EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL

SOBRE A PRODUÇÃO DE CARÁ

(*Dioscorea alata* L.) VAR. FLORIDO

PAULO SÉRGIO RODRIGUES DE ARAÚJO

Engenheiro Agrônomo

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: Fitotecnia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Setembro - 1994

Ficha catalográfica preparada pela Seção de Livros da
Divisão de Biblioteca e Documentação - PCLQ/USF

A663e Araújo, Paulo Sérgio Rodrigues de
 Efeitos da fertilização orgânica e mineral sobre a
 produção de cará (*Dioscorea alata* L.) var. Florido.
 Piracicaba, 1994.
 76p.

Diss.(Mestre) - ESALQ
Bibliografia.

1. Adubo orgânico 2. Cará - Produção - Adubação
orgânica I. Escola Superior de Agricultura Luiz de
Queiroz, Piracicaba

CDD 635.23

EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL
SOBRE A PRODUÇÃO DE CARÁ
(*Dioscorea alata* L.) VAR. FLORIDO

PAULO SÉRGIO RODRIGUES DE ARAÚJO

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: Fitotecnia.

PIRACICABA

Estado de São Paulo - Brasil

Setembro - 1994

EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL
SOBRE A PRODUÇÃO DE CARÁ
(*Dioscorea alata* L.) VAR. FLORIDO

Paulo Sérgio Rodrigues de Araújo

Aprovado em: 09.11.1994

Comissão Julgadora:

Prof. Dr. Keigo Minami

ESALQ/USP

Prof. Dr. João Tessarioli Neto

ESALQ/USP

Profª. Dra. Romy Goto

UNESP/Botucatu

Prof. Dr. Keigo Minami
- Orientador -

Ao único Deus, minha gratidão.

"... Mas onde se achará a sabedoria? e onde está o lugar do entendimento? O homem não conhece o valor dela, nem se acha ela na terra dos viventes. O abismo diz: não está em mim; e o mar: não está comigo. Não se dá por ela ouro fino, nem se pesa prata em câmbio dela. O seu valor não se pode avaliar pelo ouro de Ofir, nem pelo precioso ônix, nem pela safira. O ouro não se iguala a ela, nem o cristal; ela não se trocará por jóia de ouro fino; faz esquecer o coral e o cristal; a aquisição da sabedoria é melhor que a de pérolas... Onde vem pois a sabedoria, e onde está o lugar do entendimento? está encoberta aos olhos de todo vivente, e oculta as aves do céu. O abismo e a morte dizem: Ouvimos com os nossos ouvidos a sua fama. Deus lhe entende o caminho, e ele é quem sabe o seu lugar. Porque ele perscruta até as extremidades da terra, vê tudo o que há debaixo dos céus. Quando regulou o peso do vento, e fixou a medida das águas; quando determinou leis para a chuva o caminho para o relâmpago dos trovões; então viu ele a sabedoria e a manifestou; estabeleceu-a, e também a esquadrinhou... E disse ao homem: Eis que o temor do Senhor é o princípio da sabedoria, revelam prudência todos os que a praticam, e o apartar-se do mal é o entendimento. O seu louvor permanece para sempre".

Jó 28:12-28; Sl 111:10

" Se levássemos realmente a sério a idéia de que cada indivíduo tem um papel na tomada de decisões, isso mudaria completamente os conceitos de educação e de governo"

Karl Rogers

"Eu sustento que a única finalidade da ciência está em aliviar a miséria humana".

Brecht

"Ninguém educa ninguém, ninguém se educa sozinho, os homens se educam em comunhão".

Paulo Freire

"Alguns homens vêem as coisas como elas são e perguntam: Por que?

Eu vejo as coisas como não são e pergunto: Por que não?"

Bernard Shaw

DEDICAÇÃO

*A Eneida, minha esposa, pelo amor no
dia a dia;*

*A Papai "in memorian", pela resistência
em vida;*

*A mamãe, Pr. Samuel e D. Edla (sogros),
pelo exemplo de honradez e apoio;*

*A Andréa, Sandla e Suely (irmã e
cunhadas), pelo companheirismo;*

*A Aline e Camilla (sobrinhas), pela
alegria da convivência.*

AGRADECIMENTOS

- A Universidade Federal Rural de Pernambuco, Departamento de Agronomia, pela oportuna cessão;
- A Universidade de São Paulo, Campus "Luiz de Queiroz", Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", aos Departamentos de Horticultura, de Química - Setor de Nutrição de Plantas e a Divisão de Biblioteca e Divulgação, pelo lastro;
- Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico e Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior, pelo suporte financeiro;
- Ao Prof. Dr. Keigo Minami, pela orientação;
- Aos amigos e colegas, por reconhecer o quanto foram importantes na consecução desse trabalho; pela cooperação, companheirismo, paciência e estímulo.

SUMÁRIO

Página

RESUMO	i
SUMMARY	iii
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	4
2.1. Origem e aspectos da cultura	4
2.2. Importância nutricional	6
2.3. Botânica	7
2.4. Clima	10
2.5. Solos	11
2.6. Propagação	11
2.7. Nutrição	13
2.8. Adubação	17
2.9. Modos de aplicação dos fertilizantes	21
3. MATERIAL E MÉTODO	24
3.1. Local	24
3.2. Propagação e preparo do solo	27
3.3. Tratamentos adotados	28
3.4. Delineamento experimental	30
3.5. Tratos culturais	30
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	33
4.1. Colheita e pós-colheita	33

4.2. Produção	34
4.2.1. Efeito da fertilização orgânica	34
4.2.2. Efeito da fertilização mineral	38
4.2.3. Efeito da fertilização orgânica e mineral	43
4.3. Diâmetro	46
4.3.1. Efeito da fertilização orgânica	46
4.3.2. Efeito da fertilização mineral	50
4.3.3. Efeito da fertilização orgânica e mineral	50
4.4. Comprimento de tubérculos	50
4.4.1. Efeito da fertilização orgânica	50
4.4.2. Efeito da fertilização mineral	58
4.4.3. Efeito da fertilização orgânica e mineral	58
4.5. Demanda de nutrientes	58
5. CONCLUSÕES	67
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	69

EFEITOS DA FERTILIZAÇÃO ORGÂNICA E MINERAL
SOBRE A PRODUÇÃO DE CARÁ
(*Dioscorea alata* L.) VAR. FLORIDO

Autor: PAULO SÉRGIO RODRIGUES DE ARAÚJO

Orientador: PROF. DR. KEIGO MINAMI

RESUMO

Estudou-se os efeitos de quatro diferentes níveis da formulação 20:50:40 ($N:P_2O_5:K_2O$, em kg/ha), na presença (10 t/ha) e ausência de adubo orgânico, sobre a produtividade de cará (*Dioscorea alata* L.) var. Florido.

O experimento foi conduzido no período de 1993-1994, em Piracicaba (lat. 22°43'S; long. 47°38'W, alt. 540 m), clima Cwa, solo Terra Roxa Estruturada Eutrófica correspondente ao *Kandiudalfic Eutrudox*.

Os tubérculos-sementes (200 g, cada), foram plantados sobre camalhões, utilizando-se o delineamento experimental em blocos ao acaso, no esquema fatorial 2 x 4, com quatro repetições.

Os tubérculos colhidos foram classificados por tipo, em ordem decrescente de valor comercial no mercado de São Paulo, denominado Extra A ($400\text{ g} < t < 200\text{ g}$), Extra ($> 400\text{ g}$) e Especial ($< 200\text{ g}$). Avaliou-se a produtividade, quantidade, diâmetro, comprimento e composição de macro e micronutrientes dos tubérculos.

Nas condições deste experimento, conclui-se que: o solo promoveu dificuldades na colheita; ocorreu uma maior produção dos tubérculos tipo Extra A e Especial independentemente do tratamento adotado; a fertilização orgânica, incrementou a produção, independentemente da classificação comercial; a metade da fertilização mineral recomendada, aumentou a produção e o diâmetro do tipo Extra A; observou-se em ordem decrescente de requerimento nos tubérculos, os nutrientes potássio, nitrogênio e fósforo.

**EFFECTS OF ORGANIC AND INORGANIC
FERTILIZATION ON THE FLORIDO YAM
(*Dioscorea alata* L.) TUBER YIELD**

Author: PAULO SÉRGIO RODRIGUES DE ARAÚJO

Adviser : PROF. DR. KEIGO MINAMI

SUMMARY

It was studied the effects of organic and inorganic fertilization on the Florido yam (*Dioscorea alata* L.) tuber yield. This experiment was developed in 1993-1994 in Piracicaba county (22°43'S; 47°38W; 540 m), Cwa climate, on terra Roxa Estruturada Eutrofica soil corresponding to a *Kandiudalfic Eutrudox*.

The seed-tubers (approximately 200g) were planted on a strip land between two furrows, adapting an experimental random hazard block factorial scheme 2 x 4 (two organic matter levels: absence and presence (10 t/ha); four

inorganic fertilization (n) 20:50:4 0(N:P₂O₅:K₂O) levels: On, 1/2n, n and 2n. The tubers were classified in a decreasing order of the commercial value in São Paulo city, in Extra A (400 < t > 200 g), Extra (> 400 g) and Especial (< 200g) types.

It was observed the yield, quantity, diameter, length, major and minor nutrients of the tubers.

In the experiment conditions were concluded that the soil induced difficulties in the tuber harvest; the Extra A and Especial types presented the best yield independently of the treatments; the organic fertilizer increased the yield independently of the tuber types; half of the indicated inorganic fertilizer increased the yield and tubers diameter of Extra A type; the potassium, nitrogen and phosphorus nutrients in tubers were observed in the decreasing order of requeriments.

1. INTRODUÇÃO

Estima-se que os cultivos de tubérculos já foram a base alimentar de cerca de 500 milhões de pessoas nas zonas tropicais e regiões em vias de desenvolvimento na África, Ásia e América Latina (OBIGBESAN & FRITZ, 1980).

JACOBY (1965) afirma que os tubérculos nos trópicos deveriam cumprir a mesma missão que as batatas nas zonas temperadas, já que são considerados como primeira linha de fornecedores massivos de calorias.

A produção calórica por unidade de área de tubérculos, é comparativamente maior que dos cereais, pela capacidade de converter grandes quantidades de dióxido de carbono atmosférico em carboidratos, pela eficiente utilização da energia solar (MOHANKUMAR et al., 1984).

Entretanto, existem algumas dificuldades concernentes aos tubérculos, devido ao escasso valor nominal de cultivo e comercialização, além da imagem negativa ao serem tomados como "alimentos de pobres". Historicamente, os políticos e pesquisadores têm dado pouca atenção às raízes e tubérculos pela condição de cultivo de subsistência

estritamente tropical, avaliados com baixo rendimento econômico (FAO, 1991; MONTALDO, 1991; ONWUENE, 1978; SILVA, 1983).

Os dados da FAO (1993) relativos ao ano de 1992, apresentam a produção mundial em 27,814 milhões de toneladas, concentrada principalmente na África, com produção de 26,591 milhões de toneladas (95,6%), referentes à área plantada (1000 ha) e rendimento (t/ha) de 2,803 e 9,9, respectivamente. Destaca-se a Nigéria com produção de 20 milhões de toneladas e produtividade média de 11,1 t/ha.

Segundo o referido anuário, a produção na América do Sul foi de 309 mil toneladas (1,1%), apresentando uma diminuição em relação ao período-base 1979/1981-1991, em área colhida (-5,13%), na produtividade (-7,95%) e produção (-12,96%). No Brasil, a produção estimada foi de 215 mil toneladas (69,6%, em relação ao continente), para uma área de colheita de 24.000 ha e rendimento médio de 9,1 t/ha, detectando-se em relação àquele período-base, um crescimento estimado em área colhida (+ 20,0%), produtividade (+1,53%) e produção (+ 20,11%), enquanto que a Colômbia decresceu em - 46,15% - 24,22% e -62,84%, respectivamente.

O rendimento nas condições recomendadas à cultura no Estado de São Paulo é de 1000 caixas de 25 kg/ha, entretanto, considera-se como uma produtividade normal entre 20-40 t/ha (MONTEIRO, 1990; SILVA, 1983).

O cará tem apresentado um aumento de cultivo no nordeste brasileiro e estado de São Paulo, região de Mogi-Mirim (BRIDI, 1994), buscando atender a demanda externa (exportação) e consumo local, além do crescente interesse de agricultores e pesquisadores em busca de informações quanto a viabilidade técnica e econômica.

Atribui-se como pré-requisito de uma produção suficiente em quantidade e qualidade para contribuir à crescente demanda mundial, a necessidade de tecnologia adequada, variedades de alta produtividade, fertilização balanceada com N:P:K e bom manejo de cultivo (COURSEY, 1967; OBIGBESAN & FRITZ, 1980).

Na busca de incrementar a "eficiência", ou seja, capacidade de produção por unidade de nutriente, aplicado em condições convencionalmente fixadas (MALAVOLTA, 1992⁽¹⁾), objetivou-se avaliar os efeitos dos níveis da mistura nitrogênio, fósforo e potássio, associados ou não ao adubo orgânico, sobre a produtividade.

(1) MALAVOLTA, E. (Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Depto. Química). Notas de aula. 1992.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem e aspectos da cultura

Os espanhóis, portugueses e os árabes foram os responsáveis pela difusão dos cultivos de raízes e tubérculos. O cará é o único tubérculo em que as espécies asiáticas e africanas se desenvolveram de forma independente uma das outras. O gênero *Dioscorea* apresenta uma grande diversidade de origens, com espécies diferentes adaptadas a distintos ecossistemas. O cará foi trazido às Américas durante a expansão pré-colonial. Os dados históricos em África Ocidental e Américas remontam do século XVI (FAO, 1991).

Algumas espécies parecem ser originárias do Brasil. O Pe. Anchieta referindo-se as cercanias de Vila Piratininga (São Paulo) reportou "... *Há outras raízes como batatas, carás, mangarás... Parece que não são raízes das que comiam os Santos Anacreontes, pois são de tão boa substância que sustentam sem milagre...*" (SILVA, 1983; citando Hoene, 1937).

Conhecido pelos aborígenes como cará, foi denominado usualmente como inhame (português), "ñame" (hispânico) e igrname (francês), sendo que estas expressões na sua origem africana (Mande), referem-se na forma onomatopéica "nyam" ou "miam" - corruptela do fonema "nham, nham" - ao ruído emitido ao comer, significando simplesmente alimento. Curiosamente, o termo inhame foi usado por Pero Vaz de Caminha e referido por Pedro Álvares Cabral, ao designarem uma raiz que servia para fazer o pão, em referência a mandioca, citada equivocadamente como sendo o cará (COBBE & JABUONSKI, 1993; O INHAME, 1940). No Brasil, o termo inhame aplica-se tanto aos tubérculos da família *Aracea* do gênero *Colacasia*, conhecidos como taios, taiobas, mangarás; como aos tubérculos da família *Dioscoreaceae*, denominados por cará (BONDAR, 1943; COURSEY, 1967; MONTALDO, 1991; MONTEIRO & PERESSIN, 1993).

Dentre as hortaliças recomendadas e fomentadas para suprir e incrementar a oferta alimentar, encontram-se as plantas pertencentes ao gênero *Dioscorea*, produtoras de tubérculos comestíveis subterrâneos ou aéreos, algumas cultivadas extensivamente em todas as regiões tropicais, outras com importância regional (LEÓN, 1987; PEDRALLI, 1991).

A produtividade do cará é geralmente superior a de batata-doce (*Ipomoea batatas*), mandioca (*Manihot*

esculenta) e batatinha (*Solanum tuberosum*) (LEÓN, 1987; SILVA, 1983).

Ressalta-se quanto aos tubérculos nas zonas tropicais, a tradição de cultivo, a baixa dependência de insumos importados, a grande adaptabilidade ao ecossistema, a facilidade de comercialização devido ao amplo período de colheita, e a utilização como matéria-prima para processamento, tanto com técnicas simples como sofisticadas (JACOBY, 1965).

2.2. Importância nutricional

O cará é um alimento saudável, geralmente consumido após cozimento em água e sal; é uma fonte energética complementar das proteínas, indicado às dietas, confecções de bolos, cremes e biscoitos (SILVA, 1983). Na forma de farinha panificável pode ser adicionada a de trigo, na proporção de 20%. Algumas variedades de alta produtividade são usadas como forrageira (JABIB & GARCIA, 1992; MONTEIRO & PERESSIN, 1993).

A composição dos tubérculos varia em função do clima, solo, variedade cultivada, dentre outros. A água é o maior constituinte (60-70%). O principal nutriente é o amido (20-25%) contendo proteína não muito bem balanceada (MARTIN, 1976; SCOTT, 1992). A riqueza do cará em vitaminas do

complexo B, de acordo com o conceito de complementação alimentar, compensa a pobreza em proteína (SILVA, 1983, citando Paula, 1952).

2.3. Botânica

O cará é uma monocotiledônea, embora haja ocorrência ocasional de um segundo cotilédone (ONWUENE, 1978). Está classificado na ordem Dioscoreales, pertence a família *Dioscoreaceae* e ao gênero *Dioscorea*. Tem número básico de cromossomos $2n = 10$, existindo espécies com n diferente de ploidia chegando a $2n = 100$.

As espécies de importância econômica são: *D. alata* (cará gigante) *D. bulbífera* (cará batata); *D. cayennensis* (cará amarelo); *D. dumetorum* (cará amargo); *D. esculenta* (cará pequeno); *D. hispida* (cará intoxicante); *D. rotundata* (cará branco); como fontes de sapogenina: *D. composita*; *D. floribunda* (LEÓN, 1987; MONTALDO, 1991).

No planalto paulista está generalizado o cultivo de *D. alata* var. Florido, e não "Flórida" como usualmente adota-se, já que é originário de Porto Rico, (LEÓN, 1987; MARTIN, 1976; MONTEIRO & PERESSIN, 1993; ONWUENE, 1978). Apresenta larga ocorrência, fácil aceitação, alto valor nutritivo, ciclo curto (8-10 meses), tubérculos uniformes, alongados, casca lisa marrom claro, polpa

granulosa, tolerância a requeima de *Phytophthora*, dispensa tutoramento e tem bom aspecto comercial às exigências do mercado local. Na atualidade constitui a principal espécie cultivada nos trópicos (CAMARGO, 1947; LEÓN, 1987; MARTIN, 1976; MONTALDO, 1991; TESSARIOLI NETO, 1988, citando Martinez, 1981).

No litoral do nordeste brasileiro cultivava-se sistematicamente a espécie *D. cayennensis* var. *Da Costa*, que produz poucos tubérculos por planta, entretanto, com tamanho grande, epiderme marrom claro, polpa branca, apresenta resistência a requeima e exige tutoramento. Há pouco interesse de comercialização no mercado de São Paulo, embora com plena aceitação no mercado local e internacional (MONTEIRO & PERESSIN, 1993). Há ocorrência de cultivos comerciais no Agreste e Sertão nordestinos, sob regime de irrigação, com destino ao mercado europeu.

Segundo COURSEY (1967); EL-NAME (1985); MARTIN (1976) e MONTEIRO & PERESSIN (1993), as plantas da espécie *D. alata* têm nas hastes quatro ou mais fileiras de expansões da epiderme, as "asas", que adquirem o formato mais ou menos estrelado nos pontos em que as seções das hastes se cruzam. Estão também presentes no pecíolo. Nos pontos de união das hastes com os pecíolos, amplificam-se para formar aurículas. As hastes são normalmente de coloração verde, sendo que em algumas variedades, podem ser de coloração purpúrea ou

avermelhada, devido a presença do pigmento antocianina. Não há nenhum espinho na haste, ocorrendo ocasionalmente na base de hastes muito grandes.

As folhas são ovais, opostas e muitas variedades apresentam diversas graduações de coloração purpúrea nas folhas.

O formato dos tubérculos é muito variável, embora predomine o formato cilíndrico. Têm polpa normalmente branca, existindo desde coloração creme à purpúrea. A textura é leve e aquosa.

Existem variedades dessa espécie que possuem uma fina camada de fibras esclerenquimatosas, elásticas, bem abaixo da casca do tubérculo. Esta elasticidade está ausente em muitas outras espécies de plantas do mesmo gênero.

A maioria das espécies não florescem normalmente, mas aquelas que o fazem, apresentam as flores reunidas em inflorescências, sendo que a inflorescência masculina se apresenta como uma panícula e a feminina como uma espiga, saindo das axilas das folhas. Distinguem-se pelas características dos tubérculos e das brotações aéreas, além da distribuição da pigmentação de antocianina, nas hastes e nas folhas das plantas.

2.4. Clima

O cultivo do cará se estende numa faixa entre as latitudes de 30° norte e sul. Requer uma região com precipitação média anual entre 1000 a 1500 milímetros com 2 a 5 meses de estação seca definida (SILVA, 1983; citando Nichols, 1892; RUIZ et al., 1991).

MONTEIRO & PERESSIN (1993) e MONTALDO (1991) citando Wait (1961), afirmam que o período chuvoso apresenta grande importância, variável de acordo com a espécie, havendo uma correlação positiva entre a quantidade de chuva, o crescimento dos ramos, engrossamento dos tubérculos e rendimentos. A espécie *D. alata* requer um período úmido mínimo de seis meses, sendo o período crítico nos cinco primeiros meses de cultivo.

O desenvolvimento da planta é severamente restringido em temperaturas inferiores a 20°C, requerendo temperaturas entre 25-30°C. — Possivelmente, altas temperaturas promovam considerável desenvolvimento da parte aérea, retardando o desenvolvimento dos tubérculos (MARTIN, 1976).

MONTALDO (1991) citando Allard (1946) indica à espécie *D. alata*, que períodos diários de luminosidade de 12,5 horas, aumentaram o diâmetro dos ramos, enquanto que

períodos menores que 12 horas de luz, incrementaram a produção de bulbilhos aéreos e tubérculos.

2.5. Solos

O cará prefere solos francos e franco-arenosos, arenosos ricos em matéria orgânica, com profundidade média de 0,40 m, suficiente aeração e retenção de umidade sem encharcamento, pH entre 5,5 a 6,5 (CAMARGO, 1947; MONTEIRO & PERESSIN, 1993; RUIZ et al., 1991; SILVA, 1983).

O preparo do solo, em cultivo com bom nível de manejo, consiste em aração numa profundidade até 0,20 m e gradagens para completa destorroação. Levanta-se camalhões com o mínimo de 0,30 m em altura, espaçados entre si de 0,80 - 1,0 m (CAMARGO, 1947; MONTEIRO & PERESSIN, 1993).

2.6. Propagação

A propagação se efetua agamicamente, através de abundantes gemas adventícias que se desenvolvem na superfície do tubérculo-semente, especialmente na sua parte proximal. Há indícios que essa forma de propagação tenha determinado a perda da capacidade de floração (RAMOS, 1975; SILVA, 1983).

SILVA (1983) indica haver influência do tamanho dos tubérculos-sementes sobre a produtividade. CAMARGO & BOOK (1944) reportaram que os tubérculos menores obtiveram maior produtividade, na razão entre quilograma plantado e colhido, obtendo-se por unidade de superfície, uma produção pouco menor àquela com tubérculos maiores. MENDES (1982) sugere a seguinte preferência: 1º) pequenos tubérculos; 2º) pedaços da cabeça (porção apical); 3º) pedaços do fim; 4º) pedaços do meio.

MONTEIRO & PERESSIN (1993) reportam que embora haja uma correlação positiva entre o tamanho do tubérculo-semente e a produção, usualmente se tem plantado àqueles com peso entre 60-150 g, devido a má aceitação destes no mercado. Há ocorrência de latência no período entre a colheita do tubérculo-semente e seu plantio, com períodos bem definidos por espécie, em média quatro meses, independentemente das condições favoráveis à brotação (RAMOS, 1975). A quantidade de tubérculos-sementes (50-100 g) para o plantio de um hectare é de 1-3 toneladas (MONTEIRO, 1990).

COURSEY (1967) afirma que a produção de tubérculos depende de uma série de fatores, que na sua maioria podem variar independentemente. Os mais importantes são listados a seguir:

- (1) O potencial produtivo das espécies e variedades, o qual, é geneticamente controlado;

- (2) A qualidade do material usado para propagação;
- (3) A quantidade de material plantado por unidade de área;
- (4) A qualidade do solo, que pode ser modificada através da fertilização e manejo;
- (5) O suprimento regular e adequado de água;
- (6) O grau de insolação;
- (7) A competição de plantas daninhas ou cultivos consorciados, por água e nutrientes;
- (8) A incidência de pragas e doenças.

No caso do cará, existe obviamente grande variação no potencial genético, pouco estudo sistemático e a manutenção do cultivo com material vegetal local.

2.7. Nutrição

Alguns trabalhos têm sido conduzidos nos trópicos, para determinar os requerimentos da cultura do cará (*Dioscorea* sp.) SOBULO (1975) referendando Amon (1962), Baker (1962d), Chapman (1965), Irving (1956), Gooding & Haad (1967) e Stephens (1960), reporta o nitrogênio com maior requerimento, o fósforo como incrementador da produção em solos pobres deste, embora tenha influenciado negativamente à produção, quando não ocorreu deficiência no solo.

HAAG et al. (1993) observam que as deficiências mais acentuadas nos solos da América Tropical são de

nitrogênio, fósforo e potássio. Além disso, 54% dos solos desta área apresentam problemas de fixação de fósforo, 50% são deficientes em enxofre, cálcio e magnésio. Cerca de 31% apresentam problemas de compactação e de acúmulo de água, criando condições anaeróbicas; predominam solos com elevada acidez e saturação por alumínio acima de 60%. Em 51% de solos com elevada concentração de alumínio livre há efeitos adversos sobre o crescimento das plantas, devido ao alumínio, ao hidrogênio, ao excesso de manganês e à deficiência de cálcio e magnésio.

Os tubérculos apresentam diferenças nos resultados referentes a fertilização, quanto ao padrão de resposta para variedades e espécies diferentes e época de aplicação. Essas diferenças, inclusive, podem ser resultantes dos níveis de nutrientes aplicados no cultivo fornecedor de tubérculos-sementes (SOBULO, 1975; citando Ferguson & Haynes, 1970).

SOBULO (1975) afirma que a tendência de mudanças dos níveis nutricionais em toda a planta foi similar ao encontrado nas folhas e pecíolos isoladamente, recomendando que à análise nutricional poderia ser utilizada uma ou outra, ou ambas, preferindo-se as folhas, independentemente da variedade.

JACOBY (1965) reporta que os tubérculos apresentam demandas relativamente altas, proporcionais à sua

relativa capacidade de rendimento. Uma grande parte dos nutrientes absorvidos pela planta, são armazenados nos tubérculos, ocorrendo na colheita uma grande retirada, caso não haja reposição, comprometendo a fertilidade do solo.

SILVA (1983) afirma que a cultura do cará é considerada esgotante do solo, em função da:

- diminuição da produtividade em sucessivos cultivos no mesmo local, sem fertilização;
- alta produtividade por unidade de área em período relativamente curto;
- fertilização ser considerada incrementadora de produtividade.

COUTINHO et al. (1993) afirmam que a maioria das hortaliças, necessita de quantidades relativamente grandes de nutrientes, em curto período de tempo, corroborado pelo fato de ser colhida a planta inteira, não ficando resto cultural no solo.

OBIGBESAN & FRITZ (1980) ressaltaram a importância às plantas da reposição ao solo de nitrogênio, para incrementar o desenvolvimento foliar e produção de matéria seca: como constituinte de vários compostos orgânicos: clorofila, aminoácidos, proteínas, ácidos nucléicos, influenciando no desenvolvimento de cloroplastos; de fósforo, que atua em vários processos metabólicos, como componente de coenzima e portador de energia na forma de

adenosinatrifosfato (ATP), que é responsável pela atividade de absorção iônica e síntese de vários compostos orgânicos; de potássio, que é vital no metabolismo de carboidratos, proteínas e síntese de ácidos graxos; influenciando ainda no processo de fosforilação oxidativa, mediante o qual, a célula armazena energia; além de ser responsável pela translocação de carboidratos, da superfície de assimilação (folhas) aos órgãos de armazenamento (raízes), promovendo maior resistência a doenças.

RUIZ et al. (1991) indicaram que a remoção média de nutrientes do solo pelo cará é cerca de 4,14; 1,20; 5,99; 0,32 e 0,52 kg de N; P_2O_5 , K_2O , CaO e MgO, respectivamente, por tonelada colhida. Apresentaram valores médios, adotados com a utilização de 72; 65 e 106 kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O , respectivamente. Recomendaram aplicar em média 23 t/ha de adubo orgânico.

MOHANKUMAR et al. (1984) apresentaram para *D. alata*, uma produção de 25 t/ha e remoção de nutrientes em kg/ha de N, P e K iguais a 163,0; 30,0 e 146,0, respectivamente. Adotaram como fontes de nitrogênio, o nitrato amônia de cálcio e uréia, aplicados metade em cova e o restante em cobertura. A aplicação parcelada (1/2 plantio + 1/2 via foliar) foi mais efetiva e econômica, promovendo redução na concentração de ácido cianídrico nos tubérculos.

Afirmaram que o aumento nos níveis de potássio incrementou o teor de amido e diminuiu a concentração de ácido cianídrico.

KABEERATHUMMA et al. (1991) relataram que na espécie *D. alata* o período de utilização máxima de N, P e K ocorreu no 5º mês após o plantio. Embora, a concentração desses nutrientes em partes da planta, foi máxima no período de colheita. Observaram que o tubérculo dessa espécie, apresentou maior concentração de N, P e K em comparação aos de *D. esculenta* e *D. rotundata*.

2.8. Adubação

SILVA (1983) afirma que uma aplicação imprópria de fertilizantes, pode tanto diminuir os efeitos destes, como afetar a produtividade e recomenda que:

- a) os adubos nitrogenados solúveis, devem ser aplicados em cobertura parceladamente e afastados de 10-15 cm das plantas, sendo a primeira aplicação (metade da dose prevista) feita após a emissão dos brotos, e o restante 30 dias depois;
- b) o potássio, nas fórmulas comerciais é bastante solúvel em água, podendo afetar os brotos, as raízes tenras e o próprio tubérculo, devendo ser aplicado juntamente com a primeira dose de nitrogênio;

- c) o fósforo, geralmente tem fórmulas menos solúveis que os demais, sendo facilmente fixado pelo solo, devendo ser totalmente aplicado por ocasião do plantio;
- d) o adubo orgânico, deve ser incorporado antes ou no plantio, desde que bem curtido.

JACOBY (1965) citando Malcolm & Barran (1954) e Girardot (1956), recomenda o uso de esterco (25 t/ha), compostagem ou adubação verde, pelo favorecimento da estrutura física do solo, melhor aeração e adequada retenção de umidade, em decorrência da decomposição do adubo orgânico, há um enriquecimento em húmus, conseqüentemente, fomento à atividade biológica. Reporta que ocorreu um maior incremento, quando da aplicação no cultivo anterior, além da calagem junto à fertilização mineral. Ressalta que nas condições do experimento, houve maior requerimento de potássio no cultivo do cará. Em savanas da África e na Nigéria Oriental, em rotação cultural (mandioca-milho-cará) e cultivo solteiro, o nitrogênio e o potássio incrementaram a produtividade, respectivamente.

O referido autor reporta as formulações em kg/ha de N, P_2O_5 e K_2O para Ghana (20: 20: 20); E.U.A. (20-40: 80: 80-100; metade aplicado antes do plantio e o restante três semanas após) e Porto Rico (3.360 kg/ha da formulação 5:8:12).

GEUS (1962) reporta que numa série de experimentos em Nkwelle e Thak, com aplicação de 181,4 kg/acre da fórmula 12-12-18 (N-P-K), houve aumento na produção em 64% e 41%, respectivamente.

SINGH et al. (1973) relataram a resposta positiva de cará à fertilização com uréia (80 kg/ha) e cloreto de potássio (120 kg/ha) em solo de laterite com fertilidade média (N total = 0,0658%; P_2O_5 disponível = 0,021%; K_2O viável = 0,0088%) e pH = 4,3. O conteúdo de matéria seca não foi muito afetado nos diferentes tratamentos, notando-se o teor máximo de proteína bruta no nível de 80 kg/ha de N, enquanto o potássio não apresentou uma tendência regular. O maior percentual de amido e carboidrato total foram obtidos para 40 kg/ha de N e 120 kg/ha de K_2O . O percentual em açúcares dos tubérculos não apresentou uma tendência particular nos diferentes tratamentos, sendo o teor máximo encontrado nos níveis de 80 kg/ha, de N e K_2O , respectivamente.

GURNAH (1974) afirma que a fertilidade aumentou a produção de tubérculos, quando a cultura foi adubada com 90 kg, tanto para N, como para P_2O_5 e K_2O . Os tratamentos incluíram diferentes densidade de plantio, espaçamento e peso dos tubérculos-sementes.

RODRIGUEZ et al. (1989) reportaram que a aplicação de fertilizantes N:P:K aumentou o teor de N e

proteína bruta; os elementos com maior exportação em ordem decrescentes foram K, N, P, Ca e Mg; por tonelada de tubérculos coletados, a planta exportou 4,00; 1,06; 5,94 kg de N, P_2O_5 e K_2O ; para os referidos nutrientes, o aproveitamento dos fertilizantes na colheita foram 40,07; 17,65 e 24,85%.

Segue algumas recomendações existentes, citadas pelo referido autor:

- a) na Nigéria, a aplicação de 60 g/planta da fórmula 12:12:18;
- b) em Trinidad, a aplicação de 100 kg/ha de N;
- c) na República Dominicana, aplicação da formulação 3:9:18, na base de 30 g/planta, cerca de 4-6 semanas depois do plantio;
- d) em Barbados, aplicação de sulfato de amônia e cloreto de potássio, na base de 200 kg/ha de cada produto.

TESSARIOLI NETO (1988) citando Camargo (1984) recomenda para o cará a mesma adubação utilizada para batata-doce, afirmando que essas culturas raramente reagem às adubações químicas e que deve-se proceder a rotação cultural, inclusive para aproveitamento do resíduo de adubação.

2.9. Modos de aplicação dos fertilizantes

NWINYI & ENWEZOR (1985) avaliando métodos de fertilização (anel, meia-lua, área total e sulco) concluíram que as melhores produções foram obtidas no método em meia-lua, que gastou 10,9 dias/homem/ha. Entretanto, no método de área total gastou-se apenas 1,5 dias/homem/ha, tornando-se mais viável economicamente.

MONTEIRO & PERESSIN (1993) evidenciam a superioridade dos tratamentos com adubação, em relação a testemunha não adubada e, recomenda a adubação química em função dos teores de fósforo resina e potássio. Na ausência da análise de solo, o uso da fórmula 4:14:8, aplicada nos sulcos de plantio, tem apresentado bons resultados. TESSARIOLI NETO (1988) citando Martinez (1981) afirma que a cultura responde melhor as adubações indiretas, ou seja, como cultivo posterior a uma cultura mais exigente em adubação.

CAMARGO et al. (1962) relataram duas experiências realizadas em Santa Rita do Passa Quatro-SP, em que estudaram o efeito da calagem e adubação em solos pobres, derivados do arenito de Botucatu. A primeira, instalada nas proximidades de uma baixada com solo arenoso, ácido e tendo elevado teor de matéria orgânica, na qual o tratamento 1,5 t/ha de calcário + 60-100-40 (N-P-K) foi efetivo ao cultivo do cará. Na segunda, utilizou-se um terreno de encosta com solo

arenoso, bem drenado, menos ácido que o anterior, com teor normal de matéria orgânica, uma vegetação espontânea típica de cerrado. Neste, observou-se que na ausência de calcário, com 50 t/ha de esterco + 60-100-40 (N-P-K), a produção se mostrou superior aos demais tratamentos testados. O calcário se mostrou benéfico na ausência das adubações, sendo na presença desta praticamente sem efeito.

MARTIN (1976) reporta sobre os resultados controversos na fertilização de *D. alata*. A fertilização mineral tem apresentado resultados equivocados e por vezes, reduzido a produção. Afirma, que durante as primeiras seis semanas de desenvolvimento, as plantas dependem da reserva nutricional do tubérculo-semente. Na primeira metade do período de crescimento, há uma grande demanda de nitrogênio para sustentar o desenvolvimento vegetativo. Quando ocorre a fase de tuberização, há um grande requerimento de potássio.

FERGUNSON & HAYNES (1970) reportaram que alguns pesquisadores (Kimman, 1921; Brown, 1931; Wood, 1933; Giradot, 1956; Stephens, 1956; Maun, 1963; Anon, 1933; Gooding & Hoad, 1967, 1969; Rouanet, 1967) conduziram experimentos usando misturas de fertilizantes minerais. Embora tenha havido um incremento na produção, não ocorreu uma tendência nos resultados.

Os referidos autores comentam que a fertilização recomendada dependerá dos fatores locais de solo e clima. Faz-se necessário uma recomendação balanceada de fertilizantes, além de estudos mais detalhados sobre a resposta potencial das mais importantes variedades de carás à demanda de nitrogênio, fósforo e potássio, isoladamente.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Local

O experimento foi conduzido na área experimental do Departamento de Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", no município de Piracicaba, Estado de São Paulo, com latitude 22°43' Sul, longitude 47°38' Oeste e altitude de 540 metros. Segundo a classificação de KÖPPEN, o clima da região é Cwa: tropical úmido, com três meses mais secos (jun/jul/ago), chuvas de verão, seca de inverno, temperatura do mês mais quente > 22°C e média de 21,1°C, precipitação de 1.253 milímetros, ventos predominantes 1ª Este e 2ª Sudoeste com velocidade média de 2,2 metros por segundo, umidade relativa do ar de 74% e insolação média mensal de 201,5 horas por mês (Tabela 1). Os dados meteorológicos (média mensal) do período experimental estão descritos na Tabela 2.

Segundo VIDAL-TORRADO & SPAROVEK (1993) o solo na área experimental é descrito como Terra Roxa Estruturada Eutrófica; A moderado textura argilosa sobre muito argilosa; correspondente ao Kandiuclafic Eutradox. Procedeu-se a análise

TABELA 1 - Dados meteorológicos no período 1917-1987 (Estação Agrometeorológica da ESALQ/USP, Depto de Física e Meteorologia). Piracicaba, 1994.

Mês	Temp. média (°C)	Precipitação (mm)	UR (%)	Insolação h/mês
JAN	24,0	217	77	183,2
FEV	24,7	181	76	175,8
MAR	23,9	135	75	203,9
ABR	21,0	64	78	208,1
MAI	17,6	51	78	210,8
JUN	16,8	46	78	198,4
JUL	17,2	26	77	224,9
AGO	18,5	30	74	231,1
SET	20,3	61	68	188,9
OUT	22,2	107	63	194,6
NOV	22,9	133	74	209,9
DEZ	23,2	202	75	189,5
	$\bar{X}$ 21,1	Σ 1253	$\bar{X}$ 74	$\bar{X}$ 201,5

°C - graus Celsius

mm - milímetros

h/mês - horas por mês

UR - Umidade relativa do ar

TABELA 2 - Dados meteorológicos durante o período experimental no Município de Piracicaba (Estação Agrometeorológica da ESALQ/USP - Depto de Física e Meteorologia). Piracicaba, 1994.

ANO	MES	INSOLAÇÃO	PRECIPITAÇÃO	UR	TEMPERATURA	EVAPORAÇÃO	DC
		média diária	média				
		(h/d)	(mm)	(%)	(°C)		
1993	MAI	6,63	3,85	79,65	19,68	3,71	07
	JUN	6,57	1,57	80,77	18,18	2,74	06
	JUL	7,08	0,44	76,32	19,10	3,28	02
	AGO	6,88	1,67	73,90	18,39	3,64	06
	SET	5,06	5,15	83,20	21,08	3,74	15
	OUT	6,95	2,37	76,44	23,67	5,59	12
	NOV	8,51	3,05	73,87	25,25	7,11	11
	DEZ	5,94	4,72	82,61	24,82	5,88	19
	JAN	5,63	4,35	83,71	24,78	5,60	14
1994	FEV	7,63	5,51	82,71	26,58	6,22	13
	MAR	6,57	7,18	84,39	24,08	5,24	12
	ABR	7,33	3,83	81,10	22,80	4,28	09
	MAI	5,98	1,81	81,81	20,91	2,85	-
	JUN	6,85	1,22	78,10	17,55	2,45	06

h/d - horas por dia

mm - milímetros

UR - Umidade relativa do ar

°C - graus Celsius

DC - Dias de chuva no período

química antes do plantio para fins de fertilidade, de acordo com RAIJ et al. (1987).

3.2. Propagação e preparo do solo

Para o plantio utilizou-se tubérculos-sementes de cará (*Dioscorea alata* var. Florido, comumente designada var. Flórida), que foram colhidos no período de 28 a 30 de maio de 1993, procedentes de uma mesma área de produção que recebeu adubação potássica (cloreto de potássio, 400 gramas por metro linear) na região de Paulínea, São Paulo.

Os tubérculos foram lavados em água corrente, secos à sombra, curados e armazenados em local ventilado à temperatura ambiente, por um período de cinco meses. Os critérios de seleção adotados aos tubérculos-sementes foram de sanidade e peso (média de 200 g, cada). Para se determinar os teores de macro e micronutrientes retirou-se uma amostragem aleatória do lote, segundo SARRUGE & HAAG (1974).

O preparo do solo constou de aração (trator Massey Ferguson 275 e implemento, arado com três discos) e duas gradagens na mesma direção e sentido oposto (trator Massey Ferguson 275 e implementos, grade rotativa e grade niveladora de arraste com 28 discos, respectivamente) para completa destorroação do solo.

Procedeu-se a seguir o levantamento dos camalhões (trator Agrale 4.100 e implemento, arado com dois discos), efetuando-se duas passagens, ida e volta, por face lateral dos camalhões, estes com aproximadamente 0,30 m de altura, espaçados entre si em 1,25 m. No vértice dos camalhões, efetuou-se a abertura manual (enxada) das covas, com cerca de 0,20 m de profundidade, espaçadas em 0,50 m.

O plantio foi realizado no dia 20 de outubro de 1993 e a colheita efetuada nos dias 29 e 30 de junho de 1994. Durante os cinco primeiros meses, utilizou-se irrigação por aspersão, efetuando-se duas irrigações por dia, nos cinco dias iniciais após a implantação, e irrigações subsequentes com intervalos semanais.

3.3. Tratamentos adotados

A fertilização mineral (FM) foi baseada na análise de solo de acordo com RAIJ et al. (1987, cujos dados constam na Tabela 3, e nas recomendações em função dos teores de fósforo resina e potássio, conforme MONTEIRO & PERESSIN (1993) citando Monteiro, (1975) (Tabela 4). Consta de quatro níveis da formulação (n) 20:50:40 kg/ha ($N:P_2O_5:K_2O$), utilizando-se como fontes uréia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente. Para fertilização orgânica (FO) adotou-se o esterco bovino bem curtido, em dois

TABELA 3 - Análise do solo antes do plantio. (Deptº. de Química - Setor de Nutrição de Plantas, ESALQ/USP), Piracicaba, 1994.

P	MO	pH	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
resina	(%)	(CaCl)	(meq/100 cm ³)						(%)
(µg/cm ³)									
47,6a	3,195	5,0	0,585a	4,89a	1,305a	3,08b	6,8a	9,9a	68,68

a = alto; m = médio; b = baixo

TABELA 4 - Recomendação de adubação mineral em função dos teores de P
resina e K (MONTEIRO & PERESSIN, 1992, citando Monteiro,
1975).

P resina		K trocável-meq/100 cm ³	
(µg/cm ³)	0 - 0,07	0,03 - 0,15	> 0,15
	N - P ₂ O ₅ - K ₂ O (kg/ha)		
0-7	20-100-100	20-100-70	20-100-40
8-15	20-70-100	20- 70-70	20- 70-40
>15	20-50-100	20- 50-70	20- 50-40

níveis, 0 e 10 t/ha, aplicados dentro da cova, 15 dias antes do plantio. Em cobertura (meia-lua a 0,15 m da planta) aplicou-se 30 kg N/ha, 30 dias após o plantio, em todas as plantas.

3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental adotado foi de blocos ao acaso no esquema fatorial 2 x 4 (dois níveis de matéria orgânica e quatro níveis de formulação (n) [0 n; 1/2 n; n; 2n], constando 10 plantas por parcela, uma planta por cova. A área da parcela foi de 6,25 m² e do bloco 50 m², utilizando-se quatro blocos.

Os esquemas adotados para análise de variância constam das Tabelas 5 e 6. Adotou-se como covariável para análise da produção, a quantidade de tubérculos. As médias foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade, de acordo com GOMES (1990).

3.5. Tratos culturais e colheita

A presença de plantas daninhas foi controlada pela aplicação de herbicida de pós-emergência (Fusilade: 1,5 l/ha), para folhas estreitas, predominando capim colchão (*Digitaria sanguinalis*), capim marmelada (*Brachiaria*

TABELA 5 - Esquema da análise de variância para as causas estudadas. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	graus de liberdade
Fertilização orgânica (FO)	1
Fertilização mineral (FM)	3
FO * FM	3
Blocos	3
Resíduo	21
Total	31

TABELA 6 - Esquema da análise de covariância para as causas estudadas. Piracicaba, 1994.

Causas de variação	Graus de liberdade
Fertilização orgânica (FO)	1
Fertilização mineral (FM)	3
FO * FM	3
Quantidade	1
Blocos	3
Resíduo	20
Total	31

plantagineae); as folhas largas, trapueraba (*Commelina virginica* L.) e corda de viola (*Ipomoea acuminata*), foram controladas através do arranquio manual, utilizando-se a massa vegetal como "mulching" nas entrelinhas.

O controle de requeima de *Phytophthora*, na época de maior incidência das chuvas, foi controlada com aplicações de Manzate (3,0 kg/ha), com intervalos de 8 a 10 dias.

A colheita foi manual (força e enxada), na época do secamento de toda parte aérea da planta. Os tubérculos colhidos foram lavados em água corrente e escovados (escovão com cerdas de 'nylon'), retirando-se o excesso de resíduo de solo. Realizou-se o secamento à sombra durante 24 horas e posterior classificação comercial por peso, em Extra A ($400 < t > 200g$), Extra ($> 400 g$) e Especial ($< 200g$).

Os critérios de avaliação foram: a produtividade, a quantidade, o diâmetro, o comprimento e a composição de macro e micronutrientes dos tubérculos colhidos. Coletou-se em amostragem aleatória, um quilograma de tubérculos por tratamento e classificação, para a análise de macro e micronutrientes, de acordo com SARRUGE & HAAG (1974). Realizou-se uma amostragem composta dos solos entre as parcelas de mesmo tratamento, após a colheita dos tubérculos, para análise química com fins de fertilidade, segundo RAIJ et al. (1987).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Colheita e Pós-colheita

Os tubérculos colhidos apresentaram dificuldades tanto na operação de arranquio (alçamento com a força), como de limpeza pela impregnação de resíduos de solo, com conseqüente ferimentos e quebras de tubérculos, depreciando-os à comercialização e tornando-os impróprios para o armazenamento, concordando com MONTEIRO & PERESSIN (1993).

Verificou-se a presença de necroses no colo de algumas plantas e podridões de tubérculos, durante os primeiros quinze dias de armazenamento. Detectou-se *Rhizoctonia solani*, *Penicillium* sp. e *Pythium* sp., aos respectivos sintomas, de acordo com o Departamento de Fitopatologia - Clínica Fitopatológica, ESALQ/USP.

Os dados experimentais não foram comprometidos, devido ao pequeno número de plantas com necrose e as podridões surgirem posteriormente à coleta de dados.

4.2. Produção

A quantidade de tubérculos exerceu influência na grande variabilidade dos dados, com valores mínimos de tubérculos tipo Extra (> 400 g) igual a zero, ratificando COURSEY (1967) e MARTIN (1976) que afirmam ser o potencial produtivo geneticamente controlado, sendo o tipo de tubérculo produzido inerente às espécies e variedades, tendo a maior expressão nesta variedade, tubérculos tipo Extra A e Especial.

4.2.1. Efeito da fertilização orgânica

Constatou-se um incremento na produção de tubérculos tipo Extra, Extra A e Especial (Tabela 7, Figura 1). Resultados coincidentes com CAMARGO et al. (1962); FERGUSON & HAYNES (1970); JACOBY (1965) e SILVA (1983).

O efeito do adubo orgânico sobre a produção, é parcialmente devido ao suprimento nutricional, onde sua decomposição libera nitrogênio lentamente, permanecendo um contínuo suprimento durante o ciclo-cultural. Normalmente, as regiões onde se cultiva o cará, nos primeiros cinco meses há uma grande incidência de chuvas, que podem promover lixiviação de grandes quantidades de nitrogênio (FERGUSON & HAYNES, 1970). O referido autor citando Djokoto & Stephens (1961), observou que a fertilização orgânica na presença de potássio incrementou a produção de cará, sugerindo que os principais requerimentos desta cultura, é adubo orgânico em abundância e um bom suprimento em cátions divalentes.

Tabela 7 - Produção (t/ha) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, em presença (10 t/ha) e ausência de fertilização orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Trat.	Tipo	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Média*	Desvio Padrão
1 FO	EXTRA	16	0,000	10,752	5,143a	±3,34859
0 FO	EXTRA	16	0,000	10,656	4,313 b	±3,17318
DMS ₁ = 0,5128 CV ₁ = 14,70664						
1 FO	EXTRA A	16	1,888	14,144	7,818a	±3,06797
0 FO	EXTRA A	16	1,600	12,416	6,658 b	±3,06324
DMS ₂ = 0,5116 CV ₂ = 9,584072						
1 FO	ESPECIAL	16	1,232	7,568	4,098a	±1,72424
0 FO	ESPECIAL	16	0,096	5,408	3,260 b	±1,47529
DMS ₃ = 0,4311 CV ₃ = 15,88845						

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

DMS - Diferença mínima significativa;

CV - Coeficiente de variação.

Tabela 7.1. Análise de covariância da produção de tubérculos de cará (*D. alata* var. Florido) por tipo comercial. Piracicaba, 1994.

Tipo extra					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	11	315,07349294	28,64304481	59,24	0,0001
Resíduo	20	9,66967506	0,48348375		
Total	31	324,74316800			
CV = 14,70664		$\bar{X} = 4,728$			
TIPO EXTRA A					
Modelo	11	283,07935649	25,73448695	53,48	0,0001
Resíduo	20	9,62425951	0,48121298		
Total	31	292,70361600			
CV = 9,584072		$\bar{X} = 7,238$			
TIPO ESPECIAL					
Modelo	11	76,02686150	6,91153286	20,23	0,0001
Resíduo	20	6,83365050	0,34168252		
Total	31	82,86051200			
CV = 15,88845		$\bar{X} = 3,679$

Figura 1 - Produção (t/ha) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, em presença (10 t/ha) e ausência de fertilização orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Outrossim, há um favorecimento da estrutura física do solo, melhor aeração, adequada retenção de umidade e fomento à atividade biológica (JACOBY, 1965).

Verificou-se que a maior produção entre os tipos comerciais, tanto na presença como ausência de fertilização orgânica, foi o Extra A ($400 \text{ g} \leq A \leq 200 \text{ g}$), este com maior aceitação e melhores cotações no mercado paulista (MONTEIRO & PERESSIN, 1993).

4.2.2. Efeito da fertilização mineral

Os dados de produção de tubérculos submetidos a diferentes níveis de formulação (n) 20:50:40 ($\text{N:P}_2\text{O}_5:\text{K}_2$, em kg/ha) constam na Tabela 8, conforme figura 2.

Concernente aos tubérculos tipo Extra, não ocorreu diferença entre as respectivas médias. Quanto ao tipo Especial, houve diferença entre as médias do grupo de tratamentos com fertilização e aquele não fertilizado, quando comparadas entre si.

Tabela 8 - Produção (t/ha) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, fertilizados com quatro níveis diferentes da formulação (n) 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha). Piracicaba, 1994.

Tratamento	Tipo	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Média*	Desvio Padrão
0 n	EXTRA	08	1,824	8,208	5,186a	±2,25632
1/2 n	EXTRA	08	0,000	10,656	4,906a	±3,75158
2 n	EXTRA	08	0,736	10,752	4,456a	±3,49685
n	EXTRA	08	0,000	10,272	4,364a	±3,80613
DMS = 0,9731			CV = 14,70664			
1/2 n	EXTRA A	08	6,624	12,416	8,968a	±2,16991
2n	EXTRA A	08	1,888	14,144	6,916b	±4,07858
n	EXTRA A	08	1,840	10,320	6,886b	±2,54471
0n	EXTRA A	08	1,600	10,320	6,182b	±3,00682
DMS = 0,9708			CV = 9,584072			
2n	ESPECIAL	08	1,984	7,568	4,182a	±1,80785
1/2n	ESPECIAL	08	2,272	6,464	3,918a	±1,26251
n	ESPECIAL	08	1,232	5,408	3,846a	±1,43042
0n	ESPECIAL	08	0,096	5,232	2,770 b	±1,89757
DMS = 0,8183			CV = 15,88845			

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

DMS - Diferença mínima significativa;

CV - Coeficiente de variação.

Figura 2 - Produção (t/ha) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, fertilizados com quatro níveis diferentes da formulação (n) 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha). Piracicaba, 1994.

Na produção de tubérculos Extra A, o tratamento 1/2 n foi superior aos demais, que não diferiram entre si.

Observou-se a frequência anormal dos resultados, entre os níveis de fertilização relativos à produção, possivelmente devido a alta fertilidade do solo (Tabela 3). Embora, a metade da recomendação (1/2n) tenha se destacado em relação aos demais tratamentos, independentemente do tipo de tubérculo; implicando numa economia de insumos, ainda que não caracterizando uma eficiência econômica.

Considerando-se N, P e K isoladamente, onde para N há uma resposta produtiva consistente, embora que relativamente baixa, possivelmente devido que a fase de maior demanda seja suprida pelo nitrogênio de reserva nos tubérculos-sementes, apesar dos baixos níveis encontrados (1%) deste nutriente nos tubérculos (Tabela 9); resultados concordantes com Ferguson (1969) citado por FERGUNSON & HAYNES (1970), que encontrou valores de 1,3% de N em *Dioscorea alata*. Quanto ao fósforo (Tabela 9) se tem observado efeitos inconsistentes ou de pequena monta, justificando-se que as respostas à fertilização não estão somente em função do nível de nutriente no solo, mas à habilidade da planta em absorvê-los. Wase & Johnson (1949) citado por FERGUNSON & HAYNES, (1970) observaram que a batata-doce não respondeu ou respondeu pouco ao fósforo,

TABELA 9 - Análise da composição química de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) após a colheita, cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Amostra	Tipo	Peso seco (g)	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu	Fe	Mn	Zn	
			(%)					(ppm)						
FO	FM	ts	---	2,21	0,14	1,05	0,04	0,04	0,22	08	11	213	08	13
0	0n	Extra	356,12	1,05	0,18	1,84	0,02	0,05	0,06	07	01	100	---	18
0	1/2n	Extra	272,73	1,09	0,21	2,14	0,04	0,06	0,09	13	02	208	---	28
0	n	Extra	208,67	1,25	0,20	1,15	0,03	0,04	0,13	05	03	134	---	19
0	2n	Extra	205,21	1,11	0,23	1,76	0,05	0,07	0,08	09	04	185	---	21
1	0n	Extra	221,18	0,98	0,21	1,53	0,04	0,05	0,14	15	02	151	---	24
1	1/2n	Extra	263,67	0,92	0,20	1,99	0,03	0,05	0,10	07	02	237	---	18
1	n	Extra	184,10	1,57	0,21	0,92	0,05	0,05	0,10	20	02	151	---	20
1	2n	Extra	301,89	1,02	0,18	1,45	0,03	0,05	0,10	10	01	100	---	17
=====														
0	0n	Extra A	180,20	1,15	0,19	1,68	0,05	0,06	0,07	14	02	102	---	21
0	1/2n	Extra A	179,40	1,37	0,20	2,07	0,04	0,07	0,13	13	02	260	---	20
0	n	Extra A	212,34	1,02	0,17	0,92	0,04	0,07	0,13	13	01	165	---	23
0	2n	Extra A	236,93	1,20	0,20	1,76	0,05	0,06	0,10	17	02	182	---	23
1	0n	Extra A	244,80	1,19	0,17	1,53	0,04	0,06	0,14	17	02	100	---	20
1	1/2n	Extra A	246,45	1,18	0,21	1,38	0,04	0,05	0,11	16	03	106	---	17
1	n	Extra A	219,96	1,34	0,21	2,07	0,06	0,07	0,16	15	03	165	---	21
1	2n	Extra A	277,88	1,47	0,21	1,91	0,04	0,06	0,12	21	03	329	---	19
=====														
0	0n	Especial	178,02	1,29	0,19	2,07	0,08	0,08	0,10	17	03	247	---	22
0	1/2n	Especial	201,10	1,25	0,21	2,37	0,09	0,07	0,09	14	02	210	---	21
0	n	Especial	219,09	1,47	0,19	2,07	0,07	0,07	0,09	10	02	186	---	19
0	2n	Especial	199,71	1,25	0,23	1,91	0,09	0,07	0,10	13	05	146	---	24
1	0n	Especial	215,18	1,27	0,19	1,07	0,08	0,07	0,13	13	04	273	---	21
1	1/2n	Especial	196,20	1,34	0,18	2,07	0,05	0,07	0,13	12	02	176	---	20
1	n	Especial	216,78	1,13	0,22	1,45	0,05	0,07	0,10	15	04	120	---	23
1	2n	Especial	182,38	1,47	0,21	2,52	0,08	0,08	0,11	09	03	268	---	23

apesar de ser considerada uma das mais eficientes culturas quanto a absorção deste elemento. Sugere-se que a habilidade de cará em extrair fósforo do solo seja um importante fator a ser considerado.

Irving (1956) citado por FERGUNSON & HAYNES observou que a resposta ao potássio foi menor que a de nitrogênio, enquanto Obi (1959) citado por FERGUNSON & HAYNES (1970) relatou uma tendência de altas doses deste macroelemento diminuir a produção, sugerindo que a baixa resposta seja devido ao alto nível de fertilização potássica ou a capacidade de absorção ser inerente a determinadas espécies de cará (Tabela 9).

4.2.3. Efeito da fertilização orgânica e mineral

Os tubérculos tipo Extra, em relação a interação dos tratamentos 1 FO (N); 0 FO(1/2 n); 0 FO (0n) e 1 FO (2n) não apresentaram diferenças das médias entre si, embora, tenham sido superiores as demais comparações testadas (Tabela 10; figura 3).

Os tratamentos 0 FO(1/2n) e 1 FO (1/2n) promoveram incremento entre as médias dos tubérculos tipo Extra A, enquanto que no tipo Especial, não ocorreu diferença entre os tratamentos, exceto o 0 FO (1/2n) e 0 FO(0n), que foram inferiores aos demais.

Tabela 10 - Produção (t/ha) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Tratam. FO FM	Tipo	NO. obs.	Mínimo	Máximo	Média*	Desvio padrão
1 n	EXTRA	04	3,328	10,272	6,744a	±3,50731
0 1/2n	EXTRA	04	1,584	10,656	6,100ab	±3,72722
0 0 n	EXTRA	04	1,824	8,208	5,840ab	±2,84887
1 2n	EXTRA	04	0,736	10,752	5,584ab	±4,36926
1 0n	EXTRA	04	2,416	6,336	4,532 bc	±1,61937
1 1/2 n	EXTRA	04	0,000	8,000	3,712 c	±3,89183
0 2n	EXTRA	04	1,024	6,272	3,328 cd	±2,45935
0 n	EXTRA	04	0,000	5,280	1,984 d	±2,52901
DMS = 1,66			CV = 14,70664			
0 1/2 n	EXTRA A	04	6,224	12,416	9,548a	±2,48123
1 1/2 n	EXTRA A	04	6,672	10,944	8,388ab	±1,98316
1 2n	EXTRA A	04	1,888	14,144	7,844 bc	±5,78944
1 0n	EXTRA A	04	5,728	10,320	7,680 bc	±1,99511
1 n	EXTRA A	04	5,264	10,320	7,360 bcd	±2,21051
0 n	EXTRA A	04	1,840	8,736	6,412 d	±3,10228
0 2n	EXTRA A	04	3,680	7,760	5,988 de	±1,73049
0 0 n	EXTRA A	04	1,600	8,208	4,684 e	±3,33633
DMS = 1,65			CV = 9,584072			
1 1/2n	ESPECIAL	04	3,360	6,464	4,532a	±1,35622
1 2n	ESPECIAL	04	2,080	7,568	4,404ab	±2,30309
0 2n	ESPECIAL	04	1,984	5,408	3,960ab	±1,48001
1 n	ESPECIAL	04	1,232	5,408	3,924ab	±1,96782
0 n	ESPECIAL	04	3,104	5,152	3,768ab	±0,94110
1 0 n	ESPECIAL	04	1,208	5,232	3,532ab	±1,73369
0 1/2n	ESPECIAL	04	2,272	4,448	3,304 bc	±0,93199
0 0n	ESPECIAL	04	0,096	4,640	2,208 c	±1,96157
DMS = 1,39			CV = 15,8845			

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

DMS - Diferença mínima significativa;

CV - Coeficiente de variação.

n - formulação 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha)

0 - ausência de fertilização orgânica;

1 - presença (10,0 t/ha) de fertilização orgânica

Figura 3 -Produção (t/ha) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

MONTALDO (1991), citando Rouanet (1969), informa sobre diferenças de rendimento em *Dioscorea trifida*, quando comparou as parcelas com e sem fertilização mineral. Quando da interação com adubo orgânico, não se manifestou essa diferença.

JACOBY (1965), citando Girardot (1956), menciona que o enriquecimento do solo com humus conduz a um melhor aproveitamento dos fertilizantes minerais pela planta, corroborado pelos resultados obtidos, apesar destes não terem diferido entre si na variedade 'Suake', enquanto que na variedade 'African' promoveram diferença, justificando haver diferenças, tanto na capacidade de absorção quanto na resposta a interação de fertilizantes minerais e orgânicos, para diferentes variedades.

4.3. Diâmetro

4.3.1. Efeito da fertilização orgânica

O diâmetro dos tubérculos, quando comparados intra-classificação não apresentou diferença entre as médias em presença ou ausência de fertilização orgânica (Tabela 11; Figura 4).

Na ausência de adubo orgânico ocorreram as maiores médias para os tubérculos dos tipos Extra A e Especial, enquanto que a presença proporcionou maior diâmetro aos do tipo Extra.

Tabela 11 - Diâmetro (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em terra roxa estruturada eutrófica, em presença (10 t/ha) e ausência de fertilização orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Trat.	Tipo	Nº obs.	Mín.	Máx.	Média*	Desvio Padrão
1 FO	EXTRA	16	0,0	10,0	7,56250a	±2,19754
0 FO	EXTRA	16	0,0	9,0	6,98125a	±2,84938
DMS ₁ = 1,6883		CV ₁ = 31,57621				
1 FO	EXTRA A	16	5,0	8,0	6,1250a	±0,71880
1 FO	EXTRA A	16	5,0	6,5	5,7375a	±0,51235
MS ₂ = 0,4506		CV ₂ = 10,33552				
0 FO	ESPECIAL	16	3,5	5,0	4,14375a	±0,42890
1 FO	ESPECIAL	16	3,5	5,0	4,10625a	±0,45529
DMS ₃ = 0,5958		CV ₃ = 10,36312				

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

DMS - Diferença mínima significativa;

CV - Coeficiente de variação.

TABELA 11.1. Análise de variância do diâmetro de tubérculos de cará (*D. alata* var. Florido) por tipo comercial. Piracicaba, 1994.

EXTRA					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	10	86,20312500	8,62031250	1,63	0,1644
Resíduo	21	110,72156250	5,27245536		
Total	31	196,92468750			
CV = 31,57621		$\bar{X} = 7,27187500$			
EXTRA A					
Modelo	10	5,00000000	0,50000000	1,33	0,2775
Resíduo	21	7,88875000	0,37565476		
Total	31	12,88875000			
CV = 10,33352		$\bar{X} = 5,93125000$			
ESPECIAL					
Modelo	10	2,04250000	0,20425000	1,12	0,3945
Resíduo	21	3,83750000	0,18273810		
Total	31	5,88000000			
CV = 10,36312		$\bar{X} = 4,125000000$

Figura 4 - Diâmetro (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, em presença (10 t/ha) e ausência de fertilização orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

4.3.2. Efeito da fertilização mineral

O diâmetro do tipo Extra não apresentou diferenças entre as médias. No tipo Extra A, o tratamento 1/2n superou todos as demais, que não diferiram entre si. Para o tipo Especial, os diâmetros não apresentaram diferença entre si, embora, tenham sido superiores a testemunha (Tabela 12; Figura 5).

4.3.3. Efeito da fertilização orgânica e mineral

Os diâmetros dos tubérculos tipo Extra A e Especial, quando comparados intra-classificação não apresentaram diferenças entre as médias. Quanto ao tipo Extra, não ocorreu diferença entre os tratamentos, entretanto, foram superiores ao tratamento 0 FO (n), conforme Tabela 13 e Figura 6.

4.4. Comprimento de Tubérculos

4.4.1. Efeito da fertilização orgânica

O comprimento de tubérculos, em relação a presença e ausência de fertilização orgânica, não apresentou diferenças entre as médias, tanto do tipo Extra como Extra A. Na ausência de adubação orgânica, o tipo Especial mostrou-se superior (Tabela 14; Figura 7).

Tabela 12 - Diâmetro (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, fertilizados com quatro níveis diferentes de formulação (n):20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O kg/ha). Piracicaba, 1994.

Tratamento	Tipo	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Média*	Desvio padrão
0 n	EXTRA	08	1,824	8,208	5,186a	±2,25632
1/2 n	EXTRA	08	0,000	10,656	4,906a	±3,75158
2 n	EXTRA	08	0,736	10,752	4,456a	±3,49685
n	EXTRA	08	0,000	10,272	4,364a	±3,80613
DMS = 3,2001			CV = 31,57621			
1/2 n	EXTRA A	08	6,624	12,416	8,968a	±2,16991
2n	EXTRA A	08	1,888	14,144	6,916b	±4,07858
n	EXTRA A	08	1,840	10,320	6,886b	±2,54471
0n	EXTRA A	08	1,600	10,320	6,182b	±3,00682
DMS = 0,8542			CV = 10,33552			
2n	ESPECIAL	08	1,984	7,568	4,182a	±1,80785
1/2n	ESPECIAL	08	2,172	6,464	3,918a	±1,26251
n	ESPECIAL	08	1,232	5,408	3,846a	±1,43042
0n	ESPECIAL	08	0,096	5,232	2,770 b	±1,89757
DMS = 0,5958			CV = 10,36312			

* As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo Teste de Tukey, a 5% de probabilidade

DMS = Diferença mínima significativa

CV = Coeficiente de variação

Figura 5 - Diâmetro (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, fertilizados com quatro níveis diferentes de formulação (n):20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O kg/ha). Piracicaba, 1994.

Tabela 13 - Diâmetro (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Tratamento FO FM	Tipo	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Média*	Desvio padrão
1 0 n	EXTRA	04	8,5	10,0	9,125a	±0,62915
0 2n	EXTRA	04	7,5	9,0	8,250ab	±0,86603
0 0n	EXTRA	04	7,0	9,0	8,250ab	±0,95743
0 1/2n	EXTRA	04	7,0	9,0	7,800ab	±0,90921
1 2n	EXTRA	04	7,0	8,5	7,750ab	±0,64550
1 n	EXTRA	04	7,0	8,0	7,500ab	±0,40825
1 1/2n	EXTRA	04	0,0	9,0	5,875ab	±4,00780
0 n	EXTRA	04	0,0	8,0	3,625 b	±4,23035
DMS = 5,41			CV = 31,57621			
0 2 n	EXTRA A	04	6,0	8,0	6,750a	±0,95743
0 n	EXTRA A	04	5,5	6,5	6,125a	±0,47871
1 1/2n	EXTRA A	04	5,0	6,0	6,000a	±0,70711
0 1/2n	EXTRA A	04	5,5	6,5	5,875a	±0,47871
0 0n	EXTRA A	04	5,0	6,5	5,750a	±0,64550
1 0n	EXTRA A	04	5,5	6,0	5,700a	±0,24495
1 n	EXTRA A	04	5,0	6,0	5,625a	±0,47871
1 2n	EXTRA A	04	5,0	6,5	5,625a	±0,62915
DMS = 1,45			CV = 10,33352			
0 n	ESPECIAL	04	4,0	5,0	4,500a	±0,40825
1 2n	ESPECIAL	04	4,0	5,0	4,500a	±0,40825
0 0n	ESPECIAL	04	4,0	4,5	4,125a	±0,47871
1 0n	ESPECIAL	04	4,0	4,5	4,050a	±0,42032
0 2n	ESPECIAL	04	4,0	4,5	4,000a	±0,40825
1 1/2n	ESPECIAL	04	4,0	4,5	4,000a	±0,40825
0 1/2n	ESPECIAL	04	4,0	4,3	3,950a	±0,33166
1 n	ESPECIAL	04	4,0	4,5	3,875a	±0,47871
DMS = 1,01			CV = 10,36312			

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey a 5%; 0 - ausência de fertilização orgânica; 1 = presença (10 t/ha) de fertilização orgânica; n = formulação 20:50:40; N:P₂O₅:K₂O, kg/ha DMS = diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação.

Figura 6 -Diâmetro (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Tabela 14 - Comprimento (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Flórido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, em presença (10 t/ha) e ausência de fertilização orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Trat.	Tipo	Nº obs.	Mín.	Máx.	Média*	Desvio Padrão
1 FO	EXTRA	16	00	22,0	18,1875a	±5,01622
0 FO	EXTRA	16	00	22,5	16,4375a	±6,95911

DMS = 4,1077

CV = 32,26980

1 FO	EXTRA A	16	13	19,0	15,5312a	±1,76656
------	---------	----	----	------	----------	----------

1 FO	EXTRA A	16	13	18,0	15,5000a	±1,42595
------	---------	----	----	------	----------	----------

DMS = 1,1869

CV=10,40447

0 FO	ESPECIAL	16	8,0	14,0	10,8437a	±1,48008
------	----------	----	-----	------	----------	----------

1 FO	ESPECIAL	16	6,5	12,0	9,7812 b	±1,40201
------	----------	----	-----	------	----------	----------

DMS₃ = 0,9103

CV₃ = 12,00522

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si; pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

DMS - Diferença mínima significativa;

CV - Coeficiente de variação.

TABELA 14.1 Análise de variância do comprimento de tubérculos de cará (*D. alata* var. Florido) por tipo comercial. Piracicaba, 1994.

EXTRA					
FV	GL	SQ	QM	F	Pr>F
Modelo	10	472,93750000	47,29375000	1,52	0,2024
Resíduo	21	655,43750000	31,21130952		
Total	31	1128,37500000			
CV = 32,26980		- X = 17,31250000			
EXTRA A					
Modelo	10	21,01562500	2,10156250	0,81	0,6252
Resíduo	21	54,72656250	2,60602679		
Total	31	75,74218750			
CV = 10,40447		- X = 15,51562500			
ESPECIAL					
Modelo	10	39,18750000	3,91875000	2,56	0,0336
Resíduo	21	32,37500000	1,53273810		
Total	31	71,37500000			
CV = 12,00522		- X = 10,31250000

Figura 7 - Comprimento (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Flórido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, em presença (10 t/ha) e ausência de fertilização orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

4.4.2. Efeito da fertilização mineral

Os tratamentos químicos não promoveram diferenças entre os comprimentos dos tubérculos tipo Extra, Extra e Especial, quando comparados intra-classificação (Tabela 15; Figura 8).

KANG & WILSON (1981) relataram sobre a influência positiva do tamanho da cova alta sobre o comprimento de tubérculos de *Dioscorea rotundata*, sendo mais pronunciado quando da presença da formulação 60:13:25 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha).

4.4.3. Efeito da fertilização orgânica e mineral

Os tratamentos não promoveram incremento no comprimento dos tubérculos, independentemente do tipo comercial (Tabela 16; Figura 9).

4.5. Demanda de nutrientes

Observou-se em ordem decrescente de requerimento nutricional nos tubérculos, a demanda de potássio, nitrogênio, fósforo, ferro e zinco—(Tabelas 9, 17, 18, 19, 20). Os dados obtidos para N, P, K coincidem com aqueles obtidos por RODRIGUEZ et al. (1989).

Segundo MOHANKUMAR & KABEERATHUMMA (1984), com a introdução de variedades com alta produtividade e a melhoria na análise de fertilizantes, o zinco tem ganho considerável importância. Em solos de laterite, a mandioca respondeu significativamente a aplicação 12,5 kg/ha de sulfato de zinco, ocorrendo um incremento na produção da ordem de 4,0 t/ha.

Tabela 15 - Comprimento de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, fertilizados com quatro níveis diferentes da formulação (n) 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha). Piracicaba, 1994.

Tratamento	Tipo	Nºobs.	Mínimo	Máximo	Média*	Desvio padrão
0 n	EXTRA	08	14,5	22,5	19,5625a	±2,78308
2 n	EXTRA	08	16,0	21,0	18,8125a	±1,81142
1/2 n	EXTRA	08	00,0	21,5	17,1875	±7,06570
n	EXTRA	08	00,00	21,0	13,6875a	±8,76657
DMS = 7,786			CV = 32,26980			
0n	EXTRA A	08	13,0	19,0	16,0000a	±2,13809
1/2n	EXTRA A	08	13,0	18,0	15,5000a	±1,38873
n	EXTRA A	08	14,0	17,0	15,4375a	±1,23744
2n	EXTRA A	08	13,0	18,0	15,1250a	±1,52947
DMS = 2,2498			CV = 10,40477			
2n	ESPECIAL	08	8,5	12,0	10,8125a	±1,22292
n	ESPECIAL	08	9,0	12,0	10,5625a	±1,11604
0n	ESPECIAL	08	8,0	14,0	10,1875a	±1,75128
1/2	ESPECIAL	08	6,5	12,0	9,6875a	±1,88864
DMS = 1,7254			CV = 12,00522			

* Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade;

DMS - Diferença mínima significativa;

CV - Coeficiente de variação.

Figura 8 - Comprimento de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, fertilizados com quatro níveis diferentes da formulação (n) 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha). Piracicaba, 1994.

Tabela 16 - Comprimento (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Tratamento FO FM	Tipo	Nº obs.	Mínimo	Máximo	Média*	Desvio padrão
0 0 n	EXTRA	04	14,5	22,5	20,000a	±3,7193
0 1/2n	EXTRA	04	17,5	21,0	19,250a	±1,5546
1 n	EXTRA	04	18,0	21,0	19,250a	±1,3229
1 2n	EXTRA	04	18,0	20,0	19,250a	±0,9574
1 0n	EXTRA	04	18,0	22,0	19,125a	±1,9311
0 2n	EXTRA	04	16,0	21,0	18,375a	±2,4958
1 1/2n	EXTRA	04	0,0	21,5	15,125a	±10,1355
0 n	EXTRA	04	0,0	19,5	8,125a	± 9,7500
DMS = 13,27			CV = 32,26980			
0 0n	EXTRA A	04	13,0	19,0	16,500a	±2,64575
1 n	EXTRA A	04	15,0	17,0	16,000a	±0,81650
0 1/2n	EXTRA A	04	14,0	18,0	15,875a	±1,65202
0 0n	EXTRA A	04	14,0	18,0	15,500a	±1,73205
1 2n	EXTRA A	04	13,0	18,0	15,375a	±2,1360
0 1/2n	EXTRA A	04	13,5	16,0	15,125a	±1,18145
0 n	EXTRA A	04	14,0	17,0	14,875a	±1,43614
2 n	EXTRA A	04	14,0	16,0	14,875a	±0,85391
DMS = 3,83			CV = 10,40447			
0 2n	ESPECIAL	04	10,0	12,0	11,375a	±0,94648
0 0n	ESPECIAL	04	8,0	14,0	10,750a	±2,46644
0 1/2n	ESPECIAL	04	8,5	12,0	10,625a	±1,49304
0 n	ESPECIAL	04	9,5	12,0	10,625a	±1,10868
1 n	ESPECIAL	04	9,0	12,0	10,500a	±1,29099
1 2n	ESPECIAL	04	8,5	11,5	10,250a	±1,32288
1 0n	ESPECIAL	04	9,0	10,0	9,625a	±0,47871
1 1/2	ESPECIAL	04	6,5	11,0	8,750a	±1,93649
DMS = 2,94			CV = 12,00522			

*As médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si; 0 = ausência de fertilização orgânica; 1 = presença (10 t/ha) de fertilização orgânica; n = formulação 20:50:40:(N:P₂O₅:K₂O); DMS = Diferença mínima significativa; CV = Coeficiente de variação.

Figura 9 - Comprimento (cm) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

TABELA 17 - Análise composta de solo, após a colheita de de cará (*Dioscorea alata* var. Florido) cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). Piracicaba, 1994.

Tratamento		Presina	Mat. Orgân.	pH	K	Ca	Mg	H+Al	S	T	V
FO	FM		(%)	(CaCl)			(meq/100 cm ³)				(%)
0	0 n	32,10	2,44	5,50	0,48	6,42	1,11	3,61	8,0	11,6	68,9
0	1/2 n	47,30	2,27	5,65	0,33	5,81	0,95	3,61	7,1	10,7	66,3
0	n	30,50	2,03	5,45	0,33	6,82	1,17	3,25	8,3	11,6	71,9
0	2 n	34,70	2,33	5,45	0,41	5,56	0,92	3,81	6,9	10,7	64,4
1	0 n	31,00	2,38	5,50	0,46	6,31	1,12	3,43	7,9	11,3	69,7
1	1/2 n	45,10	2,50	5,55	0,54	6,52	1,08	3,61	8,1	11,8	69,3
1	n	61,00	2,44	5,40	0,53	6,21	1,11	3,81	7,9	11,7	67,3
1	2 n	76,10	2,38	5,40	0,49	6,66	1,04	3,81	8,2	12,0	68,3

TABELA 18 - Teor de fósforo no solo antes (AP) e depois do plantio (DP) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido), cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). (Deptº de Química - Setor de Nutrição de Plantas, ESALQ/USP). Piracicaba, 1994.

Tratamentos			P resina
FO	FM	AMOSTRA	($\mu\text{g}/\text{cm}^3$)
-	-	AP	47,6
1	2n	DP	76,1
1	n	DP	61,0
0	1/2n	DP	47,3
1	1/2n	DP	45,1
0	2n	DP	34,7
0	0n	DP	32,1
1	0n	DP	31,0
0	n	DP	30,5

0 = ausência de fertilização orgânica

1 = presença (10 t/ha) fertilização orgânica

n = formulação 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha)

TABELA 19 - Teor de matéria orgânica no solo antes (AP) e depois do (DP) plantio (DP) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido), cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). (Deptº de Química - Setor de Nutrição de Plantas, ESALQ/USP). Piracicaba, 1994.

Tratamentos			Matéria
MO	FM	AMOSTRA	orgânica
			(%)
-	-	AP	3,20
1	1/2n	DP	2,50
1	n	DP	2,44
0	0n	DP	2,44
1	2n	DP	2,38
1	0n	DP	2,38
0	2n	DP	2,33
1	1/2n	DP	2,27
0	n	DP	2,03

0 = ausência de fertilização orgânica

1 = presença (10 t/ha) fertilização orgânica

n = formulação 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha)

TABELA 20 - Teor de potássio no solo antes (AP) e depois do plantio (DP) de tubérculos de cará (*Dioscorea alata* var. Florido), cultivados em Terra Roxa Estruturada Eutrófica, submetidos a fertilização mineral (FM) e orgânica (FO). (Deptº de Química - Setor de Nutrição de Plantas, ESALQ/USP). Piracicaba, 1994.

Tratamentos			K
FO	FM	AMOSTRA	(meq/100cm ³)
-	-	AP	0,59
1	1/2n	DP	0,54
1	n	DP	0,53
1	2n	DP	0,49
0	0n	DP	0,48
1	0n	DP	0,46
0	2n	DP	0,41
0	1/2n	DP	0,33
0	n	DP	0,33

0 = ausência de fertilização orgânica

1 = presença (10 t/ha) fertilização orgânica

n = formulação 20:50:40 (N:P₂O₅:K₂O, kg/ha)

5. CONCLUSÕES

Para as condições do experimento, conclui-se que:

- O solo Terra Roxa Estruturada Eutrófica apresenta dificuldades nas operações de arranquio (alçamento com força) e limpeza (impregnação com partículas de solo) dos tubérculos de cará, no período de colheita, causando ferimento e quebras.
- Ocorre uma maior produção de tubérculos tipo EXTRA A e Especial, em detrimento do tipo Extra, independentemente do tratamento adotado;
- A matéria orgânica promove um incremento na produção, independentemente da classificação comercial;
- A metade da formulação mineral indicada, aumenta a produção de tubérculos tipo Extra A;

- A interação fertilização mineral e orgânica não denota uma tendência nos resultados de produção, entre os tratamentos testados;
- Os tratamentos não exercem influência sobre o diâmetro e comprimento dos tubérculos, embora no tipo Extra A, tenha ocorrido o aumento no diâmetro para a metade da recomendação de fertilização mineral;
- Observa-se em ordem decrescente de requerimento nos tubérculos, os nutrientes potássio, nitrogênio, fósforo, ferro e zinco;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

BONDAR, G. Inhames do Brasil. Chácaras e Quintais, São Paulo, 67:341-51. 1943.

BRIDI, M. Cará é nova opção agrícola em Mogi-Mirim O Estado de São Paulo, São Paulo, 17 ago. 1994. Suplemento Agrícola, 61:G14-G15.

CAMARGO, A.P. & BOOK, O.J. Influência do tamanho do tubérculo-semente na produção de cará. Bragantia, Campinas, 4(10):627-40, 1944.

CAMARGO, A.P. de; FREIRE, E.S.; VENTURIN, W.R. Efeito da calagem e de diversas adubações na batata-doce e no cará em solos de baixa fertilidade no arenito Botucatu. Bragantia, Campinas, 21(11):143-61, 1962.

CAMARGO, A.P. de. O cará, o inhame e a taioba. Chácaras e Quintais, São Paulo, 76(3):307-9, 1947.

COBBE, R.V. & JABUONSKI, R.E. A importância econômica e social das plantas olerícolas. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. de, ed. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.1-14.

COURSEY, D.G. Yams. London, Longmans, 1967. 230p.

COUTINHO, E.L.M.; NATALE, W.; SOUZA, E.C.A. de. Adubos e corretivos: aspectos particulares na olericultura. In: FERREIRA, M.E.; CASTELANNE, P.D.; CRUZ, M.C.P. de, ed. Nutrição e adubação de hortaliças. Piracicaba, POTAFÓS, 1993. p.85-140.

EL ÑAME. Agricultura de las Americas, Kansas, 34(8):12-4, 16-8, ago. 1985.

FAO PRODUCTION YEARBOOK - 1992, Rome, 46:103, 1993.

FAO. Raices, tubérculos, plátanos y bananas en la nutrición humana. Rome, 1991. 196p. (Colección FAO: Alimentación y Nutrición, 24).

FERGUNSON, T.V. & HAYNES, P.H. The response of yams (*Dicorea* spp.) to nitrogen, phosphorus, potassium and organic fertilizers. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON TROPICAL ROOT AND TUBER CROPS, 2., Honolulu, 1970. **Proceedings.** Honolulu, University of Hawaii, 1970. v.1. p.93-6.

GEUS, J.G. de. Root crops. In: _____. **Fertilizer guide for tropical and subtropical farming.** Zurich, Centre d'Etude de L'Azote, 1962. p.190-204.

GOMES, F.P. **Curso de estatística experimental.** 13. ed. São Paulo/Piracicabal; Nobel, 1990. 467p.

GURNAH, A.M. Effects of spacing, sett weight and fertilizers on yield and yield components in yams. **Experimental Agriculture**, London, 10:17-22, 1974.

HAAG, H.P.; DECHEN, A.R.; CARMELLO, A.A.C.; MONTEIRO, F.A. Princípios de nutrição mineral: aspectos gerais. In: FERREIRA, M.E.; CASTELLANE, P.D.; CRUZ, M.C.P. de, ed. **Nutrição e adubação de hortaliças.** Piracicaba, POTAFOS, 1993. p.51-73.

JABIB, R. L.A. & GARCIA L.L.O.A. La harina de ñame (*Dioscorea alata*) como ingrediente energético en raciones para pollos de engorde. *Revista ICA*, Bogotá, 27(3): 357-68, jul./sept. 1992.

JACOBY, T. *Nutrición y abonado de tubérculos tropicales*. Hannover, Springer Verlag, 1965. 36p. (Boletim Verde, 19).

KABEERATHUMA, S.; MOHANKUMAR, B.; NAIR, P.G. Nutrient uptake of yams and their utilization pattern at different growth stages. *Journal of Root Crops*, Trivandrum, 17(1):26-30, 1991. Apud *Abstracts on Tropical Agriculture*, Amsterdam, 18(11):135, Nov. 1991. (Resumo).

KANG, B.T. & WILSON, J.E. Effect of mound size and fertilizer on white Guinea yam (*Dioscorea rotundata*) in southern Nigeria. *Plant and Soil*, The Hague, 61:319-27, 1981.

LEÓN, J. Dioscoreáceas. In: _____. *Botánica de los cultivos tropicales*. 2. ed. San Jose, IICA, 1987. p.71-8. (IICA Colección Libros y Materiales Educativos, 84).

MARTIN, F.W. Tropical yams and their potential.

In:_____. Washington, USDA/ARS, 1976. pt.9: *Dioscorea alata*, 40p. (USDA. Agriculture Handbook, 495).

MENDES, R.A. Cultivando inhame ou cará-da-costa. Cruz das Almas, EMBRAPA/CNPMP, 1982. 16p. (EMBRAPA/CNPMP. Circular,4).

MOHANKUMAR, B.; KABEERATHUMMA, S.; NAIR, P.G.W. Soil fertility management of tuber crops. *Indian Farming*, New Delhi, 33(12):35-7, 49, Mar. 1984.

MONTALDO, A. Cultivo de raíces y tubérculos. 2.ed. San José, IICA, 1991. 408p.

MONTEIRO, D.A. & PERESSIN, V.A. Instruções para a cultura do cará. Campinas, IAC, 1993. 12p. (IAC. Boletim Técnico, 147).

MONTEIRO, D.A. Cará. In:_____. Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo. 5.ed. Campinas, IAC, 1990. p.61. (IAC. Boletim, 200).

NWINYI, S.C.O. & ENWEZOR, W.O. Evaluation of fertilizer placement methods for white yam (*Diocorea rotundata*). *Experimental Agriculture*, London, 21(1):73-8, 1985.

O INHAME de Pero Vaz Caminha. *Chácaras e Quintais*, São Paulo, 61(1):168, 1940.

OBIGBESAN, G.O. & FRITZ, O. Nigéria: la fertilización de cultivar tuberosos en zona tropical. *Reportes Agrícolas Basf*, Ludwigshafen, 1:7-11, 1980.

ONWUENE, J.C. Yams. In: _____. *The tropical tuber crops; yams, cassava, sweet potatoes and cocoyams*. Chichester, John Wiley, 1978. Sect. A, p.1-106.

PEDRALLI, G. Collecting yam germoplasm in Brazil. *Plant Genetic Resources Newsletter*, Rome, 83/84: 22, 1991.

RAIJ, B.V.; QUAGGIO, J.A.; CANTARELLA, H.; FERREIRA, M.E.; LOPES, A.S.; BATAGLIA, O.C. *Análise química do solo para fins de fertilidade*. Campinas, Fundação Cargill, 1987. 170p.

- RAMOS, J.B. Algunos aspectos fisiológicos de los ñames (*Dioscorea* spp.). Piracicaba, ESALQ/Deptº de Horticultura, 1975. 15p.
- RODRIGUES, J.C.; MARTINEZ, L.R.; RODRIGUES, J.M.P.; MORALES, Y.O.M. Extracción de nutrientes y coeficientes de aprovechamiento de los fertilizantes y los nutrientes del suelo en el cultivo del ñame (*Dioscorea alata*). Ciencia y Técnica Agrícola, Viandas Tropicales, 12(1):59-73, 1989.
- RUIZ, L.A.; MILIAN, J.O.; PORTIELES, J.M. Clima, suelo y fertilización en el cultivo de ñame (*Dioscorea* spp.). Villa Clara, Inst. de Investigaciones en Viandas Tropicales, 1990. 59p. (Boletim de Reseñas-Viandas Tropicales, 6). Apud Abstracts on Tropical Agriculture, Amsterdam, 16(9):101, sept. 1991. (Resumo).
- SARRUGE, J.R. & HAAG, H.P. Análises químicas em plantas. Piracicaba, ESALQ/Deptº de Química, 1974. 56p.
- SCOTT, G.J.; HERRERA, J.E.; ESPINOLA, N.; DAZA, M.; FONSECA, C.; FANO, H.; BENAVIDES, M., ed. Desarrollo de productos de y tuberculos. In: TALLER SOBRE PROCESSAMIENTO, COMERCIALIZACION Y UTILIZACION DE RAICES Y TUBERCULOS EN AMERICA LATINA, Villa Nueva, 1991. Memorias. Lima, CIP, 1992. v.2: America Latina, p.4-8.

SILVA, A.A.da. Cultura do cará-da-costa, *Dioscorea cayennensis* Lam. Var. *Rotundata* Poir. 2. ed. Fortaleza, BNB/ETENE, 1983. 72p.

SINGH, K.D.; MANDAL, R.C.; MAINIS, S.B.; MAGGON, M.L.
Influence of nitrogen and potash fertilization on tuber yield on quality of *Dioscorea esculenta*. *Indian Journal of Agronomy*, New Delhi, 28: 17-21, 1973.

SOBULO, R. Studies on white yam (*Dioscorea rotundata*) II. Changes in nutrient content with age. *Experimental Agriculture*, London, 8:107-15, Oct. 1975.

TESSARIOLI NETO, J. A cultura do cará (*Dioscorea alata*). Piracicaba, ESALQ/Deptº de Horticultura, 1988. 71p.

VIDAL-TORRADO, P. & SPAROVEK, G. Mapa pedológico detalhado do campus "Luiz de Queiroz", ESALQ/USP. Piracicaba, ESALQ, 1993. (1:10.000).