 1, 2 e 3, baseia-se em Murilo et al., (1990) e as cultivares Branca do Rio de Janeiro e Califórnia foram caracterizadas morfológicamente através de observações visuais do material em campo, que foi

comparado com as ilustrações do dicionário ilustrado de plantas vasculares (RITSCHER et al., 1999; GONÇALVES ; LORENZI, 2007).

- ESAM 1: plantas com folhas grandes, medindo de 11 a 15cm de comprimento e de 13 a 17 cm de largura na parte mais dilata, cordiforme, pecíolo longo de coloração verde e o ponto de inserção do pecíolo com o limbo apresenta cor púrpura. Suas raízes apresentam película externa rosada, córtex branco, fusiformes com boa uniformidade e bom aspecto comercial, polpa branca, que após o cozimento torna-se creme, macia e medianamente seca. Cultivar de ciclo médio, produtiva, podendo ser colhida de 110 a 130 dias na região de Mossoró, com produtividade média de 31 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

- ESAM 2: as plantas apresentam folhas com certo dimorfismo, predominando o tipo trifida, pecíolo curto de coloração verde com base arroxeadada e nervura central de coloração roxa, comprimento variando de 7 a 11 cm e largura de 9 a 13cm. É uma cultivar de ciclo médio, podendo ser colhida de 110 a 130 dias com produtividade média de 30 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

- ESAM 3: suas folhas apresentam limbo irregularmente partido, de base truncada e subtruncada, eretas, com pecíolo longo e coloração variando de verde a levemente arroxeadas, com comprimento de 11 a 15 cm e largura de 13 a 17 cm. Apresenta raízes com película externa roxa, fusiforme alongado, boa uniformidade e ótimo aspecto comercial, córtex amarelo e polpa amarela que, após cozimento, apresenta coloração amarela mais intensa. É uma cultivar de ciclo médio, podendo ser colhida de 110 a 130 dias, com produtividade em torno de 35 t ha<sup>-1</sup> (Figura 1).

- Branca do Rio de Janeiro: suas folhas apresentam ponta da lâmina aguda de base reniforme, limbo irregularmente partido e inserção do pecíolo levemente púrpura, porte semi ramador, com comprimento de 9 a 12 cm e largura de 7 a 10 cm. Suas raízes possuem película externa branca, córtex e polpa creme, que após cozimento apresenta coloração creme mais intensa. As raízes são de formato fusiforme, boa uniformidade e ótimo aspecto comercial. É uma cultivar de ciclo precoce (Figura 1).

- Califórnia: suas folhas apresentam limbo verde, base cordiforme e ponta acuminada, comprimento de 8,5 a 9,5 cm e largura de 18 a 11 cm, caule e pecíolo verde, com as folhas do ápice arroxeadas e a inserção do limbo com o pecíolo e nervuras verde. Suas raízes possuem película externa creme, córtex e polpa laranja que, após cozimento, apresenta coloração laranja mais intensa. As raízes são de formato fusiforme alongado, boa uniformidade e ótimo aspecto comercial. É uma cultivar de ciclo precoce (Figura 1).



**Figura 1** - Características morfológicas das cultivares de batata-doce utilizadas no experimento. Mossoró- RN, UFERSA, 2008.

### 3.4 - IMPLANTAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

#### 3.4.1 - Fase de laboratório e casa de vegetação

As ramas das cultivares avaliadas foram provenientes da coleção de batata-doce, instalada na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA. Após a seleção, as ramas apicais, de 40 cm, com oito a dez nós apresentando bom desenvolvimento e aspecto fitossanitário, foram plantadas de três a quatro nós sob o solo em vasos contendo uma mistura de esterco bovino e terra na proporção de 2:1 em casa de vegetação. Quando apresentaram um bom desenvolvimento vegetativo, foram removidas as partes apicais das ramas em crescimento e após oito dias foram retirados segmentos nodais, com aproximadamente 20 mm de comprimento, contendo uma gema lateral. Essas brotações contendo gema apical e lateral foram devidamente acondicionadas em placas de Petri, previamente umedecidas e esterilizadas, e posteriormente levadas para o laboratório, onde sofreram desinfestação.

A desinfestação constou de três etapas: inicialmente os propágulos foram envoltos em gaze e lavados em água corrente durante 15 minutos. Em câmara de fluxo laminar, os explantes foram imersos em solução de álcool etílico a 70%, durante 1 minuto, e logo após foram transferidos para uma solução comercial de hipoclorito de sódio a 1% com 2 gotas de detergente neutro por 100 ml de solução, permanecendo por 20 minutos sob agitação. Por fim, o excesso de hipoclorito foi removido através de três lavagens consecutivas com água destilada esterilizada em autoclave.

A operação de remoção dos meristemas foi realizada em uma câmara de fluxo laminar previamente esterilizada. Inicialmente, as pequenas folhas que envolviam a porção terminal da rama e gemas laterais foram retiradas cuidadosamente, até se localizar os ápices envoltos pelos primórdios foliares. Após a remoção dos mesmos foi realizada a excisão dos ápices, aproximadamente 0,4 a 0,6 mm, de cada cultivar e transferidos para tubos de ensaio (2,5 x 15cm) contendo 10 ml de meio de cultura.

O meio nutritivo básico constituiu-se de macro e micronutrientes de acordo com Murashige e Skoog (1962), com os respectivos componentes e concentrações apresentadas na Tabela 3. As soluções estoques de todos os componentes do meio de cultura, vitaminas, aminoácidos e reguladores de crescimento foram preparadas e depois armazenadas em geladeira a 4° C, exceto a sacarose e o Agar que foram pesados e adicionados no momento da preparação do meio de cultivo. Ao meio básico foi adicionado de 30 g L<sup>-1</sup> de sacarose; 4,0 μM de ácido nicotínico; 2,4 μM de piridoxina; 0,3 μM de tiamina; 27,0 μM de glicina; 100 mg L<sup>-1</sup> de mio-inositol. O pH do meio foi ajustado para 5,7 ± 0,1 utilizando-se NaOH e/ou HCl em solução 0,1 N. O Agar foi dissolvido separadamente por aquecimento e acrescido ao meio de cultivo 7 g L<sup>-1</sup>, após o ajuste do pH. Foi realizada a distribuição do meio de cultivo de 10 ml por tubo em tubos de ensaio (2,5 x 15 cm), fechados com tampas de papel alumínio e autoclavados a 121°C e 1,2 atm durante 20 minutos.

Em seguida ao isolamento dos ápices, os tubos de ensaio foram lacrados com filme de pvc transparente, colocados em suportes e levados para a sala de crescimento mantidos a uma temperatura de 25° C ± 3° C e fotoperíodo de 16 horas, com intensidade luminosa e irradiância de aproximadamente 30 μmol m<sup>-2</sup> s<sup>-1</sup>. Após 40 dias, as plântulas obtidas foram assepticamente repicadas em câmara de fluxo laminar em segmentos de 0,5 a 1,0 cm de comprimento, com uma gema cada, colocadas individualmente em tubos de ensaio, conservando-se a polaridade natural das plântulas. Este procedimento ocorreu até se obter um número satisfatório de plântulas, visando garantir um número mínimo de 204 plantas doadoras de ramas utilizadas no experimento de campo e um excedente de reserva para possíveis problemas.



**Tabela 3** - Composição do meio de cultura MS modificado, com vitaminas, carboidrato, Agar e aminoácido. 1962.

Soluções Estoque	Compostos	Quantidades			Volume Estoque ml.L <sup>-1</sup>	Concentração Final mg.L <sup>-1</sup>
		g.100 ml <sup>-1</sup>	g.500ml <sup>-1</sup>	g.L <sup>-1</sup>		
A	NH <sub>4</sub> NO <sub>3</sub>	--	41,2500	82,500	20	1.650,000
B	KNO <sub>3</sub>	--	47,5000	95,000	20	1.900,000
C	KH <sub>2</sub> PO <sub>4</sub>	3,4000		34,000		170,000
	H <sub>3</sub> BO <sub>3</sub>	0,1240		1,240		6,200
	KI	0,1660	--	0,166	5	0,830
	Na <sub>2</sub> MoO <sub>4</sub> . 2H <sub>2</sub> O	0,0500		0,050		0,250
	CoCl <sub>2</sub> .6H <sub>2</sub> O	0,0005		0,005		0,025
D	CaCl <sub>2</sub> .2H <sub>2</sub> O	8,8000	--	88,000	5	440,000
E	MgSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	7,4000		74,000		370,000
	MnSO <sub>4</sub> .H <sub>2</sub> O	0,3380		3,380	5	16,900
	ZnSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	0,1725	--	1,725		8,600
	CuSO <sub>4</sub> .5H <sub>2</sub> O	0,0005		0,005		0,025
F	Na <sub>2</sub> EDTA.2H <sub>2</sub> O	--	0,9325	1,865	20	37,300
	FeSO <sub>4</sub> .7H <sub>2</sub> O	--	0,6950	1,390		27,800
G	Tiamina-HCl	0,0010		0,002		0,1 mg
	Piridoxina-HCl	0,0050		0,010		0,5 mg
	Ác. Nicotínico	0,0050	--	0,010	5	0,5 mg
	Glicina	0,0200		0,040		2,0 mg
	Mio-inositol	2,0000		2,000		100 mg
Açúcar	Sacarose (3%)	--	--	30,000	--	30,000
Agar	0,7%	--	--	7,000	--	7,000
pH	5,8 ± 0,1	--	--	--	--	--

A fase de aclimação iniciou com a abertura dos tubos de ensaio mediante a realização de furos nos filmes que protegiam os mesmos, perfurados gradativamente com agulhas para favorecer as trocas gasosas entre a plântula e o novo ambiente,

permanecendo na sala de crescimento por oito dias. Em seguida, as plântulas foram retiradas dos frascos, lavadas e transferidas para bandejas de isopor (polietileno expandido) contendo 128 células, preenchidas com substrato comercial e levadas para casa de vegetação (temperatura média de  $28^{\circ}\text{C} \pm 3^{\circ}\text{C}$  e umidade relativa do ar média de aproximadamente 50%) onde permaneceram por mais oito dias.

Em seguida, as plantas foram transferidas para sacos plásticos com capacidade de 5 kg, contendo mistura de solo e adubo orgânico, (esterco bovino curtido), na proporção 2:1, permanecendo por oitenta dias, quando foram retiradas ramas apicais com tamanho de aproximadamente 40 cm de comprimento, contendo de 8 a 10 entrenós, que foram levadas ao campo, juntamente com as ramas das mesmas cultivares que foram multiplicadas na horta didática, exatamente no mesmo período de tempo.

### **3.4.2 - Fase de campo**

O experimento de campo foi conduzido na horta didática do Departamento de Ciências Vegetais da UFERSA. Inicialmente foi feito o preparo do solo, mediante a realização de aração e gradagem, seguida do sulcamento e adubação de plantio, de acordo com análise de solo e recomendação de adubação segundo Cavalcanti (1998). Utilizou-se  $20 \text{ m}^3 \text{ ha}^{-1}$  de esterco bovino curtido,  $20 \text{ kg ha}^{-1}$  de nitrogênio, na forma de uréia,  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de fósforo, na forma de superfosfato simples e  $30 \text{ kg ha}^{-1}$  de potássio, na forma de cloreto de potássio. Em seguida, foram erguidas as leiras com 0,3 m de altura.

O plantio foi realizado em 13 de agosto de 2008, utilizando ramas apicais de aproximadamente 0,4 m (com folhas, contendo de oito a dez nós), coletadas no dia anterior das plantas matrizes, multiplicadas *in vitro* e no campo e mantidas à sombra. O espaçamento utilizado foi 1,0 x 0,4m, sendo colocada em cada cova, apenas uma rama, onde foram enterrados de três a quatro nós, numa profundidade de aproximadamente 0,10 m.

Como tratos culturais foram realizados: adubação de cobertura aos 30 dias após o plantio (DAP), com 20 kg ha<sup>-1</sup> de nitrogênio, 20 kg ha<sup>-1</sup> de fósforo e 20 kg ha<sup>-1</sup> de potássio, na forma de uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio respectivamente, (CAVALCANTI, 1998); irrigações diárias através de microaspersores; capinas manuais com auxílio de enxada aos 25 e 55 DAP e uma pulverização com inseticida para controle de pulgão e mosca branca aos 30 DAP. A colheita foi realizada aos 120 DAP, período caracterizado pela maturação fisiológica da batata-doce. As raízes colhidas foram conduzidas para o Laboratório de Pós-colheita do Departamento de Ciências Vegetais para avaliações das características de produção.

### 3.5 - CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

#### 3.5.1 - Análise de crescimento

##### 3.5.1.1 - Índices fisiológicos

Durante o ciclo da cultura foram realizadas amostragens aos 40, 60, 80, 100 e 120 DAP. Em cada amostragem foi coletada uma planta por parcela e separada em folhas, caules, raízes, a área foliar foi determinada usando o método do disco (TAVARES-JÚNIOR et al., 2002) corrigido. Para a correção, os valores obtidos pelo método do disco foram multiplicados por uma constante característica de cada cultivar. Essa constante foi determinada a partir da análise de regressão entre os valores de área de uma amostra de 15 folhas de cada cultivar, obtido pelo método do disco e os valores de área determinados após análise das imagens obtidas com auxílio de um scanner de mesa das mesmas folhas. Para a determinação das áreas por análise de imagens foi utilizado o software Sigmascan® (SPSS). Para determinação da massa seca a planta foi colocada em estufa com circulação forçada de ar à temperatura de 65°C, até atingir massa constante.

Os valores obtidos de massa seca da planta, massa seca das folhas e área foliar foram utilizados para elaboração de curvas de regressão, escolhidas segundo os valores dos seus coeficientes de determinação ( $R^2$ ) e a representatividade fisiológica das constantes. Os valores de massa seca total e massa seca de raízes foram ajustados segundo o modelo logístico conforme descrito por Yin et al., (2003), sendo as constantes estimadas pelo método de Levenberg-Marquardt, com auxílio do software SPSS15. Para representar os valores de área foliar e massa seca foliar foi escolhida a curva de Gauss, e o ajuste executado pelo software Table Curve 5.0.

As fórmulas utilizadas são discutidas abaixo:

$$W = a/(1+\exp(-b*(t-c))) \quad (1)$$

Onde:

W = massa seca total ou de raízes tuberosas;  $b = 2*TCR$  no tempo “c”; c = metade do tempo para obtenção de  $W_{máx}$ .

$$AF = a' + (b' * \exp(-0,5 * (((t-c')/d') ** 2))) \quad (2)$$

Onde:

AF = área foliar (ou massa seca foliar - MSF). As constantes  $a'$ ,  $b'$ ,  $c'$  e  $d'$  não têm significado fisiológico.

#### 3.5.1.1 - Índices fisiológicos

Com os valores de área foliar e massa seca da planta foram determinados os índices fisiológicos descritos a seguir (EVANS, 1972; BENINCASA, 2003).

Modelos matemáticos foram ajustados aos dados originais conforme Hunt; 1979 e Hunt; Parson, 1974.

#### 3.5.1.1.1 - Índice de área foliar (IAF)

Em função da área foliar, o índice foi calculado com a fórmula seguinte:

$$IAF = AF/AS \quad (3)$$

Onde:

IAF = indica o número de camadas de folhas sobrepostas.

AF = área foliar em m<sup>2</sup>; AS = Espaçamento da cultura em m<sup>2</sup>.

Pelo método funcional:

$$IAF = (a' + (b' * \exp(-0,5 * ((t-c')/d') ** 2))) / AS \quad (4)$$

#### 3.5.1.1.2 - Taxa de crescimento absoluto (TCA)

A TCA (g.dia<sup>-1</sup>) avalia a produtividade primária líquida. No presente trabalho representa o incremento médio diário de massa seca da planta entre duas avaliações sucessivas. É o somatório das taxas de crescimento dos diversos componentes das plantas.

$$TCA = (W_2 - W_1) / (t_2 - t_1) \quad (5)$$

Onde:

W = massa seca total, t = tempo em dias 1 e 2 = duas amostras sucessivas.

Pelo método funcional, TCA é calculado pela derivada de W no tempo; dW/dT.

Derivando-se a equação (1) com auxílio do programa Maple V, obtém-se:

$$TCA = a * b * (\exp(-b * (t-c))) / ((1 + \exp(-b * (t-c))) ** 2) \quad (6)$$

### 3.5.1.1.3 - Taxa de crescimento relativo (TCR)

A TCR ( $\text{g} \cdot \text{g}^{-1} \cdot \text{t}^{-1}$ ) expressa o incremento médio na massa seca, por unidade de massa inicial, entre duas avaliações sucessivas. Para valores médios usa-se:

$$\text{TCR} = (\text{Ln}W_2 - \text{Ln}W_1) / (t_2 - t_1) \quad (7)$$

Onde:

Ln = logaritmo neperiano

Pelo método funcional, TCR é a derivada de W no tempo, dividida por W, ou seja,  $\text{TCR} = (dW/dT) * (1/W)$ , obtendo-se:

$$\text{TCR} = b * \exp(-b(t-c)) / (1 + \exp(-b(t-c))) \quad (8)$$

### 3.5.1.1.4 - Taxa assimilatória líquida (TAL)

A TAL ( $\text{g} \cdot \text{m}^{-2} \cdot \text{dia}^{-1}$ ) representa a taxa de fotossíntese líquida, na forma de massa seca produzida, por unidade de área foliar, por unidade de tempo. Para valores médios, usa-se:

$$\text{TAL} = [(W_2 - W_1) / (t_2 - t_1)] \times [(\text{Ln}AF_2 - \text{Ln}AF_1) / (AF_2 - AF_1)] \quad (9)$$

Pelo método funcional,  $\text{TAL} = dW/dT * 1/AF$ , ou  $\text{TCA}/AF$ , obtendo-se:

$$\text{TAL} = (a * b * (\exp(-b * (t-c))) / ((1 + \exp(-b * (t-c))) ** 2)) / (a' + (b' * \exp(-0,5 * ((t-c')/d') ** 2))) \quad (10)$$

### 3.5.1.1.5 - Razão de área foliar (RAF)

A RAF ( $\text{m}^2 \cdot \text{g}^{-1}$ ) representa a relação entre a área foliar e a massa seca total da planta.

$$RAF = AF/W \quad (11)$$

Pelo método funcional:

$$RAF = (a' + (b' * \exp(-0,5 * (((t-c')/d') ** 2)))) / (a / (1 + \exp(-b * (t-c)))) \quad (12)$$

#### 3.5.1.1.6 - Área foliar específica (AFE)

É o componente morfológico e anatômico da RAF, porque relaciona a superfície com o peso de matéria seca da própria planta.

$$AFE = MS \text{ folha} / \text{Área foliar} \quad (13)$$

### 3.5.2 - Rendimento agrônomo

#### 3.5.2.1 - Produção total, comercial e não-comercial de raízes

As produções total, comercial e não-comercial corresponderam às pesagens das raízes classificadas em cada tratamento, sendo os resultados expressos em toneladas por hectare. Foram consideradas raízes comerciais aquelas de formatos uniformes, lisas, com peso superior a 80g, enquanto que aquelas fora deste padrão (finas, esverdeadas, rachadas, afetadas por insetos) foram consideradas não-comerciáveis, conforme EMBRAPA (1995) e EMBRAPA (1995a).

#### 3.5.2.2 - Peso médio de raiz comercial

O peso médio da raiz comercial foi obtido mediante a relação estabelecida entre a produção comercial e o número de raízes comerciais colhidas em cada tratamento.

### 3.5.2.3 - Número de raízes comercial e total por planta

O número de raízes comerciáveis e totais por planta foi determinado através da contagem das raízes em cada classificação, e os resultados divididos pelo número de plantas correspondente a cada tratamento.

## 3.6 - ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos foram submetidos a análises de variância, com os quadrados médios comparados pelo teste F e as médias pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Também foram realizadas análises de regressão para as características de crescimento da planta e selecionados os modelos com base no maior valor do coeficiente de determinação ( $R^2$ ) e a explicação biológica do mesmo.



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 ANÁLISE DE CRESCIMENTO

Na Tabela 4 é apresentado o resumo da análise de variância para as características relacionadas à análise de crescimento da planta. Foi verificada interação significativa entre cultivares, forma de propagação e época para as características massa seca total (MST), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida (TAL).

**Tabela 4** - Resumo da análise de variância (valores de F), para as características massa seca total (MST), área foliar (AF), índice de área foliar (IAF), razão de área foliar (RAF), taxa de crescimento absoluto (TCA), taxa de crescimento relativo e taxa assimilatória líquida (TAL). Mossoró-RN, 2008.

FV	Valores de F							
	MST	AF	IAF	RAF	TCA	TCR	TAL	
Blocos	2,0	1,2	0,7	0,8	1,1	0,4	0,4	
Cultivar (C)	3,2 *	0,9	4,4 *	6,5 **	0,6	3,7 *	3,0 *	
Propagação (P)	49,0 **	47,7 **	21,5 **	2,0	12,4 **	0,9	6,0 *	
C x P	0,8	0,4	1,6	0,9	0,9	1,2	3,8 *	
Erro 1								
Época (E)	126,8 **	31,9 **	4,3 **	97,1 **	36,3 **	100,5 **	27,2 **	
E x C	2,8 **	2,1 *	1,6	1,6	3,8 **	4,8 **	6,0 **	
E x P	6,4 **	2,1	0,4	0,3	1,3	2,3	1,1	
E x C x P	1,9 *	2,9 **	2,7 *	2,3*	2,6 **	3,6 **	3,9 **	
Erro 2								

\*, \*\* Significativos respectivamente aos níveis de 5 e 1% de probabilidade pelo Teste F.

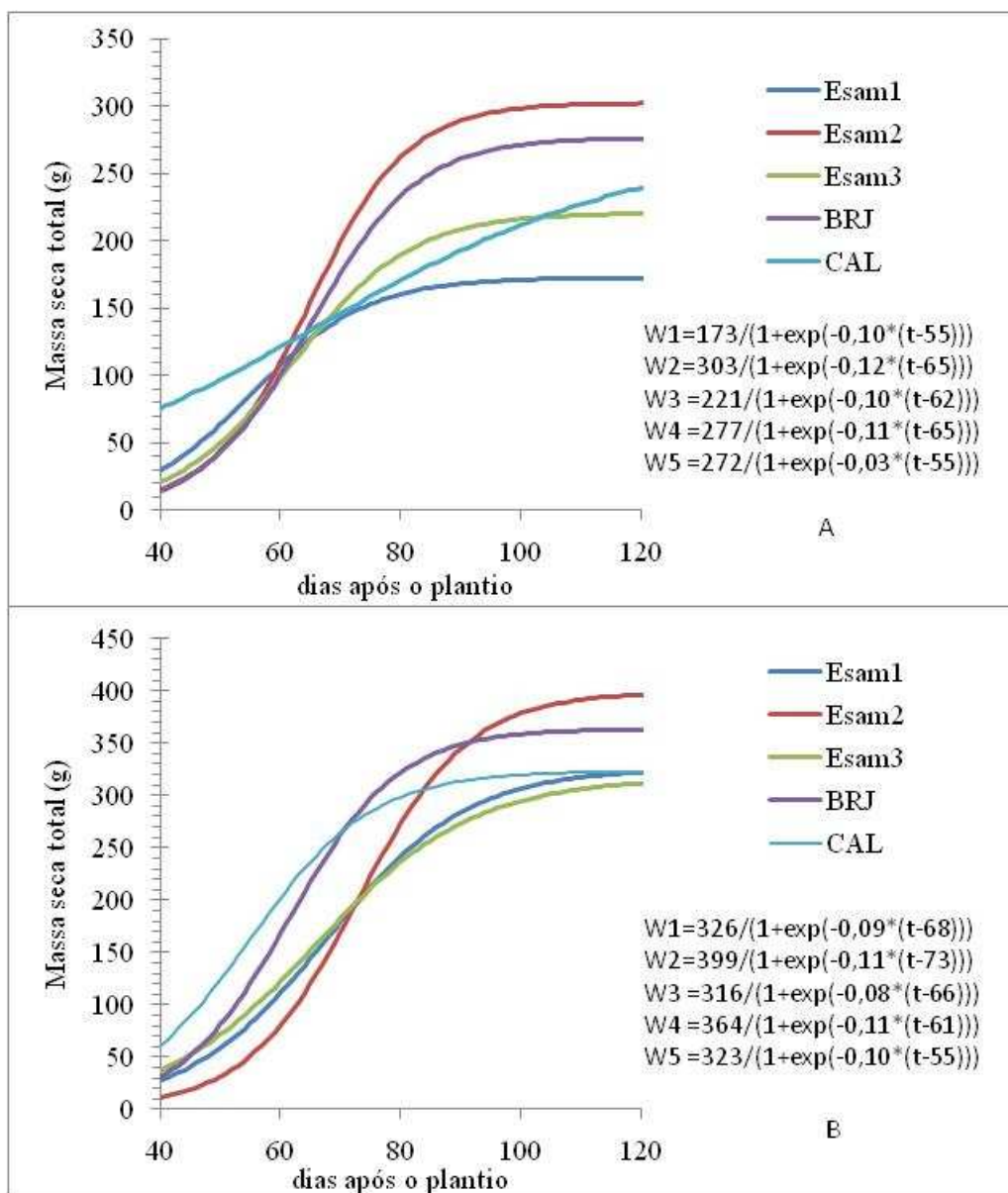
#### 4.1.1 Massa seca total (MST)

A massa seca total, independentemente da forma de propagação seguiu o padrão logístico de crescimento. O acúmulo de massa seca total foi crescente até os 120 dias após o plantio (DAP), sendo as plantas propagadas *in vitro* superiores às convencionais (Figura 2). Segundo Figueiredo (1993), o padrão de crescimento da batata-doce segue a tendência sigmoideal, com três fases distintas: uma inicial, anterior à formação de raízes tuberosas, quando o crescimento é lento; outra intermediária, que vai do início da formação das raízes tuberosas até próximo ao ponto de colheita, quando o crescimento é acelerado; e outra final, quando as raízes estão no ponto de colheita, onde o acréscimo na massa seca é lenta e as curvas aproximam-se de um patamar. Percebe-se na Figura 2 essas três fases (com exceção para a cultivar Califórnia propagada de forma convencional), embora a fase inicial não esteja bem nítida devido à amostragem ter iniciado aos 40 DAP.

Comportamento semelhante foi observado por Conceição et al. (2005), em estudo da análise de crescimento de duas cultivares de batata-doce. Segundo os autores, as cultivares apresentaram tendência logística com relação à massa seca total, com máximos de 1.141 e 1.405 g.m<sup>-2</sup> para as cultivares Abóbora e Da Costa, respectivamente, atingidos aos 150 dias após o transplante. Echer et al., (2009) observaram crescimento linear positivo da massa seca de raízes e folhas da cultivar de batata doce Canadense até os 115 dias após o transplantio (DAT). Entre 115 e 130 DAT, houve um forte crescimento da massa seca de raízes tuberosas, reflexo da translocação e do acúmulo de nutrientes, sendo que após esse período houve diminuição na massa seca das raízes tuberosas. Esse fato se explica pelo ciclo perene da cultura, pois nessa terceira fase a planta redireciona os fotoassimilados e investe no crescimento vegetativo.

Comparando-se as cultivares dentro das formas de propagação, verifica-se que a cultivar ESAM 2 produziu uma maior quantidade de massa seca total, seguida da Branca do Rio de Janeiro, Califórnia, ESAM 3 e ESAM 1. As produções máximas de massa seca total foram, respectivamente, na mesma ordem das cultivares acima, de 302,21; 276,17; 239,56; 220,17 e 172,46 g planta<sup>-1</sup> para a propagação convencional e de 396,29; 363,05; 322,95; 311,61 e 322,12 g planta<sup>-1</sup> para propagação *in vitro*. A diferença em favor da segunda forma de propagação foi de 31,13; 31,46; 34,80; 41,53 e 86,78% (Figura 2). Em alho, o crescimento da parte aérea, expresso pela altura e número de folhas/planta, e do bulbo, de acordo com a razão bulbar, de plantas oriundas da cultura de tecidos mostrou-se superior ao das plantas convencionais, sendo que estas diferenças foram mais efetivas para as cultivares Gigante Roxão e Gravatá (RESENDE et al., 2000).

Medeiros et al., (1990), trabalhando com a cultivares de batata-doce, Coquinho e Princesa, obteve mais matéria seca em todas as partes da planta, bem como uma maior área foliar na cultivar Coquinho e explica que a ausência de lóbulos profundos pode ter influenciado este aumento, já que a cv. Princesa tem o limbo dividido em cinco lóbulos profundos. Reduzida superfície foliar foi relatada por Folquer (1978) como limitação fisiológica na utilização da energia solar, que repercute na produção final.



**Figura 2** - Massa seca total em batata-doce plantada, oriundas de ramas produzidas de forma convencional (A) e de cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do RJ (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

A cultivar Califórnia apresentou-se mais precoce a partir de ramas oriundas *in vitro*, estabilizando seu crescimento antes das demais.

Constata-se que nos dois casos a cultivar ESAM 2, já na coleta dos 100 DAP apresentava maior produção biológica, com destaque, pois para a aptidão de alimentação animal.

#### **4.1.2 - Taxa de crescimento absoluto (TCA)**

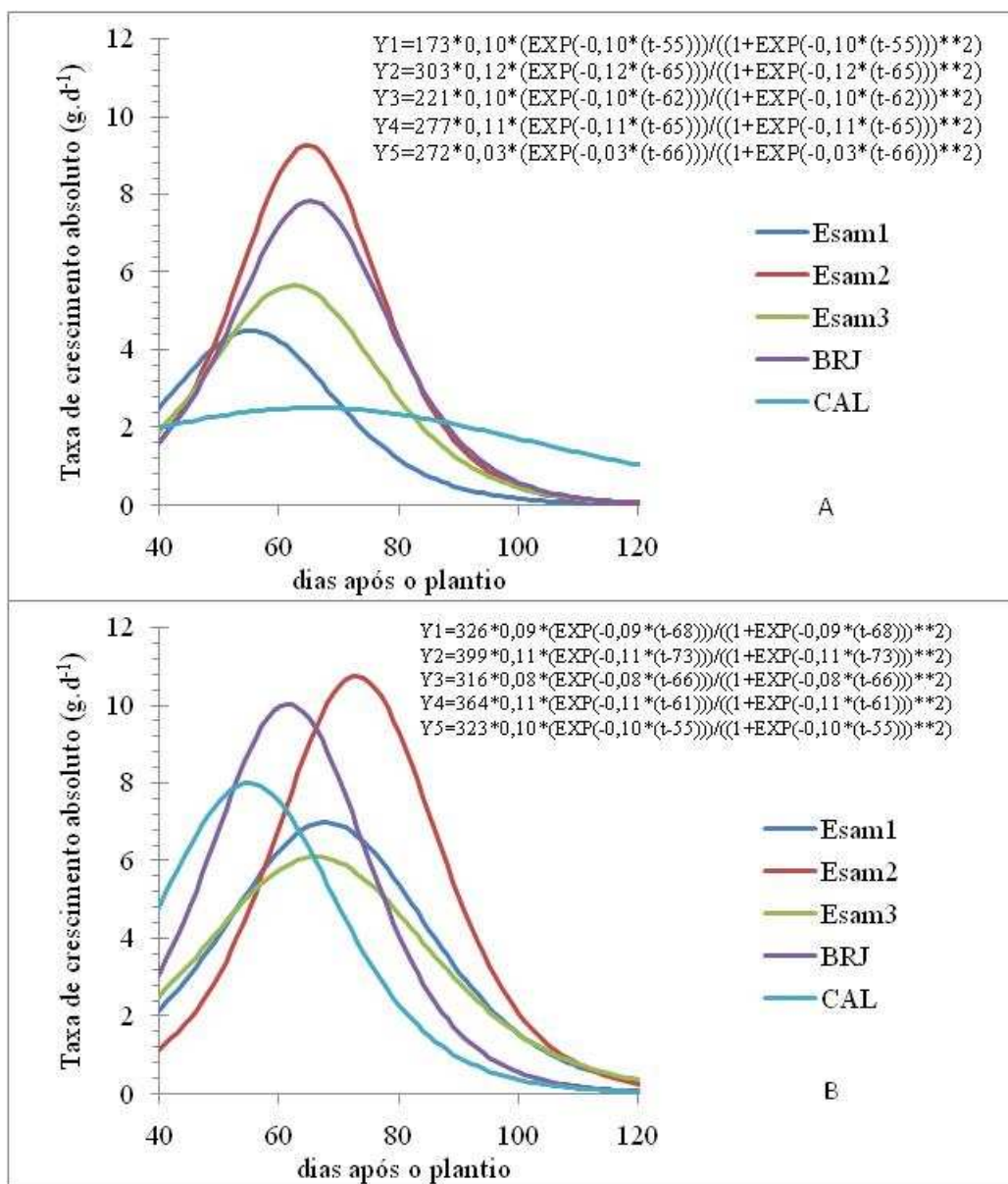
As taxas de crescimento absoluto (TCA) das plantas multiplicadas *in vitro* foram superiores das plantas multiplicadas de forma convencional, para todas as cultivares (Figura 3). De modo geral, a TCA assumiu valores iniciais baixos, passando por uma fase de crescimento contínuo até atingir o ponto de máximo (variável com as cultivares e forma de propagação), decrescendo posteriormente na fase final do ciclo.

Na propagação convencional, a TCA confirma o comportamento diferenciado na acumulação de massa seca entre as cultivares, com valores máximos encontrados de 9,27 g.planta<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para a ESAM 2; 7,81 g.planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a Branca do Rio de Janeiro; 5,63 g.planta<sup>-1</sup>.dia<sup>-1</sup> para a ESAM3; 4,50 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a ESAM 1 e 2,52 g planta<sup>-1</sup> dia<sup>-1</sup> para a Califórnia, atingidos, respectivamente, aos 65, 65, 63, 55 e 66 DAP (Figura 3A). Verifica-se que o decréscimo da TCA na ‘Califórnia’ após atingir o ponto de máximo, acontece lentamente, diferentemente das outras cultivares que apresentam reduções rápidas, atingido valores próximos de zero ao final do ciclo (120 DAP). Segundo Figueiredo (1993) a diminuição dos valores de TCA, depois de atingirem o máximo, provavelmente ocorre como resultado do aumento de estruturas não produtivas, que passam a consumir fotoassimilados da planta.

Na propagação *in vitro*, as taxas de crescimento absoluto foram respectivamente de 10,75; 10,03; 7,98; 6,99 e 6,11 g. planta<sup>-1</sup>. dia<sup>-1</sup> para as cultivares ESAM 2, Branca do Rio de Janeiro, Califórnia, ESAM 1 e ESAM 3, atingidos aos 73,

62, 55, 68 e 66 DAP (Figura 3B). Embora a propagação *in vitro* tenha aumentado a TCA, a resposta à mesma foi diferente entre as cultivares, pois quando compara-se com a propagação convencional, as cultivares ESAM 1, ESAM 2 e ESAM 3 tenderam ser mais tardia, apesar da colheita de todas cultivares ter sido realizada aos 120 DAP.

A taxa de produção de matéria seca foi crescente até os 90 dias após o transplântio para as cultivares de batata-doce Da Costa e Abóbora, declinando posteriormente até o final do ciclo. Contudo, a cv. Da Costa teve maiores valores do que a Abóbora, de forma consistente, até 120 DAT, igualando-se no final da fase de desenvolvimento. As taxas máximas foram de 14,8 e 20,3 g.m<sup>-2</sup>.dia<sup>-1</sup>, respectivamente, para as cultivares Abóbora e Da Costa (CONCEIÇÃO et al., 2005).



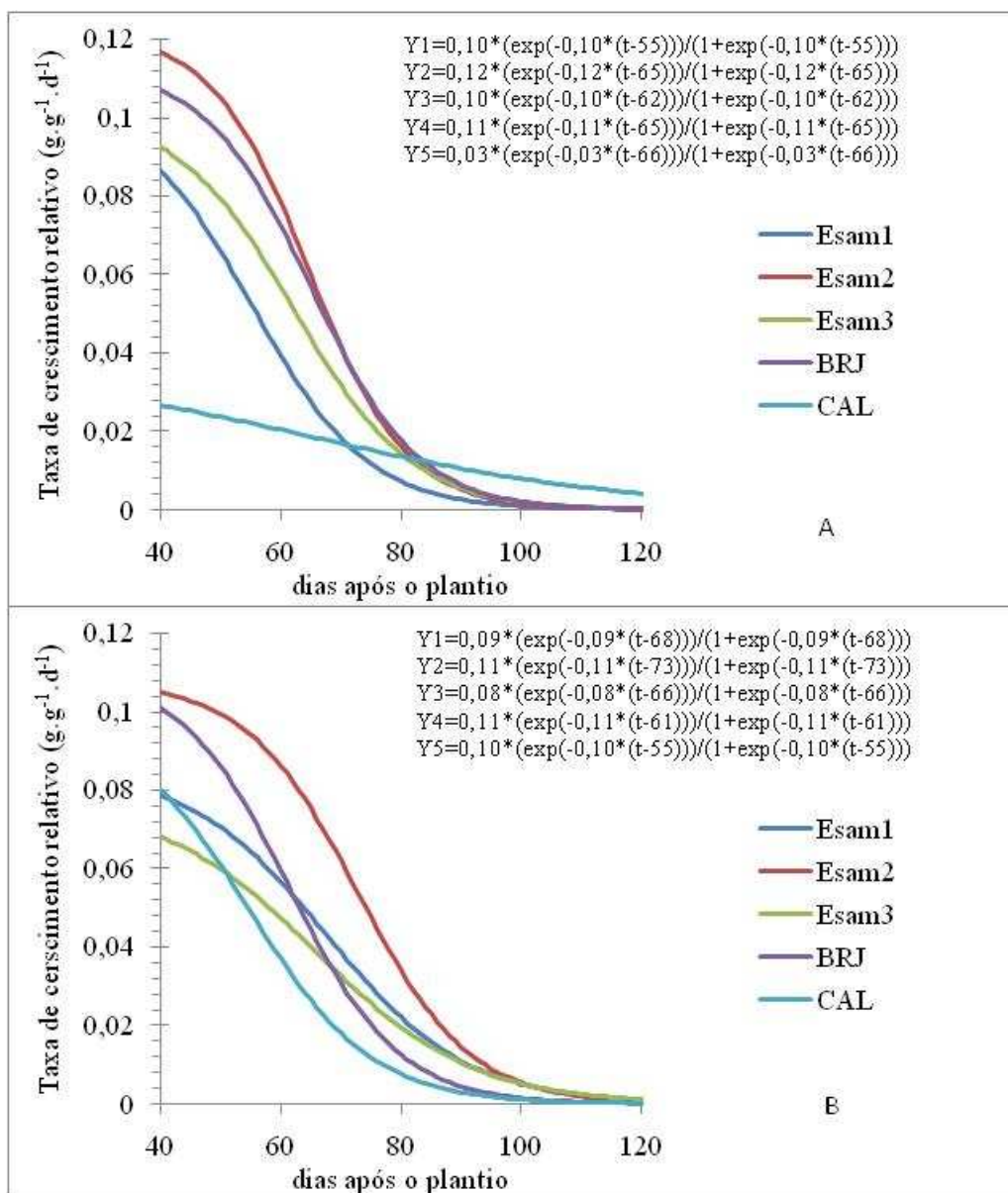
**Figura 3** - Taxa de crescimento absoluto em batata-doce plantada, oriundas de ramas produzidas de forma convencional (A) e de cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

#### **4.1.3 - Taxa de crescimento relativo (TCR)**

A taxa de crescimento relativo (TCR) representa o aumento, em gramas, de massa seca por unidade de material presente, num período de observação; assim, qualquer incremento ao longo de determinado período estará diretamente relacionado à massa alcançada ao longo de um intervalo anterior (SILVA et al. 2005). Em relação ao tempo, verifica-se que a tendência geral da TCR é a redução com o desenvolvimento do ciclo da cultura da batata-doce. Assim, percebe-se uma fase inicial de rápido acúmulo de material, atingindo um ponto de máximo com posterior decréscimo. (Figura 4). O decréscimo da TCR após o ponto de máximo observado para todas as cultivares de batata-doce, em parte, deve-se ao aumento de tecidos não assimiladores (BENICANSA, 2003). Esse comportamento de TCR é amplamente reportado na literatura, como em Aguiar Neto et al. (2000), Conceição et al. (2005), Barcelos et al. (2007).

Entre as cultivares, a 'Califórnia' apresentou menor TCR a ESAM 2, a máxima.





**Figura 4** - Taxa de crescimento relativo em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

#### 4.1.4 - Área foliar (AF) e Índice de área foliar (IAF)

Os Índices de área foliar são obtidos pela divisão dos valores de área foliar pelo espaçamento da planta. Por isso, as comparações aplicáveis aos resultados obtidos de área foliar são também aplicáveis aos resultados de índice de área foliar.

Para representar os valores de área foliar durante o período do experimento foi escolhida uma função polinomial conhecida como curva de Gauss ( $y=a+b\exp(-0.5((x-c)/d)^2)$ ), em função da simplicidade, pequeno número de constantes (4), e coeficientes de ajustes aos pontos ( $r^2$ ). A curva ajustada é mostrada na Figura 5. A curva ajustada para os índices de área foliar é mostrada na Figura 6.

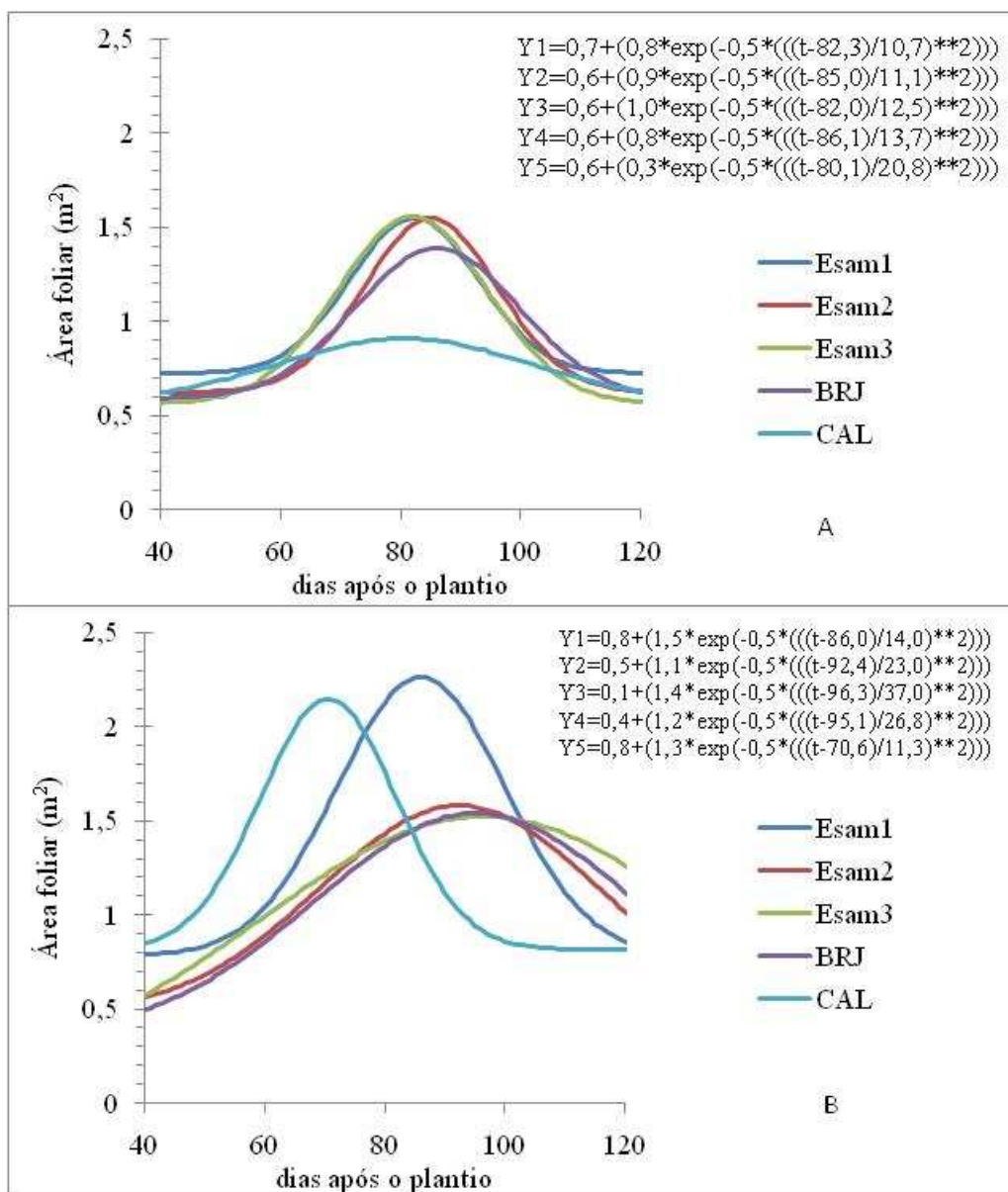
Os valores de área foliar apresentam tendência de crescimento até os 60 ou 80 dias, decrescendo a seguir (Figura 5). Essa redução da área foliar é uma característica bem conhecida em batata-doce (CONCEIÇÃO et al., 2005; MEDEIROS et al., 1990) e comum em plantas com crescimento determinado (EVANS, 1972), sendo provocada tanto pela redução da emissão de folhas quanto pela senescência foliar. Essa alteração do padrão de crescimento parece estar associada com o início da formação das raízes tuberosas, tendo sido relacionada com a modificação do padrão de dreno da planta. Na fase de crescimento da área foliar, as folhas representam um dreno muito importante recebendo grande parte dos fotoassimilados (MEDEIROS et al., 1990). Quando a tuberação é prioritária as raízes se constituem no dreno mais importante, impedindo a formação de novas folhas e mesmo a manutenção das folhas mais velhas (CONCEIÇÃO et al., 2005).

Os valores máximos de área foliar ocorreram em torno dos 80 dias, exceto para a cultivar Califórnia, que mostrou pico de produção de área foliar em torno dos 60 dias, (Figura 5).

Para as plantas oriundas de ramas *in vitro*, a cultivar Califórnia mostrou tendência de maior precocidade. Não foram observadas diferenças das áreas foliares

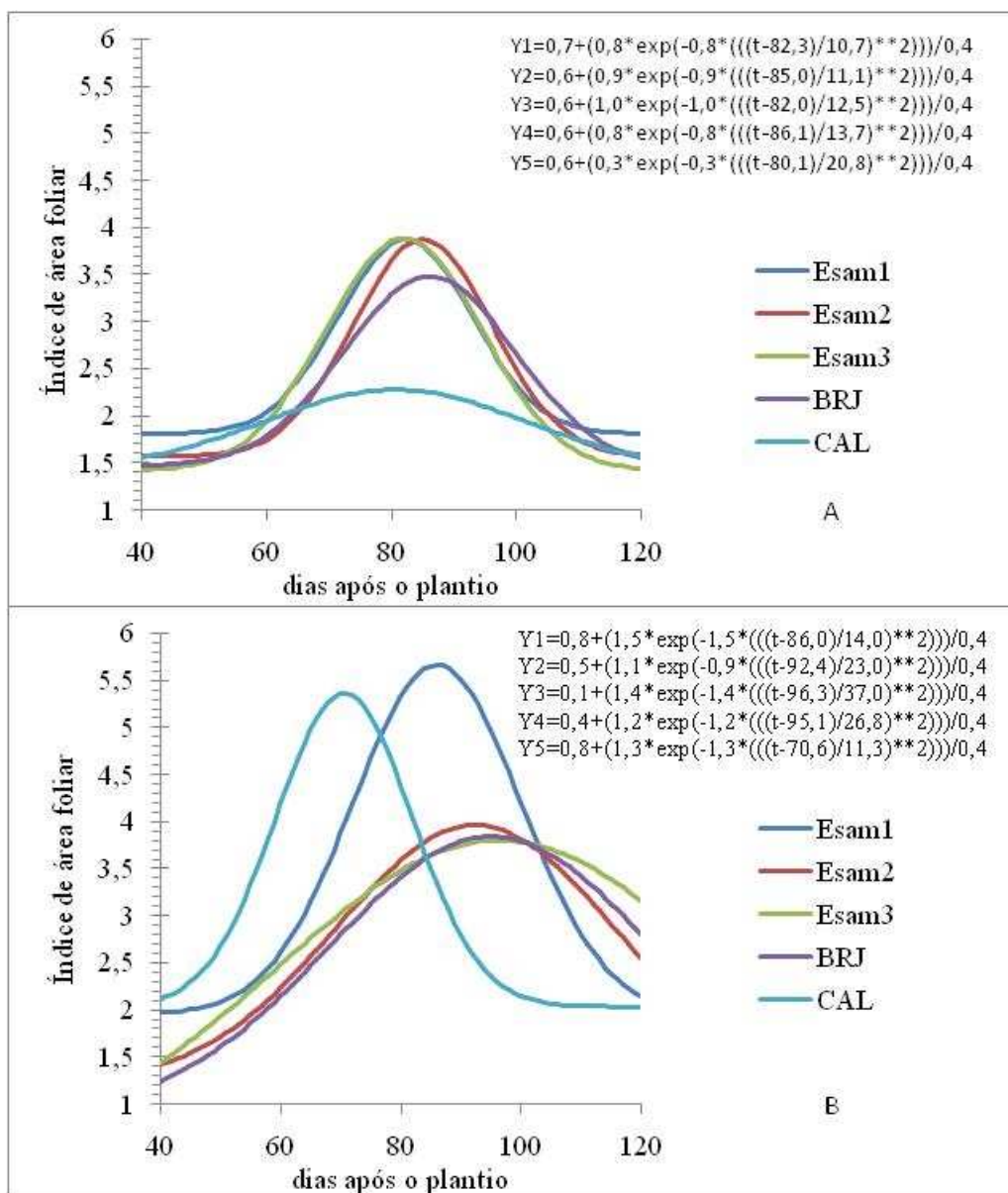
médias entre as cultivares, tanto para plantas com origem no campo quanto para as oriundas de cultura de tecidos.

Os resultados de área foliar máxima obtidos para as plantas com origem no campo são um pouco superiores aos obtidos por Medeiros et al., (1990) para as cultivares coquinho e princesa, em Brasília-DF, e bastante inferiores aos apresentados por Conceição et al. (2005). Os altos valores apresentados por estes últimos autores, além das diferenças clonais, podem ter sido devido às diferentes condições ambientais, estimulando o crescimento vegetativo daquelas plantas. Por outro lado, os valores máximos obtidos no presente experimento foram superiores aos apresentados por Queiroga et al., (2007) para as cultivares ESAM 1, ESAM 2 e ESAM 3 (0,32; 0,27 e 0,38 m<sup>2</sup> respectivamente). Os motivos dessas diferenças não são conhecidos.



**Figura 5** - Área foliar em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

Os maiores valores de áreas foliares e índices de área foliar obtidos nas plantas oriundas de micropropagação são devidos inicialmente a um maior investimento na produção de folhas ou maior duração das mesmas (efeito primário). Esse aumento da área foliar, por sua vez, provoca maior auto-sombreamento nesse tratamento. Em função disso, há uma tendência das folhas produzidas apresentarem maiores áreas (efeito secundário) e menor espessura (Larcher, 2000), ou seja, maior área foliar específica.



**Figura 6** - Índice de área foliar em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

#### 4.1.5 - Razão de área foliar (RAF)

Foi observada uma boa correspondência entre os valores de RAF determinados pelo método clássico (EVANS, 1972) e pelo método funcional (HUNT e PARSONS, 1974). Os valores de RAF mostraram um padrão decrescente, estabilizando-se e uniformizando-se após a terceira avaliação, em torno dos 80 dias de cultivo.

É comum, no entanto, que a distribuição temporal de RAF assuma a forma de sino, aumentando por algum tempo e diminuindo a seguir. No entanto, como a avaliação do crescimento foi iniciada apenas aos 40 dias, é possível que nessa fase inicial de crescimento já tivesse terminado à época do início das avaliações. Essa suposição é apoiada pelos valores apresentados por Conceição et al., (2005) e por Medeiros et al., (1990), para batata-doce, que mostram valores crescentes de RAF até 30-40 dias e decrescentes a partir dessas datas.

Os valores observados no presente trabalho são semelhantes aos obtidos por Conceição et al. (2005), para as cultivares Da Costa e Abóbora, no Rio Grande do Sul, e um pouco superiores aos valores obtidos por Medeiros et al. (1990) para as cultivares Coquinho e Princesa, em Brasília - DF.

A análise estatística dos dados de RAF mostra que os valores são diferentes para as cultivares, mas semelhantes entre os métodos de propagação (PROP) (Tabela 8). Os testes de médias para o efeito de cultivares mostram que os maiores valores médios foram observados na cultivar ESAM 1, no entanto, estatisticamente semelhante às cultivares ESAM 2 e ESAM 3, e superior às cultivares Branca do Rio de Janeiro e Califórnia (Tabela 8). Quando é analisado o desdobramento cultivares x propagação, as diferenças citadas acima entre as cultivares ESAM 1 e Califórnia só foram verificadas nas plantas oriundas do campo, devido provavelmente a área foliar específica.

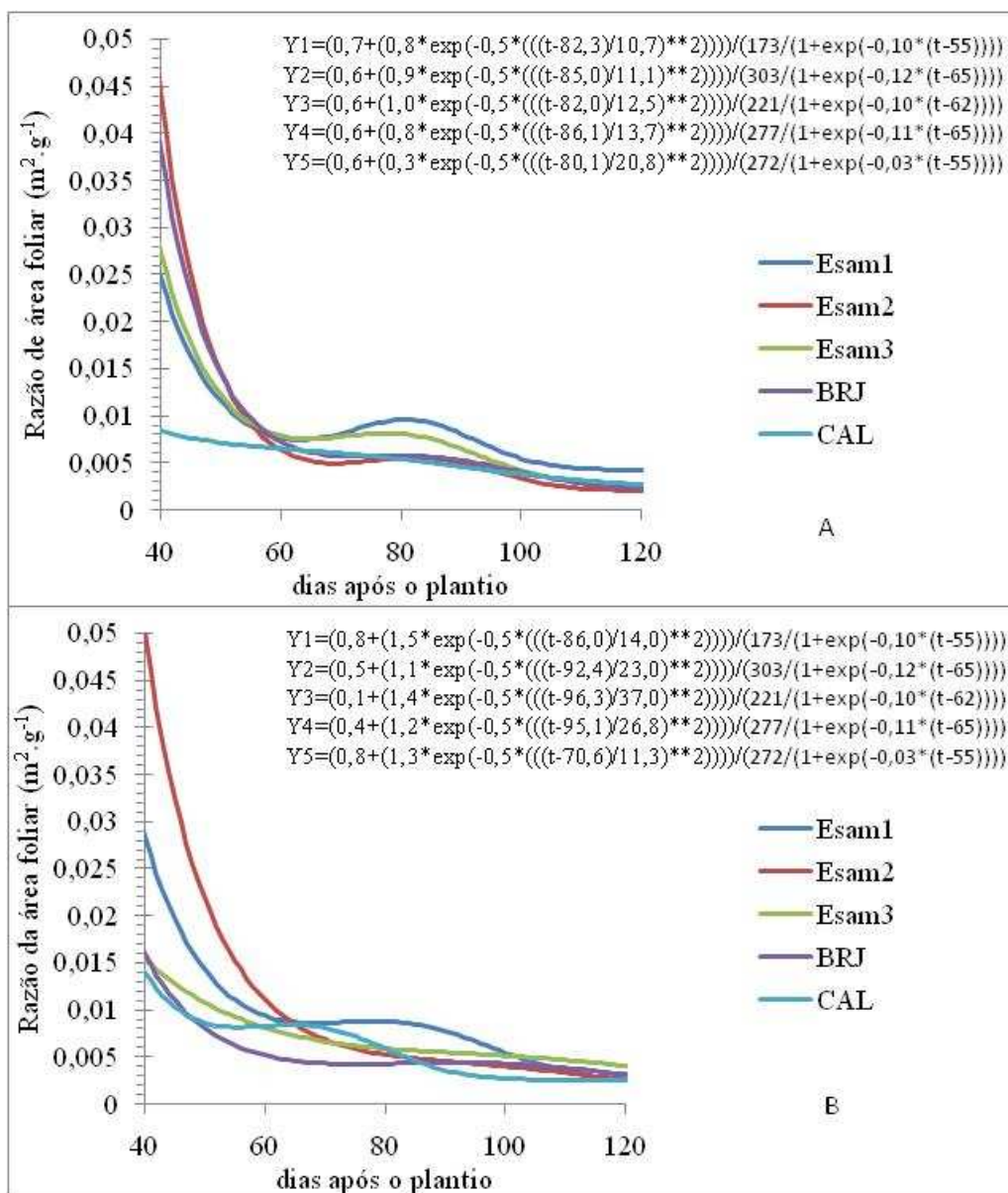
Foi observado que, para todos os tratamentos, há uma tendência dos valores iniciais de RAF (primeira avaliação – aos 40 dias) serem superiores, diminuindo na segunda ou terceira avaliação, conforme o tratamento, mas em nenhum caso são

observadas diferenças entre os métodos de propagação (Tabela8). Ainda, a análise dos desdobramentos Cultivar x Época mostra que as diferenças de RAF detectadas entre as cultivares só podem ser observadas na primeira e segunda avaliações, sendo os tratamentos semelhantes nas avaliações posteriores.

A RAF é considerada um indicador morfológico (EVANS, 1972), que denota o grau de investimento em superfície fotossintetizante pela planta. Nesse sentido, é mais expressivo do que a própria área foliar, pois é relativizado com relação à massa seca da planta, ou seja, duas plantas com a mesma área foliar, mas massas diferentes apresentam níveis de investimento em área foliar diferentes.

No presente caso, as cultivares de batata-doce apresentam arquiteturas da parte aérea e massas (Figura 7) diferentes, e as diferenças em RAF podem ser devido a isso.





**Figura 7** - Razão de área foliar em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

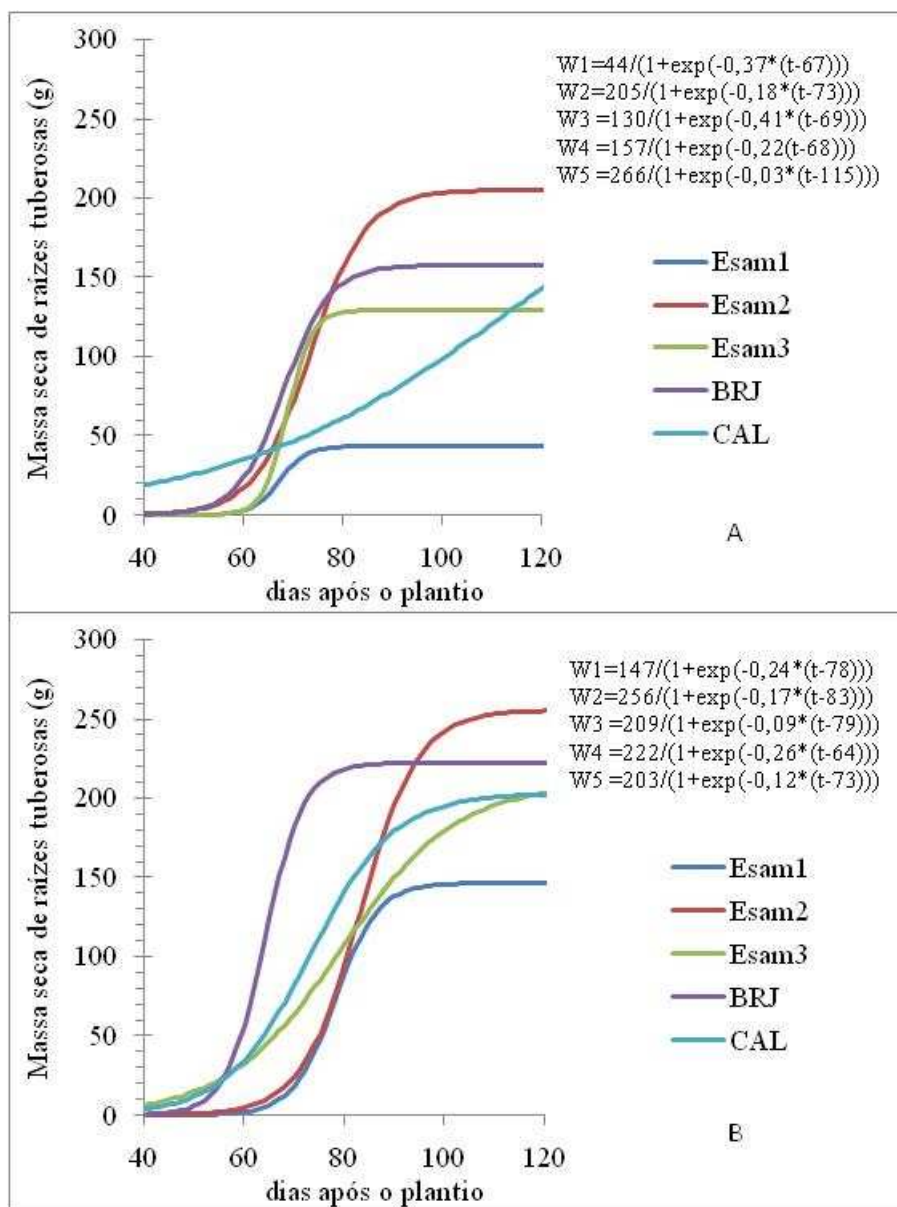
#### 4.1.6 - Massa seca de raízes tuberosas (MSRT)

Os dados de massa seca das raízes tuberosas foram ajustados segundo o modelo logístico (YIN et. al. 2003). Apesar do comportamento da cultivar Califórnia, oriunda do campo, não permitir a avaliação adequada da produção máxima e da data para a produção máxima, segundo o modelo logístico, preferiu-se usá-lo, pois houve uma correspondência considerada adequada com os valores medidos ( $r^2=0,937$ ), e o mesmo modelo foi considerado bastante adequado para ajuste dos dados de matéria seca total da planta e os dados de matéria seca de raízes tuberosas das demais cultivares e da própria, quando advinda de propagação *in vitro*.

Para todos os casos, houve tendência de aumento da produção de raízes tuberosas (massa seca) nas plantas oriundas de micropropagação, com aumento significativo para a cultivar Califórnia. Nas plantas oriundas do campo, a produção da cultivar Califórnia foi inferior a ESAM 2, sendo a última semelhante às demais cultivares (Figura 8).

Percebe-se também que houve tendência de maior precocidade de produção das plantas oriundas do campo, exceto para a cultivar Branca do Rio de Janeiro. Essa precocidade pode ter sido devida ao maior vigor vegetativo das plantas oriundas *in vitro*, pois é fato conhecido que, em batata-doce, condições ambientais que propiciam maior vigor vegetativo afetam a formação de raízes tuberosas (MEDEIROS, 1990).

Em ambos métodos de propagação a Branca do Rio de Janeiro esteve ente as mais precoces.

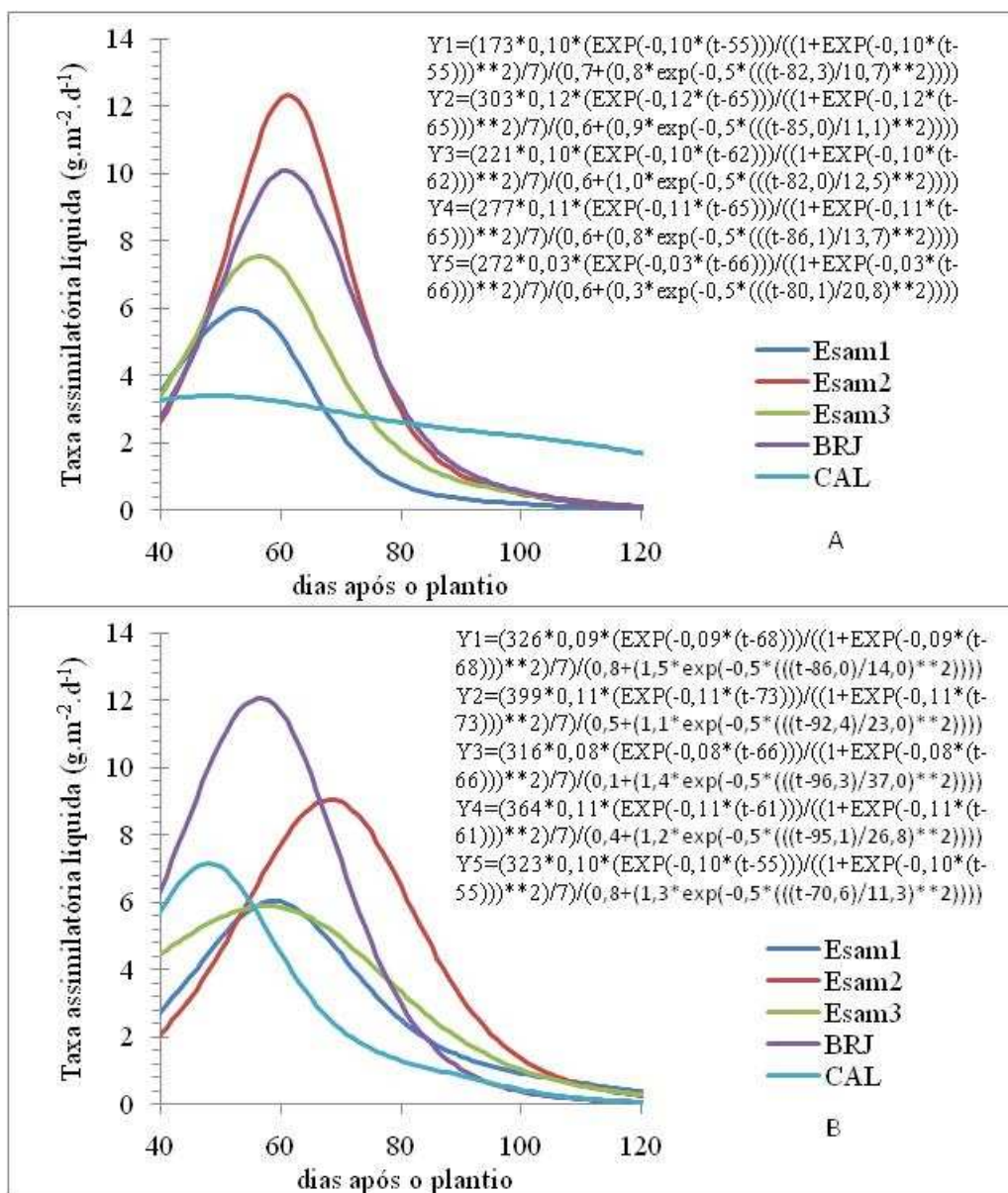


**Figura 8** - Massa seca de raízes tuberosas em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

#### 4.1.7 - Taxa assimilatória líquida (TAL)

Houve uma grande variação nos valores de taxa assimilatória líquida obtidos tanto entre cultivares como nas formas de propagação. A função ajustada é mostrada na Figura 9. Observa-se que os valores máximos de TAL tendem a ocorrer em épocas diferentes, e que os valores máximos também aparentam ser diferentes.

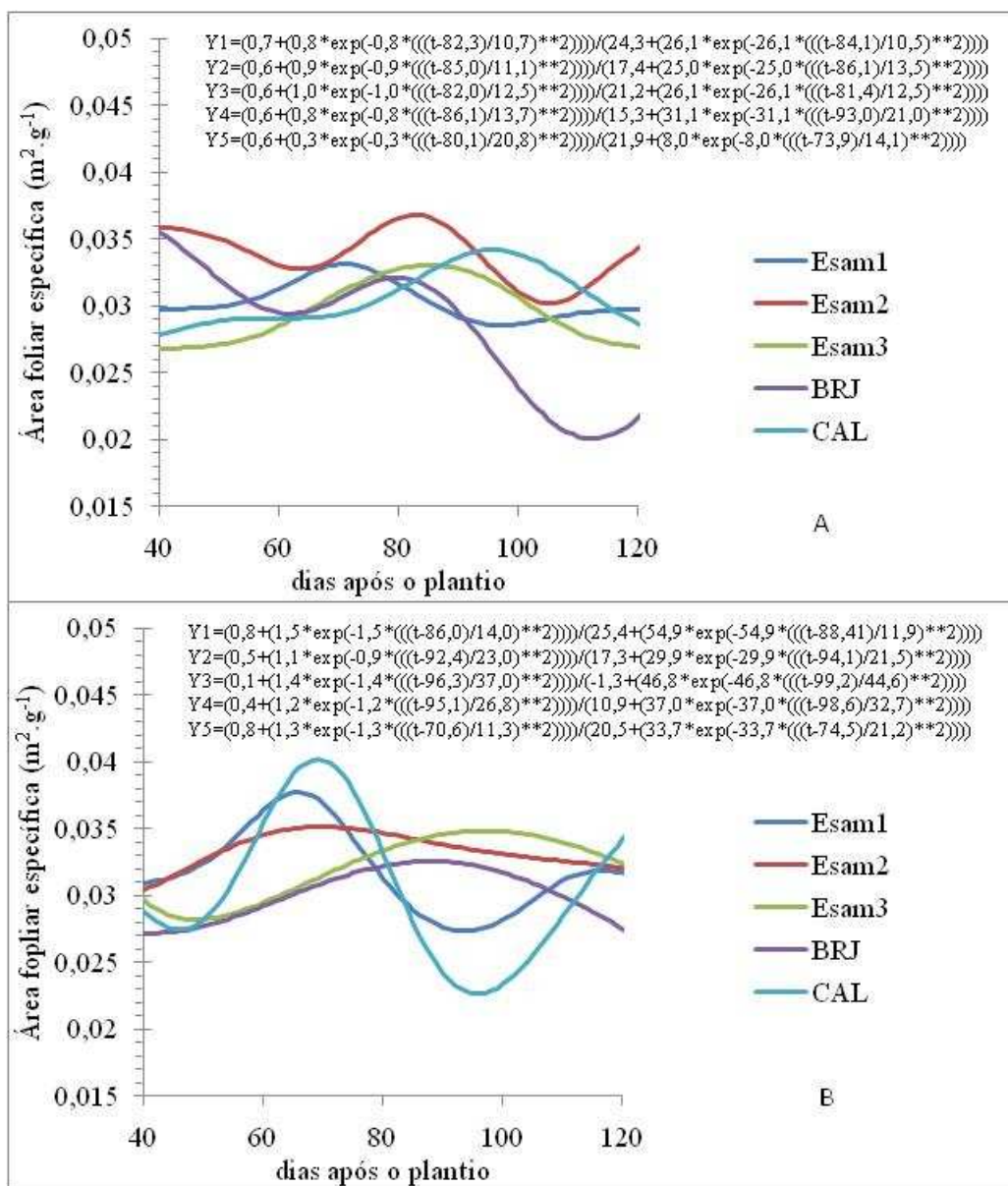
A taxa assimilatória líquida representa o potencial de produção de massa seca por unidade de área foliar. É um indicador fisiológico, altamente relacionável com a eficiência fotossintética. Esse índice deve ser avaliado conjuntamente com a razão de área foliar, e o conjunto deles usado para explicar a taxa de crescimento relativo ( $TCR = TAL * RAF$  - EVANS, 1972). Assim, o maior crescimento relativo da cultivar ESAM 2, proveniente da propagação convencional, pode ser explicado por um maior investimento inicial na formação de área foliar (Figura 7), mas também por uma boa capacidade fotossintética. Por outro lado em plantas oriundas da propagação *in vitro*, a cultivar Branca do Rio de Janeiro, apesar do baixo investimento na produção de área foliar, apresenta alta taxa assimilatória líquida, sendo a taxa de crescimento relativo semelhante da cultivar ESAM 2 (Figura 4).



**Figura 9** - Taxa assimilatória líquida em batata-doce proveniente da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFERSA, Mossoró-RN, 2008.

#### **4.1.8 - Área foliar específica (AFE)**

A área foliar específica é a razão entre a área foliar e a massa foliar. Sendo assim, é um indicador importante de condições de sombreamento, pois tanto a massa foliar é diminuída, quanto a área foliar aumenta quando as folhas são sombreadas (LARCHER, 2000). Por outro lado, as condições de sombreamento podem ser relacionadas com o IAF, pois quanto maior este índice, maior o autosombreamento. Assim, é natural que a AFE das plantas micropropagadas seja maior, devido ao seu maior IAF, o que pode ser observado na Figura 10.



**Figura 10** - Área foliar específica em batata-doce oriundas da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B), cultivares ESAM 1 (Y1), ESAM 2 (Y2), ESAM 3 (Y3), Branca do Rio de Janeiro (Y4) e Califórnia (Y5). UFRS, Mossoró-RN, 2008.

#### 4.2 RENDIMENTO AGRONÔMICO (RA)

Houve diferença significativa entre as formas de propagação em todas as cultivares para as características produtividade total e comercial. Observa-se que as maiores produtividades foram obtidas nas plantas oriundas de ramas propagadas *in vitro*, (Tabela 5).

**Tabela 5** - Produtividade total (PDT), comercial (PDC) e não-comercial (PDNC) de raízes tuberosas de cultivares de batata-doce, oriundas da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B). Mossoró-RN, 2008.

Cultivares	PDT (Mg.ha <sup>-1</sup> )				PDC (Mg.ha <sup>-1</sup> )				PDNC (Mg.ha <sup>-1</sup> )			
	A		B		A		B		A		B	
ESAM 1	9,29	Bb(1)	17,75	Ba	8,08	Bb	16,29	Ba	1,21	Aa	1,47	Aa
ESAM 2	25,62	Ab	39,08	Aa	23,79	Ab	37,09	Aa	1,83	Aa	1,98	Aa
ESAM 3	20,35	ABb	27,26	ABa	18,89	AAb	24,64	ABa	1,46	Aa	2,62	Aa
Branca do RJ	23,22	ABb	30,31	ABa	20,69	ABb	28,28	ABa	2,53	Aa	2,03	Aa
Califórnia	30,11	Ab	39,30	Aa	27,96	Ab	36,58	Aa	2,15	Aa	2,72	Aa
Média	21,72	b	30,74	a	19,88	b	28,58	a	1,83	a	2,16	a
CV (%)	20,77				20,84				52,76			

(1) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tanto para produtividade total, quanto comerciável de raízes tuberosas e quer para plantas oriundas de sementes multiplicadas de forma convencional ou *in vitro*, as cultivares Califórnia e ESAM 2 apresentaram melhor desempenho. As cultivares Branca do Rio de Janeiro e ESAM 3 detiveram comportamento intermediário e na ESAM 1 foram observados os mais baixos resultados.

Considerando somente a multiplicação em campo, a cultivar Califórnia apresentou o melhor desempenho, embora não tenha se diferenciado estatisticamente das cultivares ESAM 2, ESAM 3 e Branca do Rio de Janeiro, para produtividade total e comercial de raízes tuberosas. Entre os materiais multiplicados *in vitro*, as cultivares



ESAM 2 e Califórnia apresentaram os maiores rendimentos, diferindo estatisticamente apenas da cultivar ESAM 1 (Tabela 5). A multiplicação *in vitro* aumentou significativamente, em relação à multiplicação convencional, a produtividade total e comercial de todas as cultivares avaliadas. Os diferenciais de produção em favor das plantas oriundas da multiplicação *in vitro* oscilaram entre 30,52 a 91,06% para produção total e 30,44 a 101,61% para produção comercial, sendo as cultivares ESAM 1 e Califórnia as que apresentaram, respectivamente, maiores e menores diferenças entre as formas de multiplicação. É importante destacar que, apesar dos aumentos expressivos resultantes do uso da multiplicação *in vitro*, praticamente não foi alterada a ordem de rendimento ou das produtividades das cultivares.

A produção total média das plantas multiplicadas *in vitro* atingiu 30,74 t ha<sup>-1</sup>, contra 21,72 t ha<sup>-1</sup> das plantas multiplicadas de forma convencionais, resultando num aumento de 41,53% para a opção do uso de ramas multiplicadas *in vitro*. Para produção comercial obteve-se um rendimento médio de 28,58 t ha<sup>-1</sup> para as plantas multiplicadas *in vitro* e 19,88 t ha<sup>-1</sup> para as plantas multiplicadas via convencional, resultando num aumento percentual de 46,0% entre as duas formas de multiplicação.

Silva et al. (1991), encontraram diferenças oscilando entre 23,56 a 108,08% nas cultivares Jambo, Batata Salsa Rainha, Peçanha Branca, Estrada de Ferro e Jacaré. Em outro trabalho, Pozzer et al. (1995) verificaram ganhos significativos equivalentes a 104% em número de raízes comerciais, 118% no peso destas raízes, 74% no número total de raízes e 113% na produção total de raízes. Em estudo realizado por Mutandwa (2008), com o objetivo de avaliar o desempenho de batata-doce propagada *in vitro* com pequenos produtores do Zimbábue (África) verificou aumento no rendimento de 260%, passando de 0,5 t ha<sup>-1</sup> para 1,8 t ha<sup>-1</sup>. A resposta positiva da propagação *in vitro* também foi observada em outras culturas como o alho, onde Resende et al. (2000) obtiveram diferenciais de produção oscilando de 18,9 a 42,7% para produção total e de 23,0 a 50,87% para produção comercial a favor da multiplicação *in vitro*.

Para as características número de raízes comerciais (NRC) e total (NRT) por planta, observou-se efeito da interação dos fatores (cultivares x propagação). Desdobrando cultivares dentro da forma de propagação, verifica-se que na propagação convencional, a cultivar ‘Califórnia’ apresentou maior NRC (3,75) e NRT (4,75), não diferindo estatisticamente da ‘ESAM 2’, ‘ESAM 3’ e ‘Branca do Rio de Janeiro’. Na propagação *in vitro*, o comportamento foi semelhante com maior NRC (5,00) e NRT (5,75) para a ‘Califórnia’ (Tabela 5). Quando a análise do desdobramento é realizada propagação dentro de cultivares, observa-se diferença significativa entre as formas de propagação apenas para a cultivar ‘Branca do Rio de Janeiro’. As plantas micropropagadas *in vitro* apresentaram maior número de raízes comercial (4,25) em relação a convencional (Tabela 5).

Silva et al., (1991) também obtiveram maior quantidade de raízes tuberosas comerciais nas plantas multiplicadas *in vitro* para seis cultivares de batata-doce. Em termos relativos, o maior e o menor ganhos percentuais da multiplicação *in vitro* em relação à multiplicação convencional foram de 33,76 e 7,50%, respectivamente, para as cultivares Jacaré e Estrada de Ferro.

**Tabela 6** - Peso médio da raiz comercial (PMRC), número médio de raízes comerciais por planta (NRC) e número total médio de raízes tuberosas por planta (NRT) de cultivares de batata-doce, oriundas da multiplicação convencional (A) e cultivo *in vitro* (B). Mossoró-RN, 2008.

Cultivares	PMRC (g)				NRC				NRT			
	A		B		A		B		A		B	
ESAM 1	323,37	Aa	307,81	Aa	1,00	Ba	2,25	Ba	1,25	Ba	2,50	Ba
ESAM 2	378,50	Aa	362,00	Aa	2,75	ABa	4,00	ABa	3,25	ABa	4,75	Aa
ESAM 3	314,69	Aa	297,72	Aa	2,25	ABa	3,25	ABa	3,00	ABa	4,00	ABa
Branca do RJ	315,13	Aa	270,93	Aa	2,50	ABa	4,25	Aa	3,25	ABa	4,75	Aa
Califórnia	272,71	Aa	294,72	Aa	3,75	Aa	5,00	Aa	4,75	Aa	5,75	Aa
CV (%)			21,34				28,11				28,94	

(1) Médias seguidas de mesma letra maiúscula na coluna e de mesma letra minúscula na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação ao peso médio da raiz comercial não houve diferença significativa entre os tratamentos, havendo uma variação de 272,71 a 378,50 g para as plantas propagadas de forma convencional e de 270,0 a 362,0 g para as multiplicadas *in vitro* (Tabela 6). Portanto, até mesmo nas mais altas produtividades, o peso médio unitário da raiz comercial atende a preferência do consumidor já que permite enquadrá-la como “extra A” e “extra B” para os mais exigentes (EMBRAPA, 1995).

As cultivares apresentaram um incremento significativo no rendimento quando o material de plantio foi oriundo e multiplicado *in vitro*, com a obtenção de plantas matrizes de boa qualidade sanitária.

## **5 - CONCLUSÕES**

Os maiores valores de área foliar foram observados nas plantas oriundas de cultura de tecidos

A cultivar ESAM 2 produziu uma maior quantidade de massa seca total, taxa de crescimento absoluto e massa seca de raízes tuberosas.

As plantas oriundas de cultura de tecidos tiveram maior produção comercial e total de raízes tuberosas.

## 6 - REFERÊNCIAS

AGUIAR NETTO, A.O.; RODRIGUES, J.D.; PINHO, S.Z. Análise de crescimento na cultura da batata submetida a diferentes lâminas de irrigação. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.35, n.5, p.901-907, 2000.

ALVES, J. M. C. **Cultivo *in vitro* de batata-doce *Ipomoea batatas* (L.) Lam.** 1988. 82f. Dissertação (Mestrado Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, (ESAL), Lavras, 1988.

ARRUDA, A. da S.; DAMIÃO FILHO, C. F.; SPINI, V. B. M. G.; SOUSA, C. S. de; MARCHIZELF, S. F. B.; GOMES, J. E.; Efeitos do Benomyl e da Kasugamicina na produção da batata-doce micropropagada. **Biosciences of Journal**, Uberlândia, v.19, n.2, p.99-103. May./Aug. 2003.

BARCELOS, D.M.; GARCIA, A.; MACIEL JUNIOR, V.A. Análise de crescimento da cultura da batata submetida ao parcelamento da adubação nitrogenada em cobertura, em um latossolo vermelho-amarelo. **Ciência e Agrotecnologia**, v.31, n.1, p.21-27, 2007.

BENINCASA, M. M. P. **Análise de crescimento de plantas: noções básicas.** Jaboticabal: FINEP, 2003. 41p.

BERRERA, P. **Batata-doce: uma das doze mais importantes culturas do mundo.** São Paulo, Ícone, 1986. 95p. (Coleção Brasil Agrícola).

BRAVATO, M.; ZAPATA, C.; COLL, H. **Field evaluation of *in vitro* plants of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) for several generations.** In: ROCA, W. M.; THRO, A. M. (ed.). International Scientific Meeting Cassava Biotechnology Network

n.1, 1992, Cartagena de Indias, Colombia). Disponível em: <  
<http://orton.catie.ac.cr/cgi->>. Acesso em: 01 dez. 2009.

CALVETE, E. O.; AZEVEDO, M.; BORDIGNON, M. H.; SUZIN, M. Análises anatômicas e da biomassa em plantas de morangueiro cultivada *in vitro e ex vitro*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.4, p.649-653, dez. 2002.

CALVETE, E. O.; KÄMPF, A. N.; BERGAMASCHI, H.; DAUDT, R. H. S. Avaliação do crescimento de plantas de morangueiro, durante a aclimatização *ex vitro*. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.18, n.3, p.188-191, nov. 2000.

CARDOSO, A. D.; VIANA, A. E. S.; RAMOS, P. A. S.; MATSUMOTO, S. N.; AMARAL, C. L. F.; SEDIYAMA, T.; MORAIS, O. M. Avaliação de clones de batata doce em Vitória da Conquista. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.911-914, out./dez. 2005.

CARMO FILHO, F. do; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. **Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino**. Mossoró: ESAM, 1991.121p. (Coleção Mossoroense, C.30)

CARVALHO, A. C. P. P. Avaliação de clones de batata-doce livres de vírus através da cultura de meristemas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.8, p.38, 1990.

CASTRO, O. F. de A.; ANDRADE, A. G. de. Cultura *in vitro* de meristemas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) LAM.) **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.7, p.917-922, 1995.

CASTRO, O. F. A.; ANDRADE, A. G. de. Indução e comportamento de calos de batata-doce em meio salino. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.33, n.1, p. 21-27, 1998.

CAVALCANTI, F. J. A. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco** (2ª aproximação). Recife: IPA, 1998, 198p.

CECILIO FILHO, A. B.; REIS, M. dos S.; SOUZA, R. J. de; PASQUAL, M. Degenerescência em cultivares de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.16, n.1, 1998.

CEREDA, M. P.; FRANCO, C. M. L.; DAIUTO, E. R.; DEMIATE, J. M.; CARVALHO, L. J. C. B.; LEIONEL, M.; VILPOUX, D. F.; SARMENTO, S. B. S. **Propriedades gerais do amido**. Campinas: Fundação Cargill, 2001.

CHIU, R. J.; LIAO, C. H.; CHIUNG, M. L. Sweet potato vírus disease and meristem culture as a mean of disease control in Taiwan. **Vegetable Research and Development**, p.169-176, 1982.

CONCEIÇÃO, M. K. da; LOPES, N. F.; FORTES, G. R. L. Análise de crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cultivares Abóbora e da Costa. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, p.273-278, jul./set. 2005.

\_\_\_\_\_. Participação de matéria seca entre órgãos de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) cultivares Abóbora e da costa. **Revista Brasileira Agrociência**, Pelotas, v.11, n.3, p.273 - 278, jul./set. 2005a.

CORRÊA, R.M.; PINTO, J.E.B.P.; BERTOLUCCI, S.K.V.; REIS, E.S.R.; SOUZA, A.V.S. Potencial do carvão ativado, filtro amarelo e interação do fotoperíodo/

temperatura na formação de raízes tuberosas de batata-doce *in vitro*. **Ciência Rural**, v.33, n.3, p.423-430, 2003.

DAROS, M. **Caracterização morfológica e estabilidade de produção de *Ipomoea batatas* em Campos dos Goytacazes, RJ**. 1999. 67p. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual do Norte Fluminense, Campos dos Goytacazes, RJ, 1999.

DAROS, M.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; PEREIRA, T. N. S.; LEAL, N. R.; FREITAS, S. P.; SEDIYAMA, T. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, p.43-47, mar. 2002.

DUSI, A. N.; SILVA, J. B. C. Produção de ramas de batata-doce livre de vírus. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.9, p.37, 1991. Resumo 48.

ECHER, F. R.; DOMINATO, J. C. CRESTE, J. E. Absorção de nutrientes e distribuição da massa fresca e seca entre órgãos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.27, n.2, abr./jun. 2009.

EDMOND, J.B.; AMMERMAN, G.R. **Sweet potatoes: production processing marketing**. [S.I.]: The Air Publishing Company, 1971.

ELLIOTT, R. F. Growth of excised meristem tips of kumara *Ipomoea batata* (L.) Poir in axenic culture New Zealand, **Journal of Botany**, v.7, p.158-166. 1969.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **A Cultura da batata-doce**. Brasília: EMBRAPA-SPI, 1995. 95p. (Coleção Plantar; 30).



\_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Hortaliças. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam)**. produções técnicas do CNP Hortaliças. 3ªed. Brasília: EMBRAPA.. 1995a. 18p.

\_\_\_\_\_. \_\_\_\_\_. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema de classificação de solos**. Brasília: EMBRAPA, 1999. 412p.

EVANS, G. C. **The quantitative analysis of plant growth**. University of California Press: Los Angeles, 1972. 734p.

FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION. **Statistics Division Sweet potatoes 2009**, Disponível em: <http://www.faostatisticsdivision/>. Acesso em 15 jun. 2009.

FIGUEIREDO, A. F. de. **Armazenamento de ramas, tipos de estacas, profundidade de plantio e análise do crescimento de plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L) Lam.)**. 1993. 127f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1993.

FOLQUER, F. **La batata (camote): estudio de la planta y su produccion comercial**. San José, Costa Rica: Hemisfério Sul, 1978. 134p.

FRANÇA, F. H.; RITSCHER, P. S. Avaliação de acessos de batata-doce para resistência à broca-da-raiz, crisomelídeos e elaterídios. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.1, mar. 2002.

GAMA, M. I. C. S. Produção de plantas de batata-doce livres de vírus por termoterapia e cultura de meristema. **Fitopatologia Brasileira**, v.13, n.3, p.283-286, 1988.

GARCIA, A.; PETERS, J. A.; PIEROBOM, C. R. Principais problemas da cultura da batata-doce no Rio Grande do Sul e algumas recomendações de pesquisa. **Horti Sul**, Pelotas, v.1, n.0, p.30-33, 1989.

GONÇALVES, G. E.; LORENZI, H. **Morfologia vegetal**: organografia e dicionário ilustrado de morfologia das plantas vasculares. São Paulo. Instituto Plantarum de Estudos da Flora, 2007. 416p.

GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, 1998. v.1, p.183-260.

GUERRA, M. P.; TORRES, A. C.; TEIXEIRA, J. B. Embriogênese somática e sementes sintéticas: In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, v.2, p. 533-568. 1999.

HURTADO, D. V.; MERINO, M. E. **Cultivo de tejidos vegetales**. México: Editorial Trillas, 1988. 76p.

HUNT, R; **Plant growth curves**: the functional approach to plant growth analysis. London: E. Arnold, 1982. 248p.

HUNT, R; PARSONS, I. T. A computer program for deriving growth-functions in plant growth-analysis. **Journal of Applied Ecology**, v.11, p.297-307, 1974.

Instituto brasileiro de geografia e estatística 2005. Indicadores conjunturais – produção agrícola/agricultura. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/>>. Acesso em: 16 out. 2008.

KERBAUY, G. B. Competência e determinação celular em cultura de células e tecidos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas: técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPq, 1999. v.2, p.519-531.

KOZAI, T.; KUBOTA, C.; JEONG, B. R. Environmental control for the largescale production of plants through *in vitro* techniques. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.51, p.49-56, 1997.

LARCHER, W. **Ecofisiologia vegetal**. São Carlos: Rima, 2000. 531p.

LITZ, R. E.; CONOVER, R.A. *In vitro* propagation of sweet potato. **HortScience**, v.13, n.6, p.659-660, 1978.

LUZ, F. J. de; ALMEIDA, F. C. G.; MELO, F. I. O.; ARAGÃO, R. G. M. Produção de calos no cultivo *in vitro* de explantes de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) em meio de cultura contendo Benziladenina E , 2,4-D. **Revista da Faculdade de Agronomia**, Maracay, v. 16, p. 103-114. 1990.

MADEIRA, N. R.; TEIXEIRA, J. B.; ARIMURA, C. T.; JUNQUEIRA, C. S. Influência da concentração de BAP e AG3 no desenvolvimento *in vitro* de mandioquinha-salsa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.982-985, 2005.

MAGALHÃES, J. S.; SANTOS M. D. M.; CUNHA FILHO, F. N.; BLUMER, L.; GUERRA, M. P.; TORRES, A. C. Indução de embriogênese somática em genótipos de batata doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.1, p.79-83, jan./mar. 2006.

MARTIN, K. P. *In vitro* propagation of the herbal spice *Eryngium foetidum* L. on sucrose-added and sucrose-free medium without growth regulators and CO<sub>2</sub> enrichment. **Scientia Horticulturae**, v.102, p.277-282, 2004.

MEDEIROS, J. G.; PEREIRA, W.; MIRANDA, J. E. C. Análise de crescimento em duas cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.2, n.2, p.23-29, 1990.

MENEZES, M. A.; QUEIROGA, R. C. F.; SILVA, M. C.; VIEIRA, C. P. G. Características fisiológicas de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.19, julho 2001. 1suplemento CD-ROM.

MENEZES, M. A.; SANTOS, M. A.; RIBEIRO, H. V.; NUNES, G. H. S.; QUEIROGA, R. C. F. Composição químico-bromatológica de brotos de batata-doce: cultivares e idades de colheita. **Horticultura brasileira**. Brasília, v.21, n.2, p.393, suplemento 1. CD-ROM, julho 2001.

MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F. **Cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L) Lam.)**. Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 1995. (Série instruções técnicas).

MOREIRA, J. N.; SILVEIRA, S. F.; SOUSA JÚNIOR, A. J. L.; SANTOS, M. A. dos; NUNES, G. H. S.; COSTA, F. B. da. Caracteres Agronômicos de cultivares de batata-

doce: I – colheita aos quatro meses. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, jul. 2004.

MORETTI, C. L.; ARAÚJO, A. L.; MAUROUELLI; W. A.; SILVA, W. L. C. Respiratory actitivit and browning of minimally processed sweet potatoes **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.3, p.497-500, set. 2002.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and biomassays with tabacco issue cultures. **Physiologia Plantarum**, Rehovol, v.15, p.473-497, 1962.

MURILO, D.V. Cultivares de batata-doce. In: ENCONTRO DE PROFESSORES, PESQUISADORES E EXTENSIONISTAS DE OLERICULTURA DO RIO GRANDE DO NORTE, 4., 1990, Mossoró. **Anais...Mossoró**: ESAM, 1990. p. 27-29.

MURILO, D.V. de; PEDROSA, J.F.; NUNES, G. L.F. ESAM 1, 2 e 3: novas cultivares de batata-doce para a região semi-árida. **Horticultura Brasileira**, Brasilia, v.8, n.2, p.32-33, 1990.

MUTANDWA, E. Perfomance of tissue-cultured of sweet potatoes among smallholder farmers in Zimbabwe. **AgBioForum**, v.11, n.1, p.48-57, 2008.

NIELSEN, L. W. Elimination of the internal cork vírus by culturing apical meristems of infected sweet potatoes. **Phytopathology**, St. Paul, v.50, n.11, p.840-841, nov.1960.

NOME, F. S.; SALVADORES, M. C. Obtencion de plantas de batata (*Ipomoea batatas* L.) livres de vírus. **Revista de Ciências Agropecuárias**, Córdoba, v.1, p.9-21, jun. 1980.

OGGEMA, J. N.; KINYUA, M. G.; OUMA, J. P.; OWUOCHE, J. O. Agronomic performance of locally adapted sweet potato (*Ipomoea batatas* (L) Lam.) cultivares derived from tissue culture regenerated plants. **African Journal of Biotechnology**, Kêna, v.6, n.12, p.1418-1425, 18 jun. 2007.

OLIVEIRA, A. P.; MOURA, M. F.; NOGUEIRA, D. H.; CHAGAS, N. G.; BRAZ, M. S. S.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A. Produção de raízes de batata-doce em função do uso de doses de N aplicadas no solo e via foliar. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.24, n.3, p.279-282, jul./set. 2006.

OLIVEIRA, A. P.; OLIVEIRA, M. R. T.; BARBOSA, J. A.; SILVA, G. G.; NOGUEIRA, D. H.; MOURA, M. F.; BRAZ, M. S. S. Rendimento e qualidade de raízes de batata-doce adubada com níveis de uréia. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.4, p.925-928, out../dez. 2005.

PEIXOTO, N.; MIRANDA, J. E. C. **Cultivo da batata-doce em Goiás**. Goiânia, EMGOPA, 1984. 24p. (Circular técnica, 7).

PEREIRA, J.E.S.; FORTES, G.R.L. Protocolo para produção de material propagativo de batata em meio líquido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.38, n.9, p.1035-1043, 2003.

EMPRESA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Recomendações para a cultura da batata-doce**. Disponível em: <<http://www.pesagro.rj.gov.br/difusao/infotec/index.htm>>. Acesso em: 27 nov. 2008.

PETTERS, J. A. GARCIA, A.; PIEROBOM, C. R. Obtenção de plantas de batata-doce livres de doenças através da cultura de meristema. **Horti Sul**, Pelotas, v.1, p.33-37, 1989.

PINHO, R. S. **Comparação entre agar e amido como agentes gelificantes na micropropagação de batata-doce *Ipomoea batatas* (L.) Lam.** 2002. 73f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu, 2002.

POZZER, L.; SILVA, J. B. C.; DUSI, A. N. Avaliação de perdas por viroses na cultura da batata-doce. (*Ipomoea batatas*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.10, p.65, 1992.

POZZER, L.; SILVA, J. B. C.; DUSI, A. N. et. al. Produção de batata-doce a partir de plantas livres de vírus em primeiro e segundo ciclos de cultivo e ramas do campo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.11, p.92, 1993. (resumo 2000)

POZZER, L.; SILVA, J.B.C.; DUSI, A.N.; et al. Performance of micropropagated sweet potato plants after two fields propagations and rate of reinfection by “Sweet potato feathery mottle virus”. **Fitopatologia Brasileira**, v.20, n.3, p.464-468. 1995.

QUEIROGA, R. C. F.; SANTOS, M. A.; MENEZES, M. A.; VIEIRA, C. P. G.; SILVA, M. C. Fisiologia e produção de cultivares de batata-doce em função da época de colheita. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.25, n.3, 371-374, jul./set. 2007.

RESENDE, F. V.; GUALBERTO, R.; SOUZA, R. J. Crescimento e produção de clones de alho provenientes de cultura de tecidos e de propagação convencional. **Scientia Agrícola**, v.57, n.1, 2000.

RESENDE, F. V.; SOUZA, R. J. de, FAQUIN, V.; RESENDE, J. T. V. Comparação do crescimento e produção entre alho proveniente de cultura de tecidos e de multiplicação convencional. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.17, n.2, p.118-124, jul. 1999.

RESENDE, R.O. **Cultura *in vitro* de meristema de batata (*Solanum tuberosum* L.)**. 1985. 55f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Escola Superior de Agricultura de Lavras, (ESAL), Lavras, 1985.

RITSCHER, P. S.; HUAMÁN Z.; LOPES, C. A.; MENÊZES, J. E.; TORRES, A. C. **CATÁLOGO DE GERMOPLASMA DE BATATA-DOCE**. Coleção EMBRAPA hortaliças, Brasília: EMBRAPA, 1999. 45p.

SEON, J. H.; CUI, Y. Y.; KOZAI, T.; PAEK, K. Y. Influence of *in vitro* growth conditions on photosynthetic competence and survival rate of Rehmanniaglutinosa plantlets during acclimatization period. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, v.61, p.135–142, 2000.

SILVA, A. C.; FERREIRA, L. R.; SILVA, A. A. Growth analysis of Brachiaria brizantha under reduced rates of fluazifop-p-butyl. **Planta Daninha**, vol.23, n.1, p.85-91, jan./mar. 2005.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da Batata-doce. In: Marney Pascoli Cereda (org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latinoamericanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002. v.4, p.448-504.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.). Brasília: EMBRAPA-CNPQ, 2004. (Sistema de produção, n. 6).



Disponível em: <<http://www.cnph.embrapa.br/sistprod/batatadoce>>. Acesso em: 20 ago. 2009.

SILVA, S. O.; SOUZA, A. S.; PAZ, O. P. Efeito da multiplicação vegetativa *in vitro* na produtividade da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L). Lam.). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.3, n.1, p. 47-52, 1991.

SOUZA, A. B. de. Avaliação de cultivares de batata doce quanto a atributos agronômicos desejáveis. **Ciência e agrotecnologia**, Lavras, v.24, n.4, p.841-845, out./dez, 2000.

SOUZA, A. S.; JUNGHAUS, T. G.; FUKUDA, W. M. G. Técnicas e aplicações da cultura de tecidos em mandioca. In: Marney Pascoli Cereda (Org.). **Agricultura: tuberosas amiláceas latinoamericanas**. São Paulo: Fundação Cargill, 2002, v.4, p.118-178.

SOUSA JÚNIOR, A. J. L.; GRANGEIRO, L. C.; MOREIRA, J. N.; SILVEIRA, S. F.; SILVA, A. R. C. S.; SANTOS, M. A. dos. Caracteres agronômicos de cultivares de batata-doce: II - Colheita aos cinco meses. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.23, n.2, ago. 2005.

SOUZA JÚNIOR, A. J. L.; MOREIRA, J. N.; COSTA, F. B. da; SANTOS, M. A. dos; NUNES, G. H. S.; SILVEIRA, S. F. Caracteres fisiológicos de cultivares de batata-doce: I - colheita aos quatro meses. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, jul. 2004.

TAVARES-JÚNIOR, J. E.; FAVARIN, J. L.; DOURADO-NETO, D.; MAIA, A. H. N.; FAZUOLI, L. C.; BERNARDES, M. S. Análise comparativa de métodos de determinação de área foliar em cafeeiro. **Bragantia**, v.16, n.2, p.199-203, 2002.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília: ABCTP/EMBRAPA-CNPH, 1990. 433p.

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas. Brasília: Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH, 1998. 509p.

TORRES, A. C.; TEIXEIRA, D.M.C.; Considerações sobre a cultura de tecidos em batata-doce. **Cultura de Tecidos de Plantas**, n. 26, p. 6-8, 1996.

TORRES, A. C.; TEIXEIRA, D. M. C.; MOITA, A. W.; CAMPOS, M. de A. Recuperação de plantas de batata-doce livres de vírus a partir da regeneração direta de ápices caulinares. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, Londrina, v. 8, n. 3, p. 209-213, 1996.

VAZ, R. L. Cultura de tecidos: potencial e aplicação. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE CULTURA DE TECIDOS VEGETAIS, 1., 1985, Brasília. **Anais...** Brasília: EMBRAPA-DDT, 1986. p. 9-10.

YIN, X; GOUDRIAAN, J.; LANTINGA, E. A.; VOS, J. S. H. A. A flexible sigmoid function of determinate growth. **Annals of Botany**, v. 91, p. 361-371, 2003.