ANÁLISE DE CRESCIMENTO E DENSIDADE DE POPULAÇÃO
DE *Solanum Melongena* L. - BERINJELA, CULTIVADA EM
DELINEAMENTO SISTEMÁTICO E CONVENCIONAL.

KEIGO MINAMI

Orientador: Prof. Dr. SALIM SIMÃO

Tese apresentada à Escola Superior
de Agricultura "Luiz de Queiroz,"
da Universidade de São Paulo, para
obtenção do título de Doutor em
Solos e Nutrição de Plantas.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Setembro, 1977

À minha esposa Irani

Aos meus pais

Aos meus sogros

D E D I C O

A todos os professores que
ajudaram na minha formação

H O M E N A G E M

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

- Ao Professor Dr. Salim Simão, não só pela orientação da tese, como da carreira profissional;
- Aos Professores: Dr. Célio S. Moreira, Dr. Antonio Augusto Lucchesi e Dr. Ricardo Victória Filho pelas sugestões e revisão dos originais;
- Aos Acadêmicos Waldir Mantovani, Tânia Pereira de Carmargo e Irani Coelho Minami pela ajuda durante os trabalhos de campo e de laboratório;
- Aos Colegas do Setor de Horticultura pelos incentivos;
- À Sra. Maria Ivete Monteiro de Almeida pelos trabalhos de datilografia e correção do original;
- Aos Funcionários do Setor de Horticultura pela ajuda na condução dos experimentos de campo;
- À Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" pela oportunidade de realização da tese;
- A Todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para que o presente trabalho fôsse realizado.

Í N D I C E

	Página
1 - RESUMO	1
2 - INTRODUÇÃO	3
3 - REVISÃO DA LITERATURA	5
3.1 - Competição	5
3.2 - Influência da densidade de popula- ção sobre a cultura e sobre a plan- ta	10
3.3 - Análise de crescimento	18
3.4 - Delineamentos sistemáticos para es- tudo de espaçamento e densidade de população	22
4 - MATERIAL E MÉTODOS	24
5 - RESULTADOS	32
6 - DISCUSSÃO	56
6.1 - Crescimento e desenvolvimento da planta de berinjela	56
6.1.1 - Comportamento individual ..	56
6.1.2 - Comportamento das plantas em população	57
6.2 - Análise de crescimento da cultura da berinjela	59
6.2.1 - Área foliar (AF) e índice de Área foliar (IAF)	59

	Página
6.2.2 - Taxa de assimilação líquida (TAL)	61
6.2.3 - Taxa de crescimento relativo (TCR)	62
6.3 - Produção	63
6.4 - Delineamento sistemático vs Delinea <u>me</u> nto convencional	65
7 - CONCLUSÕES	70
8 - SUMMARY	72
9 - LITERATURA CITADA	74

LISTA DE FIGURAS

	Páginas
FIGURA 1 - Relação semilogarítmica entre produção por planta e rendimento por área com a população de plantas..	13
FIGURA 2 - Relação logarítmica entre produção por planta e rendimento por área com população de plantas ...	14
FIGURA 3 - Esquema de um delineamento sistemático semelhante ao usado no experimento	27
FIGURA 4 - Esquema de uma parcela do delineamento convencional	28
FIGURA 5 - Crescimento da planta de berinjela em diferentes densidades	35
FIGURA 6 - Taxa de assimilação líquida de berinjela em diferentes densidades, no delineamento sistemático	45
FIGURA 7 - Taxa de assimilação líquida de berinjela em diferentes densidades de população, no delineamento convencional	46
FIGURA 8 - Taxa de crescimento relativo de berinjela em diferentes densidades de população, no delineamento sistemático	48
FIGURA 9 - Taxa de crescimento relativo de berinjela em diferentes densidades de população, no delineamento convencional	49

LISTA DE QUADROS

Páginas

QUADRO I	- Efeito da densidade de população sobre o comprimento da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (em centímetros) ..	34
QUADRO II	- Efeito da densidade de população sobre o peso seco total da berinjela pelos delineamentos convencional e sistemático em gramas por planta	36
QUADRO III	- Efeito da densidade de população sobre o peso seco da parte aérea da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/planta)	37
QUADRO IV	- Efeito da densidade de população sobre o peso seco das folhas de berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/planta)	38
QUADRO V	- Efeito da densidade de população sobre o peso seco das raízes de berinjela pelos delineamentos convencional e sistemático (g/planta)	39

	Páginas
QUADRO VI - Efeito da densidade de população sobre o peso seco total da berinjela por área pelos delineamentos convencional e sistemático (kg/ha).....	40
QUADRO VII - Efeito da densidade de população sobre a área foliar da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (dm ² / planta)	41
QUADRO VIII- Efeito da densidade de população sobre relação área foliar da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (dm ² /g)..	42
QUADRO IX - Efeito da densidade de população sobre a relação parte aérea e raiz da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático	43
QUADRO X - Efeito da densidade de população sobre a taxa de assimilação líquida da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/dm ² / dia).....	44
QUADRO XI - Efeito da densidade de população sobre a taxa de crescimento relativo da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/dm ² / dia).....	47

	Páginas
QUADRO XII - Efeito da densidade de população sobre o índice de área foliar da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático	50
QUADRO XIII - Efeito da densidade de população sobre a taxa de matéria seca da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/dm ² /dia).....	51
QUADRO XIV - Efeito da densidade de população sobre o número total de folhas por planta da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático	52
QUADRO XV - Efeito da densidade de população sobre o número de folhas ativas por planta, pelos delineamentos convencional e sistemático	53
QUADRO XVI - Efeito da densidade de população sobre o número de flores por planta da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático ...	54
QUADRO XVII - Efeito da densidade de população de berinjela sobre o rendimento, produção por planta, número de frutos por planta e peso médio de cada fruto	55

1 - RESUMO

O presente trabalho, desenvolvido no Departamento de Agricultura e Horticultura da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, Piracicaba, teve como objetivo estudar o crescimento da planta de berinjela e seu comportamento em densidades de população diversas, através dos delineamentos sistemático e convencional.

O delineamento sistemático usado foi o proposto por NELDER (1962) modificado. Este delineamento apresentou vantagens sobre o convencional porque utilizou menos planta, é de fácil manuseio, permitiu grande número de tratamentos com menos problemas, usando-se menos área e não foi afetado pelo sacrifício de plantas utilizadas para a análise de crescimento.

O desenvolvimento da berinjela está relacionado à densidade de população, desenvolvendo-se mais às baixas densidades. A produção por planta, tanto de frutos como de matéria seca, diminuiu com o aumento da população, porém, o rendimento por área aumenta com a densidade.

No presente trabalho não se preocupou em determinar a densidade ótima para a cultura da berinjela, pois, isto está em estreita relação com o cinto de produção e com a exigência de mercado.

2 - INTRODUÇÃO

O aumento de produção dos produtos agrícolas pode ser conseguido expandindo-se a fronteira agrícola. Porém, para muitas regiões ele só é obtido através do aumento do rendimento da cultura por unidade de área, pois entende-se que a área de expansão e de solos de boas qualidades sejam limitados (KRATCH, 1974; RUTHENBERG, 1973).

Vários são os fatores que influenciam sobre a produção de uma cultura. Entre eles a densidade de população tem papel muito importante. É devido a sua importância que muitos pesquisadores vem estudando-a em diversas culturas.

A metodologia empregada no estudo da densi-

dade de população de plantas tem sido um problema muito grande, principalmente, em se considerando que algumas culturas vem sendo plantadas a densidades até dez vezes maior do que a cinquenta anos atrás.

Visando minimizar os problemas e tornar mais eficiente o estudo é que NELDER (1962) apresentou novos delineamentos, denominados delineamentos sistemáticos.

O propósito do presente trabalho é comparar os métodos convencional e sistemático, no estudo da densidade de população da cultura da berinjela, baseada na análise de crescimento.

3 - REVISÃO DA LITERATURA

3.1- Competição

A palavra competição vem do latim *competere* que significa pedir ou exigir uma mesma coisa que um ou tro faz. Portanto, competição implica em relação entre indivíduos; se não houver nenhuma relação, não se estabelece a competição. "A competição começa quando o suprimimento imediato de um fator essencial cai abaixo das exigências combinadas das plantas (Clemente *et al*, citado por DONALD, 1963)".

Os seres vivos estão organizados em diversos níveis, desde molecular até ecossistemas, tornando-se cada vez mais complexas, à medida que o nível se eleva (MALCOLM, 1962), e, em cada nível existe uma interação entre os indivíduos. A interação é definida como

a relação entre dois indivíduos A e B, onde A modifica B e B modifica A, ou, se A e B estão agindo conjuntamente sobre C, produzem modificações que não é a soma das modificações que seriam produzidas por A e B, agindo separadamente sobre C (WEATHERALL, 1970).

As modificações produzidas podem ser maléficas ou benéficas, e em diversos graus. Dependendo do grau de modificação e do nível de benefício trazido aos indivíduos que interagem, Burkholder (citado por MALCOLM, 1962) tentou medir o grau de interação entre indivíduos. Ele calculou que uma interação poderia ser medida através da sua atividade. Se não houver mudança na atividade, então, a interação não tem nenhum efeito, ou seja, zero. Se aumenta é positiva (+) e se diminui é negativa (-). Assim, cada par representa o que acontece a dois organismos ou populações interagindo:

	+	0	-
+	+ +	+ 0	+ -
0	0 +	0 0	0 -
-	- +	- 0	- -

Odum, de acordo com MALCOLM (1962), melhorou, posteriormente, a classificação de Burkholder, fazendo uma distinção entre os efeitos das interações que aparece e não aparece. Assim, para Odum, temos a seguinte classificação:

INTERAÇÕES	SEUS EFEITOS	
	APARECEM	NÃO APARECEM
Neutralismo	00	00
Competição	--	00
Mutualismo	++	--
Proto-cooperação	++	00
Comensalismo	+0	-0
Amensalismo	0-	00
Parasitismo/predação	+-	00

Estas são as interações conhecidas, embora o número de combinações seja de 81 (combinações de 0, + e -, em relação aos efeitos).

Como o que interessa é a competição, de acordo com a classificação de Odum e Burkholder, este tipo de interação só aparece quando em ambas as partes (dois indivíduos ou grupos de indivíduos) as suas atividades diminuem e não existem quando os efeitos são nulos.

Então, Milne (citado por DONALD, 1963) conceituou a competição do seguinte modo: a competição entre animais é o esforço de dois (ou mais) animais para obter a mesma coisa em particular, ou, obter a porção que cada um quer do suprimento de algo que não é suficiente para ambos (ou todos). Definindo novamente o que Milne disse, DONALD (1963) diz que "a competição ocorre quando cada um dos dois ou mais organismos procura a porção de um fator em particular de que eles necessitam e quando o suprimento imediato desse fator está abaixo da necessidade combinada dos organismos".

Dada a situação particular do presente es-

tudo, a competição ora em discussão, deve referir-se mais às plantas cultivadas pelo homem para fins de produção de alimento.

A planta está sempre sujeita a sofrer pressão das outras que estão ao redor. Este fenômeno de competição pode ser visto por todos a qualquer momento. Por exemplo, é bem conhecido o efeito maléfico das plantas daninhas sobre a cultura. Isso porque elas competem por fatores de que necessitam.

As plantas necessitam de luz, água, nutrientes e espaço para o seu crescimento e desenvolvimento. O oxigênio e gás carbônico são importantes para as plantas, mas, a competição por estas substâncias é mínima, pois, a sua distribuição é mais ou menos uniforme e a sua renovação é quase que imediata. Há casos em que tanto o O_2 como CO_2 , podem ser limitantes; o exemplo típico são as culturas em estufa.

O nível de nutrientes disponíveis no solo é um dos fatores mais importantes no comportamento de uma população de planta. Em parte, a maior ou menor capacidade de aproveitamento dos nutrientes depende da espécie ou cultivar, sendo aquelas de maior capacidade de aproveitamento, as mais competitivas. É lógico que as variedades menos competitivas, em altas densidades, terão seu rendimento diminuído, a menos que haja alta disponibilidade de nutrientes no solo. DUNCAN (1958) afirma que o aumento no nível de nutrientes no solo implica na mudança do número de plantas por área para a produção máxima. Por exemplo, aumentando-se o nível de nitrogênio, deve-se aumentar a densidade de plantio, para elevar ao máximo o rendimento da cultura. Em tomate para indústria (cultivar Red Top) ocorre um aumento no número de frutos por planta e maior produção por área

quando há elevação no nível de fertilidade do solo, porém, o peso de cada fruto diminui (VITTUM e TAPLEY, 1957 e VITTUM e TAPLEY, 1963).

A água é fator importante para o desenvolvimento das plantas. Porém, quantidade excessiva, que provoca o encharcamento do solo, tem efeitos negativos. A irrigação próximo à época da colheita leva a produção de cenoura e cebola menores (ROBINSON e McCOY, 1967). Para as regiões secas, a densidade deve ser maior do que a usada em regiões úmidas. LIPTON (1970) acha que o tomate pode muito bem desenvolver em lugares onde a umidade relativa e a temperatura sejam bem mais altas que as ótimas, desde que a variedade seja adaptável.

A luz chega através da atmosfera até o solo com uma certa intensidade, sendo sempre igual por unidade de área, numa determinada região. Assim sendo, a sua interceptação acima do solo diminui a quantidade que atinge o solo. Numa mesma área, a luta pela luz por parte das plantas é intensa.

Mesmo que haja ótima disponibilidade de água e nutrientes, onde a competição por estes fatores cessa, a luz torna-se limitante, afetando principalmente a produção (DONALD, 1963). Isso está se tornando um fato comum na agricultura, pois, com as técnicas de suprimento de água e nutrientes, somente a quantidade de luz não pode ser aumentada. Tanto é que a preocupação dos técnicos em agricultura e melhoristas de plantas, é sobre a forma de se aproveitar melhor a luz, ou procurar variedades que utilizem melhor a luz. A arquitetura da planta é mudada e a fisiologia, principalmente nas chamadas plantas de ciclo C⁴, vem sendo intensamente estudada.

Clement *et al* (citado por DONALD, 1963), refere-se à competição pelo espaço, como sendo excepcional

e só ocorre entre as plantas tuberosas, como é o caso da cebola, rabanete, etc. De uma maneira geral, as plantas suportam altas densidades, porém, em certos casos, as raízes podem competir pelo espaço, mesmo não sendo plantas tuberosas. O caso mais ilustrativo desta situação é quando as raízes encontram uma camada que impeça a sua penetração. Convém salientar que, em alguns trabalhos, os autores têm-se referido à competição por espaço, quando na verdade se referem à competição por água, nutrientes e luz existentes naquele espaço.

As plantas ainda podem competir por outros fatores, tais como agentes polinizadores, agentes de dispersão, etc.

A competição deve ser vista por um outro ângulo também, que não é só aquele maléfico. Existe o lado útil da competição que deve ser melhor analisado e melhor aproveitado para fins agrícolas.

Na agricultura, a competição toma um aspecto peculiar, não pelos seus efeitos, mas porque todos os membrós atuantes são plantados ao mesmo tempo, quase todos com a mesma genética e todos crescendo quase numa mesma condição ambiental.

Embora muitos outros fatores sejam importantes, a densidade de população assume um papel preponderante na relação entre plantas, numa comunidade agrícola.

3.2- Influência da densidade de população sobre a cultura e sobre a planta

A competição entre plantas só tem início, quando o número de plantas por unidade de área atinge um

certo limite. O efeito da competição, neste caso, é semelhante à diluição, ou seja, cada fator parece diluir-se cada vez mais à medida que a população aumenta.

Segundo JANICK (1968), o efeito da população de planta por unidade de área é chamada de competição inter-planta, em contraposição à competição intra-planta, que é o efeito do número de órgãos ou partes da planta sobre uma mesma planta.

A competição inter-planta tem seus reflexos, quando em plantas hortícolas, principalmente sobre o rendimento e qualidade da produção.

a - rendimento

O rendimento é uma expressão quantitativa de um produto final e refere-se a uma propriedade de uma determinada cultura. Ele pode ser biológico ou econômico (MINAMI, 1973).

O rendimento biológico refere-se principalmente à matéria seca total e o rendimento econômico refere-se à parte da planta que é comercializada.

O rendimento de uma cultura é limitado por diversos fatores físicos, químicos e biológicos. Porém, o número de plantas tem um efeito muito significativo; daí referir-se ao rendimento como:

$$Y = ny$$

onde Y é o rendimento por unidade de área, n, o número de plantas por unidade de área e y, a produção do produto final por planta.

Se não houvesse competição, Y variaria somente com n . Porém, à medida que vai se aumentando n , há uma mudança em y também, pois, à partir de um certo número de plantas por unidade de área, inicia-se a competição entre elas.

De acordo com JANICK (1968), existem duas relações fundamentalmente diferentes entre produção por planta (y) e rendimento por área (Y), a logarítmica e a semi-logarítmica (figuras 1 e 2).

A relação semi-logarítmica é encontrada em milho e repolho, por exemplo. Nesta relação, um aumento na população, logo após verificada a competição, corresponderá, principalmente, a um aumento em Y e, posteriormente, haverá sempre uma diminuição.

Na relação logarítmica, o rendimento Y depende do índice de alteração da produção por planta. Em populações sempre crescentes, pode-se ter um Y também sempre crescente, estacionário, ou poderá diminuir sempre. A relação deste tipo é encontrada na maioria das culturas.

De uma maneira geral, a produção por planta diminui com o aumento da população. Essa diminuição se deve à diminuição no número das partes das plantas, ou diminuição do tamanho dos órgãos, ou ambas simultaneamente.

SAYRE (1973) conclui que a produção por planta diminui com o aumento da população em cultura de tomate e que o custo de produção por área aumenta com o acréscimo de plantas. O diâmetro do caule de algumas cultivares de tomate (HEINZ 1350, ES 24 e CAMPBELL 17) não sofre influência da densidade (11 600 a 46 400 plantas por acre) tanto em linha simples como em linhas duplas, porém, a

FIGURA 1 - Relação semilogarítmica entre produção por planta e rendimento por área com a população de plantas.

FIGURA 2 - Relação logarítmica entre produção por planta e rendimento por área com a população de plantas.

altura diminui com o aumento da densidade (AUSTIN e DUTON JR., 1970). O peso por fruto também diminui com o aumento da população do tomatal (VITTUM e TAPLEY, 1963).

Em cultura de cebola, a produção total de bulbos maduros aumenta até um determinado ponto e começa a cair, com o aumento da população (BLEASDALE, 1966). Neste caso, o autor considerou somente a produção total de bulbos. Os bulbos se tornaram tão pequenos às altas densidades que se prestavam somente para picles.

NELDER e MOSS (1956) obtiveram produções sempre maiores à medida que se aumentava a densidade de população em cultura da alface. Porém, os autores acima não trabalharam com densidades muito elevadas, pois, tudo indica que em populações muito altas, o número de plantas que morrem é grande e o tamanho das plantas se reduz tanto que não são comerciáveis (RIRIE, 1972). ZINK (1965), contudo, observou que o raleamento excessivo prejudica a cultura da alface, no que se refere ao ponto de colheita.

A produção por planta em cultura de ervilha reduz com o aumento da população, porém, o rendimento por área quase não se altera (SALTER e WILLIAMS, 1967). Em cultura de ervilha, a disposição da planta pode afetar o rendimento e o número de vagens por planta (VINCENT, 1958). A disposição da planta é muito importante para a ervilha, pois, embora ocupando a mesma área por planta, as disposições que permitem uma aproximação maior entre as plantas numa orientação, ou seja, na linha, desfavorece o rendimento por área e reduz o número de vagens por planta (VINCENT, 1958).

Para a beterraba, diversos estudos foram conduzidos para determinar a melhor densidade, havendo uma

certa concordância dos resultados quanto a população ótima. ROBINSON e WORKER JR.(1969) estudaram populações de 27 000, 108 000, 430 000 e 1 722 000 plantas por hectare e concluíram que a melhor densidade em termos de rendimento de açúcar, era de 100 000 plantas por hectare.

b - qualidade de produção

Além do rendimento, o aumento da população pode afetar diretamente a qualidade da produção (JANICK, 1968).

A aglomeração excessiva de folhagem tende a proteger os frutos da queimadura do sol, por outro lado, tende a facilitar a disseminação de pragas e doenças.

Em alta densidade de população, os tratos culturais são dificultados, embora em certos aspectos sejam favoráveis, como é o caso do sombreamento excessivo por parte da cultura, controlando as plantas daninhas.

De uma maneira geral, as adubações de cobertura, irrigação, pulverização, colheita, etc., ou seja, as práticas culturais vão se tornando difíceis de serem executadas, à medida que a população aumenta. Há casos de culturas tão densamente povoadas, que o agricultor só poderá entrar no final do ciclo, já, na colheita.

Se, de um lado há geralmente aumento de produção, com o aumento da densidade de população de outro há elevação no custo de produção. Como a qualidade do produto (tamanho principalmente) também é afetada, nem sempre o aumento de densidade é o desejável, ou o que dá melhor retorno.

Em cultura de tomate, a precocidade e a concentração de produção aumentam à medida que se eleva a

população (FERI e JANICK, 1970). Para se estabelecer a população ótima da cultura, é necessário saber, além de outros fatores, o comportamento das cultivares (BLEASDALE, 1960). Cada cultivar se comporta diferente mente de outra numa mesma densidade.

Em densidades elevadas de 13 500 000 a 224 000 000 plantas por hectare, a cenoura não produz raízes comercializáveis, embora a quantidade de matéria seca seja alta (ROBINSON, 1969). A relação entre raiz e parte aérea foi de 1:1 a densidades elevadas e 2:1 a baixas densidades.

O aumento da densidade provoca a redução da cabeça de couve-flor, embora não afete muito a produção total por área (SALTER, 1961).

3.3- Análise de crescimento

Em um estudo de competição em culturas de valor econômico, além da obtenção de resultados referentes à produção, mormente o rendimento por área ou produção individual, há necessidade de se conhecer outros parâmetros. Sem dúvida nenhuma, alguns dados referentes à fisiologia da planta podem reforçar um trabalho desta natureza.

Muito se tem feito em termos de estudos fisiológicos em laboratório e em condições de campo. Contudo, a interpretação dos resultados experimentais de campo não é trabalho fácil, visto que qualquer variação na operação cultural ou durante o período experimental pode produzir efeitos complexos, impossíveis de distinguir as causas dos efeitos (WATSON, 1947).

Por outro lado, os estudos de laboratório ,

em condições controladas, têm suas limitações, havendo necessidade de cuidados na extrapolação dos seus resultados para as condições de campo. Convém salientar que os estudos de laboratório, em geral são feitos em plantas individuais, raras vezes em população, tomando-se como material de pesquisa plantas de valor não econômico. Além disto, as investigações de laboratório tomam como base, aspectos isolados da fisiologia, sendo relegado, não raras vezes, a plano secundário o conhecimento da interação dos diferentes processos.

O estudo de um processo fisiológico deveria ser feito em laboratório e complementado com o estudo em campo. E qualquer estudo de campo não se deve usar técnicas de análises complicadas e morosas, porque o número de amostras em tais condições, é grande, devido às variações na planta.

Para minimizar as dificuldades dos trabalhos experimentais de campo, Gregory e West, Buggs e Kidd (citados por WATSON, 1947) desenvolveram a análise de crescimento, sendo aceita pelos pesquisadores que trabalham nesta área.

Em resumo, a análise de crescimento tem como base o peso da matéria seca e a área foliar, medidos a intervalos regulares pré-estabelecidos. A partir destes dois dados são calculados diversos índices que dão informações do desenvolvimento da cultura e do máximo de rendimento que ela pode alcançar.

As funções mais usadas na análise do crescimento são (BUTTERY e BUZZEL, 1972; ALVIM e ALVIM, 1969; e WATSON, 1947):

- a) Taxa de assimilação líquida - TAL
- b) Índice de área foliar - IAF

- c) Taxa de produção de matéria seca - TPMS
- d) Eficiência fotossintética - EF
- e) Relação para aérea/raiz - PA/R
- f) Taxa de crescimento relativo - TCR

O IAF e PA/R são considerados componentes morfológicos de crescimento e TAL, a TCR, a TPMS são considerados componentes fisiológicos de crescimento.

A taxa de assimilação aparente (TAA), definida como taxa de aumento da matéria seca por unidade de área de superfície foliar, é de especial interesse por - que é uma medida da taxa de fotossíntese nas folhas, menos a perda por respiração em toda a planta (WATSON, 1947).

A TAL tem a vantagem de poder ser estimada em plantas cultivadas em condições de campo e por períodos longos, o que não pode ser feito com os outros métodos, os quais virtualmente mudam com o ambiente e seus resultados são mais difíceis de serem interpretados em termos de cultura ou em condições de campo (BUTTERY e BUZZEL, 1971).

A taxa de produção de matéria seca (TPMS) depende principalmente do índice de área foliar (IAF) e da taxa de assimilação líquida (TAL) (ALVIM e ALVIM, 1969). No início da cultura ela é baixa porque o IAF é pequeno e com o desenvolvimento da cultura, e portanto da folhagem, o TPMS aumenta. O ótimo de produtividade é verificada quando o produto de IAF pela TAL for máximo (BLACKMAN, 1965). A partir deste ponto, a produtividade começa a reduzir, podendo chegar a zero se a área foliar alcançar valores altíssimos (ALVIM, 1969). Neste ponto de produtividade nula, diz-se que a cultura atingiu o seu "climax". A forma mais adequada de se calcular o TPMS em uma cultura, é compará-lo às produti-

vidades de uma cultura a diferentes densidades (ALVIM e ALVIM, 1969).

Não se pode esquecer que o acúmulo de matéria seca é somente uma medida parcial na produtividade da cultura. Além disso, um estudo detalhado da produtividade deveria considerar a distribuição da matéria seca nas diversas partes da planta, bem como a matéria seca acumulada. Porém, WATSON (1947) acha que isso não é tão importante, já que o peso das partes da planta são altamente correlacionadas com o peso total da planta.

O índice de área foliar é expressa em termos de área de superfície foliar por unidade de superfície de solo cultivado; ele mede a velocidade com que a área foliar cobre o terreno. O índice de área foliar sempre aumenta com o decorrer da estação de crescimento até atingir o máximo, e, à partir deste ponto, decresce, podendo chegar a zero em algumas culturas (WATSON, 1947).

WATSON (1952) considera que as variações da área foliar são devidos às mudanças na área foliar por planta, que por sua vez são causadas pela mudança na população da cultura. As causas das variações na população são atribuídas às pragas, doenças, época de plantio, espécie, cultivar, clima, nutrição e suprimento de água. A variação da área foliar também pode estar ligada às variações ambientais no decorrer do ano (CHOY e KANEMASU, 1974). Por outro lado, WATSON (1947) considera que as variações que ocorrem na área foliar de um ano para outro ou entre cultivares, são devidas às variações no tamanho da área foliar por planta e não devido ao número de folhas por planta.

3.4- Delineamentos sistemáticos para estudo de espaçamento e densidade de população

Um estudo de densidade de população deve preocupar-se, além do número de plantas, com a disposição delas, ou melhor, deve ser levada em consideração a retangularidade vegetal (MINAMI, 1973). Outro fator a ser levado em consideração é o espaçamento entre as plantas. Se mantida uma determinada disposição, por exemplo, em quadrado, a variação na população vai depender do espaçamento (ver figura 3).

Os delineamentos convencionais em blocos casualizados têm sido usados para os estudos desta natureza. Porém, eles envolvem experimentos de dimensões de áreas de solo enormes, nos quais a metade corresponde às bordaduras (BLEASDALE, 1966). Experimentos muito grandes não são estatisticamente desejáveis e, muitas vezes impraticáveis devido à falta de recursos como mão-de-obra, área experimental, ou porque tornam difíceis de serem controlados. Muitas vezes há desperdício de materiais, como no caso de se manter as parcelas de tamanho constante. Neste caso, as parcelas que contêm os tratamentos com espaçamentos menores, terão excessivo número de plantas desnecessárias. Em decorrência, os pesquisadores tendem a diminuir o número de tratamentos, prejudicando a execução do projeto todo.

Tentando solucionar estes problemas, NELDER (1962) apresentou uma série de modificações no delineamento convencional e o resultado foi o aparecimento de delineamentos totalmente novos e revolucionários, batizados com o nome de delineamentos sistemáticos para experimentos de espaçamento.

Um delineamento de espaçamento sistemático

consiste numa malha de pontos, cada um representando a posição de uma planta, sendo que cada área por planta e/ou a retangularidade muda conforme um modelo consistente nas diferentes partes da malha. Para que a planta seja facilmente colocada na posição correta no campo, NELDER (1962) impõe a condição de que a malha de pontos seja fixada pela intersecção de duas linhas, as paralelas ou linhas retas e os arcos de círculos concêntricos. A segunda condição é que os contornos da área e da forma sejam simples para que o experimento possa ser colhido em parcelas limitadas pelos arcos destes contornos. Uma terceira é que a densidade e as retangularidades em estudo variem dentro da malha para que se possa estudar um número maior de diferentes combinações. Esta condição limita as formas de delineamento possíveis e somente se conhecem cinco formas. Destas cinco, quatro se baseiam em raio e arcos circulares concêntricos, enquanto que a quinta se baseia em retângulos.

Posteriormente, BLEASDALE (1966) discutiu e deu soluções mais práticas para se montar dois dos cinco tipos de delineamentos sistemáticos propostos por Nelder.

FREYMAN e DOLMAN (1971) testaram um outro de-lineamento sistemático, usando a cultura do milho, e concluíram que o delineamento leva a resultados muito bons, ressaltando, contudo, as dificuldades na sua implantação. Estes autores simplificaram o experimento, introduzindo algumas técnicas.

4 - MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na área experimental do Setor de Horticultura do Departamento de Agricultura e Horticultura, Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, S.Paulo.

O solo da área experimental é um Latossol, série Luiz de Queiroz, e o clima da região é CWA, tropical úmido com inverno seco, temperatura do mes mais quente superior a $22,5^{\circ}\text{C}$, segundo a classificação de Köppen. A análise de solo feita no laboratório da Ultrafértil S. A; em S.Paulo, apresentou os seguintes resultados:

pH = 6,0

%C = 4,0

PO_4 = 1,00 emg/100 ml de TFSA

K = 0,46 emg/100 ml de TFSA
Ca * Mg = 13,16 emg/100 ml de TFSA
Al⁺⁺⁺ = 0,00

Para maior uniformização, foi feita uma adubação de 30 g/cova da formulação 4-14-8 recomendada por FILGUEIRA (1972).

Para obtenção de mudas, foi feita uma semeadura em canteiro no dia 11 de dezembro de 1974. A semeadura foi feita a lanço, usando-se cêrca de 2 g de sementes por metro quadrado, posteriormente coberta com terriço peneirado. O canteiro foi coberto com folhas de palmeira.

A hortalica usada no experimento foi a berinjela (*Solanum melongena* L.), da família das solanáceas. A cultivar foi a Flórida Market, cujos frutos são de coloração roxo-azulada escura, com formato ovalado e uniforme, as folhas são verde-acinzentadas, com as bordas bem recortadas (BERNARDI, 1968., FILGUEIRA, 1972).

Durante o desenvolvimento da cultura foram feitas pulverizações com fungicidas à base de benomil e ditiocarbamato para proteger o experimento das doenças e com inseticidas à base de endrin e um fosforado para controle de pragas. Foram feitas capinas quando necessárias e irrigações semanais.

Aos 5 dias após o transplante foi feito o replantio das mudas que falharam.

O delineamento proposto por NELDER (1962) é o sistemático, de forma fixa e a área aumentando com o raio. A escolha deste delineamento foi devido à possibilidade de se mudar a área de plantio, de tal maneira que a disposição das plantas tenha espaçamento constan-

te num sentido, variando no outro. Esta modificação baseia-se no fato de que o efeito da competição é maior dentro da linha (entre as plantas) do que entre linhas (RUTGER e CROWDER, 1967).

Na figura 3 está o esquema de um delineamento sistemático semelhante ao usado nos experimentos.

No cruzamento do diâmetro e da circunferência se dispõe a planta. Assim, pode-se considerar o sentido da circunferência como uma linha e, portanto, tem-se várias linhas equidistantes. Em cada linha (ou circunferência), tem-se diversos espaçamentos entre as plantas (dado pelo cruzamento do diâmetro com a circunferência). Cada circunferência corresponde, portanto, a uma densidade, crescente de fora para dentro.

Para efeito de comparação de sistemas de plantio foi usado o delineamento convencional.

O delineamento convencional é aquele de uso corrente, no qual cada espaçamento em estudo, constitui um lote único. Para cada lote considera-se uma linha de bordadura e uma linha para amostragem e assim, sucessivamente. Para cada tratamento em estudo, tem-se um lote a seguinte disposição das plantas, considerando 7 plantas úteis para amostragem (4 vezes), conforme a figura 4.

Utilizou-se duas repetições. No delineamento sistemático usou-se 448 plantas incluindo bordaduras e no delineamento convencional usou-se 960 plantas de berinjela. A área correspondente ao delineamento sistemático foi 320 m^2 e para o convencional $1\ 500 \text{ m}^2$. Para análise de crescimento foram retiradas amostras a cada 14 dias após transplante até os 56 dias, num total de 5 estágios de desenvolvimento, incluindo o estágio de transplante. Para cada parcela retirou-se amostras de 7 plan

- A - posição da planta
- B - linha
- C - entre-linha

FIGURA 3 - Esquema de um delineamento sistemático semelhante ao usado no experimento.

X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	0	0	0	0	0	0	0	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	0	0	0	0	0	0	0	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	0	0	0	0	0	0	0	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X
X	0	0	0	0	0	0	0	X
X	X	X	X	X	X	X	X	X

X - Plantas da bordadura

0 - Plantas úteis

FIGURA 4 - Esquema de uma parcela do delineamento convencional.

tas e foram calculados os seguintes parâmetros:

- a - peso seco total
- b - peso seco das raízes
- c - peso seco das folhas velhas
- d - peso seco das folhas ativas
- e - peso seco do caule mais pecíolos
- f - peso seco dos frutos
- g - área foliar
- h - comprimento da planta
- i - número total de folhas
- j - número de folhas velhas
- k - número de folhas ativas
- l - número de flores
- m - número de frutos

A estimativa da área foliar foi feita de acordo com BLACKMAN e WILSON (1951). Foi retirada amostra de área conhecida do limbo foliar e posteriormente secas a 80°C, em estufa de circulação de ar quente até peso constante, que foi determinada em uma balança Mettler PI 1 200 N. Com os dados obtidos das amostras de peso seco conhecido e da área foliar e peso seco das folhas das quais foram retiradas as amostras, obteve-se um fator para o cálculo total da área foliar de cada planta.

Paralelamente, foi conduzido um outro experimento para se calcular a produção final, junto ao local do primeiro experimento, pois, neste todas as plantas eram sacrificadas, não havendo possibilidades de se acompanhar o desenvolvimento até o final da cultura.

A partir dos dados obtidos, foram calculados os seguintes parâmetros para análise de crescimento conforme recomendações de WILLIAMS (1946) e BLACKMAN e

WILSON (1951a):

a) Taxa de assimilação líquida (TAL)

$$TAA = \frac{P_2 - P_1}{A_2 - A_1} \times \frac{LA_2 - LA_1}{t_2 - t_1} \text{ g/dm}^2/\text{dia}$$

onde:

P_2 é o peso da matéria seca total por planta no tempo t_2 (colhido na amostragem seguinte)

P_1 é o peso seco da planta no tempo t_1

A_2 é a área foliar por planta no tempo t_2

A_1 é a área foliar no tempo t_1

L é o logarítmo neperiano

A TAL corresponde às alterações no peso da matéria seca por unidade de área foliar e por unidade de tempo.

b) Taxa de produção de matéria seca (TPMS)

$$TPMS = P/S/t \text{ em g/dm}^2/\text{dia}$$

onde:

P é o peso seco da planta

S é a área do solo/planta

t é igual a 14 dias

A TPMS corresponde as alterações em peso de matéria seca expressas em valores correlacionados ao peso inicial por unidade de tempo.

c) Índice de área foliar (IAF)

$$IAF = \frac{A}{S}$$

Onde:

A é a área foliar

S é a área de solo/planta

O IAF avalia a velocidade com que a área foliar cobre o terreno ocupado pela planta.

d) Taxa de crescimento relativo (TCR)

$$TCR = \frac{LP_2 - LP_1}{t_2 - t_1} \text{ g/g/dia}$$

A TCR mostra as alterações em peso da matéria seca expressas em valores correlacionados ao peso inicial por unidade de tempo.

e) Relação área foliar (RAF)

$$RAF = \frac{A}{P} \text{ dm}^2/\text{g}$$

A RAF relaciona a área foliar com o peso da matéria seca da planta colhida em cada amostragem.

f) Relação parte aérea e raízes (RPAR)

$$RPAR = \frac{P_{pa}}{P_{raiz}}$$

P_{pa} = peso seco da parte aérea

P_{raiz} = peso seco da raiz

A RPAR relaciona o desenvolvimento da parte aérea em peso seco por unidade de peso seco da raiz.

5 - RESULTADOS

Os resultados dos efeitos da densidade de população sobre o crescimento e sobre os órgãos das plantas de berinjela são apresentados nos quadros I, II, III, IV, V, VI, VII, XIV, XV e XVI.

No quadro I, os resultados relacionam-se com o efeito da densidade sobre o comprimento da planta de berinjela.

Nos quadros II, III, IV, V e VI, os resultados se relacionam com o efeito da densidade de população sobre o peso seco da planta de berinjela. Os quadros III (peso seco da parte aérea), IV (peso seco das folhas) e V (peso seco das raízes) referem-se aos efeitos da densidade sobre as partes da planta, enquanto que o quadro II refere-se sobre o peso seco por planta e o quadro VI

sobre o peso seco total por área, isto é, rendimento biológico por área.

Os resultados dos efeitos da densidade de população sobre os órgãos das plantas estão nos quadros VII (área foliar), XIV (número de folhas por planta), XV (número de folhas ativas por planta) e XVI (número de flores por planta).

Com base nestes resultados, foram calculadas as funções das análises de crescimento.

Os resultados da relação área foliar, relação parte aérea e raiz, taxa de assimilação líquida, taxa de crescimento relativo, índice de área foliar e taxa de produção da matéria seca são apresentados nos quadros VIII, IX, X, XI, XII e XIII, respectivamente.

No quadro XVII estão relacionados os resultados referentes a produção de frutos, tanto por área como por planta.

QUADRO I. Efeito da densidade de população sobre o comprimento da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (em centímetros).

Densidade (nº plantas/ha)	10/01 ¹	DATA DE AMOSTRAGEM							
		24/01		06/02		20/02		05/03	
		CON ²	SIS ³	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926 ⁴	7,07	12,90	-	26,50	-	44,72	-	77,29	-
11 111	7,07	12,18	12,57	23,40	25,59	40,24	48,52	59,36	76,22
12 345	7,07	13,11	12,90	25,22	25,81	38,56	47,68	64,65	71,93
14 814	7,07	12,59	13,36	25,72	25,95	44,00	49,04	63,17	70,29
20 402	7,07	12,61	13,98	29,68	27,29	49,21	49,00	65,15	74,64
31 746	7,07	11,68	12,58	24,00	31,23	39,57	42,02	54,57	68,14

- 1 - refere-se à data de transplante para o campo
 2 - convencional
 3 - sistemático
 4 - considerado como plantio sem competição entre as plantas

FIGURA 5 - Crescimento da planta de berinjela em diferentes densidades.

QUADRO II. Efeito da densidade de população sobre o peso seco total da berinjela pe
 los delineamentos convencional e sistemático em gramas por planta.

DENSIDADE	DATA DE AMOSTRAGEM										
	(Nº PLANTAS/HA)	10/01		24/01		06/02		20/02		05/03	
			CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	
9 926	-	2,38	-	11,39	-	40,58	-	113,00	-		
11 111	0,43	1,50	2,22	8,42	11,96	23,25	40,58	77,66	112,64		
12 345	0,43	1,53	2,50	7,25	7,79	20,25	43,18	77,76	104,02		
14 814	0,43	1,77	3,69	10,07	9,87	27,26	43,34	77,83	104,77		
20 402	0,43	1,59	2,60	12,24	10,61	35,56	45,10	76,89	94,75		
31 746	0,43	1,66	2,04	9,56	13,76	21,44	43,53	59,75	71,29		

QUADRO III. Efeito da densidade de população sobre o peso seco da parte aérea da beirinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/planta).

Densidade (plantas/ha)	Data de amostragem									
	<u>10/01</u>	<u>24/01</u>		<u>06/02</u>		<u>20/02</u>		<u>05/03</u>		
		<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	
9 926	0,32	2,06	-	10,16	-	36,96	-	97,80	-	
11 111	0,32	1,23	1,89	7,23	9,42	19,51	37,45	65,31	98,18	
12 345	0,32	1,26	2,10	6,39	8,58	18,02	39,01	66,59	93,34	
14 814	0,32	1,46	2,33	8,88	8,84	23,13	36,84	67,63	93,00	
20 408	0,32	1,32	2,25	10,96	9,28	30,63	39,43	66,79	79,68	
31 746	0,32	1,34	1,70	8,17	12,04	17,79	38,20	51,81	80,33	

QUADRO IV. Efeito da densidade de população sobre o peso seco das folhas de berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/planta).

Densidade (plantas /ha)	DATA DE AMOSTRAGEM							
	10/01		24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	0,29	1,31	6,11	-	17,68	-	40,70	-
11 111	0,29	0,71	3,81	5,60	12,39	19,31	23,91	41,50
12 345	0,29	0,73	3,47	5,29	9,16	20,55	23,54	38,84
14 814	0,29	0,89	4,65	5,24	11,22	23,01	23,48	40,58
20 408	0,29	0,81	6,02	5,20	14,40	20,34	27,13	37,08
31 746	0,29	0,80	4,28	6,95	8,56	22,77	25,97	35,73

QUADRO V. Efeito da densidade de população sobre o peso seco das raízes de berinjela pelos delineamentos convencional e sistemático (g/planta).

Densidade (plantas/ha)	Data de amostragem					
	10/01		24/01		06/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	0,11	-	0,32	-	1,23	-
11 111	0,11	0,27	0,33	1,18	1,27	4,63
12 345	0,11	0,28	0,40	0,86	1,21	3,75
14 814	0,11	0,31	0,36	1,18	1,03	2,74
20 408	0,11	0,27	0,35	1,29	1,33	4,07
31 746	0,11	0,33	0,34	1,39	1,72	4,94
						3,65
						5,33
						15,20
						11,01
						11,17
						10,20
						10,10
						7,95
						13,51

QUADRO VI. Efeito da densidade de população sobre o peso seco total da berinjela por área pelos delineamentos convencional e sistemático (kg/ha)

Densidade (plantas/ha)	DATA DE AMOSTRAGEM									
	<u>10/01</u>	<u>24/01</u>		<u>06/02</u>		<u>29/02</u>		<u>05/03</u>		
		<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	
9 926	4,27	-	23,62	-	113,06	-	402,80	-	1121,64	-
11 111	6,89	24,67	16,67	24,67	93,56	132,89	258,33	479,78	863,99	1251,54
12 345	7,65	30,86	18,89	30,86	89,01	120,86	256,16	542,99	959,95	1284,13
14 814	9,18	39,85	26,22	39,85	149,18	146,21	526,79	642,04	1152,97	1552,06
20 408	12,52	64,76	32,45	64,76	249,79	216,53	725,71	920,40	1569,17	1933,66
31 746	19,68	159,00	52,70	159,00	303,49	463,82	680,63	1381,90	1897,14	2979,04

QUADRO VII. Efeito da densidade de população sobre a área foliar da berinjela, pe -
los delineamentos convencional e sistemático (dm²/planta).

Densidade (plantas/ha)	Dias de amostragem							
	10/01		24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	0,64	-	2,14	-	5,87	-	28,24	-
11 111	0,64	1,93	1,13	1,93	6,09	5,38	19,80	30,94
12 345	0,64	2,19	1,17	2,19	5,54	5,08	14,63	32,82
14 814	0,64	2,40	1,42	2,40	7,43	5,03	17,93	36,75
20 402	0,64	2,35	1,29	2,35	9,62	4,99	23,01	32,49
31 746	0,64	1,75	1,28	1,75	6,28	6,67	13,68	36,37
							65,03	-
							38,20	66,30
							37,61	62,05
							37,51	64,83
							43,35	59,24
							41,49	57,09

QUADRO VIII. Efeito da densidade de população sobre relação área foliar da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (dm^2/g).

Densidade (plantas/ha)	Data de amostragem							
	10/01		24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	1,42	0,90	0,90	-	0,52	-	0,70	0,58
11 111	1,42	0,75	0,87	0,45	0,72	0,72	0,85	0,49
12 345	1,42	0,76	0,88	0,52	0,76	0,75	0,71	0,48
14 814	1,42	0,80	0,89	0,51	0,74	0,85	0,66	0,48
20 402	1,42	0,81	0,90	0,47	0,79	0,72	0,65	0,56
31 746	1,42	0,77	0,86	0,48	0,66	0,84	0,64	0,69

QUADRO X. Efeito da densidade de população sobre a taxa de assimilação líquida da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático (g/dm²/dia).

Densidade (plantas/ha)	Data de amostragem					
	24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	0,1121	0,1094	0,2091	-	0,1464	-
11 111	0,0729	0,1173	0,1679	0,2067	0,0911	0,1526
12 345	0,0740	0,1212	0,1111	0,1516	0,1030	0,1742
14 814	0,0829	0,1179	0,1632	0,1443	0,1030	0,1999
20 402	0,0747	0,1042	0,1835	0,1632	0,1085	0,1779
31 746	0,0804	0,1080	0,1795	0,2277	0,0893	0,1418
					0,1172	-
					0,1673	0,1069
					0,1388	0,0934
					0,1368	0,0884
					0,1258	0,0796
					0,0919	0,0782

FIGURA 6 - Taxa de assimilação líquida de berinjela em diferentes densidades, no delineamento sistemático.

FIGURA 7 - Taxa de assimilação líquida de berinjela em diferentes densidades de população, no delineamento convencional.

QUADRO XI. Efeito da densidade de população sobre a taxa de crescimento relativo da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático ($\text{g/dm}^2/\text{dia}$).

Densidade (planta/ha)	Data de amostragem					
	24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	0,1222	-	0,1118	-	0,0907	-
11 111	0,0631	0,1172	0,1232	0,1203	0,0725	0,0917
12 345	0,0645	0,1257	0,1111	0,0975	0,0751	0,1073
14 814	0,0749	0,1310	0,1242	0,0928	0,0711	0,1057
20 402	0,0673	0,1285	0,1458	0,1004	0,0762	0,1034
31 746	0,0703	0,1112	0,1250	0,1363	0,0577	0,0823
					0,0731	-
					0,0861	0,0685
					0,0944	0,0615
					0,0749	0,0630
					0,0551	0,0530
					0,0732	0,0549

FIGURA 8 - Taxa de crescimento relativo de berinjela em diferentes densidades de população, no delineamento sistemático.

FIGURA 9 - Taxa de crescimento relativo de berinjela em diferentes densidades de população, no delineamento convencional.

QUADRO XII. Efeito da densidade de população sobre o índice de área foliar da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático.

Densidade (plantas/ha)	Data de amostragem					
	24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	0,0198	-	0,0544	-	0,2615	-
11 111	0,0126	0,0214	0,0685	0,0598	0,2200	0,3438
12 345	0,0144	0,0270	0,0677	0,0672	0,1806	0,4052
14 814	0,0209	0,0353	0,1093	0,0740	0,2637	0,5404
20 402	0,0235	0,0427	0,1749	0,0907	0,4183	0,5907
31 746	0,0400	0,0547	0,1963	0,2084	0,4275	1,1366
					0,6021	-
					0,4290	0,7367
					0,4643	0,7716
					0,5516	0,9534
					0,7700	1,0771
					1,2966	1,7841

QUADRO XIII. Efeito da densidade de população sobre a taxa de produção de matéria seca da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático ($\text{g/dm}^2/\text{dia}$).

Densidade (plantas/ha)	Data de amostragem							
	24/01		06/02		20/02		05/03	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	0,0013	-	0,0060	-	0,0193	-	0,0479	-
11 111	0,0007	0,0014	0,0055	0,0077	0,0118	0,0248	0,0432	0,0551
12 345	0,0008	0,0018	0,0050	0,0064	0,0119	0,0301	0,0502	0,0529
14 814	0,0012	0,0024	0,0087	0,0075	0,0181	0,0352	0,0531	0,0645
20 402	0,0013	0,0028	0,0138	0,0104	0,0303	0,0448	0,0537	0,0645
31 746	0,0023	0,0036	0,0179	0,0262	0,0265	0,0665	0,0855	0,0023

QUADRO XIV. Efeito da densidade de população sobre o número total de folhas por planta da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático.

Densidade (plantas/ha)	Data de amostragem							
	10/01		24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	5,07	-	5,07	-	9,72	-	27,64	58,67
11 111	5,07	4,79	3,79	4,79	8,79	10,16	17,32	40,21
12 345	5,07	5,00	4,43	5,00	8,21	9,71	16,65	39,74
14 814	5,07	5,43	4,25	5,43	9,00	10,30	22,69	32,29
20 408	5,07	5,17	4,59	5,17	10,00	11,29	25,14	42,43
31 746	5,07	4,47	4,30	4,47	9,14	12,06	15,38	32,00
								44,34

QUADRO XV. Efeito da densidade de população sobre o número de folhas ativas por planta, pelos delineamentos convencional e sistemático.

Densidade (plantas/ha)	Datas de amostragem					
	24/01		06/02		20/02	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	5,07	-	9,72	-	19,00	-
11 111	3,79	4,79	6,36	9,72	8,36	29,03
12 345	4,43	5,00	7,15	10,16	7,80	29,57
14 814	4,25	5,43	6,93	9,71	10,86	32,04
20 408	4,59	5,17	7,72	10,30	12,72	25,50
31 746	4,30	4,47	7,21	11,29	7,58	26,64
					44,10	-
					18,50	44,86
					20,17	32,65
					16,07	39,36
					20,36	39,01
					13,75	32,79

QUADRO XVI. Efeito da densidade de população sobre o número de flores por planta da berinjela, pelos delineamentos convencional e sistemático.

Densidade (plantas/ha)	Datas de amostragem							
	24/01		06/02		20/02		05/03	
	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>	<u>CON</u>	<u>SIS</u>
9926	0,00	-	0,50	-	4,72	-	12,57	-
11111	0,00	0,00	0,56	0,31	2,70	4,91	7,57	11,08
12345	0,00	0,00	0,86	0,56	3,69	5,15	6,72	5,86
14814	0,00	0,00	0,86	0,57	4,57	6,40	9,22	8,93
20408	0,00	0,00	1,00	0,50	5,81	3,57	6,48	7,65
31746	0,00	0,00	0,86	0,70	2,14	3,44	5,93	7,72

QUADRO XVII. Efeito da densidade de população de berinjela sobre o rendimento, produção por planta, número de frutos por planta e peso médio de cada fruto.

Densidade (plantas/ha)	rendimento t/ha		produção por planta (kg/pl)		nº frutos por planta		peso do fruto (g)	
	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS	CON	SIS
9 926	20,65	-	2,08	-	5,86	-	355	-
11 111	17,33	20,55	1,56	1,85	4,53	5,36	344	345
12 345	19,01	22,59	1,54	1,83	4,53	5,50	340	333
14 814	19,04	25,78	1,30	1,74	4,07	5,36	319	326
20 408	24,08	27,14	1,18	1,33	3,87	4,86	305	274
31 746	18,10	27,94	0,57	0,88	2,41	3,40	237	259

6 - DISCUSSÃO

6.1- Crescimento e desenvolvimento da planta de Berinjela

6.1.1- Comportamento individual

A planta apresenta um crescimento inicial lento, acentuando após 28 dias do transplante. O crescimento se dá tanto em comprimento como em peso (quantidade de matéria seca) (Quadros I e II e Figura 5). A parte aérea cresce mais rapidamente nos primeiros dias do que as raízes, passando ao equilíbrio à medida que a planta envelhece (quadro IX).

A área foliar aumenta inicialmente muito lentamente e dos 28 aos 42 dias após o transplante ela cresce rapidamente, para cair depois de ritmo que, com -

tudo, continua crescente. A possível causa deste aumento brusco na área foliar se deve mais ao aumento rápido no número de folhas do que propriamente ao aumento do tamanho das folhas. A redução no ritmo pode ser devido à redução no ritmo de produção de folhas embora haja um aumento tanto no número como no tamanho das folhas (Quadros IV e XVII). Em fase mais adiantada, as plantas começam a perder folhas devido à senescência.

O crescimento da raiz é mais tardio que a parte aérea (Quadro V). Mas, a causa pode ser o trauma sofrido durante o transplante ou a perda de materiais durante a retirada das amostras. Esta última hipótese foi levantada baseando-se em observações somente. No início, durante o transplante, as raízes sofrem um trauma, principalmente a raiz principal que geralmente se quebra ou é cortada durante a toaleta. Isso provoca o crescimento exagerado de pequenas raízes que muitas vezes deixam de ser recolhidas durante a amostragem. Já nos estádios mais adiantados, essas raízes por estarem mais desenvolvidas são recolhidas, sem dificuldades, perdendo-se muito pouco ou quase nada durante a retirada das amostras.

6.1.2- Comportamento das plantas em população

O crescimento da planta diminui à medida que aumenta a população, principalmente em relação à matéria seca. EDDOWES (1969a) obteve resultados semelhantes com o milho (*Zea mays* L.), o qual também tem o crescimento em matéria seca menor em altas densidades. A pequena diferença no comprimento das plantas entre as diferentes densidades se deve ao estiolamento causado pelo sombreamento nas populações elevadas.

Nas plantas há biossíntese de auxinas e giberelinas. Em condições de pouca luminosidade, o nível de giberelinas é maior, promovendo um alongamento celular.

A diferença no crescimento entre as diversas densidades de população se traduz, além da diferença na produção de matéria seca e comprimento da planta, em números dos diversos órgãos das plantas. De acordo com o quadro XIV, o número de folhas reduz com o aumento da densidade. Quanto ao número de flores por planta (Quadro XVI), embora apresente uma certa variação, à medida que a cultura vai envelhecendo, de início não há muita diferença entre as plantas de populações diversas. Porém, a diferença vai se acentuando com o envelhecimento da cultura de tal modo que o número de flores diminui à medida que a densidade aumenta. Consequentemente, o número de frutos tende a diminuir também (Quadro XVII). Para algumas culturas, acontece o mesmo fenômeno, como na soja (*Glycine max* L.), onde o número de vagens e de sementes por planta, diminui com o aumento da densidade (WEBER, SHIBLEL e BYTH, 1966).

A raiz não é muito influenciada pela densidade, pelo menos até os 56 dias de desenvolvimento da cultura, após o transplante (Quadro V). A parte aérea é muito mais afetada que a raiz, conforme os resultados apresentados nos quadros III e IV. Mas a diferença de crescimento entre a raiz e a parte aérea se acentua mais até os 28 dias de desenvolvimento da cultura reduzindo com o passar do tempo. Já aos 56 dias parece haver uma estabilização na relação parte aérea/raiz.

As folhas são as que mais sofrem influência, pois, de acordo com o quadro IV, o número de folhas dimi

nui com o aumento da população e com o decorrer do desenvolvimento da cultura, a redução se caracteriza cada vez mais. A causa principal talvez seja o excessivo sombreamento, (menor atividade fotossintética) provocado pelas altas densidades. Por outro lado, o peso seco das folhas por planta, também diminui com o aumento da população (Quadro IV) principalmente quando a competição se torna mais aguda. A causa desta diminuição pode ser devido ao sombreamento das folhas entre si (ALLISON, 1969), afetando, portanto, a atividade fotossintética, como também pode ser causada pelas limitações nos fatores de crescimento, principalmente nutrientes, já que a irrigação sempre foi feita para manter o nível de umidade no solo, suficiente para todas as populações.

6.2- Análise de crescimento da cultura da Berinjela

6.2.1. Área foliar (AF) e índice de área foliar (IAF)

Conforme o quadro XII, pode verificar a tendência de variação do IAF com a idade da planta e com o aumento da densidade de população. Os IAF's aumentam com o aumento da densidade. Resultado semelhante foi obtido por BRANDES *et alii* (1973a) na cultura do feijoeiro. O índice de área foliar, porém, é função da área foliar e da densidade de população, ao passo que a área foliar se refere a um indivíduo. Esta é inversamente proporcional à densidade de população, conforme a equação:

$$\text{IAF} = \frac{A}{S}$$

onde A é a área foliar e S a superfície de solo/planta. As plantas apresentam maior área foliar a densidades baixas (Quadro VII).

A redução na área foliar se deve ao sombreamento e à diminuição do número de folhas. Mas, outras causas podem ter influenciado na redução da área foliar. Assim, o desenvolvimento reduzido da planta pode causar uma redução no tamanho das folhas e, consequentemente, na área foliar. Outra causa, é a nutrição, que foi afetada, principalmente em altas densidades. Porém, alguns autores (WALLACE e MUNGER, 1966; e BRANDES *et alii*, 1973a) dão maiores créditos à hipótese do sombreamento, porque em seus experimentos eles obtiveram a área média nas diferentes densidades e os resultados mostram pequenas diferenças somente, embora as médias menores sejam das plantas em densidades maiores. No presente caso, a relação entre o peso total das folhas (Quadro IV) e o número total de folhas por planta não apresente grandes diferenças também.

O índice de área foliar representa a extensão da área foliar em relação à área de plantio e a área foliar representa a área da folha em relação ao peso seco total da planta. Isso significa, segundo BRANDES *et alii* (1973a), "o capital produtivo das plantas". Conforme o quadro XII, a relação área foliar aumenta até os 42 dias de transplante e depois decresce. Porém, ela varia muito pouco com a densidade. Em outras palavras, a influência é maior em relação a idade da cultura do que pela densidade de população. BRANDES *et alii* (1973a) também obtiveram as maiores relações de área foliar em feijoeiro aos 40 dias de germinação, decrescendo em seguida. Estes autores atribuem a causa ao aumento da massa não fotossintetizante (folhas novas

e velhas) e a queda das folhas. Tanto BRANDES et alii (1973a) como WALLACE e MUNGER (1966) atribuem pouca importância à densidade de população. EDDOWES (1969a) concluiu que o aumento no índice de área foliar com o aumento da densidade é geral para todas as culturas, mas, após atingir um ponto máximo, cai, principalmente pelo aumento do número de folhas que entram em senescência.

6.2.2- Taxa de assimilação líquida (TAL)

A TAL em plantas de berinjela atingiu o ponto máximo aos 28 dias após o transplante em todas as densidades estudadas (Quadro X). BRANDES et alii (1973a) obtiveram TAL máxima no início do desenvolvimento do feijoeiro. Os valores máximos de TAL em feijoeiro atingiram 0,4 a 0,8 g/dm²/dia, variando conforme a cultivar. Estes valores coincidem com o período de máxima conversão da energia solar (BRANDES, et alii, 1973b).

Parece existir uma relação inversa entre TAL e IAF, principalmente nos estádios mais avançados de desenvolvimento (Quadros X e XII). À medida que a população aumenta, as plantas diminuem a produção de matéria seca, embora haja um aumento no IAF. Esta relação é encontrada também, em outras culturas, como, couve (Brassica oleracea var. acephala L.). Como a TAL mede a eficiência fotossintética da cultura (aumento da matéria seca por unidade de área) e o IAF, a capacidade fotossintética (relação entre área foliar e área cultivada), pode-se dizer que vai diminuindo a fotossíntese, embora o potencial de fotossíntese vai aumentando à medida que a densidade aumenta ou a cultura cresce (Figura 6 e 7). A causa desta diminuição na TAL pode ser devido ao sombreamento mútuo que passa a haver com o aumento da densidade de

população ou com o crescimento das plantas.

A causa também pode ser atribuída à redução na área foliar, já que ela pode ser afetada pela redução no número de folhas. Como já foi comentado, este é muito afetado pelo sombreamento.

Contudo, a redução na área foliar, sem ser afetada pela redução de número de folhas, pode atingir a produção de matéria seca. EDDOWES (1969b) obteve resultados que comprovam esta hipótese. Ele concluiu que a diminuição da produção em milho por planta é devida à diminuição da área foliar.

Além da redução da área foliar e do número de folhas, alguns autores (REES, 1962; Monsi e Iwaki, ambos citados por ASCENSO, 1971) acreditam que a diminuição do TAL com a idade se deva ao aumento da massa não fotossintetizante, como raiz, caules, frutos, flores e tecidos em senescência.

6.2.3- Taxa de crescimento relativo (TCR)

A TCR aumenta com a idade da planta até um certo ponto e depois decresce (Quadro XI e Figura 8). Relativamente à população, é difícil fazer uma distinção entre as diferentes densidades. Há uma leve indicação que a TCR diminui com o aumento da densidade. ASCENSO (1971) obteve TCR constante para cada população de ci - trus. Como os dados foram obtidos na fase exponencial de crescimento, ele acredita que se fôsse obtidos dados por períodos mais longos, poderia haver diferenças entre as TCR's para cada população, nos diferentes estágios de crescimento. Outros autores encontraram diferenças de TCR em estágios iniciais de crescimento para algumas cul

turas, como milho (Alldridge, citado por ASCENSO, 1971), tomate (ASHBY, 1937) e cacau (GOODALL, 1950). Em um ponto, esses autores concordam: é que o TCR é um índice difícil de se interpretar em termos fisiológicos, porque ela representa somente o ganho de matéria seca num intervalo de tempo ($T_2 - T_1$).

ASCENSO (1971) sugere uma explicação para a variação intraespecífica (competição entre os órgãos da planta) de TCR em citros. Esta variação não reflete à capacidade intrínseca da planta crescer e produzir matéria seca, mas, devido aos fatores ambientais.

6.2.4- Taxa de produção de matéria seca (TPMS)

A TPMS na planta de berinjela aumenta com a idade da planta e com o aumento da densidade (Quadro XIII).

Os valores obtidos para essa cultura estão mais ou menos dentro daqueles obtidos para outras culturas, por outros autores. É lógico que existe uma variação, havendo resultados com valores acima e abaixo. A razão destas variações foi resumida por ASCENSO (1971) : a) constituição genética; b) metodologia usada; c) condições ecológicas e culturais; d) idade e duração do período experimental.

6.3 - Produção

Em termos de estudo de população vegetal, o rendimento por área, seja o biológico (matéria seca) seja o econômico (a parte comercializável), é a expressão mais adequada para se conhecer o comportamento da cultura.

A produção total de matéria seca da berinjela aumenta com o aumento da densidade e com a idade da planta (Quadro VI). O trigo (WATSON, THORNE e FRENCH, 1963), soja (JOHNSON e HARRIS, 1967), milho (RUTGER e CROWDER, 1967), etc. apresentam relação idêntica.

A produção de frutos também aumenta com o aumento da população (Quadro XVII). Este fenômeno acontece com muitas culturas, embora para outras, como a soja, a produção aumente até uma determinada população e depois, decresce em populações mais elevadas (JOHNSON e HARRIS, 1967).

Por outro lado, a produção de frutos por planta decresce à medida que a população aumenta (Quadro XVII). A causa principal é a competição que existe entre elas. A redução pode ser devido à redução no número de frutos, ou à redução no tamanho dos frutos, ou ambas simultaneamente. Para a planta de berinjela, a redução se verifica em número e tamanho de frutos. A redução no número de frutos se deve à redução no número de flores, embora alguns frutos possam cair no início do seu desenvolvimento. Para o caso da soja, algumas cultivares não sofrem redução no tamanho das sementes, só no número de sementes, enquanto que outras apresentam relação inversa entre densidade de população e tamanho de semente (JOHNSON e HARRIS, 1967). Em milho, a redução se dá no peso da espiga com o aumento da população (DUNCAN, LANG e PEN-DLETON, 1958). Para tomate, há redução no peso de cada fruto (VITTUM e TAPLEY, 1957 e VITTUM e TAPLEY, 1963).

Nem sempre o aumento de produção é desejável, pois, não acompanha a qualidade do produto. Para o caso da alface, por exemplo, o aumento da densidade de população tende a reduzir o tamanho da cabeça, tornando-a

não comercializável, em densidades elevadas, além de elevar o custo de produção (NELDER e MOSS, 1956). O resultado semelhante foi obtido por SALE (1966).

Para a berinjela, embora haja aumento no rendimento por área com o aumento da população, o tamanho médio dos frutos diminuiu (Quadro XVII), afetando a qualidade para mercado, porque ainda prevalece a noção de que os frutos grandes sejam os melhores. Há, contudo, uma tendência em se mudar esta preferência. Provavelmente a diminuição no tamanho da família esteja influenciando na mudança.

Por outro lado, o aumento na densidade de população provoca um aumento no custo de produção. Assim, o aumento da população por área só será interessante até o ponto em que o acréscimo de rendimento paga o acréscimo no custo de produção.

O mesmo acontece com o limite mínimo de plantas por área. A medida que se diminui a densidade, diminui-se o rendimento, e também o custo de produção. Mas, só será interessante até o ponto em que a produção paga o custo de produzi-la.

6.4 - Delineamento sistemático vs Delineamento convencional

O delineamento sistemático foi idealizado no sentido de aumentar o rendimento do pesquisador. Durante a condução do presente experimento, notou-se claramente este objetivo no delineamento.

As dificuldades para instalar um experimento onde a densidade de população entra como um dos tratamentos, pelo método convencional são grandes, principalmen-

te no que se refere à área de trabalho, número de plantas, excessiva preocupação pelas bordaduras, que muitas vezes supera em área e número de plantas das plantas úteis. Outro fator evidente é a limitação no número de tratamentos a ser estudado. Torna-se difícil estudar um número grande de densidades diferentes, pois, o número de plantas, área do experimento, número de amostragens e cuidados aumentam exponencialmente com o número de tratamentos ou com o número de repetições.

Nestes particulares, o delineamento sistemático é de fácil manejo. A área ocupada por um delineamento sistemático de mesmo número de tratamentos e repetições de um delineamento convencional, é cerca de 8 a 10 vezes menor. O número de plantas usadas é cerca de 2 a 3 vezes menor, pois, a bordadura limita-se somente às divisões dos blocos.

Isso simplifica muito o trabalho do pesquisador, principalmente quando o trabalho refere-se à análise de crescimento, a qual exige um número muito grande de amostras. Outra vantagem do delineamento sistemático é permitir um número grande de tratamentos. Devido à simplicidade do delineamento e exigir poucas plantas, e menor área de trabalho, este método permite dar maior atenção ao experimento, melhorando as condições, tanto das plantas como do experimento todo, consequentemente, obtenção de dados mais seguros.

A partir dos dados obtidos nos delineamentos sistemático e convencional, observa-se que as plantas do delineamento sistemático apresentam um desenvolvimento melhor do que as do outro (Quadros I, II e VII). Isso se deve provavelmente ao melhor tratamento recebido pelo delineamento sistemático, conforme foi dito anteriormen-

te. A simplicidade e a dimensão do experimento foram os dois fatores mais importantes na condução dos trabalhos. Por outro lado, embora houvesse um esforço em uniformizar o terreno onde foram instalados os experimentos, a área ocupada pelo delineamento tradicional foi tão grande que alguma diferença de solo possa ter influenciado. Outros fatores que talvez tenham variado no delineamento tradicional foram: irrigação e controle de pragas e doenças.

A retirada de amostras também influiu muito no desenvolvimento do delineamento convencional (Quadros X e XI). A TCR e a TAL apresentaram dois picos, ao invés de um, no delineamento tradicional e somente um no delineamento sistemático (Figuras 6, 7, 8 e 9). Esta mudança no delineamento convencional mostra que houve um acréscimo normal e, posteriormente, um novo crescimento intensivo. Analisando melhor o porquê desta tendência, é que na amostragem, a cada 14 dias, provocou um desbaste intensivo na população, ou seja, a diminuição na competição. Isso provocou um revigoramento das plantas restantes, ao passo que no delineamento sistemático, as amostras atingiam totalmente um conjunto de tratamentos, sem provocar desbaste. Isso nos mostra que para o delineamento convencional há necessidade de maiores cuidados na amostragem, principalmente quando o experimento é conduzido para se fazer análise de crescimento, ou análise semelhante, quando as plantas são ramificadas periodicamente, provocando um desbaste das plantas dentro da população. As limitações do delineamento sistemático são poucas. A principal delas é a distribuição não casualizada dos tratamentos. A consequência é dificultada em se realizar a análise estatística tradicional, porque, não havendo casualização das parcelas, não se

pode analisar usando os métodos normais de estatística, que são baseados principalmente no princípio da casualização. Considerando a possibilidade de se dividir o delineamento em 2 ou 4 partes (diametralmente), e isso possibilitar uma certa casualização e além disso, com repetições (3 ou mais círculos). MILNE (1959) concluiu, de um exame de 50 populações, que o erro experimental é negligível no que concorda também NELDER (1962).

Um ponto negativo do delineamento sistemático é a dificuldade em se chegar até os tratamentos que ficam mais no interior do círculo, principalmente quando a cultura atinge um determinado tamanho. Mas, essa dificuldade é contrabalançada pela possibilidade de uma visão global do que está acontecendo com o experimento.

Muitas vezes com uma escada de 2 a 3 metros de altura, foi possível olhar de cima, podendo ser visto todo o experimento como um todo. O que não foi possível para o delineamento convencional, devido aos tratamentos estarem distanciados um do outro e a área ser muito grande.

A TAL atingiu o ponto máximo aos 28 dias após o transplante para quase todas as densidades (Quadro X).

A medida que a cultura se desenvolve, a TAL, em ambos os delineamentos cai. Porém, para o delineamento tradicional houve uma segunda elevação aos 56 dias. As razões já foram dadas anteriormente.

Com relação à área foliar (Quadro VII), ambos os delineamentos apresentaram redução com o aumento da densidade de população e com o desenrolar do tempo de crescimento da cultura. Como houve uma diminuição também no número de folhas com o aumento da densidade (Quadro XIV), pode-se dizer que a causa foi o sombrea -

mento, provocando a derrubada de folhas nas densidades mais elevadas.

O índice de área foliar aumenta com a densidade em ambos os delineamentos (Quadro XII). A diferença de valor entre ambos os delineamentos foi devido à diferença de desenvolvimento da cultura entre ambos (Quadros I e II).

Quanto à produção de frutos, ambos os deli-
neamentos seguiram o mesmo padrão, ou seja, o rendimen-
to por área aumenta com o aumento da densidade, e ocor-
re uma diminuição na produção por planta, número de fru-
tos por planta e peso médio de cada fruto.

7 - CONCLUSÕES

Dos estudos realizados nas condições do experimento, pode-se concluir que:

- a - Para o estudo da densidade de populações da berinjela, o delineamento sistemático leva vantagens sobre o delineamento convencional, porque é mais simples, de fácil manuseio, não utiliza áreas grandes, permite estudar um maior número de tratamentos, utiliza-se de um número pequeno de plantas. O sacrifício periódico das plantas afeta muito pouco as plantas restantes do delineamento sistemático, enquanto que no delineamento convencional, as plantas restantes são afetadas, podendo influir no experimento.

A desvantagem do delineamento sistemático é a limitação na análise estatística, devido a não casualização das parcelas.

b - A análise de crescimento mostrou que o desenvolvimento da planta de berinjela depende da densidade de população. As plantas se desenvolvem mais em densidades baixas. O crescimento da planta de berinjela é lento na fase inicial após o transplante (até os 28 dias), acentuando muito após os 42 dias após o transplante.

c - A produção por planta, tanto de frutos como de matéria seca, diminui com o aumento da população, porém, o rendimento por área aumenta com a elevação da densidade.

A redução na produção por planta em altas densidades se deve tanto à redução no número de frutos como no seu tamanho. A possível causa da redução se deve ao sombreamento mútuo das plantas, à medida que a densidade aumenta e também à nutrição que é afetada em densidades mais elevadas.

d - A densidade ótima para a cultura da berinjela não foi determinada, pois, ela está muito relacionada às condições econômicas. A elevação nas densidades de população provoca o aumento no custo de produção e a redução excessiva leva a produção muito baixa que não paga o investimento.

8 - SUMMARY

The present work, developed in the Agriculture and Horticulture Department of ESALQ/USP, Piracicaba (Brazil), was done in order to study the growth of eggplant and its behavior under many population densities throughout systematic and conventional designs.

The systematic design was of NELDER (1962) modified. This design has presented advantages over conventional in respect of number of plants utilized, handling, experimental area. And it was not affected by plants sacrifice for growth analysis.

The development of eggplant is related to population density, growing better under low densities.

The production per plant, both fruits and dry matter has decreased with increase of population. The yield per área increase with density.

The present work has not preoccupied in determining the best density for eggplant production, because it is close related with production cost and marketing needs.

9 - LITERATURA CITADA

ALLISON, K. C. 1969. Effect of Plant Population on the Production and Distribution of Dry Matter in Maize. Annal of Applied Biology 63: 135-144.

ALVIM, P. T. 1962. Los Factores de la Produtividad Agrícola. Curso Internacional de Bases Fisiológicas de la Producción Agrícola, IICA, Lima, Perú, 20 pp. (mimeografado).

ALVIM, R. e P. T. ALVIM. 1969. Efeito da Densidade de Plantio no Aproveitamento da Energia Luminosa pelo Milho (*Zea mays*) e pelo Feijão (*Phaseolus Vulgaris*), em Culturas Exclusivas e Consorciadas. Turrialba 19: 389-393.

- ASHBY, E. 1937. Studies on the Inheritance of Physiological Characters. III. Hybrid Vigours in the Tomato. Annals of Botany 1: 11-41.
- AUSTIN, M. E. e E. M. DUNTON, Jr. 1970. Fertilizer-Plant Population for Once-Over Tomato Harvesting. Journal of American Society for Horticultural Science 95: 645-649.
- BEARD, B. H. e M. D. MILLER. 1977. Protein to Feed a Hungry World. Califórnia Agriculture 31(1): 14-16.
- BERNARDI, J. B. 1968. Instruções para a Cultura da Berinjela. Boletim n° 181 do Instituto Agrônômico de Campinas, S.A.
- BLACKMAN, G. E. 1965. The limits of Plant Productivity. Crop Science 5: 211-215.
- BLACKMAN, G. E. e G. L. WILSON. 1951a. Physiological and Ecological Studies in the Analysis of Plant Environment. Annals of Botany 15: 63-94.
- BLACKMAN, G. E. e G. L. WILSON. 1951b. Physiological and Ecological Studies in the Analysis of Plant Environment. Annals of Botany 15: 373-408.
- BLEASDALE, J. K. A. 1966. The effect of Plant Spacing on the Yield of Bulb Onions (*Allium cepa* L.) Grown from Seed. Journal of Horticultural Science 41: 145-153.
- BLEASDALE, J. K. A. 1966. Systematic Designs for Spacing Experiments. Experimental Agriculture 3: 73-85.

- BRANDES, D. e M. MAESTRI, C. VIEIRA e F. R. GOMES. 1973b. Efeitos de População de Plantas e Época de Plantio no Crescimento do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). III. Intercepção de Luz e Eficiência de Conversão da Energia Solar. Experientiae 15: 23-30.
- BRANDES, D., M. MAESTRI; C. VIEIRA e F. R. GOMES. 1973 a. Efeitos da População de Plantas e da Época de Plantio no Crescimento do Feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.). Experientiae 15: 1-21.
- BUTTERY, B. R. e R. T. BUZZELL. 1972. Some Differences Between Soybean Cultivars Observed by Growth Analysis. Canadian Journal of Plant Science 52: 13-20.
- CHOY, E. W. C. e E. T. KANEMASU. 1974. Energy Balance Comparison of Wide and Narrow Spacing in Sorghum. Agronomy Journal 66: 98-100.
- DONALD, C. M. 1963. Competition Among Crop and Pasture Plants. Advances in Agronomy 15: 1-118.
- DUNCAN, W. G. 1958. The Relationship Between Corn Population and Yield. Agronomy Journal 50: 82-84.
- DUNGAN, G. H., A. L. LANG e J. W. PENDLETON. 1958. Corn Plant Population in Relation to Soil Productivity. Advances in Agronomy 10: 435-476.
- EDDOWES, M. 1969a. Physiological Studies of Competition in *Zea mays* L. I. Vegetative Growth and Ear Development in Maize. Journal of Agriculture Science 72: 185-193.

- EDDOWES, M. 1969b. Physiological Studies of Competition in *Zea mays* L. II. Effect of Competition Maize Plants. Journal of Agriculture Science 72: 195-202.
- FERY, R. L. e J. JANICK. 1970. Response of the Tomato to Population Pressure. Journal of American Society for Horticultural Science 95: 614-624.
- FILGUEIRA, F. A. R. 1972. Manual de Olericultura. Ed. Agronômica Ceres 451 pp.
- FREYMAN, S. e D. DOLMAN. 1971. A Simple Sistematic Design for Planting Density Experiments With Set Row Widths. Canadian Journal of Plant Science 51: 340-342.
- GEORGE, B. F. e L. F. PIERCE. 1969. The Influence of Population Density and Competition on Phenotypic Stability of Tomato Plants. Journal of American Society for Horticultural Science 95: 65-67.
- GOODALL, D. W. 1950. Growth Analysis of Cacao Seedlings. Annals of Botany 14: 291-306.
- JANICK, J. 1968. A Ciência da Horticultura. 2a. Ed. Livraria Freitas Bastos S.A. 485 pp.
- JOHNSON, B. J. e H. B. HARRIS. 1967. Influence of Plant Population on Yield and Other Characteristics of Soybeans. Agronomy Journal 59: 447-449.
- KRACHT, U. 1974. New High-Protein Foodstuffs to Improve the Consumption of Protein in Developing Countries. Applied Science and Development 4: 7-16.

- LIPTON, W. J. 1970. Growth of Tomato Plants and Fruit Production in High Humidity and High Temperature. Journal of American Society for Horticultural Science 95: 674-680.
- MALCOLM, W. M. 1966. Biological Interactions. Botanical Review 32: 243-254.
- MILNE, A. 1959. The Centric Systematic-Sample Treated as a Random Sample. Biometrics 15: 270-297.
- MINAMI, K. 1973. A Densidade e a Competição em Hortaliças. Atualidades Agronômicas Setembro/Outubro, 1973: 36-43.
- NELDER, J. A. 1962. New Kinds of Systematic Designs for Spacing Experiments. Biometrics 18: 283-387.
- NELDER, J. A. e N. MOSS. 1956. The Spacing of Lettuce in Heated Glasshouses. Journal Horticultural Science 31: 177-187.
- REES, A. R. 1962. Dry-Matter Production by Evergreen Perennials. Nature 192: 1118-1119.
- RIRIE, D. 1972. Minimum Spacing Studies for Lettuce. California Agriculture 26(1): 6-7.
- ROBINSON, F. E. 1969. Carrot Population Density and Yield in an Arid Environment. Agronomy Journal 61: 499-503.
- ROBINSON, F. E. e D. D. McCOY. 1967. Population, Growth Rate, and Maturity.

- ROBINSON, F. E. e G. F. WORKER, Jr. 1969. Plant Density and Yield of Sugar Beets in an Arid Environment. Agronomy Journal 61: 441-443.
- RUTGER, J. N. e L. V. CROWDER. 1967. Effect of Population and Row Width on Corn Silage Yields. Agronomy Journal 59: 475-476.
- RUTHENBERG, H. 1973. The World Food Problem. Applied Science and Development 2: 7-25.
- SALE, P. S. M. 1966. The Response of Summer Lettuce to Irrigation and Plant Spacing. Journal Horticultural Science 41: 31-42.
- SALTER, P. S. 1961. The Irrigation of Early Summer Cauliflower in Relation to Storage of Growth, Plant Spacing and Nitrogen Level. Journal Horticultural Science 36: 241-253.
- SALTER, P. J. e J. B. WILLIAMS. 1967. The effect of Irrigation on Pea Crops Grown at Different Plant Densities. Journal Horticultural Science 42: 59-66.
- VINCENT, C. L. 1958. Pea Plant Population and Spacing. Bulletin 594, Washington. Agricultural Experiment Station, State College of Washington, 9 pp.
- VITUM, M. T. e W. T. TAPLEY. 1957. Spacing and Fertility Level Studies with a Paste-Type Tomato. Proceedings of American Society for Horticultural Science 69: 323-326.

- VITTUM, M. T. e W. T. TAPLEY. 1963. Spacing and Fertility Level Studies with Determinate Type Tomato. Proceedings of American Society for Horticultural Science 61: 339-443.
- WALLACE, D. H. e H. M. MUNGER. 1966. Studies of the Physiological Basis for Yield Differences. II. Variations in Dry Matter Distribution Among Aerial Organs for Several Dry Bean Varieties. Crop Science 6: 503-507.
- WATSON, D. J. 1947. Comparative Physiological Studies on the Growth of Fields Crops. I. Variation in Net Assimilation Rate and Leaf Area between Species and Varieties, and with in and between Years. Annals of Botany 11: 41-76.
- WATSON, D. J. 1958. The Dependence of Net Assimilation Rate on Leaf-Area Index. Annals of Botany 22: 37-54.
- WATSON, N. D. J., G. N. THORNE e S. A. W. FRENCH. 1963. Analysis of Growth and Yield of Winter and Spring Wheats. Annals of Botany 27: 1-22.
- WATSON, D. J. 1952. The Physiological Basis of Variation in Yield. Advances in Agronomy 4: 101-145.
- WEATHERALL, M. 1970. Método Científico. Editora da Universidade de São Paulo e Editora Polígono, 300 p. São Paulo.
- WEBER, C. R., R. M. SHIBLES e D. E. BYTH. 1966. Effect of Plant Population and Row Spacing on Soybean Development and Production. Agronomy Journal 58: 99-102.

WILLIAMS, R. F. 1946. The Physiology of Plant Growth with Special References to the Concept of Net Assimilation Rate. Annals of Botany 10: 41-72.

ZINK, F. W. 1965. Effect of Rate Seeding and Date and Method of Thinning on Growth and Harvest Density of Head Lettuce. Proceedings of American Society For Horticultural Science 88: 417-424.