DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DA
PIMENTA-DO-REINO (*Piper nigrum* L.) EM PLANTAS COM
DIFERENTES IDADES

JOSÉ VANDERLEI RAMOS

Orientador: Prof. CÉLIO S. MOREIRA

Dissertação apresentada à Escola
Superior de Agricultura "Luiz de
Queiroz", da Universidade de São
Paulo, para obtenção do título de
Mestre em Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Abril, 1982

Aos meus pais e irmãos

O F E R E Ç O

À minha esposa Ivanete

E aos meus filhos Márcio e Viviane

D E D I C O

A G R A D E C I M E N T O S

O autor deseja expressar os seus sinceros agradecimentos às seguintes pessoas e instituições:

Ao Prof. Dr. Célio S. Moreira, pela amizade e preciosa orientação no transcorrer das fases deste trabalho.

À Minha esposa Ivanete da Rocha Ramos, pela solidariedade, incentivos e colaboração nos trabalhos de datilografia e revisão.

Ao Eng^o Agr^o Romildo Nunes dos Santos, pelo apoio prestado na instalação do experimento.

Ao Prof. Dr. Décio Barbin pelas sugestões da análise estatística.

A S^{ra}. Elaine Bahia Wutke, pelos auxílios prestados nos serviços de laboratório.

Aos Professores do Departamento de Agricultura e Horticultura da ESALQ, de modo especial ao Prof. Salim Simão e Heitor Werther Studart Montenegro pelos incentivos e ensinamentos.

Aos Funcionários da Estação Experimental Lemos Mais-CEPLAC e em particular ao Técnico Agrícola Antonio Carlos dos Santos pela colaboração.

Aos Funcionários do Departamento de Agricultura e Horticultura e em especial à S^{ra}. Maria Clarete Sarkis e S^{ra}. Maria Ivete Monteiro de Almeida, pela dedicação e colaboração.

Aos Srs. Luiz C.Verfíssimo e Eurice A.Mello pela amizade e colaboração.

À Sra. Neide B.Filet pelo auxílio da revisão bibliográfica.

À Comissão Executiva do Plano da Lavoura Cacaueira-CEPLAC, e à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" que me propiciaram condições para a realização do Curso de Pós-Graduação.

Aqueles colegas que nos prestaram valiosos auxílios no transcorrer do curso e a todos que, de alguma forma, contribuíram para a realização deste trabalho.

Í N D I C E

	Página
LISTA DE TABELAS	vi
LISTA DE FIGURAS	ix
RESUMO	x
SUMMARY	xiii
1 - INTRODUÇÃO	01
2 - REVISÃO DE LITERATURA	04
2.1 - Caracterização da cultura da pimenta-do - -reino	04
2.2 - Estudo do sistema radicular da pimenteira e de outras culturas	06
2.3 - O solo para pimenta-do-reino	11
2.4 - Localização dos fertilizantes no solo ...	12
3 - MATERIAL E MÉTODOS	17
3.1 - Localização e clima	17
3.2 - Solos	18
3.3 - Plantas estudadas	18
3.4 - Avaliação do sistema radicular	19
3.5 - Cálculo de peso total de radículas por planta	22

3.6 - Obtenção dos resultados e análise estatística	26
4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4.1 - Peso das radículas das pimenteiras	27
4.1.1 - Nas diferentes distâncias horizontais do tronco	27
4.1.2 - Nas diversas profundidades do solo	27
4.2 - Porcentagem de radículas das pimenteiras.	40
4.3 - Peso total de radículas por planta	44
5 - CONCLUSÕES	46
6 - LITERATURA CITADA	48
7 - APÊNDICE	55

LISTA DE TABELAS

	Página
TABELA 1 - Média do peso das radículas de pimenteira com várias idades, nas diversas distâncias horizontais do tronco	28
TABELA 2 - Teste de comparação de médias do peso das radículas de pimenteira com várias idades nas diversas distâncias horizontais do tronco	29
TABELA 3 - Média do peso das radículas de pimenteira com várias idades nas diferentes profundidades do solo	30
TABELA 4 - Teste de comparação de médias do peso das radículas de pimenteira com várias idades nas diferentes profundidades do solo	31
TABELA 5 - Média do peso das radículas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo, à distância de 35 cm do tronco	33
TABELA 6 - Teste de comparação de médias do peso das radículas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 35 cm do tronco	34

TABELA 7 - Média do peso das radicelas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 70 cm do tronco	35
TABELA 8 - Teste de comparação de médias do peso das radicelas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 70 cm do tronco	36
TABELA 9 - Média do peso das radicelas da pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 105 cm do tronco	38
TABELA 10 - Teste de comparação de médias do peso das radicelas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 105 cm do tronco ..	39
TABELA 11 - Porcentagem de radicelas de pimenteira com várias idades nas diferentes distâncias do tronco	41
TABELA 12 - Porcentagem de radicelas de pimenteira com várias idades nas diversas profundidades do solo	43

TABELA 13 - Peso total das radículas por planta de	
pimenta-do-reino de várias idades nas di	
versas distâncias do tronco	45

LISTA DE FIGURAS

Página

FIGURA 1 - Representação esquemática da localização das amostras. Distâncias e profundidades em centímetros	20
FIGURA 2 - Representação esquemática das três regiões circulares do solo explorado pela planta	24

DESENVOLVIMENTO DO SISTEMA RADICULAR DA PIMENTA-DO-REINO
(*Piper nigrum* L.) EM PLANTAS COM DIFERENTES IDADES

JOSÉ VANDERLEI RAMOS

DR. CÉLIO S. MOREIRA
- ORIENTADOR -

RESUMO

O presente trabalho foi realizado no município de Una, Estado da Bahia, tendo como objetivo estudar a distribuição do sistema radicular em pimenteiras de 12, 24, 30 e 42 meses de idade.

Foram selecionados quatro grupos compostos por quatro plantas de cada idade da cultivar Singapura, plantados em Oxissol.

O método utilizado para avaliação das raízes foi o da "Sonda". As amostragens foram tomadas na linha de plantio às distâncias de 35, 70 e 105 cm nos dois lados do tronco e às profundidades de 0 a 30 cm, 30 a 60 cm e 60 a 90 cm.

Nas condições em que foi conduzido o experimento e com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- a) A maior concentração de radicelas nas pimenteiras se encontra na camada superficial do solo (0-30 cm), variando nas idades testadas, entre 67,36% (12 meses) e 85,15% (42 meses);
- b) O peso das radicelas aumentou progressivamente com a idade das plantas, sendo máximo, portanto, com 42 meses;
- c) Na distância de 35 cm do tronco houve diminuição na porcentagem de radicelas com o aumento da idade das plantas, embora o peso das radicelas fosse constante. Nas distâncias de 70 e 105 cm houve aumento no peso e porcentagem de radicelas com o aumento da idade das plantas;
- d) Com o aumento da idade das plantas a quantidade de radicelas aumentou na camada superficial (0-30 cm), e muito pouco entre 60-90 cm;
- e) Na distância mais próxima do tronco (35 cm), os resultados referentes ao peso de radicelas não foram concludentes quanto à influência da idade das plantas;
- f) Na distância intermediária (70 cm), os resultados mostraram que com a idade, houve aumento de radicelas, prin

cipalmente na camada superficial (0-30 cm);

- g) Na maior distância (105 cm), os resultados mostraram que, com a idade, houve aumento de radicelas na camada superficial (0-30 cm) e na intermediária (30-60 cm); não foram encontradas radicelas na terceira profundidade (60-90 cm);
- h) Em todas as idades o peso de radicelas diminuiu com a profundidade do solo;
- i) Não foram encontradas radicelas além de 90 cm de profundidade do solo.
- j) A adubação das plantas novas (12 a 24 meses) deve ser feita na proximidade do tronco (35 cm) e nas mais velhas (30 a 42 meses) em todo o terreno entre as plantas.

DEVELOPMENT OF THE BLACK PEPPER RADICULAR SYSTEM (*Piper
nigrum* L.) IN PLANTS WITH DIFFERENT AGES

JOSÉ VANDERLEI RAMOS

DR. CÉLIO S. MOREIRA
- ADVISER -

SUMMARY

The present research was realized at Una, Bahia, Brazil, with the objective to study the radicular system distribution in pepper-trees at 12 , 24 , 30 and 42 months of age.

Four groups made up of four plants of each age of the variety Syngapore, planted on Oxissol soil, have been selected.

The method utilized for assessment of roots was that by sound. Samplings have been taken in the plantation line at distances of 35 , 70 and 105 cm on both sides of the trunk, and at the deeps of 0 - 30 cm , 30 - 60 cm and 60 - 90 cm.

The analysis and interpretation of the results obtained at the experimental conditions permit the following conclusions:

- a - The highest percentage of pepper-trees radicels is situated in the soil surface (0 - 30 cm) , varying with the ages tested, between 67,36% (12 months) and 85,15% (42 months);
- b - Radicels weight increased progressively with the age of the plants, being maximum, with 42 months.
- c - There was a reduction on percentage of radicels with the increasing of the plant age, at the distance of 35 cm from the trunk, although the weight of radicels had been constant. There was an increase on weight and percentage of radicels with the plant age increase, at the distance between 70 and 105 cm.
- d - Increasing the plant age increased the quantity of radicels on the superficial layer (0 - 30 cm) and slightly between 60 - 90 cm.
- e - At the least trunk distance (35 cm) the results concerning to the weight of radicels were not conclusive, in relation to the plants age influence.
- f - At the intermediate distance (70 cm), the results showed that there was an increase of radicels with the age, specially on the superficial layer (0 - 30 cm).

- g - At the bigger distance (105 cm), the results showed that there was an increase of radicels, with the age, on the superficial (0 - 30 cm) and intermediate (30 - 60 cm) layer ; radicels had not been found on the third depth (60 - 90 cm).
- h - Weight of radicels decreased with the soil depth, in all ages.
- i - Radicels had not been found beyond the deep of 90 cm in the soil.
- j - Fertilization of young plants (12 - 24 month) must be done near the trunk (35 cm) while with the older ones (30 - 42 months), over all the area, between the plants.

1 - INTRODUÇÃO

A pimenteira do reino (*Piper nigrum* L.) é uma planta arbustiva e trepadeira da família Piperaceae, originária das regiões tropicais da Índia. No estado nativo ou subespontâneo, é encontrada no sudoeste da Índia em terreno acidentado na costa de Malabar.

É comercialmente das mais antigas especiarias, cuja importância vem desde época muito remota. No mundo ocidental, os seus principais usos são na preservação de carne e pescado, no enlatamento de frutas e hortaliças e nas indústrias de panificação e confeitaria. No Oriente, a pimenta-do-reino constitui ingrediente indispensável na preparação de molhos, sopas "currie" os quais formam uma parte essencial da dieta básica de grande parte dessas populações (BRANDT, 1976).

Os principais países produtores de pimenta - do

reino são: Brasil, Malásia, Indonésia e Índia que detêm mais de 95% da produção mundial.

No Brasil, as taxas de crescimento da produção e das exportações têm sido muito mais acentuadas que as taxas de crescimento dos outros países produtores, em razão da boa adaptabilidade da cultura em determinadas regiões e dos preços unitários ascendentes e convidativos na década de 70. Constitui a principal atividade agrícola do Pará, onde contribui com aproximadamente US\$ 45 milhões anuais de receita. A Bahia apresenta-se como o segundo produtor. A pimenta-do-reino tem sido cultivada e difundida também nos Estados do Maranhão, Espírito Santo, Paraíba e outros (COMISSÃO TÉCNICA DE NORMAS E PADRÕES, 1981).

A pimenta-do-reino foi introduzida no Brasil no século XVII, sem resultados satisfatórios. Posteriormente, ocorreu uma segunda introdução. Imigrantes japoneses trouxeram de Singapura uma cultivar de folhas pequenas e frutos médios, altamente produtiva. O seu cultivo comercial teve início no estado do Pará, e daí expandiu-se a outros Estados Brasileiros.

Na região Sul da Bahia a exploração de pimenta-do-reino em bases racionais teve início no final da década de 60, havendo uma rápida expansão de seu cultivo. Atualmente figura entre os principais produtos agrícolas da região.

Na literatura agronômica observa-se a existên-

cia de um grande número de trabalhos relacionados com técnicas culturais em pimenta-do-reino, no entanto, raras são as informações sobre o seu sistema radicular.

O estudo das raízes da pimenteira poderá contribuir no equacionamento de vários problemas encontrados na pipericultura, dentre eles a escolha do tipo de solo quanto à profundidade, a localização de fertilizantes, preparo do solo e seu manejo e consorciação com outras culturas.

O presente trabalho tem por objetivo estudar a distribuição do sistema radicular da pimenta-do-reino em plantas de 12, 24, 30 e 42 meses de idade, cultivadas em um experimento na Estação Lemos Maia-CEPLAC, situada no município de Una, Estado da Bahia.

2 - REVISÃO DE LITERATURA

2.1 - CARACTERIZAÇÃO DA CULTURA DA PIMENTA-DO-REINO

Por tratar-se de uma cultura pouco conhecida em nosso meio, é interessante apresentar alguns aspectos importantes da planta e de seu cultivo para melhor situar o presente trabalho.

Segundo as descrições de MAISTRE (1969), a pimenteira possui um sistema radicular com 3 a 6 raízes principais que se aprofundam no solo e um conjunto de raízes laterais fasciculadas, abundantes, localizados a maior parte, nos 30 cm superficiais do solo, num raio de aproximadamente 60 cm em torno da planta. Estas últimas são de grande importância na absorção de nutrientes.

O caule apresenta duas partes distintas. A haste central que possui raízes adventícias, grampiformes, que

se originam nos nós entumescidas e aderem livremente ao suporte. As hastes laterais são desprovidas de raízes aderentes e junto aos seus nós entumescidos localizam-se as folhas e os frutos. As folhas são alterno-peciolados, localizadas próximas aos nós existentes nos ramos. Os frutos se apresentam em espigas variando de 10 a 12 cm de comprimento, denominadas amentilhos, onde estão inseridos os frutos com 4 a 6 mm de diâmetro, tipo drupa sésil, indeiscente, provenientes de um único óvulo.

NAMBIAR e SASIKUMARAN (1976) descrevem a pimenteira como uma planta típica de clima tropical úmido, e que necessita para seu crescimento de chuvas adequadas, temperatura e umidade relativa alta. Precipitação pluviométrica em torno de 2 500 mm anuais é considerada ideal para o sucesso de sua exploração. A pimenteira tolera 10°C como temperatura mínima e 40°C como ponto máximo, ultrapassado esse limite o desenvolvimento da planta é prejudicado. Pode ser cultivada desde o nível do mar até a altitude de 1 200 m.

A pimenteira é propagada geralmente por forma vegetativa, através de estacas provenientes de ramos ortotrópicos, e por ser uma planta trepadeira necessita de um tutor que lhe dê condições de fixação de suas raízes. (COSTA e SANTOS, 1977). Nas regiões produtoras da Índia e Indonésia é utilizado o tipo de tutor vivo, cultivando a pimenteira sombreada. Na Malásia e também no Brasil, com exceção do Estado da Paraíba onde o cajueiro é usado como tutor, mais de 90%

das pimenteiras desenvolvem-se ao sol, sustentadas em tutores mortos. (PACINI, 1953); ALBUQUERQUE e CONDURU, 1971; HARPER, 1974 e NAMBIAR e SASIKUMARAN, 1976).

2.2 - ESTUDO DO SISTEMA RADICULAR DA PIMENTEIRA E DE OUTRAS CULTURAS

Existe de uma maneira geral carência de estudos sobre distribuição do sistema radicular de muitas plantas cultivadas. MAGALHÃES E SILVA (1978) consideram que a causa do pouco conhecimento das raízes, é devido as dificuldades inerentes à sua manipulação, além do fato de que raramente o sistema radicular representa o principal produto da colheita de uma cultura.

Considerando a pouca disponibilidade na literatura de trabalhos relacionados com a distribuição do sistema radicular da pimenteira, não foi possível fazer uma revisão bibliográfica vasta sobre o assunto. Entretanto foram revisados estudos da distribuição de raízes de outras culturas com o propósito de auxiliar a análise e interpretação dos resultados da presente pesquisa.

WAARD (1969) relata que a pimenteira apresenta um sistema radicular muito compacto, e que as raízes responsáveis pela retirada de nutrientes são superficiais. Além das raízes superficiais a planta possui três raízes princi -

país que penetram profundamente, podendo atingir até 3 m no sub-solo. Servem elas para fixar a planta com maior firmeza e retirar água das camadas mais profundas na época de seca. No entanto, a maioria das raízes desenvolvem-se na camada do solo compreendida entre 60 e 90 cm, limitadas a uma raio 1,20 a 1,80 distante do tronco da planta.

TERADA (1968) investigando a distribuição do sistema radicular da pimenteira-do-reino em Latossolo Amarelo, com plantas de diferentes idades, verificou que a maior concentração de raízes em todas as idades estudadas se localizavam na camada do solo compreendida entre 0 e 30 cm. Nessa profundidade, foi encontrada cerca de 99, 90 e 84% de raízes nas pimenteiras com 1, 2 e 4 anos de idade respectivamente.

No maracujazeiro (*Passiflora edulis*), planta com ramos semelhantes a pimenteira, KUHNE (1965) encontrou na cultivar Amarelo que cerca de 81% das raízes se localizavam num raio de 45 cm em torno da planta. Observou ainda, que 61% das raízes estavam localizadas nos primeiros 30 cm do solo, o que sugere que o sistema radicular do maracujazeiro é superficial e pouco espalhado.

Trabalhando com plantas de tomateiro da cultivar Santa Cruz com diferentes idades em Latossolo Vermelho Amarelo, INFORZATO *et alii* (1970) observaram que aos 25 dias após o transplante, a profundidade atingida pelas raízes

foi de 1,30 m. Porém 64% do seu peso apresentaram-se nos 10 primeiros centímetros do solo. Aos 50 dias, a profundidade atingida foi a de 1,90 m, e cerca de 68% do peso das raízes foram encontradas nos 10 primeiros centímetros do solo. Aos 75 dias a profundidade atingida pelas raízes foi de 2,50 m, cerca de 60% corresponderam aos 10 primeiros centímetros do solo. Segundo esses autores essa camada deve merecer especial atenção no que diz respeito à colocação dos fertilizantes, irrigação e aos cuidados por ocasião dos tratos culturais.

Em um estudo realizado por CAMPOS e SENA(1975) sobre o sistema radicular do aimpim 'Maragojipe' (*Mahihot esculenta* Crantz) aos sete e doze meses de crescimento, plantados em um Oxissol, revelou que 95,30% e 96,40% das raízes das respectivas idades, se localizaram na camada compreendida entre 0 e 30 cm de profundidade. Na camada entre 0 e 10 cm foi encontrada 65,60% e 85,75% de raízes nas plantas de sete e doze meses respectivamente. Baseado nestes resultados foi sugerido que os tratos culturais para essa cultivar devem ser feitos o mais superficialmente para não ocorrer injúria às raízes. A adubação na cova deve ser aplicada a pequena profundidade, como também a adubação de cobertura totalmente superficial.

INFORZATO e CAMARGO (1973), estudando o desenvolvimento radicular do morangueiro, cultivar IAC-2712 com

105 e 201 dias após o plantio, em Latossolo Vermelho Amarelo, verificaram que 73 e 90% do peso de suas raízes, respectivamente, localizaram-se a 5 cm de profundidade. Consideraram que o sistema radicular do morangueiro é bastante superficial, o que sugere, que a cultura deve ser mantida limpa e protegida por cobertura morta, a fim de manter úmida a camada superficial do solo e evitar que as plantas daninhas concorram em nutrientes e água.

INFORZATO e ALVAREZ (1957) investigaram distribuição do sistema radicular da cana-de-açúcar (*S.officinarum* L.) cultivar Co. 290 com 6, 12 e 18 meses de idade, em solo tipo terra roxa. Observaram que o desenvolvimento das raízes aos 6 meses foi maior no sentido da profundidade, enquanto que dos 6 aos 12 meses apresentou desenvolvimento muito maior nas camadas superficiais do solo. As plantas com 12 meses apresentaram o máximo de raízes em todas as camadas do solo, devido, provavelmente, ao período de intenso crescimento da planta. Foi observado também que a distribuição do sistema radicular da cultivar estudada se apresentou bem homogênea nas diferentes camadas de solo, sendo que o maior adensamento ocorreu nos primeiros 30 cm, com uma média de 59,3% nas três idades.

Conduzindo um ensaio com mamoeiro (*Carica papaya* L.) com idade de 4 a 12 meses em solo arenoso. INFORZATO e CARVALHO (1967) verificaram que aos 4 meses de idade a pro -

fundidade atingida pelas raízes foi de 1,60 m e a maior por
centagem de raízes nessa idade, foi encontrada até a profun-
didade de 30 cm, perfazendo cerca de 76% do total. Aos 12 me
ses de idade a profundidade atingida pelas raízes foi de 3,40
m, sendo que cerca de 68% delas estavam localizadas nos pri-
meiros 30 cm do solo. Em face da maior quantidade de raí-
zes se concentrarem até a profundidade de 30 cm os autores
sugerem que tratos culturais como capina e gradagem, devem
ser bem superficiais para evitar danificação das radicelas,
nessa cultura.

Investigações realizadas com pessegueiro(*Pru-
nus persica* Batsch) cultivar Talismã enxertado sobre a culti-
var Rei da Conserva. INFORZATO *et alii* (1975) observaram que
a maior quantidade de raízes se concentraram até a pronfundi-
dade de 50 cm do solo, tendo a camada compreendida entre 10
e 50 cm maior volume de radicelas; em extensão a maior quan-
tidade de raízes finas localizam-se até 1 m a partir do tron-
co. Com base nessas informações foi sugerido que:

- a. nos projetos de irrigação por gotejo os gotejadores de-
vem ser adaptados e regulados de sorte a manter a água
disponível às plantas, no setor do solo com maior con-
centração de radicelas, que é num raio de 1,00 m a par-
tir do tronco e atingir a profundidade de 0,50 m.
- b. a aplicação de fertilizantes, poderia ser distribuídas
numa área circular com 1,00 m de raio, tendo o tronco

como centro, ao invés de serem lançados em toda a projeção da copa, como é usada rotineiramente.

Em plantas de chá (*Monarda didyma*) PATARAVA (1968) encontrou uma correlação direta entre o desenvolvimento dos sistema radicular e a distribuição das raízes absorventes. Observou que a maior densidade de radículas se concentrava nas camadas superficiais do solo, diminuindo com a profundidade, alcançando o mínimo na camada do solo compreendida entre 50 e 60 cm. Concluiu que devido a presença de grande número de radículas na superfície do solo, todo cuidado deverá ser dispensado durante a realização do controle de plantas daninhas no pomar no período de inverno.

2.3 - O SOLO PARA PIMENTA-DO-REINO

De acordo com ALBUQUERQUE *et alii* (1973) a pimenta do reino pode ser cultivada com êxito em vários tipos de solo. Deve-se no entanto considerar que estes sejam de boa drenagem, não permitindo acúmulo de água, o que acarretaria sérios prejuízos ao sistema radicular da planta.

Todavia o solo deverá conter sempre a quantidade de água suficiente para evitar o ressecamento das raízes em época mais seca do ano.

Quanto a riqueza em nutrientes o solo pode ser

corrigido com fórmulas adequadas de fertilizantes não sendo por isso considerado o mais importante fator na escolha de área para um pimental.

HARPER (1974) relata que a maior parte dos pimentais da Indonésia estão instalados em Latossolo Vermelho, entretanto em algumas regiões são encontradas pimenteiras em solos Podzólicos que são ácidos e pobres em matéria orgânica. Cita também que devido a compactação do sub-solo o cres-cimento das raízes é muitas vezes reduzido, limitando-se somente nas camadas superficiais do solo.

Nos Estados do Pará e Bahia a maioria dos solos cultivados com pimenta-do-reino pertencem ao grupo Latosolo, principalmente o Latossolo Amarelo de textura média (FALESI, 1972 e SILVA, 1970).

O preparo de solo bem executado é condição básica para a formação de um pimental. Nas áreas destinadas à implantação, após o destocamento, faz-se a gradagem para dar ao solo maior permeabilidade, favorecendo o arejamento e penetração das raízes durante o seu crescimento (ALBUQUERQUE *et alii*, 1973).

2.4 - LOCALIZAÇÃO DOS FERTILIZANTES NO SOLO

Segundo BARBER (1976) entre as características das plantas que afetam sua aptidão de absorver nutrientes do

so_los são:

- a. Taxa de absorção de água por unidade de raiz
- b. Diâmetro das raízes
- c. Área radicular, distribuição e taxa de crescimento das raízes
- d. Número e comprimento de pelos absorventes.

A distribuição e extensão do sistema radicular incluindo pelos absorventes parecem estar mais diretamente relacionado com a absorção de nutrientes do solo.

MIELINICZUK (1977) considera que o ideal para planta seria que todo o volume do solo explorado pelas raízes fosse adubado com doses tais, que a concentração dos nutrientes em torno das raízes permitisse taxas adequadas de absorção. Essas taxas são intimamente relacionadas com o índice de crescimento da copa. Isso exigiria elevadas aplicações de adubo e calcário em um volume grande de solo, o que nem sempre é praticável e econômico. Também, COLLINGS (1955) cita que aplicar o fertilizante no lugar certo é tão importante como usar a fórmula e quantidades adequadas.

Muitos pesquisadores enfatizam a necessidade do conhecimento da distribuição das raízes ativas no solo como um pré-requisito essencial para o uso racional de fertilizantes numa cultura. AVILAN ROVIRA (1975) investigando o sistema radicular do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cultivar

Carioca determinou que a zona dinâmica de absorção se localizava nos 10 cm de profundidade do solo e 10 cm laterais da planta. A medida que se aprofunda o sistema radicular no solo e aumenta a distância lateral, vai diminuindo progressivamente a absorção.

NEPTUNE *et alii* (1974) verificaram em cafeeiros de 3 a 9 anos de idade que a maior absorção de P ocorria quando o mesmo era colocado na camada do solo entre 5 e 15 cm de profundidade a uma distância lateral do tronco de 30 cm nas plantas de 3 a 5 anos; 60 cm de 5 a 7 anos e 90 cm nas de 9 anos.

MELLAOD e CABALLERO (1974) verificaram que na laranjeira washington-navel, o P aplicado em profundidades de 0 a 90 cm, foi melhor absorvido na profundidade de 30 cm do solo, 15 a 60 dias após a adubação. Em macieira SHOSROKHOV (1976) constatou maior absorção do P aplicado em volta das plantas a 17 cm de profundidade do que a 30 cm.

SSALI (1977) em um estudo sobre a atividade das raízes de banana (*Musa paradisi*) cultivar Nakyetenga, em plantas com 2 anos de idade, observou que a absorção de nutrientes foi maior na camada do solo compreendida entre 0 e 15 cm. Concluiu que para a adubação da cultivar Nakyetenga os fertilizantes devem ser aplicados na superfície do solo para serem melhor aproveitados pelas raízes.

Na cultura da pimenta-do-reino a localização de

fertilizantes é feita de várias modalidades nas diversas regiões produtoras. Em geral as recomendações surgem mais da prática do que fundamentadas em resultados de pesquisas.

NAMBIAR e SASIKUMARAN (1976) descrevem que na Índia os fertilizantes são aplicados em volta da pimenteira, a uma profundidade de 15 cm, até 30 cm de distância do tronco e incorporados com uma leve escarificação.

No Estado do Pará, ALBUQUERQUE e CONDURÔ (1971) relatam que a adubação orgânica é feita em covas cúbicas de 40 cm. Devem distar de 20 a 25 cm do tronco da planta nos 2 primeiros anos. Do 3º ano em diante deverão ir sendo distanciados, gradualmente até 50 cm da planta. Quanto aos adubos químicos, estes são aplicados em cobertura.

De acordo com as recomendações da CEPLAC (1978) para a cultura da pimenta-do-reino no Sul da Bahia, a adubação deverá ser realizada em cobertura, no círculo que tem a planta por centro e 0,60 m de raio no 1º ano, 0,80 m no 2º ano, 1,20 3º e 4º ano respectivamente.

Nos pimentais do Amazonas EMATER - AM recomenda na primeira adubação que os fertilizantes devem ser distribuídos em semi-círculo ao redor da planta e as demais serão aplicadas anualmente em cobertura na projeção das suas copas, (EMBRAPA, 1976). Por outro lado, a EMATER - ES orienta para adubação de pimenta-do-reino no Espírito Santo aplicar os a-

dubos em cobertura, distando 60 cm do tronco da planta em semi-círculo (EMBRAPA, 1977).

3 - MATERIAL E MÉTODOS

3.1 - LOCALIZAÇÃO E CLIMA

A pesquisa foi realizada utilizando-se plantas de um experimento instalado na Estação Experimental Lemos Maia - CEPLAC, localizada no município de Una, ao Sul do Estado da Bahia, situado a 14 m de altitude e apresentando as seguintes coordenadas geográficas: $15^{\circ}17'15''$ de latitude Sul e $39^{\circ}04'38''$ de longitude Oeste de Greenwich.

De acordo com o sistema de classificação climática de Köppen, o clima é do tipo Af., cujas características são: clima das florestas tropicais, quente e úmido, sem estação seca. No apêndice (Tabela 14) são apresentados os dados pluviométricos, temperaturas médias mensais, máximas e mínimas do período em que as pimenteiras foram cultivadas.

3.2 - SOLOS

O Oxissol utilizado é caracterizado pelo baixo gradiente textural, pobreza química mineralógica, boas condições físicas, baixa capacidade de troca da fração argila, e-xígua percentagem de silte, baixa saturação em bases, pH baixo e a profundidade efetiva superior a 20 cm (SILVA, 1972).. São apresentados no Apêndice (Tabela 15) os resultados da análise física e química, respectivamente, realizados no laboratório do Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC.

3.3 - PLANTAS ESTUDADAS

Em cada talhão com pimenteiras das quatro diferentes idades, plantadas convenientemente no espaçamento 2,5 x 2,5 m apresentando ótimo aspecto vegetativo e isentos de enfermidades e pragas foram escolhidas e marcadas quatro plantas para futura coleta de suas raízes.

Todas as plantas são provenientes da cultivar introduzida de Singapura, e que é atualmente o mais cultivado em escala comercial no Brasil.

Assim, de acordo com a idade, foram selecionados grupos compostos por quatro plantas, constituindo cada grupo um tratamento. São eles:

1. Pimenteiras com 12 meses de idade
2. Pimenteiras com 24 meses de idade

3. Pimenteiras com 30 meses de idade

4. Pimenteiras com 42 meses de idade

3.4 - AVALIAÇÃO DO SISTEMA RADICULAR

O método usado para avaliação do sistema radicular da pimenteira do reino foi o da "Colheita de Amostra por Sonda", utilizado por FORD (1954) e modificado por MONTENEGRO (1960).

Para localizar os pontos de amostragem foi utilizado o critério adotado por MCNAMEE (1955), e que determina distâncias pré-fixadas em relação ao tronco da planta. Localizaram-se eles de cada lado do tronco, simetricamente sobre uma mesma linha, às distâncias de 35 cm, 70 cm e 105 cm, representados na Figura 1.

Em cada ponto as amostras foram tomadas em profundidades variáveis. A inexistência de raízes em duas amostras consecutivas determinava o final de coleta de amostras naquele ponto.

Para as colheitas das amostras foi usado um trado com a parte coletora de formato cilíndrico medindo 15 cm de altura e 10 cm de diâmetro, tendo o seu cabo secções acopláveis de cano para o aprofundamento. Assim foi possível atingir as camadas mais profundas do solo, recolhendo as amostras das diferentes profundidades.

FIGURA 1 - Representação esquemática da localização das amostras. Distâncias e profundidades em centímetros.

A operação de coleta do solo foi iniciada a partir da distância mais próxima do tronco ou seja 35 cm. Para diminuir o erro operacional na execução dessa tarefa, as tomadas das amostras foram feitas sempre com os mesmos operadores e o mesmo trado, um em cada lado do tronco.

Até completar a quantidade de terra a cada intervalo de profundidade pré-determinado no solo, as amostras foram colocadas em uma bacia plástica para posteriormente serem ensacadas. Um terceiro operador era encarregado da colocação das amostras nos sacos plásticos devidamente etiquetados. Ensacadas, essas amostras foram transportadas ao laboratório para separação das raízes. A separação das raízes da terra foi feita em peneiras por lavagem em água. Nessa operação utilizou-se de dois tanques de amianto de 1 000 litros de capacidade. Em cada tanque um operador colocava a amostra de terra numa peneira com diâmetro de 2 mm para proceder a lavagem das raízes. A terra contendo as raízes em contato com a água do tanque e com o movimento circular da peneira diluía-se afundando, e na peneira ficavam as raízes e impurezas. As impurezas eram em seguida eliminadas por catação à mão. As raízes retidas na peneira eram colocadas em papel para secagem ao ar. Secas as raízes, foi efetuada uma seleção, considerando-se como raízes em atividade (radicelas) aquelas cujo diâmetro era igual ou menor que 1,5 mm. Esse diâmetro foi determinado com auxílio de um paquímetro. Após a seleção, as radicelas foram colocadas em saquinhos de

papel levados à estufa. As radículas depois de secas em estufa foram submetidas a uma nova limpeza de impurezas. Em seguida voltaram à estufa com temperatura de 70 a 80°C para secagem até o peso constante. Foi então efetuada a pesagem de cada amostra em uma balança de precisão de 0,1 mg, sendo obtidos desse modo o peso da matéria seca das raízes.

3.5 - CÁLCULO DE PESO TOTAL DE RADÍCULAS POR PLANTA

Para o cálculo do peso total de radículas admitiu-se que o volume de terra ocupado por uma planta pode ser praticamente considerado como igual ao cilindro cuja base tem como diâmetro o espaçamento das plantas e cuja altura iguala-se a média das profundidades máximas, onde as raízes foram encontradas no solo.

O procedimento para o cálculo do volume de radículas por planta foi feito da seguinte maneira: o volume de terra ocupado por uma planta foi dividindo em três áreas circulares, tendo como centro o tronco da planta.

A região central que forma uma área circular de raio igual a 52,5 cm abrangeu as amostras obtidas a 35 cm do tronco da planta; uma segunda região que compreende entre 52,5 a 87,5 cm do tronco, envolveu a amostragem das covas localizadas à distância de 70 cm; e finalmente uma área circular mais externa (87,5 a 122,5 cm) foram localizadas as co-

vas distantes 105 cm da planta como são mostradas na Figura 2.

Considerou-se que o peso de radículas retiradas a 35 cm, como representativas da região central (0-52,5 cm); as raízes retiradas a 70 cm, como representativas da região mediana (52,5 - 87,5 cm); e finalmente as raízes coletadas a 105 cm representam a região mais externa (87,5-122,5cm).

Sabendo-se que cada amostra de terra contendo raízes têm a forma de um cilindro, para calcular o seu volume foi usada a fórmula seguinte:

$$V_c = \pi R^2 H$$

Substituindo na fórmula os valores de $\pi=3,1416$; $R^2 = 25$ e $H = 30$, encontrou-se o volume da amostra $v=2356 \text{ cm}^3$.

Calculou-se os volumes de terra correspondente ao cilindro central, à região circular intermediária e à região circular externa mostrada na Figura 2. Para isso foi calculado o volume do círculo de raio igual a R_1 e depois o volume do cilindro cujo raio é R_2 obtendo-se por diferença o volume da região circular intermediária.

Do mesmo modo calculando-se o volume do cilindro cujo raio é R_3 obteve-se também por diferença com o volume do cilindro de raio R_2 o volume da região circular externa.

FIGURA 2 - Representação esquemática das três regiões circulares do solo explorado pela planta.

Relacionou-se os volumes de cada região circular explorada pela planta cujos raios são: $R_1 = 52,5$ cm; $R_2 = 87,5$ cm e $R_3 = 122,5$ cm, com o volume da amostra, estabelecendo-se a proporção entre os mesmos. Assim foram encontradas as seguintes proporções:

$$V_1 = 110 \text{ v}$$

$$V_2 = 196 \text{ v}$$

$$V_3 = 294 \text{ v}$$

Sendo V_1 , V_2 e V_3 os volumes da 1a., 2a. e 3a. região circular respectivamente e v o volume das covas.

Para o cálculo do peso total de radículas por planta foi aplicada a seguinte equação:

$$P_t = 110 \times p_1 + 196 \times p_2 + 294 \times p_3$$

sendo que:

$$p_1 = \text{o peso das radículas da 1a. cova}$$

$$p_2 = \text{o peso das radículas da 2a. cova}$$

$$p_3 = \text{o peso das radículas da 3a. cova}$$

$$\text{e } P_t = \text{o peso total de radículas por planta.}$$

3.6 - OBTENÇÃO DOS RESULTADOS E ANÁLISE ESTATÍSTICA

Os resultados obtidos expressos em peso e porcentagem de radicelas representam a média aritmética dos valores encontrados em quatro plantas para cada idade estudada.

Na análise estatística foi usado o teste t para comparação de médias. Os valores encontrados para t com 6 graus de liberdade foram 2,45 e 3,71 respectivamente para significância ao nível de 5 e 1%. Esta análise permitiu determinar, estatisticamente, as diferenças de concentração de radicelas nas diversas distâncias e profundidades do solo nas plantas estudadas.

4 - RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 - PESO DAS RADICELAS DAS PIMENTEIRAS

4.1.1 - NAS DIFERENTES DISTÂNCIAS HORIZONTAIS DO TRONCO

Nas Tabelas 1 e 2, observa-se que não houve diferença significativa entre os pesos das radicelas dos tratamentos a distância de 35 cm do tronco, tendo as pimenteiras de 42 meses apresentando o maior peso (1,814 mg). Nota - se também, nas Tabelas 1 e 2, que o peso das radicelas nas distâncias de 70 e 105 cm do tronco aumentou com a idade das plantas, cujos valores diferiram estatisticamente entre si.

4.1.2 - NAS DIVERSAS PROFUNDIDADES DO SOLO

Nas Tabelas 3 e 4, verifica-se que na profundidade de 30 cm do solo o maior peso das radicelas (4,006 mg)

TABELA 1 - Média do peso das radículas de pimenteira com várias idades, nas diversas distâncias horizontais do tronco.

TRATAMENTOS	Peso (mg)		
	Distâncias (cm)		
	35	70	105
A. Pimenteiras com 12 meses	1,417	297	70
B. Pimenteiras com 24 meses	1,379	604	119
C. Pimenteiras com 30 meses	1,397	1,022	757
D. Pimenteiras com 42 meses	1,814	1,532	1,429

TABELA 2 - Teste de comparação de médias do peso das radículas de pimenteira com várias idades nas diversas distâncias horizontais do tronco.

Comparação de	Valores de t calculado			
	Distâncias (cm)			
	35	70	105	
Médias				
A c/ B	0,57	--3,16*	- 2,81*	
A c/ C	0,21	--9,12**	- 4,60**	
A c/ D	--1,93	--8,00**	-14,34**	
B c/ C	--0,21	-4,87**	- 4,26**	
B c/ D	-2,17	-5,89**	-13,80**	
C c/ D	-1,96	-2,95*	- 2,95*	

* Índice de significância ao nível de 5%

** Índice de significância ao nível de 1%

TABELA 3 - Média do peso das radículas de pimenteira com várias idades nas diferentes profundidades do solo.

TRATAMENTOS	Peso (mg)		
	Profundidade (cm)		
	0-30	30-60	60-90
A. Pimenteiras com 12 meses	1.200	507	77
B. Pimenteiras com 24 meses	1.540	470	92
C. Pimenteiras com 30 meses	2.472	604	102
D. Pimenteiras com 42 meses	4.066	540	169

TABELA 4 - Teste de comparação de médias do peso das radículas de pimenteira com várias idades nas diferentes profundidades do solo.

Comparação de	Valores de t calculado			
	Profundidades (cm)			
	0-30	30-60	60-90	
Médias				
A c/ B	- 6,85**	0,83	-1,00	
A c/ C	- 5,68**	-0,98	-1,09	
A c/ D	-11,73**	-0,50	-3,66*	
B c/ C	- 4,16**	-1,30	-0,48	
B c/ D	-10,34**	-0,99	-7,48**	
C c/ D	- 4,86**	0,57	-2,31	

foi encontrado nas pimenteiras de 42 meses. Nessa camada do solo os valores do peso das radicelas aumentaram com a idade das plantas, diferindo significativamente entre os tratamentos.

Observa-se que o peso das radicelas na camada do solo entre 30 e 60 cm em todos tratamentos não foram diferentes, estatisticamente.

Na profundidade do solo entre 60 e 90 cm o peso das radicelas, foi maior nas plantas de 42 meses, diferindo significativamente dos encontrados nas pimenteiras de 12 e 24 meses.

Nas Tabelas 5 e 6 observa-se que as plantas com 42 meses de idade apresentaram, na profundidade do solo entre 0 e 30 cm, o maior peso das radicelas, diferindo estatisticamente daqueles obtidos nas pimenteiras de 12 e 30 meses.

Na camada do solo compreendida entre 30 e 60cm o maior peso das radicelas foi encontrado em plantas com 12 meses de idade, que diferiu significativamente daqueles encontrados nas pimenteiras com 24 e 42 meses.

O peso das radicelas de todos os tratamentos na profundidade do solo entre 60 e 90 cm não diferiram estatisticamente (Tabela 6).

As Tabelas 7 e 8, mostram que na profundidade

TABELA 5 - Média do peso das radículas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo, à distância de 35 cm do tronco.

TRATAMENTOS	Peso (mg)		
	Profundidades (cm)		
	0-30	30-60	60-90
A. Pimenteiras com 12 meses	925	415	77
B. Pimenteiras com 24 meses	1 070	220	90
C. Pimenteiras com 30 meses	977	372	47
D. Pimenteiras com 42 meses	1 452	237	125

TABELA 6 - Teste de comparação de médias do peso das radicalas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 35 cm do tronco.

Comparação de	Valores de t calculado		
	Profundidades (cm)		
Médias	0-30	30-60	60-90
A c/ B	-3,44*	4,28**	-1,00
A c/ C	0,87	0,38	1,61
A c/ D	-2,91*	3,04*	-1,66
B c/ C	1,75	-1,35	2,25
B c/ D	-2,13	-0,27	-1,22
C c/ C	-2,58*	1,14	-2,43

TABELA 7 - Média do peso das radículas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 70 cm do tronco.

TRATAMENTOS		Peso (mg)		
		Profundidades (cm)		
		0-30	30-60	60-90
A.	Pimenteiras com 12 meses	210	87	-
B.	Pimenteiras com 24 meses	389	209	-
C.	Pimenteiras com 30 meses	804	165	52
D.	Pimenteiras com 42 meses	1 345	142	44

TABELA 8 - Teste de comparação de médias do peso das radículas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 70 cm do tronco.

Comparação de	Valores de t calculado		
	Profundidades (cm)		
Médias	0-30	30-60	60-90
A c/ B	-9,19**	-6,08**	-
A c/ C	-9,10**	-3,42*	-
A c/ D	-6,80**	-4,55**	-
B c/ C	-6,15**	1,52	-
B c/ D	-5,69**	3,00*	-
C c/ D	-3,02*	0,91	0,42

do solo entre 0 e 30 cm os valores dos pesos das radicelas para os tratamentos diferiram estatisticamente entre si, tendo as pimenteiros com 42 meses revelado o maior peso(1,345 mg).

Na camada do solo entre 30 e 60 cm o peso das radicelas das plantas de 24, 30 e 42 meses, foram iguais estatisticamente, e diferiram das plantas de 12 meses que apresentaram o menor peso (87 mg).

Na profundidade do solo de 60 a 90 cm, somente foram encontradas raízes em pimenteiros com 30 e 42 meses, cujos pesos não foram diferentes estatisticamente(Tabela 7 e 8).

Na Tabela 9, verifica-se que o maior peso das radicelas na camada do solo de 0 a 30 cm foi encontrado em plantas com 42 meses que diferiu daqueles encontrados nas demais idades (Tabela 10).

Observa-se ainda nos 30 cm iniciais do solo que o peso das radicelas das plantas com 30 meses foi significativamente superior os das pimenteiros com 12 meses e 24 meses, conforme a Tabela 10.

As Tabelas 9 e 10 mostram na camada do solo de 30 a 60 cm que os valores de peso das radicelas somente não diferiram estatisticamente entre as plantas com 24 meses e 30 meses de idade.

TABELA 9 - Média do peso das radículas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo, à distância de 105 cm do tronco.

TRATAMENTOS	Peso (mg)		
	Profundidades (cm)		
	0-30	30-60	60-90
A. Pimenteiras com 12 meses	65	5	-
B. Pimenteiras com 24 meses	80	40	-
C. Pimenteiras com 30 meses	689	67	-
D. Pimenteiras com 42 meses	1 269	160	-

TABELA 10 - Teste de comparação de médias do peso das radículas de pimenteira com diferentes idades nas diversas profundidades do solo à distância de 105 cm do tronco.

Comparação de	Valores de t calculado		
	Profundidades (cm)		
Médias	0-30	30-60	60-90
A c/ B	- 1,19	- 3,65*	-
A c/ C	- 4,62**	- 2,67*	-
A c/ D	-11,48**	-10,33**	
B c/ C	- 4,51**	1,01	-
B c/ D	-11,36**	6,93**	-
C c/ D	3,40*	- 3,36*	-

4.2 - PORCENTAGEM DE RADICELAS DAS PIMENTEIRAS

Os resultados contidos na Tabela 11, mostram que o maior adensamento das radículas foi a 35 cm do tronco da planta, com média de 56,75% nas quatro idades.

O percentual acumulado das radículas à distância de 70 cm do tronco foi de 84,16% em média nos tratamentos. Este resultado se aproxima do obtido por MAISTRE (1969) que encontrou a maior concentração de raízes da pimenteira num raio de 60 cm do tronco. Porém difere daquele determinado por WAARD (1969) que cita a faixa entre 1,20 a 1,80 m distante do tronco da pimenteira como a área que apresenta maior quantidade de raízes.

Nota-se ainda na Tabela 11, à distância mais próxima do tronco (35 cm) que a porcentagem das radículas diminui progressivamente com o aumento da idade da planta. Nessa distância as plantas com 12 meses apresentaram 79,42% do peso das radículas, enquanto aquelas com 42 meses apenas 37,99%.

Na Tabela 11, vê-se também que entre os tratamentos não ocorreu a mesma proporcionalidade de concentração de radículas nas três distâncias estudadas. As pimentei-
ras de 12 meses mostraram um decréscimo acentuado no percentual de radículas da menor distância do tronco (35 cm) até a maior (105 cm). No entanto nas plantas de 42 meses essa di-

TABELA 11. Porcentagem de radicelas de pimenteira com várias idades nas diferentes distâncias do tronco.

I D A D E S										
Distâncias (cm)	12 meses		24 meses		30 meses		42 meses		Média	
	%	% Acum	%	% Acum	%	% Acum	%	% Acum	%	% Acum
35	79,42	---	65,60	---	43,99	---	37,99	---	56,75	---
70	16,65	96,07	28,73	94,33	32,18	76,17	32,08	70,07	27,41	84,16
105	3,93	100,00	5,67	100,00	23,83	100,00	29,93	100,00	15,84	100,00

minuição do peso de radículas foi relativamente pequeno. Esses resultados apresentam um significado prático para a distribuição de fertilizantes na cultura da pimenta-do-reino. Assim, com base nos dados obtidos e em condições semelhantes, para pimentais novos (12 meses e 24 meses) os adubos poderão ser aplicados num raio de aproximadamente 70 cm a partir do tronco, em face de grande quantidade de radículas nessa área. Nos plantios de pimenteira mais velhos (30 e 42 meses) a distribuição dos fertilizantes poderá ser feita num raio de cerca de 1,00 m para melhor utilização do adubo pelas raízes (Tabelas 5, 7 e 9).

A Tabela 12, mostra que o percentual de radículas em todas as idades, foi maior na camada do solo compreendida entre 0 e 30 cm, com média 75,88%, concordando com os resultados obtidos por TERADA (1968) e MAISTRE (1969). Por outro lado, WARRD (1969) encontrou a maior quantidade de raízes de pimenteira na profundidade do solo entre 60 a 90 cm.

Foi encontrado nos 30 cm superficiais do solo nas pimenteiras de 12 e 24 meses de idade 67,26% e 73,26% de radículas, respectivamente. Esses resultados discordam daqueles obtidos por TERADA (1968). Este pesquisador constatou a presença de 99% de raízes em pimenteiras 12 meses e 90% nas de 24 meses. Essa alta quantidade de raízes nessa camada do solo foi provavelmente influenciado pela maior concentração de fertilizantes aplicados na cova de plantio, co-

TABELA 12. Porcentagem de radicelas de pimenteira com várias idades nas diversas profundidades do solo.

Profundidade (cm)	I D A D E S									
	12 meses		24 meses		30 meses		42 meses		Média	
	%	% Acum	%	% Acum	%	% Acum	%	% Acum	%	% Acum
0-30	67,26	---	73,26	---	77,53	---	85,15	---	75,88	---
30-60	28,42	95,68	22,36	95,62	19,02	96,85	11,31	96,46	20,27	96,15
60-90	4,32	100,00	4,38	100,00	3,15	100,00	3,54	100,00	3,85	100,00

mo explica o autor.

Verifica-se também na Tabela 12, que as porcentagens de radicelas dentro de cada idade diminui com o aumento da profundidade do solo.

4.3 - PESO TOTAL DE RADICELAS POR PLANTA

As pimenteiras com 42 meses de idade apresentaram a maior quantidade de radicelas por planta nas três distâncias (Tabela 13). Nota-se ainda nas plantas com 30 e 42 meses, que na distância mais afastada da planta (105 cm) foram encontradas as mais altas concentrações de radicelas.

TABELA 13 - Peso total das radículas por planta de pimenta-do-reino de várias idades nas diversas distâncias do tronco.

TRATAMENTOS	Peso (mg)			TOTAL
	Distâncias (cm)			
	35	70	105	
A. Pimenteiras com 12 meses	155,87	58,21	20,58	234,66
B. Pimenteiras com 24 meses	151,69	118,38	34,99	305,06
C. Pimenteiras com 30 meses	153,67	200,31	222,56	576,54
D. Pimenteiras com 42 meses	199,54	300,27	420,13	919,94

5. CONCLUSÕES

Nas condições em que foi conduzido o experimento e com base nos resultados obtidos pode-se concluir que:

- a) A maior concentração de radículas nas pimenteiras se encontra na camada superficial do solo (0-30 cm), variando nas idades testadas, entre 67,36% (12 meses) e 85,15% (42 meses);
- b) O peso das radículas aumentou progressivamente com a idade das plantas, sendo máximo, portanto, com 42 meses;
- c) Na distância de 35 cm do tronco houve diminuição na porcentagem de radículas com o aumento da idade das plantas, embora o peso das radículas fosse constante. Nas distâncias de 70 e 105 cm houve aumento no peso e porcentagem de radículas com o aumento da idade das plantas;
- d) Com o aumento da idade das plantas a quantidade de radículas aumentou na camada superficial (0-30 cm), e muito

pouco entre 60-90 cm;

- e) Na distância mais próxima do tronco (35 cm), os resultados referentes ao peso de radículas não foram conclusivos quanto à influência da idade das plantas;
- f) Na distância intermediária (70 cm), os resultados mostraram que com a idade, houve aumento de radículas, principalmente na camada superficial (0-30 cm);
- g) Na maior distância (105 cm), os resultados mostraram que, com a idade, houve aumento de radículas na camada superficial (0-30 cm) e na intermediária (30-60 cm); não foram encontradas radículas na terceira profundidade (60-90 cm);
- h) Em todas as idades o peso de radículas diminuiu com a profundidade do solo;
- i) Não foram encontradas radículas além de 90 cm de profundidade do solo.
- j) A adubação das plantas novas (12 a 24 meses) deve ser feita nas proximidades do tronco (35 cm) e nas mais velhas (30 a 42 meses) em todo o terreno entre as plantas.

6 - LITERATURA CITADA

ALBUQUERQUE, F.C. e J.M.P. CONDURU, 1971. Cultura da pimenta do reino na Região Amazônica. Série Fitotecnia.IPEAN, v. 2, n. 3. 140 p.

ALBUQUERQUE, F.C.; M. do L.R. DUARTE; H.M. e SILVA e R.H. M. PEREIRA, 1973. A cultura da pimenta-do-reino. Belém, IPEAN-ACAR-PARÁ. 42 p. (Circular, 19).

AVILAN ROVIRA, L.A., 1975. Estudo do sistema radicular do feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.), Var. carioca. Piracicaba, ESALQ. 86 p. (Tese de Doutorado).

BARBER, S.A., 1976. Efficient fertilizer use. In: AMERICAN SOCIETY OF AGRONOMY. Agronomie research for food. Madison. p. 13-29. (ASA Special Publication, 26).

BRANDT, S.A.; D.A.S. CARMO e M.A. da COSTA, 1976. Análise do mercado externo de pimenta do reino. Viçosa, 28 p. (Série E.E.A.E. do Amazonas, 28).

CAMPOS, H. dos R.C. e SENA de Z.F., 1975. Profundidade do sistema radicular do aipim "Maragogipe" (*Manihot esculenta* Crantz) aos sete e aos doze meses de ciclo; projeto mandioca. Cruz das Almas, Brascon Nordeste. p. 65-70. (Série pesquisa, 1).

CEPLAC, 1978. Normas para a utilização de fertilizantes e corretivos na região cacauzeira da Bahia. Ilheus. 74 p.

COLLINGS, G. H., 1955. Commercial fertilizers - Their source and Use. 5.^a ed., New York, 5.^a ed., Mc Graw-Hill Book Co., Inc., 617 p.

COSTA, A. e E.M. SNATOS, 1977. Possibilidade de expansão da pimenta do reino no Sul da Bahia. Itabuna, CEPLAC. 20 p. (Boletim Técnico, 51).

EMBRAPA, 1976. Sistema de produção para pimenta do reino. Circular Brasília, nº 143. 12 p..

EMBRAPA, 1977. Sistema de produção para pimenta do reino. Circular Brasília, nº 124. 34 p.

FALESI, I.C., 1972. O estado atual dos conhecimentos sobre os solos da Amazônia brasileira. In: Zoneamento Agrícola da Amazônia (1.^a aproximação). Belém, IPEAN, Bol. Técnico nº 54, p. 17-67.

FORD, H.W., 1954. The influence of rootstock and tree age on root distribution of citrus. Proceedings American Society for Horticultural Science, College Park, 62:137-142.

HARPER, R.S., 1974. Peper in Indonésia: cultivation and mayor diseases. World Crops, London, 26(3):130-133.

INFORZATO, R. e R. ALVAREZ, 1957. Distribuição do sistema radicular de cana-de-açúcar var. Co. 290, em solo tipo terra-roxa-legítima. Bragantia, Campinas, 16(1):1-13.

INFORZATO, R. e A.M. de CARVALHO, 1967. Estudo do sistema radicular do mamoeiro (*Carica papaya* L.) em solo podzolizado variação Marília. Bragantia, Campinas, 26(11): 155-159.

INFORZATO, R.; H.R. de CAMPOS e L.S. CAMARGO, 1970. Desenvolvimento do sistema radicular do tomateiro (*L. esculentum* Mill) em plantas com diferentes idades. Bragantia, Campinas, 29(10):105-113.

INFORZATO, R. e L.S. CAMARGO, 1973. Sistema radicular do mo
rangueiro (*F. híbridos*), em duas fases do ciclo vegetati-
vo. Bragantia, Campinas, 32(8):185-191.

INFORZATO, R.; O. RIGITANO; G.B. BARRETO e M. OJIMA, 1975.
Estudo do sistema radicular do pessegueiro (*Prunus persi-*
ca Batsch). Revista de Agricultura, Piracicaba, 1(12):23-
-28.

KUHNE, A., 1965. Testy granudillas and their root systems .
Farming in South Africa, Pretoria, 11(28):33-37.

MAGALHÃES, A.C. e W.J. da SILVA, 1978. Determinantes gené-
ticos-fisiológicos da produtividade do milho. In: PATER-
NIANI, E., Coord. Melhoramento e produção de milho no Bra-
sil, Piracicaba, ESALQ/Fundação Cargill. p. 349-375.

MAISTRE, J., 1969. Las plantas de especiales. Barcelona, Ed.
Blume. 272 p. (Coleccion Agricultura Tropical).

MALAVOLTA, E., 1967. Manual de Química Agrícola. São Pau-
lo, Ed. Ceres. 606 p.

McNAMEE, J.M., 1955. Root distribution of Hamlim orange on
tree major rootstock in arredondo fine sand. Florida, Uni-
versity of Florida (Tese).

MELLADO, L. e F. CABALLERO, 1974. Estudio de la distribucion de raices activas en el naranjo, utilizando P^{32} . Anales, INIA, Série Produccion Vegetal, Madrid, 4:97-121.

MIELNICZUK, F.A., 1979. Sistema de adubação e localização de adubos para plantas frutíferas. In: Anais do V Congresso Brasileiro de Fruticultura, Pelotas. p. 104-118.

MONTENEGRO, H.W.S., 1960. Contribuição ao estudo do sistema radicular das plantas cítricas. Piracicaba, ESALQ/USP. 143 p. (Professor ESALQ).

NAMBIAR, P.K.V. e S. SASIKUMARAN, 1976. System of pepper cultivation. In: International seminar on Pepper spices export promotion council, Cochil, India. p. 11-13.

NEPTUNE, A.M.L.; T. MURAOKA e S. LOURENÇO. 1974. Distribuição do sistema radicular em cafeeiro utilizando ^{32}P , observações preliminares. In: Congresso Brasileiro de Pesquisas Cafeeiras, Poços de Caldas. p. 303-304.

PACINI, G., 1953. Cultura da pimenta do reino (*Piper nigrum* L.). Lavoura e Criação, São Paulo, 50:36-40.

PATARAVA, O.T., 1968. On the problem of correlation between productivity and the development of the root system in tee plants. Subtrop. kultura. Russian, 2:3-28. Apud Hort. Abstracts, Kent, 1968, 3:217 (ref. 1782).

SHOSROKHOV, S.S., 1976. Uptake of ^{32}P by apple tree from superphosphate placed at different depths. Agrotekhnika Prodyuzhnykh i yazyodnykh kul'tur. Drel. 7:156-161. Apud Hort. Abstracts, Kent. 1968, 47:682. (ref. 8141):

SILVA, L.F. da, 1970. Recursos Naturais Zona Fisiográfica Caueira Baiana. In: CEPLAC, Introdução a Região Cacau-eira da Bahia, Brasil. Itabuna, v. 1, p. 4-42.

SILVA, L.F. da, 1972. Disponibilidade de solos para seringueira. In: Anais do Seminário Nacional da Seringueira, Cuiabá. p. 203-212.

SSALI, H., 1977. Root activity of bananas during wet and dry seasons as measured by ^{32}P uptake. East African Agricultural and Forestry Journal, Nairobi, 42(3):304-308.

TERADA, S., 1968. Study on the root of pepper plant. Belém, INATA, p. 6-16 (Convênio IPEAN).

WAARD, P.W.F., 1969. Foliar diagnosis nutrition and yield stability of black pepper (*Piper nigrum* L.) in Sarawak.
Amsterdam, Royal Tropical Institute. p. 11 (Comm. n° 58. 14.)

7 - APÊNDICE

Tabela 14. Temperaturas médias, máximas e mínimas mensais em graus centígrados e precipitação pluviométrica mensal em milímetros do período de desenvolvimento das pimenteiras-do-reino do experimento.

Meses	1977			1978			1979			1980		
	$\sum \frac{P}{C}$	T. Méd. T. Máx. T. Mín.	$\sum \frac{P}{C}$	T. Méd. T. Máx. T. Mín.	$\sum \frac{P}{C}$	T. Méd. T. Máx. T. Mín.	$\sum \frac{P}{C}$	T. Méd. T. Máx. T. Mín.	$\sum \frac{P}{C}$	T. Méd. T. Máx. T. Mín.	$\sum \frac{P}{C}$	T. Méd. T. Máx. T. Mín.
Janeiro	142	25,9 30,3 22,7	211	25,4 29,6 22,6	182	24,8 29,6 20,3	302	25,5 30,2 22,1				
Fevereiro	204	25,5 30,1 22,7	613	25,0 29,2 21,9	229	23,9 19,7 16,3	295	25,4 29,8 22,2				
Março	50	25,8 31,3 21,9	389	25,1 29,8 22,1	289	24,1 29,7 18,8	315	24,8 30,1 20,9				
Abril	275	25,3 30,1 22,3	278	24,5 28,7 21,9	213	23,6 29,0 18,2	133	24,8 29,5 21,2				
Maior	44	23,3 28,1 20,1	108	23,8 28,5 20,7	138	22,8 28,9 17,1	247	23,6 28,4 20,4				
Junho	344	22,5 27,2 19,6	211	22,2 26,6 19,5	192	21,5 26,4 18,8	255	21,9 27,1 16,7				
Julho	107	21,7 26,9 18,4	298	22,5 27,0 19,7	50	21,5 26,4 18,6	169	21,1 26,7 14,6				
Agosto	88	21,5 27,2 17,4	203	21,7 26,9 18,1	182	21,9 26,7 18,5	90	21,4 27,2 16,1				
Setembro	195	22,6 27,0 19,5	158	22,4 27,2 18,7	189	21,8 26,5 17,9	178	22,4 25,5 19,6				
Outubro	337	23,5 27,4 21,0	93	23,5 28,2 19,3	367	23,7 28,0 20,0	76	22,8 27,1 19,4				
Novembro	67	25,3 29,6 22,4	63	23,9 28,5 20,2	200	24,5 28,4 21,1	262	23,8 27,5 20,8				
Dezembro	188	25,3 29,8 22,4	125	25,0 29,7 21,0	30	25,4 30,4 21,1	200	25,0 28,9 21,9				
Ano	2041	24 28,8 20,4	2750	23,8 28,3 20,5	2261	23,3 28,3 18,9	2622	23,5 28,2 19,7				

Fonte: CEPLAC - Setor de Climatologia, Itabuna - BA

Dados obtidos do Posto Meteorológico de Una - BA

TABELA 15 - Resultados das análises físico-química do solo do experimento.
Centro de Pesquisas do Cacau - CEPEC

Profundidades (cm)	pH	Areia Grossa	Areia Fina	Silte	Argila	Classificação
0 - 30	5,0	30,2	18,9	15,1	35,3	Argiloso arenoso
30 - 60	4,8	18,5	19,9	15,4	46,2	Argiloso
60 - 90	4,9	20,5	16,1	29,1	34,3	Franco argiloso
90 - 120	4,9	15,1	13,3	11,3	60,3	Muito argiloso

continuação

Profundidades (cm)	Complexo sortivo (meq/100 g de solo)										100 Al	
	Ca ⁺⁺	Mg ⁺⁺	K ⁺	Na ⁺	Al ⁺⁺⁺	H ⁺	Soma de bases(S)	CTC	V (%)		Al	Al + S
0 - 30	1,4	0,4	0,12	0,05	0,4	10,1	1,97	12,47	15,80		15,21	
30 - 60	0,4	0,1	0,04	0,03	0,8	7,7	0,57	9,07	6,28		58,39	
60 - 90	0,3	0,1	0,04	0,05	0,8	10,2	0,49	11,49	4,46		62,01	
90 - 120	0,2	0,1	0,05	0,05	0,8	14,7	0,40	15,90	2,51		66,67	