ESTUDO DE POSSÍVEIS ALTERAÇÕES AGROINDUSTRIAIS
INDUZIDAS PELO MÉTODO DE CULTURA DE TECIDO IRRADIADO
EM CANA-DE-AÇÚCAR VARIEDADE NA 56-79

OSMY FIQUEIREDO JUNIOR
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Agronomia, Área de
Concentração: Ciência
Tecnologia de Alimentos.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1991

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCAP/USP

Figueiredo Júnior, Osmy

F475e Estudo de possíveis alterações agroindustriais
induzidas pelo método de cultura de tecido irradi-
ado em cana-de-açúcar variedade NA 56-79. Pira-
cicaba, 1991.

122p. ilustr.

Diss. (Mestre) - ESALQ

Bibliografia.

1. Cana-de-açúcar - Cultura de tecido - Radiação
gama 2. Cana-de-açúcar - Melhoramento 3. Cana-de-açú-
car - Mutação induzida 4. Cana-de-açúcar - Varieda-
de - Variação genética 5. Cultura de tecido vegetal -
Radiação gama 6. Radiação gama I. Escola Superior de
Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba

CDD 633.61

ESTUDO DE POSSÍVEIS ALTERAÇÕES AGROINDUSTRIAIS
INDUZIDAS PELO MÉTODO DE CULTURA DE TECIDO IRRADIADO
EM CANA-DE-AÇÚCAR VARIEDADE NÁ 56-79

OSMY FIGUEIREDO JUNIOR

Aprovado em 10.04.91

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Antonio Joaquim de Oliveira	-	ESALQ - USP
Prof. Dr. João Gustavo Brasil Caruso	-	ESALQ - USP
Prof. Dr. Edvaldo Alberto Zago	-	UNIMEP

Prof. Dr. Antonio Joaquim de Oliveira

- Orientador -

Dedico

A minha esposa Silvia Helena,
Que sustentou o meu caminho a
cada página virada e me mostrou
que a sede do saber supera toda e
qualquer dificuldade surgida

AGRADECIMENTO ESPECIAL

Ao Dr. Lee Tseng Sheng Gerald, pela sugestão para a elaboração desse trabalho e pela oportunidade de tornar-se possível a utilização dos laboratórios de cultura de tecidos do IAA/Planalsucar - Araras - SP, sob sua segura orientação.

AGRADECIMENTOS

- Ao Prof. Dr. Antonio Joaquim de Oliveira pela orientação e amizade construída na realização deste trabalho.
- Aos meus pais Osmy e Alice e às minhas irmãs, pelo constante incentivo.
- Aos professores e aos colegas do Curso de Pós-Graduação em Tecnologia de Alimentos da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- Aos funcionários do Departamento de Ciência e Tecnologia Agroindustrial da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz".
- Aos funcionários do IAA/Planalsucar - Araras, envolvidos na elaboração desse trabalho.
- Ao CNPQ e à FAP (Fundo de Apoio à Pesquisa) da Universidade Metodista de Piracicaba - UNIMEP, pelo auxílio concedido em forma de bolsa de estudos.
- Aos colegas Luís Roberto Martin e Tadeu Alcides Marques pela aplicação das análises estatísticas e datilografia da dissertação.
- Ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura, em particular ao funcionário Luiz Anselmo Lopes, responsável pela irradiação das amostras.
- A todos que direta ou indiretamente contribuíram para o êxito desse trabalho.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	vii
LISTA DE TABELAS	ix
RESUMO	xiv
SUMARY	xv
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Integração agroindustrial	4
2.2. Cultura de tecido de cana-de-açúcar	5
2.3. Irradiação em calos de cana-de-açúcar	11
2.4. Características tecnológicas	16
3. MATERIAL E MÉTODOS	22
3.1. Material	22
3.1.1. Plântulas de cana-de açúcar var NA 56-79	22
3.1.2. Meios de cultivo	22
3.1.3. Vermiculita tipo Eucatex fina	22
3.1.4. Adubo foliar líquido	23
3.1.5. Adubo NPK (5-20-20)	23
3.2. Métodos	23
3.2.1. Retirada dos explantes e indução de calos	23
3.2.2. Irradiação das amostras	24
3.2.2.1. Doses de irradiação	25
3.2.2.2. Taxa de dose	25
3.2.2.3. Tempo de irradiação	25
3.2.3. Indução de diferenciação de plântulas ..	25

	Página
3.2.4. Indução do enraizamento de plântulas ...	26
3.2.5. Crescimento das plântulas em casa de vegetação	27
3.2.6. Transferência das plantas para o campo .	27
3.2.7. Corte e amostragem das plantas	29
3.2.8. Análises tecnológicas	29
3.2.8.1. Amostragem do caldo de cana ...	29
3.2.8.1.1. Brix do caldo	30
3.2.8.1.2. Pol % caldo	30
3.2.8.1.3. Pol % cana	30
3.2.8.1.4. Fibra % cana	30
3.2.8.1.5. Pureza do caldo	30
3.2.8.1.6. Açúcares redutores .	30
3.2.8.1.7. Determinação fósforo	31
3.2.8.1.8. Determinação nitrogê- nio total	31
3.2.8.1.9. Extração % cana	31
3.2.9. Análises morfológicas	31
3.3. Planejamento experimental e análises estatísticas	33
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
4.1. Análises morfológicas	34
4.2. Análises tecnológicas	35
4.2.1. Brix do caldo	35
4.2.2. Pol % caldo	39

	Página
4.2.3. Pol % cana	43
4.2.4. Fibra % cana	47
4.2.5. Pureza	51
4.2.6. Extração caldo % cana	55
4.2.7. Fósforo (P ₂ O ₅)	60
4.2.8. Nitrogénio total	64
4.2.9. Açúcares redutores (AR%)	68
4.2.10. Açúcares redutores totais (ART%)	72
5. CONCLUSÕES	77
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	78
APÊNDICE	89

LISTA DE FIGURAS

Figura	Página
1. Médias dos resultados obtidos para brix % caldo, em função dos tratamentos utilizados	38
2. Médias dos resultados obtidos para pol % caldo, em função dos tratamentos utilizados	42
3. Médias dos resultados obtidos para pol % cana, em função dos tratamentos utilizados	46
4. Médias dos resultados obtidos para fibra % cana, em função dos tratamentos utilizados	50
5. Médias dos resultados obtidos para pureza, em função dos tratamentos utilizados	54
6. Médias dos resultados obtidos para extração caldo % cana, em função dos tratamentos utilizados	59
7. Médias dos resultados obtidos para fósforo (P ₂ O ₅), em função dos tratamentos utilizados ..	63

Figura

Página

8.	Médias dos resultados obtidos para nitrogénio total, em função dos tratamentos utilizados ...	67
9.	Médias dos resultados obtidos para açúcares redutores (AR%) no caldo, em função dos tratamentos utilizados	71
10.	Médias dos resultados obtidos para açúcares redutores totais (ART%) no caldo, em função dos tratamentos utilizados	76

LISTA DE TABELAS

Tabela	Página
1. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função do brix	36
2. Média dos resultados das análises para brix ...	36
3. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função do brix	37
4. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função da pol do caldo	39
5. Média dos resultados das análises para pol do caldo	40
6. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da pol do caldo	41

7.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função da pol da cana	43
8.	Média dos resultados das análises para pol da cana	44
9.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da pol da cana	45
10.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função da pol da fibra da cana	47
11.	Média dos resultados das análises para fibra ..	48
12.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da fibra da cana	49
13.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função da pureza	51

Tabela

Página

14.	Média dos resultados das análises para pureza .	52
15.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da pureza	53
16.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função da extração	55
17.	Média dos resultados das análises para extração	56
18.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da extração	57
19.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função do fósforo (P ₂ O ₅) ...	60
20.	Média dos resultados das análises para fósforo (P ₂ O ₅)	61

21.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função do fósforo (P ₂ O ₅)	62
22.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função do nitrogênio total .	65
23.	Média dos resultados das análises para nitrogênio total	65
24.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função do nitrogênio total	66
25.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função dos açúcares redutores (AR)	69
26.	Média dos resultados das análises para açúcares redutores (AR)	69

27.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função dos açúcares redutores (AR)	70
28.	Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função dos açúcares redutores totais (ART)	73
29.	Média dos resultados das análises para açúcares redutores totais (ART)	73
30.	Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função dos açúcares redutores totais (ART)	74

ESTUDO DE POSSÍVEIS ALTERAÇÕES AGROINDUSTRIAIS
INDUZIDAS PELO MÉTODO DE CULTURA DE TECIDO IRRADIADO
EM CANA-DE-ACÚCAR VARIEDADE NA 56-79

Autor: OSMY FIGUEIREDO JUNIOR

Orientador: PROF. DR. ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA

RESUMO

O método de cultura de tecido vegetal e a aplicação de radiação gama, como agentes indutores de variabilidade genética, na cana-de-açúcar variedade MA 5679, a fim de proporcionarem variações nos teores de brix, pol, fibra, pureza, extração, fósforo, nitrogênio, açúcares redutores e nas características morfológicas, foram estudadas. Para tal os calos originados pela cultura de tecidos, foram irradiados com as seguintes doses: 20, 40 e 60 Gy. Alguns calos não sofreram irradiação (0 Gy) para evidenciarem apenas o emprego da cultura de tecido. Os calos foram cultivados em laboratório até a diferenciação em plântulas, seguindo para aclimação em casa de vegetação, onde amostras de plantas reproduzidas vegetativamente foram acrescentadas ao experimento, para servirem como plantas padrão. Após o período de crescimento no campo, foram realizadas as análises morfológicas e tecnológicas. A análise estatística dos resultados mostrou que o método de cultura de tecidos pode eventualmente propiciar aumento nos teores dos parâmetros tecnológicos e que as dosagens de irradiação não foram eficientes em tal propósito.

STUDY OF THE AGROINDUSTRIAL ALTERATIONS INDUCED BY THE IRRADIATED TISSUE CULTURE IN SUGAR CANE, VARIETY NA 56-79

Author: OSMY FIGUEIREDO JUNIOR

Adviser: PROF. DR. ANTONIO JOAQUIM DE OLIVEIRA

SUMMARY

This research deals with the use of plant tissue culture and the application of gamma radiation as mutation inducing agents, in the sugar cane plant, variety NA 5679, in order to provide variation in the contents of brix, pol, fiber, purity, extraction, phosphorus, nitrogen, reducing sugars as well as in the morphological characteristics (features). The "callus" obtained by the tissue culture were irradiated with the following doses: 20, 40 and 60 Gy. Some callus were not irradiated (0 Gy) to make clear the use of tissue culture only. The "callus" were cultivated in laboratory up to their seedling stage, when they were placed in a greenhouse where samplings of vegetative reproduced plants were added to the experiment for serving as pattern plants. Morphological and technological analyses were done after the growth period in the field. The statistical analysis of the results indicated that the method of tissue culture may, eventually, increase the contents of the technological parameters and that the dosages of gamma radiation were not efficient for such purpose.

1. INTRODUÇÃO

As características tecnológicas, anatómicas e fisiológicas da cana-de-açúcar constituem-se em bases primordiais para um bom desempenho da produção do açúcar e do álcool. As diversas variedades de cana melhoradas apresentam variações em suas características agroindustriais, influenciadas pelo material genético original e pelas condições ambientais em que foram cultivadas. A procura da otimização de tais características vem sendo exaustivamente valorizada.

Portanto, para a otimização dos processos industriais, a qualidade da matéria-prima deve ser melhorada não só em questões de florescimento, tamanho, cor, perfilhamento; mas também em suas características fisiológicas como o teor de sacarose, não-açúcares inorgânicos e orgânicos, fibra, pureza, etc.

Todos estes parâmetros relacionados se apresentam em níveis variados nas diversas variedades comerciais, como também entre as próprias plantas de uma mesma variedade. Tais níveis influenciam em muito as condições dos processos de industrialização. Citando alguns exemplos, o tamanho e o número de colmos por touceira irá influenciar na produtividade por hectare e por conseguinte na proporção de sacarose por hectare; o florescimento induz a isoporização do colmo diminuindo o

teor de sacarose; o teor de sacarose é quem ditará o rendimento da instalação industrial (produção de açúcar/hora); os açúcares redutores totais expressarão a eficiência fermentativa já que são eles que são convertidos em etanol, já os açúcares redutores, em níveis adequados, reduzem a viscosidade da massa cozida, favorecendo sua esgotabilidade; a pureza influi na solubilidade da sacarose, fator importante na formação dos cristais; afetando também a viscosidade das soluções saturadas, sendo maior a viscosidade quanto maior as impurezas; o teor de fósforo é importante na formação dos precipitados insolúveis na decantação e também o fósforo é essencial no processo de transferência de energia da fermentação alcoólica; o nitrogênio além de estar intimamente relacionado com a nutrição das leveduras, se o nitrogênio estiver combinado em forma de proteína, um alto teor desta pode aumentar a viscosidade do mel e diminuir a velocidade de cristalização da sacarose; o teor de fibra, quando muito elevado ocasiona uma redução na eficiência de extração, enquanto que teores baixos, podem ocasionar um desequilíbrio no aproveitamento do bagaço para gerar energia.

Pode-se lançar mão de vários métodos para se alcançar alterações genéticas que proporcionem uma melhoria nas condições agroindustriais da cana-de-açúcar.

Este trabalho enfatizará o método de indução de variabilidade genética através da técnica de cultura de tecido e irradiação com raios gama. A cultura de tecido constitui-se em uma nova fonte para obtenção de variedades melhoradas, pois os calos, ou seja; a massa celular indiferenciada que se forma quando um tecido vegetal é desenvolvido em meio de cultivo apropriado; são possíveis de

sofrerem mutações devido a alterações na sequência cromossômica. Tais mutações podem ocorrer ao acaso, mas também podem ser induzidas por agentes mutagênicos, tais como radiação gama.

As mutações podem ser caracterizadas e classificadas como benéficas ou não, selecionando-se plantas melhoradas em suas características e selecionando-se as doses de agente mutagênico empregadas. As mutações podem se dar tanto em células reprodutivas como em células somáticas. No caso deste trabalho, foram usadas células somáticas e, as plântulas originadas de tais células ou tecido, serão um mosaico de tecidos normais e mutados. Tais mutações são de grande utilidade no melhoramento da cana-de-açúcar, já que são propagadas por qualquer processo de reprodução vegetativa.

Tem-se como objetivo estudar possíveis variações genéticas ocorridas na cana-de-açúcar var. NA 56-79, oriundas da aplicação do método de cultura de tecido vegetal e da aplicação de irradiação gama, a fim de se verificar alterações nos seguintes parâmetros: brix, pol, fibra, pureza, açúcares redutores, fósforo (P_2O_5), nitrogênio total e algumas características morfológicas como: tamanho e cor dos colmos, florescimento, peso dos colmos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Integração agroindustrial

A integração agroindustrial deve ser entendida como a somatória de esforços e medidas, que visam, basicamente, um maior interrelacionamento e cooperação entre os setores agrícolas e industrial, objetivando, essencialmente, o incremento no rendimento e eficiência de um modo geral das operações unitárias e a melhoria da qualidade do álcool, açúcar e subprodutos.

Entre variedades melhoradas dentro de uma mesma instituição de pesquisa aparecem variações nas características agroindustriais em função do material genético original e das condições ambientais em que foram selecionadas. Características tecnológicas, anatômicas e fisiológicas específicas (teor de fibra, pol, brix, pureza, AR, ART, chochamento, florescimento, maturação), são influenciadas pelo ambiente e genótipo da variedade, podendo sofrer variações (SILVA & CARMARGO, 1989).

SILVA & STUPIELLO (1987), relatam que a maturação da cana-de-açúcar, é o ponto central de uma integração agroindustrial sucro-alcooleira, porque a qualidade da matéria-prima (riqueza em sacarose e teor de fibra) é que condiciona e limita o rendimento e

eficiência no processo industrial; a qualidade da cana-de-açúcar para a indústria não pode ser avaliada simplesmente pelo seu teor de sacarose, ou ainda, pela pureza; a matéria-prima é caracterizada tecnologicamente através do teor de fibra e quantidade de caldo, entretanto podem ser considerados outros elementos presentes no caldo como o teor de fósforo, porcentagem e natureza das impurezas.

2.2. Cultura de tecido de cana-de-açúcar

Segundo NICKEL & TORREY (1969), as primeiras tentativas para cultivar células e tecidos de cana-de-açúcar, foram no Havai em 1961, pelo grupo de Nickel, enfatizando a totipotência das células vegetais.

HEINZ & MEE (1969), relataram que o objetivo inicial dos estudos com cultura de tecidos da cana-de-açúcar era desenvolver parâmetros fisiológicos. A partir de tais estudos realizados na "Experiment Station of the Hawaiian Sugar Planters Association" verificou-se que os calos produzidos apresentavam grande variabilidade fenotípica, acompanhado de diferentes números de cromossomos. Posteriormente, foi determinado que plantas das variedades parentais apresentavam mosaico cromossômico. O passo seguinte e mais importante, foi a demonstração definitiva da totipotência dos calos de cana-de-açúcar, (HEINZ & MEE, 1969; e BARBA & NICKEL, 1969).

A totipotência das células das plantas de propagação vegetativa, como relata RAGHAVAN (1977), implica em que todas as células diferenciadas com exceção daquelas que foram programadas

exclusivamente para cumprir um padrão restrito de especialização, possuem uma grande capacidade para manifestar todo o seu potencial genético e desenvolvê-lo através de padrões semelhantes ao de um zigoto, conduzindo assim, à formação de uma nova planta. Através deste conceito está claro que células sob um processo irreversível de diferenciação, como os tubos vasculares, podem não expressar totipotência. Resumindo, totipotência de uma célula da planta é a sua capacidade de diferenciação em uma planta completa, a partir de células indiferenciadas, através de estágios semelhantes ao de um embrião.

O procedimento normal de uma cultura de tecidos é estabelecer calos de explantes de qualquer parte da planta. Por este procedimento, o tecido extraído é cultivado num meio de cultivo, contendo quantias apropriadas de auxinas (hormônios de crescimento, que favorecem o crescimento celular e o alongamento) e citocininas (hormônios de crescimento que induzem a divisão celular). As culturas de calos podem ser mantidas indefinidamente por subcultura em intervalos regulares, com substituição do meio usado por meio fresco. Em certos casos, os calos têm sido transferidos para meio líquido e incubados numa bateadeira rotatório-horizontal para iniciação das culturas de células em suspensão. (HEINZ et alii, 1977).

Para HEINZ et alii (1977), o ponto chave para o desenvolvimento de uma nova variedade está baseado no fenômeno da diferenciação, ou seja, na habilidade de regenerar plantas a partir de células que foram modificadas geneticamente pela cultura de tecidos.

LIU (1981), relata que as plantas regeneradas em culturas de tecido, são cromossomicamente e morfológicamente diferentes

de sua planta doadora, o que equivale dizer que essa capacidade de se obter variabilidade genética constitui a base teórica para a seleção de mutantes desejáveis para o uso agrônomo.

Atualmente, pode-se, segundo (HEINZ & MEE, 1968 e KOGA & KUDO 1977), produzir cultura de cana-de-açúcar de qualquer parte da planta, porém a mais rápida formação de caldo e maior totipotência é obtida de folhas jovens em crescimento.

A totipotência de uma célula da planta é a capacidade de se diferenciar em uma planta completa, através de estágios semelhantes ao de um embrião, quando incubados em meio de cultivo específico (RAGHAVAN, 1977).

Para HEINZ et alii (1977) e LIU (1981) o melhor meio para a formação de calos e diferenciação da parte aérea é o meio de MURSHIGE e SKOOG (MS) modificado e designado respectivamente de MS-C e MS-D.

A presença de auxinas no meio MS é usado para induzir a formação de calos, a adição do leite de coco e meio inositol é essencial para uma eficiente estimulação da formação de calos.

JABLONSKI & SKOOG¹, citados por FERREIRA (1983), demonstraram a necessidade da presença simultânea no meio de cultivo de AIA e de outra substância desconhecida encontrada no leite de coco, para favorecer o alongamento e divisão celular.

¹JABLONSKI, J.R. & SKOOG, F. Cell enlargement and cell division in excised tobacco pith tissue. Physiologia Plantarum, Kobenhaun, 7:16:24, 1954.

Observou-se que altas concentrações de auxina no meio de cultivo favorecem o desenvolvimento de raízes, enquanto que altos níveis de citocinina induzem a regeneração de gemas, enquanto, baixos níveis de citocinina provocam intensa proliferação celular, SKOOG & MILLER¹, citado por FERREIRA (1983).

Para BRAGA & DIETRICH (1985), o efeito mais marcante das citocininas é sua interação com as auxinas no contraste da morfogênese em cultura de tecidos, a união de citocininas e auxina proporcionaram o aparecimento de gemas laterais ou formação de raízes, sendo que as gemas surgiram quando a quantidade de citocininas era superior a de auxina.

NOVIKOFF & HOLTZMAN (1976) relatam que o crescimento de células em cultura requer sais, glicose ou outro açúcar, aminoácidos, vitaminas, lipídeos e fatores de crescimento desconhecidos que são providos geralmente pela adição de soro de vitelo ou leite de coco, em células vegetais; as massas de células vegetais não especializadas (calos) podem crescer em cultura e, as estruturas que lembram raízes ou terminações podem ser induzidas a formar-se no tecido dos calos cultivados através de tratamento com níveis apropriados de citoquininas e hormônios vegetais que promovem a divisão celular; as citoquininas estimulam a divisão celular e as auxinas e giberelinas estimulam o crescimento celular e o alongamento.

¹SKOOG, F. & MILLER, C.O. Chemical regulation of growth and organ formation in plant tissues culture in vitro. Symposia of the Society for Experimental Biology, Cambridge, 11: 118-130, 1957.

Há muitos anos vem sendo relatada na literatura a ocorrência de variação associada ao cultivo de tecidos vegetais "in vitro". NOVIKOFF & HOLTZMAN (1976), sugeriram o termo já bastante difundido de "variação somaclonal" para indicar o aumento na variação genética ocorrida em plantas derivadas de qualquer tipo de sistema de cultura. Esses mesmos autores dividiram as possíveis origens da variação em sete categorias: 1.mudanças cariotípicas; 2.rearranjos cromossômicos crípticos; 3.elementos transponíveis; 4.rearranjos genômicos somáticos; 5.amplificação e depleção gênica; 6.crossing-over somático e troca de cromátides irmãs; 7.eliminação de vírus críptico.

Segundo LIU (1971), a base principal para o aumento do interesse em cultura de tecido, é a obtenção de aumentos na variabilidade genética; também porque a cultura de calos tem como vantagens: - um grande número de plantas podem ser produzidas em pequeno período de tempo; plântulas podem ser regeneradas por todo o ano sem restrição de época; plantulas podem originar clones não floríferos; o processo de cultura de tecido pode ser totalmente controlado em condições de laboratório.

CROCOMO & GONÇALVES (1985), enfatizam que a variabilidade genética de células somáticas poderá ser devido a alterações nos mecanismos alostéricos que regulam os esquemas biossintéticos, ou a alterações no processamento e tradução da informação genética, auxina e citocininas trabalham nestes mecanismos, modificando-os.

Para HEINZ (1973), cultura de tecidos em cana-de-açúcar apresenta variações genéticas devido a que os explantes normalmente não

possuírem número de cromossomos definidos. HEINZ et alii (1969), observaram que o clone H37-1933 com número de cromossomos $2n = 106$ e $2n = 107$, originou em cultura de calos, uma planta anã, de folhas eretas e rígidas e com número de cromossomos de $2n = 117$ a $2n = 124$.

LEE (1984b), relata que os métodos tradicionais de melhoramento de cana-de-açúcar precisam de 10 a 15 anos para se completar um ciclo de seleção; com a técnica de micropropagação vegetal através de cultura de meristema apical; os clones obtidos são fenotípica e genotipicamente idênticos a planta mãe e possui potencial de produzir 200.000 plantas em seis meses, a partir de um único tecido meristemático.

Plantas derivadas de cultura de tecidos tem geralmente mais colmos por touceira, embora cada colmo seja mais fino e leve; além disso, em ensaio realizado, com três variedades comerciais de cana, observaram-se diferenças em relação a planta doadora: maior quantidade de joçal, coloração do colmo, aurícula mais comprida, altura do colmo maior e porte mais ereto (LEE 1984c).

Os autores LEE & BACCHI (1984a), relatam a existência de um método simples, rápido e econômico de enraizamento de plântulas diferenciadas por cultura de calos de cana-de-açúcar que consiste em se transferir as plântulas para vermiculita e depois de transplantadas mantê-las em casa de vegetação à temperatura de 24°C - 32°C e umidade relativa de 70 a 90%, obtendo-se excelente enraizamento.

Um aumento no teor de açúcar de 2% da planta padrão para 12% de planta derivada de calos, variação no número de cromossomos ($2n$) de 86 para 126 na variedade F156, foi observado por LIU & CHEN (1978),

sendo caracterizado como uma melhoria genética do cultivar.

Para LIU & CHEN¹, o clone originado de cultura de tecido (71.4829) apresentou características: 36 cm mais alta e 0,49 cm mais de diâmetro, da planta padrão (H 37-1933), além de maior teor de sacarose (2,35% a mais).

2.3. Irradiação em calos de cana-de-açúcar

Agentes mutagênicos físicos e químicos têm sido utilizados para induzir mutações em cultura de células e tecidos de cana-de-açúcar. Os mutagênicos químicos mais usados são a colchicina, etil-metano sulfonado (EMS) e metil-metano sulfonado (MMS). A radiação ionizante mais empregada é o raio gama. (LIU & CHEN 1974; HEINZ et alii, 1977).

O efeito da radiação gama sobre células e tecidos de cana-de-açúcar foi observado por CRÓCOMO et alii (1980). As mutações induzidas pela radiação ocorreram nos calos, o que levou a variações citológicas das células meristemáticas indicando diferenças genéticas.

KLEIN & KLEIN², citados por FERREIRA (1983), relatam que

¹LIU, M.C. & CHEN, W.H. (Taiwan Sugar Research Institute, Taiwan. Cell and Tissue Culture Technique as a Tool for Sugarcane Improvement). Correspondência Pessoal. 1986.

²KLEIN, R.M. & KLEIN, D.T. Post-irradiation modulation of ionizing radiation damage to plants. Botanical Review, Lancaster, 37: 397-436. 1971.

as radiações ionizantes provocam alterações no metabolismo celular, através de uma extensa gama de modificações, como o desequilíbrio óxido-redutor, desaminação oxidativa dos açúcares, descarboxilação dos açúcares nucleicos, competição entre as substâncias pelos radicais livres.

FERREIRA (1983), demonstrou a formação de substâncias fisiologicamente ativas no processo de desenvolvimento nos tecidos irradiados. Quando tecidos de tabaco cultivados "in vitro" eram irradiados e colocados nas proximidades de fragmentos não irradiados, estes apresentavam um crescimento menor do que os tecidos irradiados diretamente. Tal inibição talvez fosse devida a alguma substância inibidora, formada e liberada pelo tecido irradiado e difundida para o meio de cultura. Tem-se ainda, que o metabolismo de compostos nitrogenados é também alterado devido à irradiação gama. Alterações na fração de aminoácidos proteicos foi observada nos calos provindos de explantes irradiados. Tais alterações podem ser responsáveis pelo decréscimo no crescimento do tecido de cana-de-açúcar irradiado. Cita ainda que a dose de radiação de 5 krad pode ser utilizada para induzir mutação nos calos, os quais proliferam na presença de cinetina e AIA. Deste modo, pode-se recomendar a utilização da radiação gama para induzir mutações em células e tecidos de cana-de-açúcar, desde que os mesmos sejam posteriormente cultivados "in vitro" em presença de cinetina e ácidos indolilacéticos, o que permitirá o desenvolvimento de calos acompanhado de posterior diferenciação em plantas intactas.

Para LIU (1982), a dose de irradiação de 8 krad estimula o crescimento de brotos, quando os calos são cultivados em meio MS-C,

já a dose de 20 krad provoca a morte de 30% dos brotos. A LD50 fixado como dose 10 krad, a faixa de doses que melhores resultados observou-se é de 2 a 8 krad.

QUESSADA¹, citado por VIEIRA (1984), explica que a sobrevivência e a capacidade de regeneração da espécie irradiada, decresce com o aumento da dose de irradiação. Sendo que o critério normalmente utilizado para se determinar a dose é o LD50, que significa a dose de irradiação capaz de provocar 50% de viabilidade da progênia irradiada.

A dose letal de irradiação para a variedade de cana-de-açúcar (Co 419), está em torno de 14 krad. Em três híbridos de cana-de-açúcar a irradiação gama até 3,0 krad, afetou pouco a germinação, sendo algumas vezes ligeiramente superior ao controle, uma queda brusca na germinação foi observada a partir de 4,0 krad e com dose 10,0 krad a brotação foi reduzida em 90% como relata PANGE & PRASAD², citado por VIEIRA (1984).

URATA & HEINZ (1971), sugerem o intervalo de 2,0 a 6,0 krad de raios gama, no qual se obtém maior incidência de sobrevivência e alta frequência de mutação em cana-de-açúcar, para BROERTJES (1970),

¹QUESSADA, O. Determination of the optimum doses of gama radiation to apply on three cane varieties (*Saccharum officinarum*, variedades PR 980, PR62-258, CP 52-42, germination). Agroconocimento, Santo Domingo, 2: 25-6, 1977.

²PANGE, R.R. & PRASAD, P.R.J. Effects of ionizing radiation on sugarcane buds. Current Science, Bangalore, 28:204-5, 1959.

a dose de 6,0 krad produz alterações em sua maioria nas condições morfológicas da cana-de-açúcar.

LIU (1984), estudando calos de cana-de-açúcar var. F 170 e ROC 5, irradiados com dose de 0, 1, 2, 4, 8, 12, 16 e 20 krad de raios gama, e posteriormente cultivados em meio MS-C, não verificou-se variação quanto ao crescimento dos mesmos.

Para THORPE (1981), calos de culturas de tecidos podem ser expostos a fonte de cobalto 60, em doses de irradiação de 2, 3, 4 e 5 krad sem sofrerem alterações.

HEINZ (1973), tentou aumentar a frequência de mutações através de radiação ionizante, onde tem se verificado um efeito diferencial do tratamento entre os diferentes clones e, também ocorrido problemas de formação de "quimeras" e "seleção diplontica", comuns em plantas de propagação vegetativa tratadas com substâncias mutagênicas.

O uso de radiação ionizante tem levado a obtenção de mutantes úteis para o homem e a sua combinação com a técnica de cultura de tecidos em várias culturas, tem se mostrado vantajosa. A radiação ionizante interage com a ação dos reguladores de crescimento presentes nos meios de cultivo e absorvidos pelas plântulas. A radiação ionizante pode provocar dependendo da dose, danos a célula vegetal, tanto a nível bioquímico, como a nível citológicos e, as auxinas e citocininas presentes no meio, atuariam como antagonistas dessa ação, funcionando como "amortizadores" do efeito deletério das radiações (FERREIRA 1983).

SKOOG (1935), a radiação X em soluções de AIA, inativa a auxina.

DEGANI & PICKHOLZ (1973), relata que calos irradiados de tabaco adquiriram capacidade de produzir gemas mesmo no escuro.

WALKER & SISODIA (1969), estudando a variedade de cana-de-açúcar B52107 irradiada apresentaram clones que não floresceram enquanto que RAO (1973), utilizando raios X e gama, obteve clones não floríferos e mutantes com 48% a mais de açúcar por área, comparada a variedade original.

Para BALASUNDARAM¹, citado por VIEIRA (1984), irradiando-se cana-de-açúcar da variedade CO527, obtem-se clones com características agrônomicas mais favoráveis quanto ao vigor, perfilhamento e comprimento do colmo.

ACOSTA & LODOS (1982), obtiveram clones de cana-de-açúcar irradiado em condições de esterilidade. Segundo FUJII (1958), a dose de irradiação a ser aplicado depende da radio-sensibilidade da espécie e do estágio de desenvolvimento da planta, sendo que as partes da planta que estão em diferenciação, são mais sensíveis do que aquelas estabilizadas.

¹ BALASUNDARAM, N. Yield and quality of induced mutants in sugarcane. Indian Journal of Agricultural Science, Krishe Bhavan, 51:1-4, 1981.

2.4. Características tecnológicas

Para OLIVEIRA et alii (1972), o fósforo é indiscutivelmente um elemento de grande significado na clarificação e decantação do caldo de cana. Praticamente não há fermentação na sua ausência. O fósforo aparece no caldo na forma de fosfatos solúveis e compostos orgânicos. Para muitos autores, o conteúdo mínimo de P_2O_5 necessário para uma boa clarificação é de 300 mg/litro de caldo enquanto que HONIG (1960), recomenda 300 a 600 mg/l. Entretanto, tem-se notado que nem sempre este valor é ideal, pois existem variedades que clarificam com bem menores níveis de fosfato e outras com um teor próximo a 300 mg não apresentando portanto, o mesmo comportamento. Os caldos pobres em P_2O_5 não clarificam bem, produzindo caldos escuros, baixa remoção de cálcio e pequeno volume de borras, já que são os fosfatos que absorvem os colóides. Do fósforo existente na planta, somente 90% é precipitado.

De um modo geral, o teor de fósforo no caldo das nossas variedades varia de 90 a 200 mg P_2O_5 /litro, sendo portanto, na grande maioria, pobres em teores de P_2O_5 , sendo insuficiente tal teor para a boa clarificação (CESAR et alii, 1974).

Para BAYMA (1974), o teor de fósforo naturalmente existente no caldo da cana é muito variável e depende de fatores como: solo, fertilizantes empregados, sanidade da planta e variedades diferentes. O emprego de ácido fosfórico na suplementação do teor de fósforo permite suprimir a sulfitação, pois o P_2O_5 é também um eficiente clarificador, não ataca as tubulações, diminui as

incrustações por aquecedores e no múltiplo-efeito.

O fósforo inorgânico P_2O_5 do caldo da cana representa importante elemento, tanto na fabricação do açúcar, por auxiliar a clarificação, como na produção do álcool, por ser nutriente essencial, afirma FERNANDES (1982). Nos três cortes da cana, comparados, a NA 56-79 apresentou a maior média de P_2O_5 , significativamente superior às demais variedades testadas, no ensaio com fertirrigação.

GUIMARÃES & SILVA (1976a e 1976b), estudando os teores de fósforo inorgânico em variedades de cana-de-açúcar obtiveram como resultados: IAC 32-150 = 134 mg P_2O_5 /l; CB 41-76 = 104 mg P_2O_5 /l; NA 56-79 = 96 mg P_2O_5 /l.

SILVA JR. (1976), relata que estabeleceu-se um teor mínimo de P_2O_5 no caldo para uma boa clarificação é de 200 - 300 mg P_2O_5 /litro, normalmente as variedades de cana cultivadas em São Paulo, não apresentam o teor adequado, havendo a necessidade de se adicionar fosfatos no caldo misto.

Segundo SILVA JR. (1976), a formação de flóculos na clarificação do caldo depende diretamente de um precipitado inorgânico de fosfato de cálcio, que por sua vez, depende da quantidade de íons cálcio e fosfato presentes no meio à flocular; o teor de fósforo no caldo de cana nem sempre é adequado à formação do precipitado, sendo que o teor mínimo está entre 200 - 300 mg de P_2O_5 /litro de caldo e as variedades plantadas em São Paulo não apresentam este teor.

Para SERRA et alii (1974) o teor de fósforo inorgânico no caldo de cana parece variar mais em relação a fertilidade do solo e clima, na região canavieira de Piracicaba, os teores médios de fósforo inorgânico no caldo variam de 70 a 130 mg P_2O_5 /litro de caldo no

início do ciclo de maturação da cana, atingindo teores de 140 a 230 mg P_2O_5 /litro no fim do mesmo. O teor de fósforo orgânico no caldo da cana-de-açúcar diminui com a aproximação do ciclo de maturação e durante esse ciclo, apresenta teores mais ou menos constantes, embora com freqüentes flutuações. O fósforo orgânico varia aproximadamente entre 10 a 35 mg P_2O_5 /litro de caldo, durante a maturação da cana; seu teor geralmente representa 5 a 15% do fósforo total do caldo de cana.

Para PAYNE (1969), alguns caldos dão boa clarificação com baixo teor P_2O_5 , enquanto outros, mesmo na presença de 0,03%, não asseguram uma purificação adequada. Altos teores de fósforo são indesejáveis, pois dão origem a grandes volumes de sedimentos, que por serem leves, demoram a chegar ao fundo das bandejas dos decantadores, sobrecarregam os filtros e reduzem a capacidade de decantação da seção de purificação.

HONIG (1953), relata que a purificação do caldo da cana é conseguida graças ao poder de adsorção do fosfato de cálcio, que elimina os colóides finamente dispersos no caldo; exemplifica que os caldos purificados no Hawaii não apresentavam boa clarificação se não estivessem na presença de pelo menos 300 - 350 ppm de fosfato/litro de caldo. Das proteínas removidas por coagulação, durante a clarificação uma porcentagem permanece em solução coloidal, os aminoácidos e as aminas são removidas pelos sais de cálcio, desde que não se encontrem na forma insolúvel.

Para HUMBERT¹, citado por CESAR et alii (1989), o fósforo tem efeito indireto na maturação da cana, pois sua deficiência interfere na absorção e utilização de nitrogênio, estando relacionado com a respiração da planta, atrasando a maturação.

ALMEIDA (1960), relata que o papel dos fosfatos é de grande importância na fermentação alcoólica. Uma solução de glicose, é sabido, em presença de levedura alcoólica, não sofrer fermentação se não existir de início, uma certa quantidade de fosfatos minerais neste meio. Em presença destes, a fermentação da glucose é notadamente acelerada no início, com desprendimento de CO₂ e na proporção de uma molécula de CO₂ para uma molécula de fosfato. Em seguida, paraliza-se quase completamente a fermentação alcoólica para reiniciar algum tempo depois, com energia, regenerando-se os fosfatos desaparecidos na 1.ª fase, com acúmulo de álcool, desaparecendo completamente a glicose e cessando o desprendimento de CO₂. Os fosfatos na fermentação, agem como agentes catalizadores e não como alimentos.

Para AMORIM (1985), o fósforo absorvido pela levedura tem sua principal função relacionada com a transferência de energia da célula, considerando que este elemento é indispensável à absorção do carboidrato e sua posterior conversão em etanol; onde uma concentração ideal de fósforo seria de 50 a 100 ppm/litro. Já os autores STUPIELLG & HORII (1985), relatam que a necessidade de fósforo para a fermentação deva ser de 54 a 65 mg/litro no mosto.

¹HUMBERT, R.T. The nutrition of sugar cane. Amsterdam, Elsevier. 1968. p.133-309.

HONIG (1953), afirma que a presença de proteínas (colóides) na fabricação do açúcar, tende a aumentar a viscosidade do caldo, já os aminoácidos podem combinar-se com os açúcares redutores e formar substâncias escuras de alto peso molecular (melanoidinas), dando origem a dispersões coloidais e inibir a cristalização.

STEVENS (1958), verificou que o nitrogênio presente no caldo misto é em parte removido pela clarificação, sendo que o restante permanece na torta (nitrogênio proteico) e no mel final (nitrogênio não proteico).

OLIVEIRA et alii (1974), em estudos realizados no estado de São Paulo, mostraram teores de brix variando de 18,33% (var. CB 49-62) a 22,50% (CB 56-86). O menor teor (16,56%) de pol/cana foi verificado na var. 36-24 e a maior (20,97%) na var. CB 56-86. Valores de açúcares redutores (AR), ficaram entre 0,30% (CB 56-86) e 0,90% (CB 56-171). Estes mesmos autores relatam que o valor máximo de açúcar redutor deva ser de 1% para traduzir um estágio de maturação próprio para o corte; bem como em relação a pureza, que é uma função do brix e da pol, verificou-se teores de 88% (CB 56-171) e 93,63% (IAC 51-204). A pureza para traduzir um bom estágio de maturação deve ser no mínimo de 85%.

Para DELGADO & CESAR (1977), a maior quantidade de açúcares redutores no caldo sempre concorre para a produção de maiores quantidades de melaço. A decomposição dos AR, na clarificação do caldo, tem como consequência a formação de complexos de condensação coloidais, escurecendo os açúcares finais.

Segundo CHEN (1985) o aquecimento e a defecação (formação de fosfato de cálcio que absorvem partículas), são as causadoras da coagulação e da precipitação dos não-açúcares orgânicos (gomas, albuminas e pectinas). Para HONIG (1953) os não açúcares do caldo de cana representam de 0,7% a 1,5%, sendo que deste total, 9% são proteínas, 9,5% são aminoácidos e 15,5% são aminoácidos amídicos.

SILVA & CAMARGO (1989), relatam que cana com teor e fibra mais elevado implica em maior tempo de moagem, reduzindo a capacidade de processamento e propiciando maiores perdas de açúcar por tonelada em função da maior quantidade de bagaço resultante, já que o baixo teor de fibra acarreta um desequilíbrio térmico na fabricação, devido à produção insuficiente de bagaço; um bom nível de fibra na cana é de 11 a 13%.

Segundo SILVA & STUPIELLO (1987), o teor de sacarose no caldo deve ficar entre 11 e 18% e os açúcares redutores (glicose) propiciam um aumento na eficiência fermentativa devendo estar num nível de 0,4 a 1,5%; a pureza do caldo é importante na recuperação da sacarose devendo apresentar níveis de 70 a 100%.

Para ALMEIDA (1960) a composição média do caldo de cana, em valores percentuais máximos e mínimos respectivamente são: água (77%-88%); brix (12%-23%); pol (8%-21%), açúcares redutores (0,3%-3%), açúcares não redutores (0,5%-2%), cinzas (0,2%-1%).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. Material

3.1.1. Plântulas de cana-de-açúcar var. NA 56-79

Originadas de cultura de meristema apical procedentes do laboratório de cultura de tecidos do IAA/Planalsucar, Araras - SP, desenvolvidas de acordo com LEE (1984b).

3.1.2. Meios de cultivo

Meios de Murashige-Skoog, citados por HEINZ et alii (1977) e LIU (1981), denominados no presente trabalho como:

"MC": meio para formação de calos

"MP": meio para diferenciação de parte aérea

" $\frac{1}{2}$ MS": constitui-se nos meios MC ou MP somente com os micro e macronutrientes, sacarose e ágar, porém com as concentrações reduzidas a metade.

3.1.3. Vermiculita tipo Eucatex fina

Meio para enraizamento das plântulas.

3.1.4. Adubo foliar líquido

Ultrafoliar - 5 ml/litro

3.1.5. Adubo NPK (5-20-20)

Utilizado nas dosagens de 500 kg/hectare

3.2. Métodos

O trabalho teve início à partir de plântulas de cultura de meristema apical obtidas segundo LEE (1984b), as quais serviram como matéria-prima para a retirada de explantes. Foram usadas plântulas de cultura de meristema devido a serem obtidas mais rapidamente e por serem mais sadias do que plântulas de cultura tradicional.

3.2.1. Retirada dos explantes e indução de formação de calos

Os explantes (pequenos segmentos de tecido vegetal com 5 milímetros de comprimento) foram retirados da parte intermediária do colmo das plântulas de cultura de meristema (5 a 10 centímetros de altura). Foram retiradas as películas superficiais dos explantes e esses divididos longitudinalmente ao meio, para a superfície de contato com o meio de cultivo.

Em frascos contendo o meio MC previamente esterilizados, transferiram-se os explantes mantendo-os por quatro semanas em sala de

crescimento, na ausência de luz, o que favoreceu a formação de calos. Este período de formação e crescimento de calos foi denominado de primeira subcultura, ou MC 1x. O meio de cultivo necessita ser renovado a cada quatro semanas para repor os constituintes consumidos e evitar o ressecamento, cada renovação é uma subcultura. A partir da MC 2x (segunda subcultura), os frascos foram mantidos sob intensidade de luz de 3000 lux por período de 16 horas, a temperatura de 25°C a 30°C.

As plântulas de cultura de meristema originaram setenta frascos em meio MC 1x.

A cada subcultura foram feitas avaliações quanto ao crescimento dos calos, oxidação e contaminação. Calos oxidados ou contaminados não foram transferidos para outra subcultura, sendo que as transferências de meio foram todas realizadas em sala asséptica.

Em MC 3x, dos 45 frascos remanescentes (devido à descartes por contaminação, oxidação e junção de calos com pequenos tamanho em um só frasco), 33 sofreram irradiação.

3.2.2. Irradiação das amostras

Os frascos com calos foram conduzidos ao Centro de Energia Nuclear na Agricultura - CENA - USP, onde sofreram irradiação por fonte de ^{60}Co (GAMMA CELL), com as seguintes características:

3.2.2.1. Doses de irradiação: 20, 40 e 60 Gy¹

3.2.2.2. Taxa de dose: 2320 Gy/hora, para 30 centímetros de distância entre os frascos e as pastilhas, para o mês de janeiro de 1987 (tabela CENA de curva de decaimento).

3.2.2.3. Tempo de irradiação:

20 Gy - 0,5 minuto - 11 frascos

40 Gy - 1,0 minuto - 11 frascos

60 Gy - 1,6 minutos - 11 frascos

Os 12 frascos restantes não sofreram irradiação, pois foram considerados testemunhas (dose de irradiação: 0 Gy).

3.2.3. Indução de diferenciação de plântulas

Depois de irradiados e após completarem o período da 3ª subcultura (MC 3x) os 40 frascos remanescentes, foram transferidos para MC 4x e após o término dessa subcultura, restaram 39 frascos (descarte por oxidação e contaminação), que foram transferidos para MP 1x (meio para diferenciação de plantas), sendo que os calos de cada um dos 39 frascos em MC 4x, foram passados para 2 frascos em MP 1x, para aumentar o número de amostras, totalizando 78 frascos em MP 1x.

Ao término de MP 1x, foram descartados 21 frascos (oxidações e/ou contaminação e desidratação do meio de cultivo). Os 57

¹ Como a revisão de literatura traz valores em krad, sabe-se que:

1 krad = 10 Gy

frascos remanescentes foram transferidos para MP 2x e ao término dessa subcultura, 40 frascos com plântulas que não alcançaram um tamanho ideal (5 centímetros), foram transferidos para MP 3x. Os 17 frascos restantes com plântulas de tamanho ideal foram transferidos para tubos de ensaio com 20 mililitros de meio MP; cada perfilho de plântulas crescidas nos frascos teve uma plântula escolhida, a qual foi passada para um tubo de ensaio com meio MP.

Após o término de MP 3x, dos 40 frascos, 5 deles não mostraram crescimento de plântulas e seus calos foram então passados para MP 4x, os 35 frascos restantes tiveram suas plântulas passadas para tubo de ensaio em meio MP.

As subculturas foram sucedendo-se até que todas as plântulas se encontrassem nos tubos de ensaio com meio MP, totalizando 153 tubos com a seguinte distribuição:

dose 0 Gy : 102 plântulas

dose 20 Gy: 28 plântulas

dose 40 Gy: 20 plântulas

dose 60 Gy: 3 plântulas

3.2.4. Indução do enraizamento de plântulas

Após esse estágio, todas as 153 plântulas foram transferidas para tubos de ensaio com meio $\frac{1}{2}$ MS" (meio para facilitar o crescimento e enraizamento de plântulas). Ao final dessa subcultura todas as plântulas foram transferidas para copos plásticos com vermiculita (meio para enraizamento). Foram também plantadas nesses

copos mini toletes com gemas de NA 56-79, as quais foram denominadas plântulas padrão (sem cultura de tecido e irradiação), num total de 171 copos.

3.2.5. Crescimento das plântulas em casa de vegetação

Os copos foram levados para casa de vegetação onde sofreram uma adaptação ao meio ambiente natural (essa fase de aclimação é necessária para estabelecer uma graduação entre as rígidas condições de laboratório e as variáveis condições de campo). As plântulas receberam água por 3 vezes ao dia e adubo foliar uma vez por semana, em doses recomendadas. As plântulas permaneceram em casa de vegetação até atingirem 50 centímetros de altura (período médio de 2 meses).

3.2.6. Transferência das plantas para o campo

As plantas foram conduzidas para o campo e obedeceram o seguinte esquema de plantio:

- espaçamento: 1,40 metros
- distância entre plantas: 0,70 metros
- adubação no sulco (NPK): 5-20-20, 500 kg/ha
- data de plantio: 14 de setembro de 1987

MAPA DE CAMPO

PLANTIO: 14/09/87

FRENTE DO ENSAIO

3.2.7. Corte e amostragem das plantas

Após completarem 12 meses de desenvolvimento, foram cortadas e numeradas sequencialmente de acordo com as doses de irradiação. A época de corte foi estabelecida pela amostragem de plantas padrão e realização de análise de brix, sendo que os valores obtidos estavam dentro da faixa de maturação ótima (18 a 22° brix). As plantas padrão como tratavam-se de canas propagadas vegetativamente foram cortadas por amostragem ao acaso, no total de 40 plantas.

Foram então enviadas para o setor de análises tecnológicas do IAA/Planalsucar.

- 38 plantas padrão
- 76 plantas com dose de 0 Gy
- 19 plantas com dose de 20 Gy
- 15 plantas com dose de 40 Gy
- 2 plantas com dose de 60 Gy

3.2.8. Análises tecnológicas

3.2.8.1. Amostragem de caldo de cana através do método da prensa hidráulica de acordo com PARAZZI¹ e ZAGO et alii (1989), para as seguintes análises:

¹PARAZZI, C. (IAA/Planalsucar, Araras. S. Paulo). Análises tecnológicas da Cana-de-açúcar. Comunicação pessoal, 1981.

3.2.8.1.1. Brix do caldo, por refratometria

3.2.8.1.2. Pol%caldo, por sacarimetria

3.2.8.1.3. Pol%cana, pela relação:

$$\text{pol\%cana} = \text{pol\%caldo}(1 - 0,01 * F)$$

onde F = fibra%cana

3.2.8.1.4. Fibra%cana, pela relação:

$$\text{Fibra\%cana} = \frac{100 * \text{PS} - \text{PU} * b}{5 * (100 - b)}$$

onde: PS = peso bolo seco

PU = peso bolo umido

b = brix do caldo

3.2.8.1.5. Pureza do caldo, pela relação:

$$\text{Pureza} = \frac{\text{pol caldo} * 100}{\text{brix caldo}}$$

3.2.8.1.6. Determinação de açúcares redutores do caldo através do método de Lane & Eynon¹, citado por PARAZZI² e ZAGO et alii (1989).

¹LANE, J.H. & EYNON, L. Determination of reducing sugars by fehling's solution with methylene blue indicator. London, Norman Rodger, 1934.

²PARAZZI, C. (IAA/Planalsucar, Araras. São Paulo) Análises tecnológicas da cana-de-açúcar - Comunicação pessoal, 1981.

3.2.8.1.7. Determinação de fósforo (P_2O_5) do caldo pelo método da digestão nítrico-perclórica do caldo, de acordo com ZAGO et alii (1989) e RODELLA (1983).

3.2.8.1.8. Determinação de nitrogênio total do caldo pelo método Kjeldhal, citado por RODELLA (1983) e ZAGO et alii (1989).

3.2.8.1.9. Extração caldo%cana de acordo com ZAGO et alii (1989)

3.2.9. Análises Morfológicas

Foram efetuadas análises morfológicas na cana-de-açúcar por ocasião do corte avaliando-se os seguintes parâmetros: número de colmos, peso da touceira e dos colmos, coloração dos colmos, aspectos gerais da touceira, tombamento e florescimento.

A avaliação do tombamento e do florescimento seguiram os modelos adotados pelo IAA/Planalsucar (1977).

a) Tombamento:

Nota 1 - touceira ereta

Nota 2 - touceira tombada

Nota 3 - razoavelmente tombada

Nota 4 - bem tombada

b) Florescimento:

	DFR *	FLO *
a -	2	1
b -	3	1
c -	4	1
d -	4	2
e -	4	3
f -	4	4

* DFR - Formação de Panículas (diferenciação)

* FLO - Emissão de Panículas (florescimento)

Obs.: As notas referentes a Emissão de Panículas (FLO) quando diferentes de 1, variam de acordo com o estágio de desenvolvimento e a percentagem de panículas na parcela observada.

c - entre 25 e 50%

f - mais de 50%

3.3. Planejamento experimental e análises estatísticas

As análises estatísticas dos resultados obtidos para os parâmetros propostos em função dos tratamentos realizados, foram elaborados obedecendo ao modelo matemático próprio para o delineamento inteiramente casualizado testando-se o emprego de cultura de tecido e de irradiação em cana-de-açúcar.

O esquema de análise de variância adotado foi:

Causas da variação	GL
Tratamentos	I-1
Resíduo	(A-1) - (I-1)
Total	(A-1)

I = número total de tratamentos

A = número total de amostras

As comparações entre as médias dos tratamentos foram efetuadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de significância. Como as repetições nos tratamentos eram diferentes, foram feitas comparações entre as médias, duas a duas e calculou-se o DMS de acordo com GOMES (1982, p 39).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Análises morfológicas

A técnica de cultura de tecido apresentou as etapas de formação de calos e diferenciação de plântulas sem haver perdas consideráveis de amostras, já que não houve número muito grande de calos oxidados e quase todos conseguiram se diferenciar em plântulas. Os calos, um vez submetidos à irradiação começaram apresentar uma queda significativa na diferenciação em plântulas, e o número de oxidações aumentou consideravelmente. O número de amostras foi diminuindo respectivamente com o aumento da dosagem de irradiação, sendo que a dose de 60 Gy permitiu somente o desenvolvimento de duas plantas, evidenciando que esta dose está bem próxima da dose letal para calos de cana-de-açúcar.

Os resultados referentes as análises morfológicas das plantas de cana-de-açúcar encontram-se no Apêndice (Tabelas 6, 7, 8, 9 e 10). Em relação ao número de colmos, o experimento mostrou que as plantas de cultura de tecido sem irradiação apresentaram um número superior de colmos por touceira, e que as doses de irradiação de 20, 40 e 60 Gy diminuíram respectivamente, em relação ao padrão, o número de colmos por touceira.

O peso de cada colmo apresentou variações de acordo com os tratamentos empregados, sendo que todos mostraram um peso inferior ao padrão e que a dose de irradiação de 40 Gy foi a que diminuiu em maior nível o peso dos colmos.

O florescimento observado nas plantas padrão foi superior ao encontrado nas plantas com cultura de tecido, porém todas as plantas irradiadas apresentaram um nível de florescimento inferior, sendo que muitas chegaram ao final do experimento sem florescer, contribuindo para um possível aumento nos teores de açúcares (IAA, 1985).

O método de cultura de tecido e a irradiação não influenciaram diretamente sobre a porcentagem de "tombamento" das plantas.

Quanto a coloração dos colmos, tanto a cultura de tecido como a irradiação promoveram variações em relação ao padrão, apresentando colmos de cor amarelada e avermelhada.

O aspecto geral das plantas decaiu em relação ao padrão com o aumento das doses de irradiação, já que as plantas apresentavam colmos mais altos e finos e em menor número por touceira.

4.2. Análises tecnológicas

4.2.1. Brix % caldo

A análise estatística das médias (Tabela 1) mostra que não houve significância ao nível de 5% para os tratamentos, não havendo variação entre as médias dos resultados obtidos no experimento (Tabelas 1 a 5 - Apêndice).

Tabela 1. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função do Brix.

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	4,20468	1,05117	1,3608	0,24943
Resíduo	145	112,00865	0,77247		
Total	149	116,21333			

Tabela 2. Média dos resultados das análises para Brix.

Tratamento (Gy)	Número de repetições	Brix % [*] Caldo
Padrão	38	21,62 ^a
0	76	21,96 ^a
20	19	21,93 ^a
40	15	22,01 ^a
60	2	21,20 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 3 Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função do Brix

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	0,48	0,34	0,14
P-20	0,67	0,31	0,37
P-40	0,73	0,39	0,34
P-60	1,74	0,42	1,32
0-20	0,62	0,03	0,59
0-40	0,68	0,05	0,62
0-60	1,72	0,76	0,96
20-40	0,83	0,08	0,75
20-60	1,78	0,73	1,05
40-60	1,81	0,81	0,99

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação a nível de experimento foi de 4,019%.

O teste de Tukey (Tabelas 2 e 3) mostra que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, concluindo-se que o método de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não influenciaram diretamente sobre os teores de brix no caldo.

A figura 1 mostra a variação do brix%caldo com as doses de irradiação empregadas.

Figura 1: Médias dos resultados obtidos para brix % caldo, em função dos tratamentos utilizados.

4.2.2. Pol%Caldo

A análise estatística das médias (Tabela 4) mostra que não houve significância ao nível de 5% para os tratamentos, não havendo variação entre as médias dos resultados obtidos no experimento (Tabelas 1 a 5 - Apêndice).

Tabela 4. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função da pol do caldo

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	6,55331	1,63832	1,3756	0,24420
Resíduo	145	172,68976	1,19096		
Total	149	179,24308			

Tabela 5. Média dos resultados das análises para pol do caldo

Tratamento (Gy)	Número de repetições	Pol % * Caldo
Padrão	38	19,83 ^a
0	76	20,23 ^a
20	19	20,19 ^a
40	15	20,01 ^a
60	2	19,05 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 6. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da pol do caldo

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	0,59	0,40	0,19
P-20	0,84	0,36	0,48
P-40	0,91	0,18	0,73
P-60	2,16	0,79	1,37
0-20	0,76	0,04	0,72
0-40	0,84	0,22	0,62
0-60	2,13	1,19	0,95
20-40	1,03	0,18	0,85
20-60	2,21	1,15	1,07
40-60	2,24	0,97	1,28

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação à nível de experimento foi de 5,433%.

O teste de Tukey (Tabelas 5 e 6) mostra que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, concluindo-se que o método de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não influenciaram diretamente sobre os teores de pol no caldo.

A figura 2, mostra a variação da pol%caldo com as doses de irradiação empregadas.

Figura 2: Médias dos resultados obtidos para pol % caldo, em função dos tratamentos utilizados.

A mutação genética possivelmente acarretou uma variação no nível de pol%caldo em uma amostra de planta de cultura de tecido não irradiada, que apresentou 22,55% de pol no caldo, a qual superou os resultados das demais amostras e também o valor médio para teores de pol%caldo (21%), encontrado por ALMEIDA (1960), sugerindo um pequeno aumento nos teores de sacarose.

4.2.3. Pol%Cana

A análise estatística das médias (Tabela 7), mostra que não houve significância ao nível de 5% para os tratamentos, não havendo variação entre as médias dos resultados obtidos no experimento (Tabelas 1 a 5 - Apêndice)

Tabela 7. Quadro de análise de variância para as médias dos tratamentos em função da pol da cana

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	2,88045	0,72011	0,8080	0,52399
Resíduo	145	129,22903	0,89123		
Total	149	132,10949			

Tabela 8. Média dos resultados das análises para pol da cana

Tratamento (Gy)	Número de repetições	Pol % * Cana
Padrão	38	17,42 ^a
0	76	17,67 ^a
20	19	17,72 ^a
40	15	17,59 ^a
60	2	16,90 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 9. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey através do contraste entre duas médias, com repetições diferentes, em função da pol da cana

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
F-0	0,51	0,25	0,26
F-20	0,72	0,30	0,42
F-40	0,79	0,17	0,62
F-60	1,87	0,53	1,34
0-20	0,66	0,05	0,61
0-40	0,73	0,08	0,65
0-60	1,85	0,78	1,07
20-40	0,89	0,13	0,76
20-60	1,92	0,83	1,09
40-60	1,94	0,69	1,25

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação à nível de experimento foi de 5,365%.

O teste de Tukey (Tabela 8 e 9), mostra que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, concluindo-se que o método de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não influenciaram diretamente sobre os teores de pol na cana-de-açúcar.

A figura 3 mostra a variação da pol/cana com as doses de irradiação empregadas.

Figura 3: Médias dos resultados obtidos para pol % cana, em função dos tratamentos utilizados.

Uma amostra, com cultura de tecido sem irradiação sobressaiu-se entre as demais, obtendo-se 19,59% (pol%cana), superando o resultado médio (17,37%) encontrado por BASSINELO (1987) para a variedade NA 56-79 nos estados de São Paulo e Paraná, podendo representar, segundo FERNANDES (1982), uma melhor qualidade da cana-de-açúcar por apresentar uma maior proporção de açúcares fermentescíveis na cana madura.

4.2.4. Fibra%cana

A análise estatística das médias (Tabela 10), mostra pelo teste F uma diferença significativa a nível de 5%, sugerindo que embora se tenha seguido uma homogeneidade nos tratamentos, em pelo menos dois deles ocorreu variação. Os resultados obtidos no experimento encontram-se no Apêndice (Tabelas 1 a 5).

Tabela 10. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função da fibra da cana

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	11,72180	2,93045	2,6672	0,03414*
Resíduo	145	159,31049	1,09869		
Total	149	171,03229			

Tabela 11. Média dos resultados das análises para fibra

Tratamento (Gy)	Número de repetições	Fibra %* Cana
Padrão	38	12,15 ^a
0	76	12,65 ^a
20	19	12,22 ^a
40	15	12,10 ^a
60	2	11,26 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 12. Diferenças mínimas significativas à 5% para teste de Tukey, através de contrastes, entre duas médias, com repetições diferentes, em função da fibra da cana

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	0,57	0,50	0,07
P-20	0,80	0,07	0,73
P-40	0,87	0,05	0,82
P-60	2,08	0,88	1,19
0-20	0,73	0,43	0,30
0-40	0,81	0,55	0,26
0-60	2,05	1,39	0,66
20-40	0,99	0,12	0,87
20-60	2,13	0,95	1,17
40-60	2,15	0,84	1,32

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação a nível de experimento foi de 8,456%. O teste de Tukey (Tabelas 11 e 12) mostra que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, concluindo-se que o método de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não influenciaram diretamente sobre os teores de fibra da cana-de-açúcar, não comprovando a significância obtida pelo teste F.

A figura 4 mostra a variação da fibra%cana com as doses de irradiação empregada.

Figura 4: Médias dos resultados obtidos para fibra % cana, em função dos tratamentos utilizados.

A mutação genética pode ter sido a responsável pela elevação nos teores de fibras de duas amostras, uma sem irradiação e outra com 40 Gy de irradiação, que obtiveram respectivamente 15,43% e 15,23% de fibra, superando os valores médios (11% a 13%), encontrados por SILVA & CAMARGO (1989), sugerindo uma possível diminuição na capacidade de extração. Por outro lado, outra amostra com 40 Gy de irradiação apresentou 9,37% de fibra, o que pode vir a aumentar a capacidade de extração.

4.2.5. Pureza

A análise estatística das médias (Tabela 13), mostra que não houve significância ao nível de 5% para os tratamentos, não havendo variação entre as médias dos resultados obtidos no experimento (Tabelas 1 a 5 - Apêndice).

Tabela 13. Quadro de análise de variância para as médias dos tratamentos em função da pureza

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	23,92504	5,98126	1,7073	0,15037
Resíduo	145	507,98211	3,50332		
Total	149	531,90715			

Tabela 14. Média dos resultados das análises para pureza

Tratamento (Gy)	Número de repetições	Pureza * do Caldo
Padrão	38	91,67 ^a
0	76	92,07 ^a
20	19	92,02 ^a
40	15	91,02 ^a
60	2	89,82 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 15. Diferença mínima significativas A 5% para o Teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da pureza.

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	1,02	0,40	0,62
P-20	1,44	0,34	1,09
P-40	1,56	0,65	0,91
P-60	3,71	1,86	1,85
0-20	1,31	0,05	1,26
0-40	1,44	1,05	0,40
0-60	3,66	2,26	1,40
20-40	1,76	0,99	0,77
20-60	3,80	2,20	1,59
40-60	3,85	1,21	2,64

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação à nível de experimento foi de 2,038%. O teste de Tukey (Tabelas 14 e 15), mostram que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, concluindo-se que o método de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não influenciaram diretamente sobre os teores da pureza do caldo na cana-de-açúcar.

A figura 5 mostra a variação da pureza com as doses de irradiação empregadas.

Figura 5: Médias dos resultados obtidos para pureza, em função dos tratamentos utilizados.

Como o experimento pode induzir mutações genéticas na cana-de-açúcar, uma planta de cultura de tecido sem irradiação obteve 97,62% de pureza, indicando que pode ter ocorrido no teor de sacarose; esse valor encontrado é superior as médias de outras variedades (88% para a CB 56-171 e 93,63% para a IAC 51-204) citadas por OLIVEIRA et alii (1974).

4.2.6. Extração caldo%cana

A análise estatística das médias (Tabela 16) mostra pelo teste F uma diferença significativa ao nível de 5%, sugerindo que embora se tenha seguido uma homogeneidade nos tratamentos, em pelo menos dois deles ocorreu variação. Os resultados obtidos no experimento encontram-se no Apêndice (Tabelas 1 a 5)

Tabela 16. Quadro da análise de variância para médias dos tratamentos em função da extração

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	44,57766	11,14441	3,2766	0,01321*
Resíduo	145	493,16934	3,40116		
Total	149	537,74700			

Tabela 17. Média dos resultados das análises para extração

Tratamento (Gy)	Número de repetições	Extração* Caldo % Cana
Padrão	38	71,63 ^a
0	76	70,47 ^b
20	19	71,03 ^{ab}
40	15	70,36 ^{ab}
60	2	72,54 ^{ab}

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 18. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes, em função da extração

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	1,00	1,17	-0,17
P-20	1,41	0,60	0,81
P-40	1,53	1,28	0,26
P-60	3,65	0,91	2,75
0-20	1,29	0,57	0,72
0-40	1,42	0,11	1,32
0-60	3,61	2,07	1,53
20-40	1,74	0,68	1,06
20-60	3,74	1,51	2,24
40-60	3,79	2,18	1,61

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação a nível de experimento foi de 2,603%.

O teste de Tukey (Tabela 17 e 18) mostra que houve uma diferença significativa à nível de 5%. O tratamento padrão diferencia-se do tratamento com dose 0 Gy, evidenciando que o método de cultura de tecido, traduz uma diminuição do teor de extração, provavelmente devido ao aumento do teor de fibra provocado por tal método, sugerindo um possível aumento nas perdas de açúcar em função da

maior quantidade de bagaço resultante, reduzindo a capacidade de processamento, como relata SILVA & CAMARGO (1989).

A figura 6 mostra a variação da extração caldo % cana com as doses de irradiação empregadas.

Figura 6: Médias dos resultados obtidos para extração caldo % cana, em função dos tratamentos utilizados.

4.2.7. Fósforo (P₂O₅)

A análise estatística das médias (Tabela 19), mostra que não houve significância ao nível de 5% para os tratamentos, não havendo variação entre as médias dos resultados obtidos no experimento (Tabelas 1 a 5 - Apêndice).

Tabela 19. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função do P₂O₅

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	1874,18894	468,54723	1,6994	0,15214
Resíduo	145	39977,60438	275,70761		
Total	149	41851,79333			

Tabela 20. Média dos resultados das análises para P₂O₅

Tratamento (Gy)	Número de repetições	P ₂ O ₅ * (ppm)
Padrão	38	101,84 ^a
0	76	102,57 ^a
20	19	98,95 ^a
40	15	102,27 ^a
60	2	131,00 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 21. Diferenças mínimas significativas à 5% par o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes em função do P₂O₅

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	9,00	0,72	8,28
P-20	12,73	2,89	9,84
P-40	13,82	0,42	13,40
P-60	32,88	29,16	3,72
0-20	11,62	3,62	8,01
0-40	12,80	0,30	12,51
0-60	32,47	28,43	4,03
20-40	15,65	3,32	12,33
20-60	33,69	32,05	1,64
40-60	34,12	28,73	5,38

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação a nível de experimento foi de 16,235%.

O teste de Tukey (Tabelas 20 e 21) mostra que não houve diferença significativa entre as médias dos tratamentos, concluindo-se que o método de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não influenciaram diretamente sobre os teores de fósforo (P₂O₅) no caldo.

A figura 7 mostra a variação do fósforo (P₂O₅) com as doses de irradiação empregadas.

Figura 7: Médias dos resultados obtidos para fósforo (P₂O₅), em função dos tratamentos utilizados.

Possíveis variações genéticas podem ter ocorrido nas amostras do experimento sendo que uma das plantas de cultura sem irradiação obteve 156 ppm de P_2O_5 no caldo, superando o valor máximo apresentado pelas plantas padrão que foi de 145 ppm de P_2O_5 , sugerindo que esta planta pode vir a ter um melhor processo de clarificação do caldo, pois encontra-se mais próxima da faixa de 200 a 300 ppm de P_2O_5 que segundo SILVA (1976), são os teores mínimos para uma boa clarificação. Porém outra planta de cultura de tecido sem ter sido irradiada apresentou um teor de 64 ppm de P_2O_5 no caldo, valor este bem inferior aos níveis médios encontrados em diversas variedades de cana-de-açúcar (90 a 200 ppm de P_2O_5), como relatam CESAR et alii (1974).

4.2.8. Nitrogênio total

A análise estatística das médias (Tabela 22) mostra pelo teste F uma diferença significativa ao nível de 5%, sugerindo que embora se tenha seguido uma homogeneidade nos tratamentos, em pelo menos dois deles ocorreu variação. Os resultados obtidos no experimento encontram-se no Apêndice (Tabelas 1 a 5).

Tabela 22. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função do nitrogênio total

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	173378,37140	43344,59285	4,0806	0,00399*
Resíduo	145	1540217,68859	10622,19095		
Total	149	1713596,06000			

Tabela 23. Média dos resultados das análises para nitrogênio total

Tratamento (Gy)	Número de repetições	Nitrogenio Total* (ppm)
Padrão	38	442,58 ^{ab}
0	76	408,41 ^b
20	19	429,47 ^{ab}
40	15	490,67 ^a
60	2	626,00 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 24. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes em função do nitrogênio total

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	55,89	34,17	21,72
P-20	79,04	13,11	65,93
P-40	85,78	48,09	37,69
P-60	204,08	183,42	20,66
0-20	72,15	21,07	51,09
0-40	79,48	82,26	-2,78
0-60	201,51	217,59	-16,08
20-40	97,16	61,19	35,97
20-60	209,12	196,53	12,59
40-60	211,76	135,33	76,43

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação a nível de experimento foi de 23,921%. O teste de Tukey (Tabelas 23 e 24) mostra diferenças significativas à nível de 5%. A variação ocorreu entre a dose de 0 Gy e as doses de 40 e 60 Gy, porém não se diferenciando do padrão, mostrando que a técnica de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não interferem diretamente nos níveis de nitrogênio total do caldo.

A figura 8 mostra as variações de nitrogênio total com as doses de irradiação empregada.

Figura 8: Médias dos resultados obtidos para nitrogênio total, em função dos tratamentos utilizados.

Uma das amostras de cultura de tecido sem ter sido irradiada apresentou um nível de 875 ppm de nitrogênio total, superando a faixa média de valores deste elemento no caldo citado por PAYNE (1969), que é de 240 a 640 ppm; podendo ocorrer uma diminuição na velocidade de cristalização do açúcar devido ao aumento da viscosidade do mel final como relatam DELGADO & CÉSAR (1989). Porém como o nitrogênio é primordial para o desenvolvimento da levedura na fermentação alcoólica, um nível superior deste elemento possivelmente evitará que a levedura retire o nitrogênio de outras fontes (aminoácidos) favorecendo um aumento de componentes, secundários no vinho (álcool amílico, butílico, etc) que podem dificultar a purificação (ALMEIDA 1960).

4.2.9. Açúcares redutores (AR%)

A análise estatística das médias (Tabela 25) mostra pelo teste F uma diferença significativa ao nível de 5%, sugerindo que embora se tenha seguido uma homogeneidade nos tratamentos em pelo menos dois deles ocorreu variação. Os resultados obtidos no experimento encontram-se no Apêndice (Tabela 1 a 5).

Tabela 25. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função dos açúcares redutores (AR)

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	1,43057	0,35764	2,8902	0,02407*
Resíduo	145	17,94291	0,12374		
Total	149	19,37348			

Tabela 26. Média dos resultados das análises para açúcares redutores (AR)

Tratamento (Gy)	Número de repetições	AR % * Caldo
Padrão	38	0,70 ^{ab}
0	76	0,62 ^b
20	19	0,65 ^{ab}
40	15	0,94 ^a
60	2	0,93 ^{ab}

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 27. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes em função dos açúcares redutores (AR)

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	0,19	0,08	0,11
P-20	0,27	0,05	0,22
P-40	0,29	0,24	0,05
P-60	0,70	0,23	0,47
0-20	0,25	0,02	0,22
0-40	0,27	0,32	-0,05
0-60	0,69	0,31	0,38
20-40	0,33	0,30	0,04
20-60	0,71	0,28	0,43
40-60	0,72	0,01	0,71

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação a nível de experimento foi de 51,554%. O teste de Tukey (Tabelas 26 e 27) mostra diferenças significativas à nível de 5%. A variação ocorreu entre as doses de 0 e 40 Gy, mas não em relação ao padrão, evidenciando que o método de cultura de tecido e irradiação não interferem diretamente nos níveis de açúcares redutores no caldo.

A figura 9 mostra as variações dos açúcares redutores (AR%) com as doses de irradiação empregadas.

Figura 9: Médias dos resultados obtidos para açúcares redutores (AR%) no caldo, em função dos tratamentos utilizados.

SILVA & CAMARGO (1989) citam que as faixas de valores de AR% no caldo é de 0,4 a 1,5% enquanto que OLIVEIRA et alii (1974), encontraram teores de 0,3 a 0,97% de açúcares redutores, porém uma planta de cultura de tecido submetida a 40 Gy de irradiação obteve 2,18% AR, sugerindo que este teor possa vir a favorecer a esgotabilidade da massa cozida, mas também possa aumentar a formação de substâncias escuras (melanoidinas) que inibem a cristalização, como relata HONIG (1953).

4.2.10. Açúcares redutores totais (ART%)

A análise estatística das médias (Tabela 28), mostra que não houve significância ao nível de 5% para os tratamentos, não havendo variação entre as médias dos resultados obtidos no experimento (Tabelas 1 a 5 - Apêndice).

Tabela 28. Quadro da análise de variância para as médias dos tratamentos em função dos açúcares redutores totais (ART%)

C.V.	G.L.	S.Q.	Q.M.	F	Prob > F
Tratamento	4	6,43466	1,60866	1,0346	0,39215
Resíduo	145	225,45027	1,55482		
Total	149	231,88494			

Tabela 29. Média dos resultados das análises para açúcares redutores totais (ART%)

Tratamento (Gy)	Número de repetições	ART % [*] Caldo
Padrão	38	22,56 ^a
0	76	22,99 ^a
20	19	22,81 ^a
40	15	23,05 ^a
60	2	22,08 ^a

* Médias seguidas por letras distintas diferem entre si ao nível de 5% de significância.

Tabela 30. Diferenças mínimas significativas à 5% para o teste de Tukey, através do contraste entre duas médias com repetições diferentes em função dos açúcares redutores totais (ARIZ)

Tratamentos	DMS	Diferença entre as médias	variações * significativas
P-0	0,68	0,43	0,25
P-20	0,96	0,26	0,70
P-40	1,04	0,49	0,55
P-60	2,47	0,48	1,99
0-20	0,87	0,17	0,70
0-40	0,96	0,06	0,90
0-60	2,44	0,91	1,53
20-40	1,18	0,24	0,94
20-60	2,53	0,73	1,80
40-60	2,56	0,97	1,59

* Valores negativos implicam em médias diferentes entre si.

O coeficiente de variação a nível de experimento foi de 5,457%.

O teste de Tukey (Tabelas 29 e 30) mostra que não houve diferenças significativas entre as médias dos tratamentos, concluindo-se que o método de cultura de tecido e a aplicação de irradiação não influenciaram diretamente sobre os teores de açúcares redutores totais.

A figura 10 mostra as variações dos açúcares redutores totais (ART₂) com as doses de irradiação empregadas.

Figura 10: Médias dos resultados obtidos para açúcares redutores totais (ART%) no caldo, em função dos tratamentos utilizados.

5. CONCLUSÕES

A análise dos dados obtidos permitem as seguintes conclusões:

- 1 - O método de cultura de tecido e aplicação de irradiação proporcionou modificações nas características morfológicas da cana-de-açúcar.
- 2 - As doses de irradiação foram responsáveis pela diminuição considerável do número de repetições do experimento, dificultando a comparação estatística entre os resultados obtidos, já que tais doses mostraram-se letais para grande parte das plântulas.
- 3 - A indução de variabilidade genética ocorreu, já que algumas plantas tiveram os níveis dos parâmetros tecnológicos estudados alterados.
- 4 - A técnica de cultura de tecido com ou sem irradiação não foi capaz de provocar variações estatisticamente significativas na qualidade tecnológica das plantas obtidas, já que as mutações genéticas são de difícil controle.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA, S. & LODOS, J. The action of gama radiation on sugarcane as a new sterilization method. Sugar y Azucar, New York, 77: 55-9, 1982.

ALMEIDA, J.R. Alcool e destilaria. Apostila da ESALQ. Piracicaba, 333p. 1960.

AMORIM, H.V. Nutrição mineral da levedura, aspectos teóricos e práticos. In: SEMANA DE FERMENTAÇÃO ALCOÓLICA "JAYME ROCHA DE ALMEIDA", 4., Piracicaba, 1985. Anais. Piracicaba, ESALQ, 1985. p.144-8.

BARBA, R.C. & NICKEL, L.G. Nutrition and organ differentiation in tissues cultures of sugarcane - a monocotyledon. Planta, 89: 299-302, 1969.

BASSINELO, A.I. et alii. Avaliação de novas variedades de cana-de-açúcar nos Estados de São Paulo e Paraná. I Resultados de Cana Planta e Soca. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 105(4,5e6): 19-35, 1987.

BAYMA, C.A. Tecnologia do açúcar. Coleção Canavieira n°13 MIC/IAA. 291p. 1974.

BRAGA, M.R. & DIETRICH, S.M.C. Hormônios vegetais. In: ANAIS DO III SEMINÁRIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, Piracicaba, SP, 1985. p.127-147.

BROERTJES, C. Improvement of vegetatively propagated plants by ionizing radiation. In: MEETING INDUCE MUTATIONS AND PLANT IMPROVEMENT, Buenos Aires, 1970. Proceedings. Vienna, IAEA. p.293-9.

CESAR, M.A.A.; DELGADO, A.A.; BRESSAN, W.; SILVA, F.C. da. Influência de alguns não açúcares orgânicos e inorgânicos na viscosidade do melaço, durante a fabricação do açúcar-de-cana. Usineiro, São Paulo, 16: 37-48, jan./fev. 1989.

CESAR, M.A.A.; OLIVEIRA, E.R.; MAZZARI, M.R. Teor de fósforo de algumas variedades de cana de açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 83(3): 229-33, mar. 1974.

CHEN, J.C.P. Defecation or clarification. In: CHEN, J.C.P. Cane Sugar Handbook. 11.ed. New York, A Wiley Interscience Publication, 1985. p.535-42.

CROCOMO, O.J. et alii. Biochemical and cytological aspects of the development of irradiated sugarcane cells and tissues. In: PROCEEDINGS OF 5TH CONGRESS PLANT TISSUES AND CELL CULTURES. 1980. p.129-130.

CROCOMO, O.J. & GONÇALVES. Regulação metabólica em vegetais. In: ANAIS DO III SEMINÁRIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, Piracicaba, SP, 1985. p.148-164.

DEGANI, N. & PICKHOLZ, D. Direct and indirect effect of gamma irradiation on the differentiation of tabaco tissue culture. Radiation Botany, Oxford, 13: 381-83, 1973.

DELGADO, A.A. & CESAR, M.A.A. Elementos de Tecnologia e Engenharia do Açúcar de Cana. Piracicaba, Departamento de Tecnologia Rural, ESALQ, 1977. 3v. 106p.

FERREIRA, J.H. Interação radiação gama x reguladores de crescimento no desenvolvimento de células e tecidos de cana-de-açúcar (*Saccharum* spp) "in vitro". Piracicaba, 1983. 69p. (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

FERNANDES, A.C. Comportamento agroindustrial de seis variedades de cana-de-açúcar com e sem fertirrigação. Piracicaba, 1982. 82p.
(Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).

GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 10.ed. Piracicaba, Nobel, 1982. 430p.

GUIMARÃES, E. & SILVA, G.M.A. Estudo de variedades de cana quanto ao teor de fósforo no caldo. In: ANAIS DO IV SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, Águas de Lindóia, SP, 1976a. p.41-4.

GUIMARÃES, E. & SILVA, G.M.A. Efeito da aplicação de fontes de fosfato na clarificação do caldo de cana. In: ANAIS DO IV SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, Águas de Lindóia, SP, 1976b. p.49-51.

HEINZ, D.J. & MEE, G.W.P. Tissues callus differentiation and regeneration of plants in *Saccharum* spp. Agronomy Abstr. p.10, 1968.

HEINZ, D.J. & MEE, G.W.P. Plant differentiation from callus tissue of *Saccharum* species. Crop Sci., 9(3): 346-8, 1969.

HEINZ, D.J.; MEE, G.W.P.; NICKELL, L.G. Chromosome number of some *Saccharum* species hybrids and their cell suspension cultures. Am. J. Bot., 56: 450-6, 1969.

HEINZ, D.J. Sugarcane improvement through induced mutations using vegetative propagules and all culture techniques. In: Induces mutations in vegetatively propagated plants. Vienna, IAEA, 1973. p.53-61.

HEINZ, D.J.; KRISHNAMURTHI, M.; NICKELL, L.G.; MARATZKI, A. Tissue and organ culture in sugarcane improvement. In: REINERT, J. & BAJAJ, Y.P.S. Plant cell tissue and organ culture. Berlin, Springer-Verlag, 1977. p.3-16.

HONIG, P. The relation of proteins and amino acids to the raw sugar manufacturing process. In: HONIG, P. Principles of Sugar Technology. Elsevier, P. Company Am., 1953. cap. 7, p.173-6.

HONIG, P. The presence of phosphate in cane juice. In: CONGRESSE INT. SOC. SUGAR CANE TECHNOL, 10., Hawaii, 1959. Proceeding. Amsterdam, Elsevier. 1960. p.356-61.

HUMBERT, R.T. The nutrition of sugar cane. Amsterdam, Elsevier, 1968. p.133-309.

IAIA, A.M. et alii. Efeito do florescimento no rendimento e na qualidade tecnológica da cana-de-açúcar. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 103(4,5e6): 18-25, jul./dez. 1985.

KOGA, Y. & KUDO, M. An efficient method of producing callus and plantlets by tassel culture for sugarcane breeding. JARQ, 11(4): 193-7, 1977.

LEE, T.S.G. & BACCHI, O.O. Improved rooting of differentiated shoots from sugarcane callus tissue. Turrialba, 34(4): 481-4, 1984a.

LEE, T.S.G. Micropropagação de cana-de-açúcar através de meristema apical. Saccharum, São Paulo, 7(35): 36-9, nov./dez. 1984b.

LEE, T.S.G. Obtenção de variedades melhoradas através da técnica de cultura de tecidos. In: PROCEEDINGS CONGRESSO NACIONAL DA STAB, São Paulo, 1984c. 3: 180-2.

LIU, M.C. A new method for Sugar Cane breeding - tissue culture technique. Taiwan Sugar, Taiwan, 1: 8-10, jan./fev. 1971.

LIU, M.C. & CHEN, W.H. Histological studies on the origin and process of plantlet differentiation in Sugar Callus Mass. In: CONGR. INTERN. SOC. SUGAR CANE TECHNOL., China, 1974. Plant Breeding, 1974. 15: 118-23.

LIU, M.C. & CHEN, W.H. Tissue and cell culture as aids to sugar cane breeding. I. Creation of genetic variation through callus culture. Euphytica, Tainan, 25: 393-403, 1976.

LIU, M.C. & CHEN, W.H. Organogenesis and chromosome number in callus derives from Cassava anthers. Canadian Journal of Botany, 56(10): 1287-90, 1978.

LIU, M.C. In vitro methods applied to sugar cane improvement In: THORPE, T.A. Plants Tissue Culture. New York, Academic Press, 1981. p.299-323.

LIU, M.C. Effect of gamma irradiation on growth of callus and its differentiated plantlets in sugarcane. Nucl. Sci. J., Taiwan, 19(4): 208-15, dez. 1982.

LIU, M.C.; YEH, H.S.; CHEN, W.H. Tissue and cell culture as aids to sugarcane breeding. Taiwan Sugar Research, Tainan, 31(3): 77-83, mai./jun. 1984.

NICKELL, L.G. & TORREY, J.G. Crop improvement through plant cell and tissue culture. Science, 166: 1068-1069, 1969.

NOVIKOFF, A.B. & HOLTZMAN, E. Células e estrutura celular. 3.ed. New York, Interamericana, 1976. 325p.

OCHOA-ALEJO, N. Linhagens celulares de plantas superiores. In: ANAIS DO III SEMINÁRIO DE BIOTECNOLOGIA AGRÍCOLA, Piracicaba, SP, 1985. p.261-4.

OLIVEIRA, E.R. de et alii. Controle das usinas de açúcar e das destilarias. Apostila ESALQ, Piracicaba, 1972. 210p.

OLIVEIRA, E.R. et alii _____. Brasil Açucareiro, Rio de Janeiro, 84(1): 34-7, 1974.

PAYME, J.H. et alii. Influence of phosphate and colloid contents of cane juice on defecation. Ind. Engng Chem., Easton, 20(3): 262-7, 1928.

PAYNE, J.H. Relaciones fundamentales del proceso de clarificación. In: HONIG, P. Principios de tecnología azucareira. Mexico, Editorial Continental, 1969. p.437-63.

RAGHAVAN, V. Totipotency of plant cells. Evidence for the totipotency of male germ cells from anther and pollen culture studies. In: SHARP, W.R.; LARSEN, P.O.; PADDOCK, E.F.; RAGHAVAN, V. Plant cell and tissue culture. Ohio State, University Press, USA, 1977. p.155-178.

RAD, P.S. Performace of two sugarcane mutants in the preliminary yield trails. Sugarcane Breeders' News-letter, Macknade, 32: 24-25, 1973.

RODELLA, A.A. Métodos de análise de solo, tecido vegetal, vinhaça e torta de filtro. In: ORLANDO FILHO, J. Nutrição e adubação da cana de açúcar no Brasil. Piracicaba, Planalsucar, 1983. cap.15, p.351-68.

SANKARANARAYNAN, P. & BABU, C.N. Effects of chronic gamma irradiation in sugarcane varieties. Indian Journal, Heredity, 2(2): 97-102, 1970.

SERRA, G.E.; STUPIELLO, J.P.; CESAR, M.A.A. Formas de ocorrência do fósforo no caldo de cana. In: ANAIS DA IV JORNADA CIENTIFICA DA FACULDADE CIENCIAS MEDICAS E BIOLÓGICAS DE BOTUCATU. 1974. P.42.

SILVA JR., J.F. Efeito da aplicação de fontes de fosfato na clarificação do caldo de cana. In: IV SEMINÁRIO COPERSUCAR DA AGROINDÚSTRIA AÇUCAREIRA, Águas de Lindóia, SP, 1976. Anais. p.340-53.

SILVA, F.C. da & STUPIELLO, J.P. A integração agroindustrial sucro-alcooleira no Brasil. In: II CONGRESSO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA DA ESALQ, Piracicaba, 1987. Anais.

SILVA, F.C. da & CAMARGO, A.P. de. Integração agroindustrial sucro-alcooleira no Brasil. Usineiro, São Paulo, 16: 51-66, jan./fev. 1989.

SKOOG, F. The effect of X-irradiation on auxin plant growth. Journal of Cellular and Comparative Physiology, Philadelphia, 7: 227-270, 1935.

STEVENS, R. Nitrogen balance carried out in a commercial sugar factory. Proc. B. W. I. Sugar Tech., 86-91, 1955. Apud Int. Sugar Journal, 60: 113, 1958.

STUPIELLO, J.P. & HORII, J. Condução de fermentação alcoólica. STAB, Açúcar, Alcool e Subprodutos, Piracicaba, 4(17): 43-6, nov. 1985.

THORPE, T.A. Plant tissue culture. Methods and applications in agriculture. Flórida, Academic Press, 1981. 379p.

URATA, R. & HEINZ, D.J. Gamma irradiation induced mutations in sugarcane. In: CONGRESS OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF SUGARCANE TECHNOLOGISTS, 14., New Orleans, 1971. Proceedings. Baton Rouge, Franklin Press. p.402-7.

VIEIRA, M.A.S. Indução de mutações, através de raios gama, visando resistência ao vírus do mosaico da cana-de-açúcar. Campinas, 1984. 78p. (Mestrado - Instituto de Biologia da Universidade Estadual de Campinas).

VIGAYALAKS HIMI, U. & RAO, J.T. Effect of gamma ray on germination and growth in some species and hybrid of *saccharum*. Current Science, Bangalore, 10: 397-8, 1960.

WALKER, D.I.T. & SISODIA, N.S. Induction of a non flowering mutant in sugarcane (*Saccharum* spp.). Crop. Science, Madison, 9: 551-2, 1969.

ZAGO, E.A.; AMORIM, H.V.; BASSO, L.C.; GUTIERREZ, L.E.; OLIVEIRA, A.J. Métodos analíticos para o controle da produção de álcool. Piracicaba, Fermentec, CEBTEC, 1989. 144p.

APENDICE

Tabela 1: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas padrão.

ANOS	BRIX	POL	POL	FIBRA	PUREZA	EXTR.	PPM	PPM	%AR	%ART
TRA	%CALDO	%CALDO	%CANA	%CANA	%	CAL%CAN	P205	NITROG.		
43	21,80	20,04	17,59	12,22	91,91	70,98	101,00	490,00	0,60	21,54
44	22,60	20,87	18,12	13,18	92,34	70,18	113,00	443,00	0,43	22,44
45	21,50	19,52	17,29	11,45	90,80	72,68	115,00	429,00	0,85	22,21
46	21,80	20,23	17,56	13,19	92,81	71,16	104,00	455,00	0,61	22,92
47	23,00	21,39	18,65	12,80	92,98	71,98	94,00	359,00	0,31	25,08
48	22,20	20,55	18,14	11,70	92,55	73,00	104,00	481,00	0,40	22,21
49	21,70	19,00	16,67	12,27	87,57	73,02	85,00	333,00	0,87	21,76
50	21,10	19,66	17,59	10,56	93,19	72,10	101,00	193,00	0,58	21,76
51	21,30	19,69	17,17	12,82	92,46	70,20	101,00	637,00	0,63	23,17
52	22,60	21,24	18,61	12,37	93,99	72,54	81,00	516,00	0,36	24,23
53	23,10	21,31	18,69	12,28	92,24	72,32	131,00	455,00	0,35	25,38
54	21,80	20,30	17,91	11,79	93,11	73,56	104,00	455,00	0,42	22,92
55	22,20	20,36	17,78	12,68	91,72	71,54	108,00	324,00	0,43	23,69
56	21,50	19,84	17,37	12,48	92,28	72,44	145,00	394,00	0,54	23,69
57	22,20	20,62	18,11	12,16	92,89	71,90	87,00	420,00	0,63	21,98
58	22,10	20,23	17,61	12,96	91,55	70,76	108,00	656,00	0,46	22,17
59	21,20	19,30	16,83	12,80	91,02	71,24	100,00	508,00	0,67	22,44
60	20,20	18,39	16,34	11,11	91,02	73,48	87,00	403,00	0,82	21,98
61	20,40	18,47	16,13	12,69	90,55	69,14	101,00	569,00	1,12	20,70
62	22,30	20,33	17,68	13,04	91,18	69,10	101,00	473,00	0,83	23,17
63	22,40	20,81	18,45	11,34	92,92	71,44	108,00	481,00	0,44	23,17
64	21,80	19,98	17,45	12,65	91,65	72,16	87,00	481,00	2,13	23,17
65	21,40	19,92	17,44	12,47	93,09	71,42	127,00	411,00	0,58	21,32
66	20,40	18,01	15,83	12,11	88,26	71,46	94,00	438,00	1,25	21,32
67	21,80	20,06	17,81	11,22	92,00	72,08	67,00	438,00	0,54	23,69
68	20,00	17,65	15,59	11,67	88,23	71,38	81,00	429,00	1,08	19,93
69	22,10	20,62	17,99	12,76	93,30	70,12	110,00	394,00	0,38	23,17
70	19,90	17,69	15,52	12,23	88,88	72,84	136,00	376,00	1,32	21,54
71	22,20	20,40	18,06	11,50	91,91	72,80	104,00	499,00	0,60	21,94

Tabela 1: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas padrão. (cont.)

AMOS TRA	BRIX %CALDO	POL %CALDO	POL %CANA	FIBRA %CANA	PUREZA %	EXTR. CAL%CAN	PPM P2O5	PPM NITROG.	%AR	%ART
72	22,30	20,80	18,23	12,36	93,28	69,44	113,00	481,00	0,46	21,98
73	20,30	18,34	16,41	10,52	90,33	72,54	76,00	385,00	0,75	22,21
74	19,40	17,34	15,20	12,35	89,38	72,02	104,00	359,00	1,07	20,50
75	21,80	20,02	17,48	12,68	91,85	70,82	97,00	508,00	0,66	22,92
76	21,20	19,68	17,35	11,83	92,81	72,18	92,00	333,00	0,47	22,21
77	21,40	19,84	17,48	11,91	92,73	70,86	85,00	508,00	0,54	21,54
78	22,50	20,82	18,35	11,87	92,55	71,82	113,00	411,00	0,36	23,96
79	23,40	21,62	18,90	12,56	92,38	72,48	120,00	490,00	0,48	25,69
80	20,80	18,69	16,62	11,07	89,86	70,90	85,00	403,00	1,59	21,54
MIN.	19,40	17,34	15,20	10,52	87,57	69,10	67,00	193,00	0,31	19,93
MAX.	23,40	21,62	18,90	13,19	93,99	73,56	145,00	656,00	2,13	25,69

Tabela 2: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas de cultura de tecido, sem irradiação (0 Gy).

AMOS	BRIX	POL	POL	FIBRA	PUREZA	EXTR.	PPM	PPM	%AR	%ART
TRA	%CALDO	%CALDO	%CANA	%CANA	%	CAL%CAN	P205	NITROG.		
1	23,40	21,78	19,24	11,63	93,07	70,38	108,00	411,00	0,46	24,79
2	22,10	20,58	17,80	13,53	93,12	69,94	108,00	228,00	0,52	21,05
3	22,70	20,86	17,79	14,71	91,88	70,52	104,00	481,00	0,34	23,17
4	23,20	21,70	18,81	13,32	93,53	70,56	97,00	298,00	0,29	24,79
5	22,10	20,13	17,41	13,48	91,08	70,32	99,00	376,00	1,12	22,44
6	22,90	21,43	18,68	12,83	93,56	69,82	64,00	394,00	0,39	23,69
7	22,60	21,21	18,59	12,37	93,87	72,18	92,00	289,00	0,36	24,79
8	20,10	17,56	15,55	11,43	87,37	71,70	101,00	394,00	1,07	20,50
9	22,90	21,57	18,54	14,06	94,21	69,86	104,00	376,00	0,33	24,23
10	21,30	19,31	17,04	11,78	90,67	69,52	143,00	368,00	0,72	22,41
11	20,90	18,88	16,79	11,05	90,32	72,62	117,00	429,00	0,77	22,44
12	20,80	18,80	16,64	11,45	90,36	71,88	94,00	481,00	0,84	22,21
13	22,80	21,38	18,65	12,76	93,76	69,78	101,00	464,00	0,42	23,96
14	23,10	22,55	19,59	13,12	97,62	70,24	101,00	455,00	0,32	23,69
15	22,40	20,83	18,03	13,46	93,01	67,96	76,00	385,00	0,38	23,17
16	22,50	21,03	18,21	13,42	93,46	70,48	100,00	376,00	0,38	25,38
17	22,90	20,77	18,50	10,96	90,72	72,00	82,00	420,00	0,97	24,51
18	22,20	20,58	18,29	11,13	92,69	70,80	106,00	403,00	0,50	23,42
19	21,20	19,50	17,19	11,87	91,98	72,90	82,00	490,00	0,65	23,17
20	19,60	17,03	14,89	12,54	86,87	70,42	110,00	455,00	1,59	20,70
21	21,50	19,23	16,58	13,78	89,44	68,72	115,00	490,00	0,99	23,17
22	22,60	21,18	18,29	13,61	93,70	71,66	101,00	420,00	0,42	24,23
23	22,90	21,17	18,39	13,14	92,43	69,56	94,00	350,00	0,54	24,23
24	22,10	20,46	17,75	13,28	92,60	71,96	115,00	403,00	0,76	22,92
25	22,50	21,03	17,85	15,12	93,47	68,00	106,00	298,00	0,33	24,51
26	22,80	21,03	18,27	13,12	92,23	71,78	113,00	639,00	0,35	24,51
27	22,80	21,12	18,27	13,49	92,62	68,76	81,00	420,00	0,45	23,69
28	22,90	21,15	18,22	13,86	92,36	60,56	108,00	298,00	0,48	24,23
29	22,50	21,04	18,64	11,41	93,52	71,76	106,00	236,00	0,72	23,95

Tabela 2: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas de cultura de tecido, sem irradiação (0 Gy). (cont.)

AMOS	BRIX	POL	POL	FIBRA	PUREZA	EXTR.	PPM	PPM	%AR	%ART
TRA	%CALDO	%CALDO	%CANA	%CANA	%	CAL%CAN	P205	NITROG.		
30	22,10	20,40	17,64	13,53	92,30	70,40	97,00	306,00	0,47	21,98
31	22,10	20,32	18,06	11,10	91,93	71,08	87,00	280,00	0,71	22,92
32	22,50	21,01	18,52	11,84	93,36	69,84	76,00	403,00	0,48	25,38
33	22,50	20,97	18,39	12,32	93,20	71,78	108,00	411,00	0,55	22,92
34	18,90	15,98	13,94	12,76	84,56	69,04	115,00	368,00	1,49	18,87
35	22,60	21,14	18,29	13,45	93,52	69,86	113,00	333,00	0,40	25,08
36	22,80	21,46	18,68	12,96	94,11	71,24	99,00	271,00	0,36	23,69
37	22,10	20,56	17,83	13,27	93,04	71,12	101,00	254,00	0,39	22,92
38	22,10	20,61	18,51	10,18	93,26	60,60	97,00	368,00	0,48	23,96
39	22,30	20,87	18,46	11,51	93,57	72,02	99,00	411,00	0,56	24,51
40	22,20	20,58	17,66	14,22	92,72	68,58	78,00	342,00	0,43	22,44
41	21,20	19,34	16,75	13,42	91,25	70,36	94,00	429,00	0,82	22,41
42	21,00	19,15	17,06	10,96	91,21	72,84	92,00	350,00	0,83	22,44
117	20,80	20,20	17,77	12,02	97,09	71,36	140,00	403,00	0,94	20,50
118	20,40	18,20	16,04	11,86	89,19	71,78	101,00	455,00	0,95	21,11
119	21,80	19,88	17,22	13,37	91,19	71,28	127,00	473,00	0,46	22,92
120	20,80	18,47	16,29	11,79	88,60	68,72	108,00	875,00	0,47	21,11
121	22,60	21,06	18,56	11,86	93,17	73,20	92,00	359,00	0,26	24,51
122	21,30	19,47	16,80	13,74	91,43	70,02	136,00	403,00	0,56	21,98
123	21,00	19,14	16,65	13,03	91,16	71,48	110,00	551,00	0,60	21,76
124	22,60	20,99	18,30	12,83	92,87	71,12	94,00	411,00	0,35	22,92
125	21,40	19,23	16,96	11,79	89,87	69,30	156,00	551,00	0,81	21,98
126	20,20	18,31	16,15	11,75	90,62	72,56	71,00	359,00	0,85	20,70
127	22,20	20,68	18,33	11,36	93,16	72,26	92,00	595,00	0,76	23,43
128	22,20	20,62	18,04	12,49	92,88	70,52	97,00	499,00	0,36	22,92
129	22,00	20,15	17,94	10,99	91,59	71,24	69,00	228,00	0,72	23,69
130	21,30	19,79	17,55	11,35	92,93	73,50	90,00	341,00	0,50	21,76
131	22,50	21,02	18,54	11,81	93,40	71,24	113,00	368,00	0,63	24,23
132	22,70	21,06	18,49	12,20	92,78	73,36	99,00	481,00	0,28	24,43

Tabela 2: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas de cultura de tecido, sem irradiação (0 Gy). (cont.)

AMOS	BRIX	POL	POL	FIBRA	PUREZA	EXTR.	PPM	PPM	%AR	%ART
TRA	%CALDO	%CALDO	%CANA	%CANA	%	CAL%CAN	P205	NITROG.		
133	22,30	20,69	18,03	12,86	92,80	72,00	122,00	350,00	0,35	23,96
134	21,70	20,05	17,58	12,33	92,40	71,22	106,00	473,00	0,66	22,21
135	21,70	19,70	17,37	11,80	90,77	71,78	71,00	315,00	0,77	20,70
136	22,00	20,51	17,88	12,81	93,21	69,60	127,00	254,00	0,65	22,92
137	21,60	19,44	16,76	13,81	90,02	69,00	104,00	490,00	0,83	20,23
138	21,40	19,66	17,13	12,87	91,89	71,74	136,00	394,00	0,54	22,92
139	21,20	19,13	16,30	14,80	90,23	68,52	101,00	376,00	0,80	22,44
140	20,80	18,63	16,10	13,57	89,55	68,40	101,00	403,00	1,18	21,48
141	22,20	20,54	17,97	12,54	92,53	71,08	99,00	394,00	0,46	22,92
142	21,90	20,25	17,54	13,39	92,46	71,14	121,00	403,00	0,47	23,69
143	21,50	19,66	17,34	11,81	91,44	72,14	99,00	324,00	0,80	22,65
144	22,60	20,89	17,67	15,43	92,43	68,58	81,00	438,00	0,54	22,92
145	22,30	20,65	18,14	12,15	92,58	69,60	90,00	420,00	0,38	22,17
146	22,50	21,01	18,37	12,57	93,39	71,38	97,00	324,00	0,35	24,23
147	22,30	20,15	17,38	13,76	90,36	67,42	150,00	753,00	0,68	23,43
148	23,30	21,58	18,74	13,16	92,61	70,46	113,00	630,00	1,14	23,69
149	20,70	18,61	16,49	11,39	89,89	74,34	108,00	394,00	1,49	21,54
150	22,50	21,02	18,29	12,95	93,40	68,60	90,00	499,00	0,44	23,43
MIN.	18,90	15,98	13,94	10,18	84,56	60,56	64,00	228,00	0,26	18,87
MAX.	23,40	22,55	19,59	15,43	97,62	74,34	156,00	875,00	1,59	25,38

Tabela 3: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas de cultura de tecido, submetidas à irradiação de 20 Gy.

AMOS TRA	BRIX %CALDO	POL %CALDO	POL %CANA	FIBRA %CANA	PUREZA %	EXTR. CAL%CAN	PPM P205	PPM NITROG.	%AR	%ART
81	21,20	19,48	17,29	11,23	91,88	70,72	127,00	464,00	0,90	23,17
82	23,00	21,47	18,76	12,60	93,33	70,28	113,00	368,00	0,29	24,51
83	22,00	19,61	17,05	13,04	89,12	68,22	106,00	508,00	1,23	22,92
84	20,60	18,85	16,60	11,95	91,50	72,68	104,00	263,00	0,57	20,70
85	21,80	20,19	17,87	11,49	92,63	72,24	84,00	499,00	0,67	23,69
86	22,00	20,65	18,28	11,47	93,85	73,12	71,00	324,00	0,82	21,98
87	19,60	17,40	15,28	12,21	88,79	70,10	101,00	315,00	1,24	20,11
88	22,20	20,54	17,96	12,55	92,50	70,92	124,00	534,00	0,65	22,68
89	22,80	21,13	18,26	13,61	92,69	70,30	97,00	263,00	0,55	23,69
90	22,20	20,70	18,10	12,55	93,23	70,30	90,00	420,00	0,48	24,23
91	22,90	21,47	19,12	10,92	93,75	73,46	85,00	438,00	0,32	23,96
92	20,80	18,74	16,34	12,79	90,07	69,84	92,00	359,00	1,02	21,93
93	22,80	21,09	18,17	13,86	92,52	70,60	106,00	438,00	0,37	21,76
94	22,60	20,88	18,11	13,28	92,38	70,78	108,00	411,00	0,33	23,43
95	22,20	20,56	18,40	10,53	92,62	73,04	100,00	543,00	0,43	23,43
96	22,00	20,48	17,90	12,59	93,08	70,54	82,00	411,00	0,40	22,44
97	21,80	19,69	17,63	10,46	90,30	71,64	110,00	753,00	0,81	22,44
98	23,00	21,34	18,86	11,60	92,77	71,96	94,00	455,00	0,59	23,96
99	21,20	19,36	16,76	13,44	91,33	68,90	86,00	394,00	0,61	22,44
MIN.	19,60	17,40	15,28	10,46	88,79	68,22	71,00	263,00	0,29	20,11
MAX.	23,00	21,47	19,12	13,86	93,85	73,46	127,00	753,00	1,24	24,51

Tabela 4: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas de cultura de tecido, submetidas à irradiação de 40 Gy.

AMOS TRA	BRIX %CALDO	POL %CALDO	POL %CANA	FIBRA %CANA	PUREZA %	EXTR. CAL%CAN	PPM P205	PPM NITROG.	%AR	%ART
100	22,30	20,80	18,23	12,36	93,28	69,44	106,00	525,00	0,38	22,21
101	22,90	21,15	19,04	9,98	92,38	70,54	78,00	438,00	2,18	23,69
102	21,90	19,94	18,07	9,37	91,03	73,52	99,00	376,00	1,13	23,16
103	20,80	18,91	16,23	14,20	90,94	67,34	92,00	464,00	0,72	21,71
104	22,10	20,25	17,59	13,11	91,62	71,54	97,00	516,00	0,61	22,92
105	21,30	19,33	17,06	11,72	90,74	69,88	113,00	595,00	0,84	23,69
106	21,40	20,16	17,91	11,16	94,22	74,36	87,00	499,00	0,39	23,43
107	22,40	20,84	18,26	12,40	93,05	70,38	124,00	700,00	0,33	23,17
108	22,60	19,91	17,88	10,22	88,11	69,96	108,00	420,00	1,67	23,42
109	21,90	20,36	17,26	15,23	92,96	67,82	94,00	394,00	0,56	22,92
110	22,10	19,92	17,57	11,78	90,13	71,10	113,00	341,00	0,91	23,96
111	21,70	20,28	17,55	13,44	93,45	68,60	104,00	543,00	0,42	22,44
112	22,90	20,32	17,63	13,24	88,74	70,34	108,00	473,00	1,11	23,42
113	21,30	19,07	16,79	11,95	89,54	71,58	94,00	481,00	1,11	22,92
114	22,60	18,91	16,76	11,35	85,16	68,98	117,00	595,00	1,78	22,68
MIN.	20,80	18,91	16,23	9,37	85,16	67,34	78,00	341,00	0,33	21,71
MAX.	22,90	21,15	19,04	15,23	94,22	74,36	124,00	700,00	2,18	23,96

Tabela 5: Resultados das análises tecnológicas referentes a plantas de cultura de tecido, submetidas à irradiação de 60 Gy.

AMOS	BRIX	POL	POL	FIBRA	PUREZA	EXTR.	PPM	PPM	%AR	%ART
TRA	%CALDO	%CALDO	%CANA	%CANA	%	CAL%CAN	P205	NITROG.		
115	21,40	19,59	17,35	11,41	91,52	72,58	140,00	508,00	0,63	22,68
116	21,00	18,50	16,44	11,12	88,11	72,50	122,00	744,00	1,23	21,48
MIN.	21,00	18,50	16,44	11,12	88,11	72,50	122,00	508,00	0,63	21,48
MAX.	21,40	19,59	17,35	11,41	91,52	72,58	140,00	744,00	1,23	22,68

Tabela 6: Resultados de avaliações morfológicas

Dose de Irradiação: Padrão.

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
43	7	9,2	1,31	4,1	1	normal	bom
44	5	5,2	1,04	4,2	1	normal	bom
45	7	8,3	1,19	4,2	1	normal	bom
46	11	9,0	0,82	4,4	1	normal	bom
47	4	4,5	1,13	4,2	2	normal	bom
48	8	10,7	1,34	4,1	1	normal	bom
49	5	4,5	0,90	4,1	1	normal	regular
50	6	8,0	1,33	4,1	1	normal	bom
51	8	9,0	1,13	4,2	1	normal	bom
52	4	3,5	0,88	4,2	2	normal	bom
53	6	5,4	0,90	4,2	1	normal	bom
54	9	9,0	1,00	4,3	2	normal	bom
55	5	4,0	0,80	4,3	2	normal	bom
56	6	4,0	0,67	4,3	2	normal	regular
57	2	2,3	1,15	4,3	1	normal	bom
58	7	8,2	1,17	4,3	1	normal	bom
59	6	7,2	1,20	4,3	1	normal	bom
60	3	3,5	1,17	4,3	1	normal	regular
61	7	8,0	1,14	4,3	1	normal	bom
62	6	6,4	1,07	4,3	1	normal	bom
63	3	3,6	1,20	4,3	1	normal	bom
64	9	10,8	1,20	4,3	1	normal	bom
65	7	7,4	1,06	4,3	2	normal	bom
66	8	8,0	1,00	4,3	2	normal	bom
67	8	7,0	0,88	4,2	2	normal	regular
68	5	5,8	1,16	4,1	2	normal	bom
69	5	4,2	0,84	4,4	2	normal	regular
70	9	10,5	1,17	4,4	2	normal	bom

Tabela 6: Resultados de avaliações morfológicas

Dose de Irradiação: Padrão. (cont.)

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
71	7	6,1	0,87	4,3	1	normal	bom
72	8	8,0	1,00	4,2	1	normal	bom
73	8	9,0	1,13	4,1	1	normal	bom
74	10	10,0	1,00	4,4	1	normal	bom
75	7	5,4	0,77	4,2	1	normal	regular
76	5	5,5	1,10	4,3	1	normal	bom
77	8	9,1	1,14	4,3	1	normal	bom
78	9	10,7	1,19	4,3	2	normal	bom
79	2	1,8	0,90	4,4	1	normal	bom
80	8	9,1	1,14	4,4	1	normal	bom

Tabela 7: Resultados de avaliações morfológicas
Dose de Irradiação: 0 Gy.

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
1	7	7,3	1,04	4,1	1	normal	regular
2	5	4,0	0,80	4,1	1	normal	bom
3	4	3,6	0,90	4,1	2	normal	bom
4	4	3,8	0,95	4,1	1	normal	bom
5	5	4,3	0,86	4,2	3	normal	regular
6	9	9,6	1,07	4,3	2	normal	bom
7	11	7,8	0,71	4,4	1	normal	bom
8	6	3,5	0,58	4,3	1	normal	ruim
9	6	5,8	0,97	4,2	1	normal	bom
10	12	10,0	0,83	4,2	1	normal	bom
11	16	15,0	0,94	4,2	1	normal	regular
12	11	11,4	1,04	4,2	1	normal	regular
13	8	6,1	0,76	4,3	1	normal	regular
14	7	5,5	0,79	4,2	1	normal	regular
15	4	2,0	0,50	4,2	1	normal	ruim
16	7	7,5	1,07	4,2	1	normal	bom
17	2	1,6	0,80	4,2	1	normal	bom
18	3	3,2	1,07	4,2	2	normal	bom
19	9	9,3	1,03	4,3	2	normal	bom
20	10	5,2	0,52	4,4	2	normal	ruim
21	7	6,5	0,93	4,3	2	normal	regular
22	6	6,0	1,00	4,3	2	normal	bom
23	8	7,0	0,88	4,3	1	normal	bom
24	4	2,8	0,70	4,2	1	normal	bom
25	5	4,5	0,90	4,2	1	normal	bom
26	5	4,1	0,82	4,4	1	normal	bom
27	5	4,3	0,86	4,4	1	normal	bom
28	3	2,0	0,67	4,4	1	normal	ruim

Tabela 7: Resultados de avaliações morfológicas

Dose de Irradiação: 0 Gy. (cont.)

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
29	4	3,2	0,80	4,4	1	normal	bom
30	11	11,3	1,03	4,2	1	normal	bom
31	6	4,0	0,67	4,4	1	normal	ruim
32	7	4,0	0,57	4,3	1	amarelada	ruim
33	6	4,5	0,75	4,1	1	amarelada	ruim
34	6	5,6	0,93	4,1	1	normal	regular
35	8	9,1	1,14	4,1	1	normal	bom
36	8	8,7	1,09	4,2	1	normal	bom
37	9	9,6	1,07	4,4	1	normal	bom
38	12	10,2	0,85	4,4	1	normal	bom
39	6	6,3	1,05	4,4	1	normal	bom
40	9	7,1	0,79	4,2	1	amarelada	regular
41	6	5,2	0,87	4,3	2	amarelada	bom
42	7	8,0	1,14	4,3	1	normal	bom
117	8	9,5	1,19	4,1	2	normal	bom
118	10	10,4	1,04	4,1	1	normal	bom
119	8	8,6	1,08	4,4	1	normal	bom
120	6	3,5	0,58	4,3	1	normal	ruim
121	7	6,5	1,08	4,2	1	normal	bom
122	3	2,5	0,83	4,1	1	amarelada	regular
123	9	11,2	1,24	4,1	1	amarelada	bom
124	8	8,8	1,10	4,1	2	normal	regular
125	10	5,1	0,51	4,1	1	esverdeada	ruim
126	6	5,3	0,88	4,1	1	normal	regular
127	10	9,5	0,95	4,2	2	normal	regular
128	5	6,0	1,20	4,2	2	normal	bom
129	12	9,0	0,75	4,1	2	normal	bom
130	5	5,5	1,10	3,1	1	normal	bom

Tabela 7: Resultados de avaliações morfológicas

Dose de Irradiação: 0 Gy. (cont.)

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
131	4	2,6	0,65	3,1	1	amarelada	ruim
132	5	6,4	1,28	3,1	1	normal	regular
133	5	6,3	1,26	4,1	1	amarelada	bom
134	8	5,8	0,73	4,4	2	normal	regular
135	13	7,8	0,60	4,2	2	normal	regular
136	11	7,8	0,71	4,2	1	normal	regular
137	8	8,0	1,00	4,2	1	esverdeada	ruim
138	8	7,0	0,88	4,1	2	normal	bom
139	6	5,4	0,90	4,1	1	normal	regular
140	10	8,5	0,85	4,1	1	normal	bom
141	9	9,1	1,01	4,2	1	normal	bom
142	3	1,5	0,50	4,2	2	normal	ruim
143	5	4,4	0,88	4,3	1	normal	regular
144	10	9,3	0,93	4,2	1	normal	bom
145	5	7,5	1,50	4,2	1	normal	bom
146	14	11,3	0,81	4,2	1	normal	regular
147	8	3,9	0,49	4,2	1	avermelhada	ruim
148	5	5,0	1,00	4,1	1	normal	bom
149	7	6,9	0,99	4,1	1	normal	bom
150	6	7,9	1,32	4,1	1	normal	bom

Tabela 8: Resultados de avaliações morfológicas

Dose de Irradiação: 20 Gy.

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
81	5	2,9	0,58	2,1	1	normal	ruim
82	9	9,0	1,00	3,1	3	amarelada	bom
83	6	4,4	0,75	4,4	1	amarelada	regular
84	6	7,6	1,27	4,3	2	amarelada	bom
85	3	2,0	0,67	4,2	1	normal	ruim
86	4	3,0	0,75	4,2	1	normal	ruim
87	8	4,3	0,54	4,1	1	amarelada	regular
88	10	11,4	1,14	3,1	1	amarelada	bom
89	4	2,8	0,70	3,1	2	normal	regular
90	9	5,6	0,62	3,1	2	vermelha	regular
91	4	3,5	0,88	2,1	1	normal	regular
92	5	3,4	0,68	4,1	2	normal	regular
93	5	5,0	1,00	4,1	1	normal	bom
94	7	5,0	0,71	4,1	1	normal	regular
95	6	5,3	0,88	3,1	2	amarelada	regular
96	7	5,0	0,71	3,1	1	amarelada	regular
97	5	2,6	0,52	3,1	1	verde	ruim
98	5	4,8	0,96	3,1	1	normal	regular
99	8	8,3	1,04	3,1	2	normal	bom

Tabela 9: Resultados de avaliações morfológicas

Dose de Irradiação: 40 Gy.

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
100	3	2,0	0,67	2,1	2	avermelhada	ruim
101	4	2,5	0,63	3,1	1	amarelada	ruim
102	3	3,1	1,03	3,1	1	amarelada	bom
103	7	6,3	0,90	4,2	1	normal	regular
104	3	1,6	0,53	4,3	1	amarelada	ruim
105	9	10,5	1,17	4,3	1	amarelada	bom
106	4	3,8	0,95	4,3	2	normal	regular
107	9	6,0	0,67	4,4	2	normal	regular
108	8	2,3	0,29	4,1	2	normal	ruim
109	6	4,6	0,77	3,1	2	avermelhada	regular
110	8	4,0	0,50	3,1	1	avermelhada	ruim
111	10	6,0	0,60	3,1	1	normal	ruim
112	5	2,4	0,48	3,1	1	normal	ruim
113	3	1,0	0,33	2,1	2	normal	ruim
114	7	3,5	0,50	2,1	2	amarelada	ruim

Tabela 10: Resultados de avaliações morfológicas

Dose de Irradiação: 60 Gy.

AMOS- TRA	Nº DE COLMOS	PESO (kg)	PESO POR COLMO (kg)	FLORES- CIMENTO	TOMBA- MENTO	COLORAÇÃO	ASPECTO GERAL
115	4	3,3	0,83	3,1	2	amarelada	ruim
116	6	6,2	1,03	3,1	2	amarelada	regular