

**DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE
BANANEIRAS ‘NANICÃO’ (*Musa* AAA subgrupo Cavendish)**

RICARDO ALFREDO KLUGE

Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. **JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO**

Tese apresentada à Escola Superior de
Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de
São Paulo, para obtenção do título de Doutor em
Agronomia, Área de Concentração: Fitotecnia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Fevereiro – 1999

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
DIVISÃO DE BIBLIOTECA E DOCUMENTAÇÃO - Campus "Luiz de Queiroz"/USP

Kluge, Ricardo Alfredo

Densidade e sistema de espaçamento de bananeiras 'Nanicão' (*Musa* AAA subgrupo Cavendish) / Ricardo Alfredo Kluge. - Piracicaba, 1999.
105 p.

Tese (doutorado) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, 1999.
Bibliografia.

1. Banana Nanicão 2. Densidade de plantio 3. Espaçamento 4. Prática cultural 5. Sistema de cultivo I. Título

CDD 634.772

"Permitida a cópia total ou parcial deste documento, desde que citada a fonte - O Autor"

À minha esposa Mirian pelo amor, incentivo e
compreensão em todos os momentos.

Dedico

AGRADECIMENTOS

Aos professores João Alexio Scarpate Filho e Ricardo Victória Filho, pela orientação, dedicação, auxílio e amizade.

À Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo, pela possibilidade da realização do Curso.

Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, pela concessão da bolsa de estudos.

Aos funcionários do Departamento de Produção Vegetal, em especial a David, Éder, Aparecido e Helena, e às secretárias Sílvia, Célia, Bete e Ivete.

Aos professores do curso de Pós-Graduação em Fitotecnia, da ESALQ/USP, pelos ensinamentos recebidos, em especial aos professores Paulo Roberto Camargo e Castro e Salim Simão.

Aos professores do Departamento de Produção Vegetal, pelos ensinamentos e convívio.

Aos colegas de Curso de Pós-graduação, pelo convívio e companherismo.

A todos aqueles que, de uma forma ou outra, contribuíram para o desenvolvimento do trabalho e do Curso.

A Deus, que sempre iluminou os meus caminhos.

SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS	v
LISTA DE TABELAS	vii
RESUMO	ix
SUMMARY	xi
1. INTRODUÇÃO	1
2. REVISÃO DE LITERATURA	3
2.1. Origem, distribuição e classificação botânica	3
2.2. Situação da bananicultura	5
2.3. Biologia	6
2.4. Exigências climáticas	8
2.5. Espaçamento e densidade populacional	10
2.6. Sistema de espaçamento	17
2.7. Resíduos da bananeira	18
3. DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS ‘NANICÃO’ (<i>Musa</i> AAA subgrupo Cavendish): AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO EM QUATRO CICLOS.....	23
Resumo.....	23
Summary.....	24
Introdução.....	24
Material e Métodos.....	28
Resultados e Discussão.....	30
Conclusões.....	46
Referências bibliográficas.....	47

4. DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS ‘NANICÃO’ (<i>Musa</i> AAA subgrupo Cavendish): DURAÇÃO DO CICLO E DO PERÍODO DE COLHEITA EM PIRACICABA, SP.....	53
Resumo.....	53
Summary.....	54
Introdução.....	54
Material e Métodos.....	57
Resultados e Discussão.....	59
Conclusões.....	68
Referências bibliográficas.....	68
5. DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS ‘NANICÃO’ (<i>Musa</i> AAA subgrupo Cavendish): PRODUÇÃO DE RÁQUIS E RELAÇÃO RÁQUIS/CACHO.....	74
Resumo.....	74
Summary.....	74
Introdução.....	75
Material e Métodos.....	78
Resultados e Discussão.....	80
Conclusões.....	89
Referências bibliográficas.....	89
6. CONCLUSÕES GERAIS	94
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	98

LISTA DE FIGURAS

	Página
1 Variação mensal do peso do cacho de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades de plantio, em Piracicaba, SP.....	32
2 Temperatura média mensal e precipitação pluvial entre 1994 e 1998, em Piracicaba, SP.....	33
3 Efeito da densidade (a) e do sistema de espaçamento (b) sobre a produtividade estimada (ton/ha/ano) de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.....	43
4 Efeito da densidade sobre a duração dos quatro primeiros ciclos (meses) de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.....	62
5 Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no primeiro ciclo de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.....	64
6 Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no segundo ciclo de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.....	65
7 Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no terceiro ciclo de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.....	66

8 Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no quarto ciclo de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.....	67
9 Relação entre o peso do cacho e o peso da ráquis de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.....	84

LISTA DE TABELAS

	Página
1 Peso médio do cacho de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	31
2 Número de frutos por cacho de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	35
3 Peso médio do fruto de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP....	36
4 Comprimento médio do fruto de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP....	37
5 Cachos colhidos por ano em quatro ciclos de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	39
6 Produção estimada (ton/ha) de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	40
7 Produtividade estimada (ton/ha/ano) de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	42

8 Duração dos quatro primeiros ciclos de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	44
9 Efeito da densidade e sistema de espaçamento sobre a duração dos quatro primeiros ciclos de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP....	60
10 Significância do teste F da análise de variância para os efeitos de diferentes densidades e sistemas de espaçamento sobre as variáveis analisadas em bananeiras ‘Nanicão’.....	81
11 Peso do cacho e da ráquis e relação entre peso da ráquis e peso do cacho (%PR/PC) de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	82
12 Número de frutos por cacho e peso médio do fruto de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	85
13 Produção estimada (ton/ha) de cachos, ráquis e frutos de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.....	87

DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS ‘NANICÃO’ (*Musa* AAA subgrupo Cavendish)

Autor: RICARDO ALFREDO KLUGE

Orientador: Prof. JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO

RESUMO

Com o objetivo de verificar os efeitos de diferentes densidades e sistemas de espaçamento, bananeiras cultivar Nanicão foram estabelecidas em quatro densidades de plantio: 3333; 2222; 1666 e 1333 plantas/ha (3,0; 4,5; 6,0 e 7,5m²/planta, respectivamente) e dois sistemas de espaçamento (retângulo e losango), em Piracicaba, SP. O bananal foi conduzido com uma “família” por cova. Avaliou-se a influência dos tratamentos sobre os seguintes aspectos: a) produção durante os quatro primeiros ciclos; b) duração do ciclo e do período de colheita em Piracicaba, SP; e c) produção de ráquis e relação ráquis/cacho. Foram determinados: peso do cacho, número de pencas e frutos por cacho, peso e comprimento do fruto, cachos colhidos por ano, produção (ton/ha), produtividade (ton/ha/ano), variação do peso do cacho ao longo do ano, duração do ciclo e período de colheita, peso da ráquis, relação ráquis/cacho (%) e produção estimada de ráquis (ton/ha). O aumento da densidade reduziu o peso do cacho e do fruto, o número de frutos por cacho e o comprimento do fruto. A duração do primeiro ciclo não foi afetada pelos tratamentos, enquanto a partir da segunda produção, o ciclo foi maior à medida que a densidade aumentou. A produção (ton/ha) foi sempre maior à medida que a densidade aumentou, entretanto não houve o mesmo comportamento para a produtividade (ton/ha/ano). Até o terceiro ciclo, a

maior densidade superou a produtividade das demais, enquanto que no quarto ciclo não houve diferença de produtividade entre as densidades testadas, devido ao aumento na duração do ciclo de produção do plantio mais denso. O aumento da densidade também provocou dispersão mais rápida da colheita após o primeiro ciclo. Na comparação entre os sistemas de espaçamento, o losango promoveu a produção de cachos com maior peso no primeiro ciclo, e produtividade levemente superior à verificada no retângulo, ao longo dos ciclos avaliados. O cachos com maior peso foram obtidos no outono e no inverno. O peso da ráquis variou de 1,89 a 2,36kg, e representou aproximadamente 8% do peso do cacho, independente da densidade e sistema de espaçamento. De acordo com a densidade, a produção deste subproduto da bananeira pode variar de 3,14 a 6,30ton/ha.

**DENSITY AND SPACING SYSTEM OF ‘NANICÃO’
BANANAS (*Musa* AAA subgroup Cavendish)**

Author: RICARDO ALFREDO KLUGE

Adviser: Prof. JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO

SUMMARY

With the objective to study the effects of different densities and spacing systems, ‘Nanicão’ bananas was established in four plantation densities (3333; 2222; 1666 and 1333 plants/ha) and two spacing systems (rectangle and diamond), in Piracicaba, SP. The banana plantation was conducted with a "family" by hole. Were evaluated the influence of the treatments on following aspects: a) production during the first four cycles; b) duration of cycle and crop period; and c) yield of bunch stem and bunch stem/bunch ratio. Were evaluated: bunch weight, number of hands and fruits per bunch, weight and length of fruit, bunches picked per year, yield (ton/ha), productivity (ton/ha/annum), duration of cycle and period of harvest, bunch stem weight, bunch stem/bunch ratio and bunch stem yield (ton/ha). The increase of the density reduced bunch and fruit weight, the number of fruits by bunch and fruit length. The duration of the first cycle was not affected by treatments, while starting from the second production the cycle was larger as the density increased. The yield (ton/ha) was always higher as the density increased; however, there was not the same behavior for the productivity (ton/ha/annum). Until the third cycle, the highest density overcame the productivity of the others, while in the fourth cycle there was no difference in

productivity among the densities, due to the increase in the duration of crop cycle in the highest density. The increase of the density also promoted higher dispersion of the harvest after the first cycle. In the comparison among the spacing systems, the diamond promoted higher bunch weight in the first cycle; and productivity slightly higher along the cycles if compared with rectangle system. The bunches with larger weight were obtained in autumn and winter. The bunch stem weight varied from 1.89 to 2.36kg and it represented 8% of bunch weight approximately, independent of the density and spacing system. According to density, the yield of this by-product of banana plant can vary from 3.14 to 6.30ton/ha.

1. INTRODUÇÃO

A banana é uma fruta bastante consumida por todas as classes sociais do Brasil e de vários outros países, devido ao seu alto valor nutritivo e sabor apreciado. Além de sua utilização como fruta fresca, ela participa como componente essencial na preparação de alimentos infantis, apresentando alta digestibilidade e elevados teores de açúcares, vitaminas e minerais.

O Brasil é o terceiro maior produtor de bananas (incluindo plátanos) do mundo, sendo superado pela Índia e Uganda. A bananicultura brasileira apresenta ainda produtividade abaixo do potencial existente, além de se caracterizar por revelar uma alta taxa de perda pós-colheita, em torno de 40%, em decorrência do manuseio inadequado das frutas. A exportação brasileira de bananas é insignificante, face à baixa qualidade das frutas produzidas.

Na fruticultura buscam-se estratégias para aumentar a produtividade, pesquisando-se em vários segmentos do processo produtivo. Neste contexto, o uso de maiores densidades de plantio constitui uma tendência mundial, pois promove melhor aproveitamento do solo, mão-de-obra e insumos e eleva a produção por área. Entretanto, para adoção de plantios em altas densidades, são necessários melhores entendimentos sobre as tecnologias apropriadas para sua utilização, os fatores que influenciam o sistema de produção e os impactos que a maior densidade populacional traz sobre os componentes de produção, principalmente as frutas.

Na cultura da bananeira, a ótima densidade de plantio é derivada de uma integração complexa de muitos fatores, dentre eles: cultivar, fertilidade e tipo

de solo, seleção de rebentos, nível de tecnologia aplicada, controle de plantas daninhas, topografia, condições de mercado, expectativa de longevidade do bananal, destino da produção entre outros. Quando as diferenças climáticas são adicionadas a estes fatores, torna-se fácil entender que as resposta das plantas à determinada densidade podem diferir substancialmente de região para região.

Adicionalmente, o sistema de espaçamento utilizado, o qual se refere à distribuição das plantas na área de plantio, pode influenciar a produção, pois os diferentes arranjos atuam sobre a eficiência fisiológica das plantas e sobre a exploração do solo, além de afetarem as operações culturais.

Nos últimos anos, a bananicultura tem sido deslocada para regiões não tradicionais de cultivo, sendo que, atualmente, podemos encontrar bananais em todas as regiões do Brasil, desde as faixas litorâneas até a regiões de planalto. No planalto paulista, a bananicultura vem ganhando força, aliando-se ao grande volume de produção provenientes do Vale da Ribeira, no litoral do Estado.

Em face da necessidade de maiores estudos com bananeiras na região do planalto paulista, o presente trabalho teve como objetivo verificar os efeitos de diferentes densidades e sistemas de espaçamento para a bananeira 'Nanicão' na região de Piracicaba (SP), avaliando-se os quatro primeiros ciclos.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. Origem, distribuição e classificação botânica

Morin (1967) considerou que as primeiras bananas tenham surgido antes da história escrita. Para esse autor, a bananeira foi, provavelmente, uma das primeiras espécies a serem cultivadas, e uma das primeiras a serem propagadas vegetativamente. O seu centro de origem parece ter sido o sudoeste da Ásia, em países como Índia, China, Malásia e Filipinas (Tai, 1977).

As bananeiras são encontradas entre as latitudes 30° N e 30° S. Dentro desta faixa, porém, existem regiões que impossibilitam o cultivo comercial da bananeira, devido às baixas temperaturas e deficiência hídrica. Em contrapartida, bananeiras podem ser encontrados em até 34° N, em Israel (Morin, 1967).

No Brasil podemos encontrar plantios de bananeiras em todas as regiões, desde as faixas litorâneas até as regiões de planalto, no interior.

A bananeira é pertencente à divisão Angiospermae (= Magnoliophyta), classe Monocotyledoneae (= Liliopsida), ordem Scitaminae (= Zingiberales) e família Musaceae (Engler, 1954; Cronquist, 1981). A família Musaceae é constituída por dois gêneros: *Musa* (bananas comestíveis) e *Ensete* (bananas silvestres), sendo que o primeiro apresenta cerca de 35 espécies e o segundo, um total de 7 espécies (Rochelle et al., 1991).

O gênero *Musa* ainda pode ser dividido em 4 subgêneros: *Australimusa*, *Rhodochlamys*, *Callimusa* e *Eumusa*. Os subgêneros *Callimusa* e *Rhodochlamys* não produzem frutos comestíveis. O subgênero *Australimusa*

contém apenas uma espécie, conhecida como abacá (*Musa textilis*), e utilizada em alguns países para extração de fibras das bainhas vasculares. No subgênero *Eumusa*, ou simplesmente *Musa*, é onde se encontram as espécies de interesse comercial (Simmonds, 1982).

As cultivares tradicionais de bananeira apresentam níveis cromossômicos di, tri ou tetraplóides, respectivamente com 22, 33 e 44 cromossomos, em combinações variadas de genomas das espécies selvagens *Musa acuminata* (genoma AA) e *Musa balbisiana* (genoma BB). A partenocarpia verificada nas cultivares atualmente existentes, deve-se a uma característica genética da primeira espécie, uma vez que a partenocarpia parece não ocorrer em *M. balbisiana* (Shepherd, 1984). Segundo os grupos cromossômicos, as principais cultivares de bananas cultivadas no Brasil, listadas por Moreira (1995), são classificados da seguinte maneira:

- **Grupo AA** - 'Ouro', 'Colatina Ouro'.
- **Grupo AAA** - 'Mestiça', 'Gros-Michel', 'Caru-Roxa', 'Caru-Verde', 'Caipira', 'Leite', 'Ouro Mel', 'São Mateus', 'São Tomé'. **Subgrupo Cavendish** – 'Nanica', 'Nanicão', 'Jangada', 'Lacatan', 'Robusta' ('Poyo'), 'Valery', 'Williams', 'Caturrao', 'Congo', 'Grand Naine'.
- **Grupo AAB** – 'Prata-Anã' ('Enxerto'), 'Maçã', 'Mysore', 'São Domingos'. **Subgrupo Prata** – 'Branca', 'Pacovan', 'Prata', 'Prata Zulu'. **Subgrupo Terra** (plantain ou plátano) – 'Angola', 'Maranhão', 'Terra', 'Terrinha'. **Subgrupo Chifre** (horn plantain) – 'D'Angola', 'Pacóva', 'Carnaval', 'Farta Velhaco'.
- **Grupo ABB** - 'Figo', 'Pão'.
- **Grupo AAAA** - 'IC-2' ('Golden Beauty').
- **Grupo AAAB** -, 'Ouro da Mata', 'Platina'.

2.2. Situação da bananicultura

Segundo dados da FAO (1997), a produção mundial de bananas (incluindo plátanos) alcançou 88 milhões de toneladas. O Brasil é o terceiro maior produtor, com aproximadamente 6 milhões de toneladas/ano, atrás de Índia e Uganda, que produzem aproximadamente 10 milhões de toneladas/ano, cada país.

No Brasil, a cultura é encontrada em quase todos os Estados brasileiros, desde a faixa litorânea até as regiões de planalto, ocupando o segundo lugar entre as fruteiras em relação à área colhida, com aproximadamente 500.000ha (Anuário Estatístico do Brasil, 1996). A bananicultura apresenta elevada importância social e econômica em algumas regiões, possuindo papel importante como fonte de alimentação, fixação de mão-de-obra no campo e geradora de divisas para o País.

Embora o Brasil seja um grande produtor, seu volume de exportação não ultrapassa a 2%. Os principais mercados de exportação de bananas do Brasil são a Argentina e Uruguai. Entretanto, o País está perdendo o mercado argentino para o Equador, devido a melhor qualidade de suas frutas em relação às do Brasil.

O Brasil está carente de uma melhor organização produtiva e comercial, sendo essa deficiência a responsável pela produção de bananas de qualidade apenas aceitável e pelo baixo volume de exportação. Além disso, do volume de produção brasileira de bananas, Durigan & Ruggiero (1995) apontam que aproximadamente 40% são perdidos em pós-colheita, resultado da falta de organização e tecnologias apropriadas de armazenamento, transporte e comercialização.

Gonçalves et al. (1994) comentam que a organização da produção de forma racional e moderna em toda cadeia produção-distribuição, além da melhoria na qualidade da fruta, podem proporcionar maiores ganhos ao produtor,

aumentar o consumo interno e conduzir o Brasil a tornar-se também um grande exportador de bananas.

As perspectivas de aumentar o consumo interno da fruta estão fundamentadas na mudança, mesmo que muito lentamente, do hábito alimentar do povo brasileiro, que aos poucos busca melhor qualidade em sua alimentação, principalmente nas classes média e alta (Amaro, 1998). Já a ampliação do mercado exportador, sobretudo com os países do Mercosul, apresenta-se como uma expectativa de um mercado sólido e rentável (Carraro & Cunha, 1994).

2.3. Biologia

A bananeira é uma planta herbácea, apresentando sistema radicular fasciculado, disposto horizontalmente e superficialmente; caule subterrâneo (rizoma), que é o órgão de reserva e vital da planta; folhas grandes e completas; flores femininas (produzem frutos), hermafroditas (geralmente produzem frutos) e masculinas (não produzem frutos) surgidas a partir da emissão da inflorescência, a qual posteriormente forma o cacho; e frutos carnosos, tipo baga e geralmente partenocárpicos. O caule vegetativo aéreo, na verdade, é o pseudocaule formado pelas bainhas das folhas sobrepostas concentricamente (Champion, 1968; Moreira, 1987).

O cacho da bananeira é constituído por *engajo* - pedúnculo da inflorescência; *penca* - conjunto de frutos ou dedos, reunidos por seus pedúnculos em duas fileiras horizontais e paralelas; *ráquis* - eixo onde são inseridas as flores da inflorescência; e *coração* - conjunto de pencas de flores masculinas ainda em desenvolvimento, com suas respectivas brácteas (Medina, 1985).

A bananeira é propagada vegetativamente a partir do rizoma com brotação ou sem brotação. No caso de rizoma não brotado, este pode ser utilizado inteiro ou seccionado (Manica, 1997).

A gema lateral de brotação no rizoma da planta-matriz desenvolve-se e produz, dentro de algum tempo, um rebento que pode ser facilmente separado e utilizado como muda. Esta muda recebe diferentes denominações, conforme seu grau de desenvolvimento ou tamanho: “chifrinho”, “chifre”, “chifrão” e muda adulta (ou muda alta). Ainda existe um outro tipo de muda, denominada “guardachuva”, que vem a ser a brotação de uma gema que, devido à separação da planta-matriz, não apresenta folhas lanceoladas e possui poucas reservas (Medina, 1985; Moreira, 1987; Simão, 1998).

Na bananeira existem dois ciclos: o ciclo vegetativo e o ciclo de produção. O ciclo vegetativo corresponde ao período entre o aparecimento do rebento (“perfilho”) na superfície do solo e a colheita do cacho. O ciclo de produção é o intervalo de tempo entre a colheita do cacho de uma bananeira e a colheita do cacho de seu rebento selecionado (Medina, 1985; Moreira, 1987; Israeli & Lahav, 1986).

Ambos os ciclos são afetados pelo manejo adotado, cultivar e condições edafoclimáticas. O ciclo da bananeira é prolongado em situações de cultivo em solos de baixa fertilidade, mal drenados e com elevada acidez ou no caso de estabelecimento do bananal em regiões sujeitas à temperaturas abaixo de 15°C, com pluviosidade média menor do que 100 mm/mês ou com baixa insolação (Brunini, 1984; Medina, 1985). Segundo Tai (1977), sob temperaturas baixas, a bananeira reduz a emissão de folhas, aumentando o seu ciclo, considerando que, nesta espécie, a passagem da fase vegetativa para reprodutiva está ligada diretamente com determinado número de folhas emitidas. Champion (1968) ressaltou a importância de se conhecer o ritmo normal de emergência das

folhas, bem como sua interação com os fatores ecológicos, uma vez que estes conhecimentos determinam a duração do ciclo da cultura. Segundo o autor, a bananeira desenvolvendo-se em condições ideais emite 3 ou 4 folhas mensalmente. Em condições desfavoráveis, como baixa temperatura e/ou estiagem, ocorre diminuição na emissão de folhas para 1 ou 2 ao mês.

2.4. Exigências climáticas

Segundo Brunini (1984), a bananeira, sendo uma cultura dos trópicos úmidos, tem como fatores climáticos que mais determinam o seu bom desempenho econômico a disponibilidade térmica e hídrica. Assim, ressalta-se a necessidade da cultura ser estabelecida em locais onde a temperatura média do mês mais frio esteja localizada entre 18 e 20°C e ocorram chuvas de no mínimo, 100 mm/mês, bem distribuídas durante o ano. Em regiões marginais, onde a temperatura do mês mais frio pode alcançar menos de 18°C, é importante a escolha da localização da cultura (exposição e altitude) para amenizar os efeitos da baixa temperatura.

Israeli & Lahav (1986) ressaltaram que em regiões marginais, como nos climas subtropicais, onde há uma parada no crescimento devido à seca ou períodos de baixas temperaturas, a produção é sazonal, havendo determinadas épocas do ano em que há pouca ou quase nenhuma produção. Em regiões tropicais, a produção é contínua, isto é, à medida que termina a colheita de um ciclo, outro ciclo começa a ser colhido.

A temperatura viável para a exploração comercial da bananeira está localizada entre 18 e 35°C. A temperatura ótima para o crescimento foliar está entre 26 e 28°C, enquanto que para o crescimento do fruto a faixa ótima localiza-se entre 29 e 30°C (Stover & Simmonds, 1987). A paralisação total do

crescimento ocorre sob temperaturas acima de 35°C e abaixo de 10°C (Aubert, 1971). Um dos efeitos da condução da bananeira em locais com baixas temperaturas é o aumento do ciclo vegetativo e o de produção, devido à diminuição na taxa de produção de folhas e ao retardamento na emissão da inflorescência.

Os frutos verdes são seriamente afetados quando expostos à temperaturas iguais ou inferiores à 12°C, por mais de 10 horas, ocorrendo o distúrbio denominado friagem ("chilling"). Esta perturbação fisiológica é decorrente do fechamento dos estômatos da casca e da coagulação do conteúdo das células laticíferas, particularmente no pericarpo das frutas. O processo de amadurecimento é afetado e a polpa torna-se de coloração marrom e gelatinosa (Bleinroth, 1985).

Locais onde as geadas são frequentes devem ser evitados para o plantio de bananeiras, pois causam secamento das folhas, enegrecimento dos cachos e, em situações severas, a morte da planta. Em locais com geadas ocasionais é aconselhável plantar nas encostas (Samson, 1986).

Com relação à pluviosidade, tem sido aceito que precipitação pluvial mínima mensal de 100 mm e bem distribuída é requerida para o bom desempenho da cultura (Tai, 1977). Segundo Stover & Simmonds (1987), os plantios de bananeira em áreas de clima tropical que apresentam, no mínimo, três meses de precipitação pluvial média inferior a 75 mm, necessitam de irrigação suplementar. A deficiência de água na cultura da bananeira resulta no aumento do ciclo, menor peso dos cachos e frutos com baixa qualidade (Israeli & Lahav, 1986).

A bananeira também sofre influência da umidade relativa do ar. Regiões com umidade relativa acima de 80% são as mais propícias para a cultura, pois favorecem a emissão de folhas e o lançamento da inflorescência, além de

promoverem uniformização na coloração dos frutos. Contudo, a alta umidade relativa, quando associada com chuvas e temperaturas elevadas, aumenta a incidência de doenças (Medina, 1985; Moreira, 1987).

A bananeira requer uma boa luminosidade para manter um ritmo normal de emissão de folhas e atingir o porte normal. Em regiões caracterizadas por períodos chuvosos intensos, há diminuição da taxa fotossintética, devido à nebulosidade, com prejuízos ao crescimento da planta. Sombreamentos severos podem restringir os processos de iniciação e diferenciação floral (Stover & Simmonds, 1987; Turner, 1994; Israeli et al., 1995). Segundo Soto Ballesteros & Sancho (1992), a condição de luminosidade mínima para a produção econômica de bananas é 1.500 lux (horas de luz por ano).

A altitude exerce uma influência indireta no ciclo da bananeira, sendo que à medida que a altitude aumenta, prolonga-se o ciclo da cultura devido à diminuição da temperatura (Simão, 1998).

As folhas da bananeira são muito suscetíveis aos danos causados pelo vento. Ventos superiores a 30km/h causam danos consideráveis, como dilaceração de folhas, diminuindo a superfície foliar ativa. Com ventos acima de 100km/h pode ocorrer a quebra do pseudocaule (Moreira, 1987). Os ventos fortes aumentam a transpiração foliar o que implica num maior consumo de água pela planta (Tai, 1977).

2.5. Espaçamento e densidade populacional

A escolha do espaçamento para o plantio é dependente de uma série de fatores: condições climáticas, nível de tecnologia adotado, cultivar, topografia, conhecimento do produtor, disponibilidade de mão-de-obra, fertilidade do solo, condições de mercado, expectativa de longevidade do bananal, destino da

produção e outros (Simmonds, 1982; Gomes, 1984; Robinson & Nel, 1988; Soto Ballesteros et al., 1992; Robinson, 1995; Alves & Oliveira, 1997; Lichtemberg et al., 1997; Simão, 1998). Este complexo de fatores faz com que, na cultura da banana, as densidades são de tal maneira variáveis que representam uma faixa de 375 até 5000 plantas por hectare nas diversas regiões do globo, com predominância de 1000 a 2000 bananeiras/ha (Simmonds, 1982; Stover & Simmonds, 1987; Alves & Oliveira, 1997).

Robinson (1995) comenta que para as regiões mais quentes, de clima tropical, as altas densidades (> 3000 plantas/ha) podem ser utilizadas para maximizar a produção e fornecer proteção contra as altas temperaturas. Em regiões de clima subtropical, com invernos frios, as baixas densidades (< 2000 plantas/ha) são as preferidas, como forma de aproveitar melhor a disponibilidade térmica para o crescimento e evitar que o ciclo seja prolongado.

O adensamento de bananais e de outras fruteiras tem sido pesquisado e utilizado com o objetivo principal de aumentar a produção por área e maximizar o uso do solo, mão-de-obra e insumos. Comumente, o rendimento de um bananal aumenta na mesma proporção que a população de plantas por área é incrementada, até um certo limite, onde o excesso de plantas prejudica a produção (Lichtemberg, 1984; Stover & Simmonds, 1987).

Para a cultura da banana, a possibilidade de utilização de plantios mais adensados deveu-se à seleção de clones e/ou cultivares de portes mais baixos e adoção de tecnologias mais apropriadas de produção. Gomes (1984) comentou que o adensamento de plantio tornou-se quase uma exigência, decorrente do uso de áreas pequenas e da necessidade de se elevar a produção dos bananais.

Lichtemberg (1984) e Robinson (1995) esclareceram as principais vantagens da utilização de bananais em alta densidade:

- Aumento da produção por área;

- Maior número de cachos colhidos por área, principalmente na primeira safra;
- Melhor controle de plantas daninhas, pelo sombreamento causado no interior do bananal;
- Redução no número de rebentos (devido ao sombreamento), dispendendo-se menor mão-de-obra para a realização do desbaste;
- Facilidade nos tratos culturais, até um certo limite;
- Formação de um microclima quente e úmido, o que favorece o crescimento.

Por outro lado, os autores apontaram as seguintes desvantagens do uso de altas densidades:

- Redução da produtividade anual com o avanço da idade do bananal, devido ao aumento gradativo do ciclo, iniciando a partir do segundo;
- Diminuição no peso médio do cacho e dos frutos;
- Rápida dispersão da época de colheita do bananal, devido a desuniformidade de crescimento dos rebentos;
- Aumento dos gastos com mudas, escoras, sacos plásticos, adubos, inseticidas, nematicidas e mão-de-obra;
- Desorganização mais rápida da distribuição das plantas na área, prejudicando o acesso e as operações no bananal;
- O aumento de frutas descartadas na comercialização;
- Menor longevidade comercial do bananal;
- Agravamento de doenças fúngicas e dificuldade no controle;
- Menor porcentagem de cachos colhidos em relação ao número de plantas;
- Redução no diâmetro e aumento na altura do pseudocaule, o que facilita o tombamento da planta;
- Maior competição por luz, água e nutrientes, devido à sobreposição de folhas e entrelaçamento de raízes.

Alves & Oliveira (1997) relacionaram os espaçamentos mais utilizados nos cultivos comerciais de bananeiras no Brasil, de acordo com o porte da cultivar: **a) cultivares de porte baixo e médio** ('Nanica', 'Grand Nain', 'Nanicão', 'Prata-Anã'): 2,0 x 2,0m; 2,5 x 2,0m e 2,5 x 2,5m; **b) cultivares de porte semi-alto** ('Maçã', 'D'Angola', 'Terrinha', 'Mysore', 'Figo'): 3,0 x 2,0m e 3,0 x 2,5m; **c) cultivares de porte alto** ('Terra', 'Maranhão', 'Prata', 'Pacovan'): 3,0 x 3,0m e 3,0 x 4,0m. Os espaçamentos em fileiras duplas também são recomendados para a bananeira: 4,0 x 1,5 x 2,0m; 4,0 x 2,0 x 2,0m e 4,0 x 2,0 x 3,0m, para as cultivares de porte baixo a médio, semi-alto e alto, respectivamente. (Borges, 1987).

Para a cultivar Nanicão conduzida com uma "família" por cova, Moreira (1995) destacou a viabilidade da utilização de densidade dobrada adotando-se, no primeiro ciclo, o espaçamento 2,5 x 1,0 (4000 plantas/ha) e, após a primeira safra, aumentando para 2,5 x 2,0m (2000 plantas/ha). Destaca o pesquisador que este sistema sofre restrições para as cultivares Nanica, Grand Nain e Prata-Anã, devido à posição quase horizontal de suas folhas.

Diversas pesquisas mostrando o efeito de diferentes densidades e espaçamentos de plantio sobre o ciclo, os componentes de produção e a produtividade da bananeira têm sido relatadas. Os resultados encontrados variam conforme a cultivar, clima da região, espaçamentos e densidades, e número de ciclos avaliados.

Mattos et al. (1970) verificaram, em Itanhaém, litoral paulista, aumentos no peso do cacho de bananeiras 'Nanicão' no primeiro e segundo ciclo à medida que a densidade diminuiu de 3333 plantas/ha (espaçamento 2,0 x 1,5m) para 1111 plantas/ha (espaçamento 3,0 x 3,0m). Entretanto, os mesmos autores não verificaram, no terceiro ciclo, incrementos significativos do peso do cacho com o aumento do espaçamento.

No Vale da Ribeira, sul do Estado de São Paulo, Moreira (1971) concluiu que os espaçamentos 2,0 x 3,0m (1666 plantas/ha) e 3,0 x 3,0m (1111 plantas/ha) são os mais indicados para bananeiras cultivar Branca, pois facilitam a colheita e diminuem a infestação de plantas daninhas. O autor verificou que o espaçamento 2,0 x 2,0m (2500 plantas/ha) provocou dificuldade para a colheita, pois as plantas eram mais altas, enquanto que nos espaçamento maiores (3,0 x 4,0m e 4,0 x 4,0m, respectivamente 833 e 615 plantas/ha) houve alta incidência de plantas daninhas.

Em áreas irrigadas do Nordeste brasileiro, Silva & Campos (1976) estudaram o primeiro ciclo da bananeira 'Nanica' plantada em diferentes densidades (2500, 3333, 4444 e 5000 plantas/ha, equivalentes à espaçamentos 2,0 x 2,0m; 2,0 x 1,5m; 1,5 x 1,5m e 2,0 x 1,0m, respectivamente). Os autores não verificaram diferenças significativas para o peso do cacho, enquanto que o ciclo foi ligeiramente aumentado à medida que incrementou-se a densidade.

Santos (1977), estudando diferentes espaçamentos para a cultivar Nanica em Viçosa (MG), não constatou diferenças para o número de pencas e frutos nos cachos e intervalo de dias entre a emissão da inflorescência e colheita, quando diminuiu o espaçamento entre plantas de 2,5m para 1,25m, mantendo constante o espaçamento de 2,0m entre linhas. O peso médio do cacho, entretanto, foi aproximadamente 30% maior na menor densidade (2000 plantas/ha) em comparação com a maior (4000 plantas/ha).

Gomes et al. (1984) estudaram em Iconha, litoral do Espírito Santo, o comportamento de bananeiras 'Prata' em diferentes densidades de plantio (1120; 1320; 1600; 1650; 2000; 2240; 2500 e 3360 plantas por hectare). Verificaram que a densidade afetou mais o segundo ciclo do que o primeiro. À medida que a densidade de plantio aumentou, ocorreu o mesmo com a produtividade, enquanto que o peso do cacho diminuiu e o número de pencas e

frutos nos cachos não foi afetado. Os autores não aconselham, para esta cultivar, densidades superiores a 2500 plantas por hectare, por produzir cachos com baixo peso.

Estudos com diferentes densidades de plantio com as cultivares Nanicão, Branca e Prata-Anã foram realizados na região de Florianópolis (SC) por Pedrotti et al. (1987). Os autores avaliaram o primeiro ciclo destas cultivares e não observaram diferenças significativas para o comprimento do ciclo, peso do cacho e número de frutos e pencas por cacho nas diferentes densidades testadas (1333; 1666 e 2222 plantas/ha). A produção observada (ton/ha), entretanto, foi duplicada na maior densidade em comparação com a menor.

Lichtemberg et al. (1996), estudando as densidades 1666; 2000 e 2500 plantas/ha (espaçamentos 2,0 x 3,0m; 2,0 x 2,5m e 2,0 x 2,0m, respectivamente) durante quatro ciclos de bananeiras ‘Nanicão’ no litoral norte de Santa Catarina, verificaram que estes ciclos foram maiores com o aumento da densidade. Constataram que a produção, em ton/ha, foi quase 30% superior utilizando-se da maior densidade, mas concluíram que a produtividade, em ton/ha/ano, é menor nos plantios mais densos, com a evolução dos ciclos.

Lichtemberg et al. (1997), avaliando a duração dos cinco primeiros ciclos da bananeira ‘Nanicão’ em Guaramirim (SC), observaram que o intervalo entre o plantio e a primeira colheita foi menos afetado pela densidade (1666; 2000 ou 2500 plantas/ha) do que o intervalo de colheita dos ciclos seguintes. Os autores atribuíram esta resposta à menor competição interplantas no primeiro ciclo e intensificação desta a partir do segundo ciclo.

Lichtemberg et al. (1998), estudando seis ciclos da bananeira ‘Nanicão’ em clima subtropical, concluíram que, embora a produção (ton/ha) aumente com o aumento da densidade de 1666 para 2500 plantas/ha, a produtividade (ton/ha/ano) tende a se igualar entre estes extremos, devido ao

alongamento do ciclo e menor peso do cacho verificado na maior densidade. Segundo os autores, esta tendência começa a ser evidenciada a partir do segundo ciclo da bananeira.

Daniells et al. (1985) observaram, em Queensland (Austrália), que o aumento da densidade de plantio de 930 para 3980 plantas/ha pode elevar a produção, com base em ton/ha/ano, em até 200% no primeiro ciclo, e 50% no segundo ciclo de bananeiras 'Williams'. Também observaram que o ciclo aumentou da menor para a maior densidade, na proporção de 60 dias para o primeiro ciclo e 125 dias para o ciclo seguinte.

Em regiões subtropicais da África do Sul, Robinson & Nel (1989) avaliaram cinco ciclos da bananeira cultivar Williams em diferentes densidades de plantio (1000; 1250; 1666 e 2222 plantas/ha, respectivamente espaçamentos 5,0 x 2,0m; 4,0 x 2,0m; 3,0 x 2,0m e 3,0 x 1,5m). Constataram que a partir do terceiro ciclo houve redução no peso dos cachos à medida que a densidade aumentou. Esta diminuição, segundo os autores, foi devido ao menor número de pencas e frutos nos cachos. Os autores concluíram que para alcançar a maior produtividade (ton/ha/ano) a densidade para esta cultivar deve estar entre 1800 e 2000 plantas/ha. Entretanto, para obter-se menor custo de produção e maior facilidade no manejo, os autores recomendam 1666 plantas/ha.

Os efeitos causados pela modificação da densidade, como diminuição do peso e número do órgão econômico da planta (fruto, semente, tubérculo, etc.), estão ligados à competição interplantas e, em alguns casos, intraplanta, sendo mais intensa à medida que a densidade é incrementada (Janick, 1968; Pereira, 1989). Na bananeira, a competição interplanta, normalmente, é pouco pronunciada no primeiro ciclo (ciclo vegetativo), devido a distribuição mais uniforme das plantas no terreno, o que otimiza os fatores de crescimento. A partir do segundo ciclo, a competição começa a ser mais intensa, principalmente

nas maiores densidade. Como resultado, o crescimento dos rebentos é desuniforme, a emissão da inflorescência é retardada e os cachos produzidos apresentam menor peso (Israeli et al., 1995; Robinson, 1995).

2.6. Sistemas de espaçamento

O sistema de espaçamento refere-se à distribuição ou arranjo de plantas na área de cultivo. Pereira (1989) comenta que a produtividade por área depende não apenas da densidade populacional, mas também da distribuição das plantas no terreno, pois uma determinada população pode ter diferentes arranjos.

A distribuição das plantas deve proporcionar o máximo aproveitamento do terreno e da luminosidade, o que favorece a produção. Segundo Robinson (1995), o arranjo de plantas apresenta interferência sobre a produção, pois afeta o uso da radiação solar disponível e, conseqüentemente, a capacidade fotossintética da bananeira. Além disso, comenta o autor, os diferentes sistemas de espaçamento podem afetar as operações culturais.

Diversos são os sistemas de distribuição de plantas que podem ser utilizados para a bananeiras, incluindo: quadrado, retangular, triângulo equilátero, hexagonal, linhas duplas, entre outros (Daniells et al., 1985; Borges, 1987; Robinson et al., 1989; Soto Ballesteros et al., 1992). A opção por um destes sistemas depende da cultivar, região, topografia e manejo do bananal (Robinson, 1995).

No Brasil, os sistemas de distribuição mais utilizados são o quadrado e o retangular. No sistema quadrado, a distância entre linhas e plantas são iguais, enquanto que no retangular, o espaçamento entre linhas é normalmente superior ao espaçamento entre plantas. Estes sistemas apresentam a vantagem de melhor identificação das linhas de plantio. De acordo com Soto Ballesteros et al.

(1992), o sistema retangular apresenta menor eficiência do que o quadrado, no que se refere ao aproveitamento da luz e do terreno por parte das plantas. Caro Costa (1968), trabalhando com plátanos 'Maricongo' estabelecidos com 3550 plantas/ha, verificou que o sistema de espaçamento em quadrado (1,68 x 1,68m) produziu cachos com peso 25% superior ao produzido no sistema em retângulo (3,10 x 0,90m).

Segundo Belalcázar Carvajal (1991), tanto o sistema quadrado quanto o retangular não podem ser implantados em locais com declividade superior à 4%, pois o alinhamento das plantas não oferece qualquer medida conservacionista contra a erosão do solo.

A distribuição em triângulo equilátero é o que promove, segundo Soto Ballesteros et al. (1992), o melhor aproveitamento dos fatores de crescimento (luz, água e nutrientes), devido à distribuição mais regular das plantas. Segundo o autor, neste sistema, pode-se utilizar uma maior densidade de população, sem sacrificar a incidência de luz para o crescimento normal das plantas. Stover & Simmonds (1987), por sua vez, consideram que, em condições tropicais, o sistema hexagonal tem sido considerado o mais eficiente para a máxima interceptação de luz, embora Soto Ballesteros et al. (1992) tenham demonstrado que este sistema reduz em 33% o número de plantas por hectare.

O sistema losango, semelhante ao triângulo equilátero e hexagonal, tem sido pouco difundido e seus efeitos sobre a produção de bananas necessitam ser melhor esclarecidos.

2.7. Resíduos da bananeira

Além do produto econômico, a fruta, a bananeira produz uma grande quantidade de resíduos. Esses incluem o pseudocaule, folhas, engaço,

ráquis e “coração”. Moreira (1987) estimou que um bananal conduzido de maneira convencional pode fornecer 180 a 200 ton/ha/ano de restos de cultura.

As folhas retiradas na operação de desfolha, juntamente com aquelas restantes da colheita, são normalmente mantidas no bananal, incorporando-se naturalmente ao solo como adubo orgânico. O pseudocaule, por sua vez, é mantido o mais alto possível na colheita, por 50 a 60 dias, com objetivo de nutrir o rebento que está em desenvolvimento (Gallo et al., 1972; Purseglove, 1972; Martin-Prével, 1984; Moreira, 1987). Blanco Rojas (1996) comentou que as folhas e o pseudocaule constituem resíduos sustentáveis, que antes da biodegradação formam uma cobertura que auxilia no controle de plantas daninhas e, posteriormente, incorporam-se ao solo do bananal, fornecendo nutrientes.

O “coração”, quando retirado durante o crescimento do cacho, é muitas vezes deixado no bananal ou utilizado na alimentação animal, pois é altamente digestivo e rico em carboidratos e minerais (Simmonds, 1982). Em alguns países, o “coração” também é utilizado na alimentação humana (Stover & Simmonds, 1987). Este material também pode fornecer quantidade considerável de nutrientes ao solo (Maia, 1983; Vitti & Ruggiero, 1984).

O engaço e a ráquis do cacho da bananeira apresentam variados fins. Podem ser aproveitados na alimentação animal (Arias, 1992), incorporados ao solo (Maia, 1983; Vitti & Ruggiero, 1984) ou utilizados para extração de fibra visando a fabricação de papel (Torres, 1981; Blanco Rojas, 1996).

No Brasil, quando o encaixotamento da fruta é realizada no próprio bananal, os resíduos do cacho normalmente permanecem no bananal, enquanto que, quando os cachos são transportados para o galpão de embalagem, os resíduos apresentam pouco ou nenhum aproveitamento.

Comenta Blanco Rojas (1996) que, em países exportadores de bananas, como Equador e Costa Rica, os cachos são normalmente levados do

bananal para galpões de embalagens, onde se processam o despencamento, classificação, tratamentos e embalamento. Nesse caso, os resíduos provenientes do cacho (o engaço e a ráquis) são muitas vezes colocados a “céu aberto”, sem aproveitamento algum, ou devolvidos à plantação como adubo orgânico. A mesma autora ressalta a necessidade de um melhor aproveitamento destes resíduos e destaca que ráquis poderiam ser utilizados para a extração de fibra e posterior produção de pasta celulósica.

Torres (1981) destacou a ráquis da bananeira como um material bastante apropriado para a obtenção de pasta celulósica. Segundo este autor, a fibra da ráquis da bananeira apresenta 11,73% de lignina e 53,5% de alfa-celulose, sendo considerada como maior e mais rica em celulose do que a fibra do bagaço de cana-de-açúcar. Sua maior resistência e flexibilidade, de acordo com o autor, faz deste material uma fonte apropriada para a produção de papel. Blanco Rojas (1996), trabalhando com beneficiamento e polpação da ráquis da bananeira ‘Nanicão’, calculou que no Estado de São Paulo cerca de 2.000 ton/ano de pasta celulósica poderiam ser obtidas a partir deste material.

O peso da ráquis aumenta na mesma proporção que o peso do cacho sofre incremento (Stover & Simmonds, 1987). A proporção entre o peso da ráquis e o peso do cacho, entretanto, é bastante variada. Champion (1968) relatou que esta proporção pode variar de 8,6 a 12,6% de acordo com a cultivar. Com cachos de bananeira ‘Nanica’, Bao Iglesias et al. (1987) determinaram como sendo 6,0% esta relação, enquanto que para a cultivar Nanicão, Stover & Simmonds (1987) reportaram 7,0%. Daniells et al. (1985) consideraram como 9,0% a relação ráquis/cacho para a bananeira ‘Williams’.

A determinação do peso da ráquis e da sua relação com o peso do cacho pode ser útil para a bananicultura. No primeiro caso, seria possível calcular a quantidade produzida, por hectare/ano, deste subproduto do cacho, fornecendo

subsídio para trabalhos com enfoque em aproveitamento de resíduos da bananeira. No segundo caso, poderia se determinar mais precisamente a produtividade do bananal, descontando a proporção entre ráquis e cacho.

**3. DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE
BANANEIRAS 'NANICÃO' (*MUSA* AAA SUBGRUPO CAVENDISH):
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO EM QUATRO CICLOS**

**DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE
BANANEIRAS ‘NANICÃO’ (*Musa* AAA subgrupo Cavendish):
AVALIAÇÃO DA PRODUÇÃO EM QUATRO CICLOS**

RICARDO ALFREDO KLUGE; JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO

RESUMO – O objetivo do presente trabalho foi verificar os efeitos de diferentes densidades e sistemas de espaçamento sobre a produção da bananeira ‘Nanicão’, avaliando-se os primeiros quatro ciclos. Quatro densidades (3333, 2222, 1666 e 1333 plantas/ha) e dois sistemas de espaçamento (retângulo e losango) foram testados para as condições de Piracicaba (SP). As variáveis analisadas foram peso do cacho, número de pencas e frutos por cacho, peso e comprimento do fruto, cachos colhidos por ano, produção (ton/ha), produtividade (ton/ha/ano) e duração do ciclo. O aumento da densidade, de 1333 para 3333 plantas/ha, diminuiu o peso do cacho em 15 a 20%, devido ao menor número de frutos por cacho, peso e tamanho do fruto. A produção (ton/ha) foi sempre maior à medida que a densidade aumentou, entretanto não houve o mesmo comportamento para a produtividade (ton/ha/ano). Até o terceiro ciclo, a maior densidade superou a produtividade das demais, enquanto que no quarto ciclo não houve diferença de produtividade entre as densidades testadas, devido ao aumento na duração do ciclo de produção do plantio mais denso. O sistema de espaçamento em losango promoveu maior peso do cacho no primeiro ciclo e produtividade levemente maior do que o retângulo ao longo dos quatro ciclos. Os cachos colhidos no outono e no inverno apresentaram os maiores pesos.

Palavras-chave: arranjo de plantas, produtividade, peso do cacho, competição.

**DENSITY AND SPACING SYSTEM OF 'NANICÃO' BANANA
(*Musa* AAA subgroup Cavendish): EVALUATION OF YIELD
IN FOUR CYCLES**

SUMMARY - The objective of the present research was to study the effects of different densities and spacing systems on the yield of the 'Nanicão' banana, evaluating the first four cycles. Four density (3333, 2222, 1666 and 1333 plants/ha) and two spacing systems (rectangle and diamond) were tested for the conditions of Piracicaba (SP). The variables analyzed were bunch weight, number of hands and fruits per bunch, weight and length of fruit, bunches picked per year, yield, productivity and duration of cycle. The increase of the density of 1333 to 3333 plants/ha decreased bunch weight in 15 to 20%, due to reduction in number of fruit by bunch and fruit size. The yield (ton/ha) was always higher as the density increased; however, there was no the same behavior for the productivity (ton/ha/annum). Until the third cycle, the highest density overcame the productivity of the others, while in the fourth cycle there was no difference in productivity among the densities, due to the increase in the duration of crop cycle in the highest density. The spacing system in diamond promoted higher bunch weight in the first cycle and productivity slightly higher along the cycles if compared with rectangle system. Bunches harvested in autumn and winter presented higher weight.

Key words: plant arrangement, productivity, bunch weight, competition.

INTRODUÇÃO

A bananicultura encontra-se amplamente difundida pelas diversas regiões do Brasil, sendo encontrada desde as regiões mais quentes, como o Norte e o Nordeste, até as regiões mais frias, como o litoral do Rio Grande do Sul e

Santa Catarina (Simão, 1998). No Estado de São Paulo, a bananicultura do planalto vem ganhando força, aliando-se ao grande volume de produção de bananas provenientes do Vale da Ribeira, no litoral.

O espaçamento ideal de plantio para a bananeira é dependente de vários fatores, como: cultivar, fertilidade do solo, seleção de seguidores (rebentos), nível de tecnologia aplicada, controle de plantas daninhas, velocidade do vento, topografia, condições de mercado, longevidade do bananal, destino das frutas e outros (Simmonds, 1982; Lichtemberg, 1984; Stover & Simmonds 1987; Soto Ballesteros et al., 1992). Aliado a isto, a resposta das plantas às diferentes populações depende das condições climáticas da região (Stover & Simmonds 1987; Robinson & Nel, 1988; Simão, 1998). Todo este complexo de fatores de influência faz com que as densidades utilizadas para a bananeira sejam bastante variáveis, apresentando uma amplitude de 375 a 5000 plantas por hectare nas diversas regiões do mundo (Simmonds, 1982).

Robinson (1995) comenta que para as regiões mais quentes, de clima tropical, as altas densidades (> 3000 plantas/ha) podem ser utilizadas para maximizar a produção e fornecer proteção contra temperaturas demasiadamente altas. Em regiões de clima subtropical, com invernos frios, as baixas densidades (< 2000 plantas/ha) são as preferidas, como forma de aproveitar melhor a disponibilidade térmica para o crescimento e aumento no ciclo.

O adensamento de plantio de plantas frutíferas tem sido visto como uma tendência mundial, pois promove melhor aproveitamento do solo, mão-de-obra e insumos, e aumento na produção por área. Entretanto, para a adoção de plantios em altas densidades, são necessários analisar os impactos que uma maior população pode trazer sobre a produtividade e os componentes de produção.

Diversas pesquisas têm sido relatadas mostrando o efeito do uso de diferentes densidades de plantio sobre os componentes de produção e a

produtividade da bananeira. Os resultados encontrados são variados, de acordo com a cultivar, clima da região, espaçamentos e densidades, e número de ciclos avaliados.

Tem sido constatado que a duração do ciclo é maior com o aumento da densidade de plantas, principalmente após a primeira safra (Melin et al., 1976; Chundawat et al., 1983; Gomes et al., 1984; Daniells et al., 1985; Chattopadhyay et al., 1985; Lichtemberg et al., 1990 e 1998). Este maior intervalo para o ciclo da bananeira deve-se, segundo Robinson & Nel (1986) e Israeli et al. (1995), ao maior sombreamento no interior do bananal, o que provoca atraso e desuniformidade no desenvolvimento dos rebentos e retarda a emissão da inflorescência.

Com relação à produção, o aumento da densidade eleva a produção por hectare (ton/ha), devido ao grande número de cachos colhidos (Azouz et al., 1971; Irizarry et al., 1975; Gomes et al., 1984; Daniells et al., 1985; Robinson & Nel, 1986; Lichtemberg et al., 1988 e 1997). Entretanto, considerando que a bananeira não apresenta ciclo anual definido, a produtividade, medida em ton/ha/ano, tende a ser progressivamente reduzida com o incremento da densidade e com a evolução dos ciclos (Daniells et al., 1985; Robinson & Nel, 1988 e 1989; Robinson, 1995; Lichtemberg et al., 1998).

Os componentes de produção (cachos, pencas e frutos) sofrem influência da densidade de plantas. Normalmente, o aumento da densidade reduz o peso do cacho, principalmente após o primeiro ciclo (Mattos et al., 1970; Santos, 1977; Obiefuna et al., 1982; Chundawat et al., 1983; Gomes et al., 1984; Daniells et al., 1985; Chattopadhyay et al., 1985; Robinson & Nel, 1986; Lichtemberg et al., 1998). Similarmente, o número de pencas e frutos por cacho tende a ser menor nas maiores densidades (Mattos et al., 1970; Obiefuna et al., 1982; Robinson & Nel, 1989; Lichtemberg et al., 1990).

Em adição à densidade, a distribuição das plantas na área de plantio pode influenciar a produção, pois os diferentes sistemas de espaçamento modificam a incidência de luminosidade no interior da plantação (Janick, 1968; Pereira, 1989; Israeli et al., 1995). Segundo Robinson (1995), diferentes populações e distribuições das plantas na área de plantio afetam a eficiência fisiológica da planta, sobretudo a sua capacidade fotossintética.

Diversos são os sistemas de espaçamento que podem ser utilizados para a bananeira, incluindo: quadrado, retângulo, triângulo equilátero, hexagonal, fileiras duplas, entre outros (Daniells et al., 1985; Robinson et al., 1989; Soto Ballesteros et al., 1992). A opção por um destes sistemas depende da cultivar, região, topografia e manejo do bananal (Robinson, 1995). Os sistemas em quadrado e retângulo, muito utilizados na bananicultura, são pouco eficientes quanto ao aproveitamento da luz e do terreno, além de não serem aconselhados para declividades superiores à 4% (Belalcázar Carvajal, 1991). Ao contrário, os demais sistemas apresentam maior eficiência de aproveitamento dos fatores de crescimento (luz, água e nutrientes), o que favorece a produção. Soto Ballesteros et al. (1992) apontam que a distribuição em triângulo equilátero é a que promove o melhor aproveitamento destes fatores. O sistema losango, semelhante ao triângulo equilátero, tem sido pouco difundido e seus efeitos sobre a produção de bananas necessitam ser melhor esclarecidos.

Com o aumento progressivo das áreas de plantio no planalto paulista, existe a necessidade de maiores conhecimentos sobre os efeitos de diferentes densidades e sistemas de espaçamento sobre a produção de bananas nesta região. O objetivo do presente trabalho foi verificar, para as condições de Piracicaba (SP), o comportamento de bananeiras 'Nanicão' submetidas à quatro densidades e dois sistemas de espaçamento, avaliando os componentes de produção e a produtividade durante os primeiros quatro ciclos.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no bananal experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, situado no município de Piracicaba, SP, Brasil.

O clima de Piracicaba, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa: tropical de altitude, com três meses mais secos (junho/julho/agosto), chuvas de verão e seca no inverno. A temperatura média do mês mais quente é maior do que 22°C e do mês mais frio não é inferior à 16°C, com média de 21,1°C; precipitação média de 1.253mm/ano; ventos predominantes 1ª este e 2ª sudoeste, com velocidade média de 2,2m/s; umidade relativa do ar de 74% e insolação mensal média de 201,5h (2.418 lux/ano). A altitude de Piracicaba é de 546m.

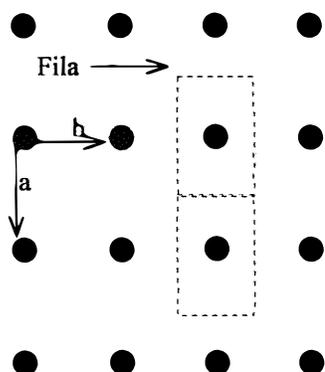
O solo da área experimental é classificado como Terra Roxa Estruturada, Eutrófica, A moderado, textura argilosa sobre muita argilosa (Vidal-Torrado & Sparovek, s.d.).

Foram estudados os primeiros quatro ciclos de produção da bananeira ‘Nanicão’ (*Musa* AAA subgrupo Cavendish), estabelecidas em 24 de janeiro de 1994. Foram utilizadas mudas tipo “chifrão” (brotação lateral, com folhas lanceoladas e emitindo folhas normais, com peso médio de 2,5kg). O bananal foi conduzido com “família” por cova.

Durante os ciclos da cultura foram realizadas as práticas de controle de plantas daninhas, capinas, desbaste de rebentos, retirada de folhas velhas, adubações, retirada do coração e controle de pragas e doenças.

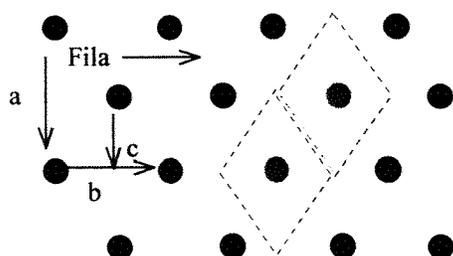
Foram avaliadas quatro densidades de plantio (3333, 2222, 1666 e 1333 plantas/ha) e dois sistemas de espaçamento (retângulo e losango), conforme esquema a seguir:

a) Sistema retângulo



Espaçamentos (m)		Plantas/ha	Área/planta (m ²)
<u>a</u>	<u>b</u>		
3,0	1,0	3333	3,0
3,0	1,5	2222	4,5
3,0	2,0	1666	6,0
3,0	2,5	1333	7,5

b) Sistema losango



Espaçamentos (m)			Plantas/ha	Área/planta (m ²)
<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>		
2,0	3,0	1,0	3333	3,0
2,4	3,76	1,2	2222	4,5
2,6	4,60	1,3	1666	6,0
2,8	5,36	1,4	1333	7,5

As seguintes variáveis foram analisadas: a) peso médio do cacho (kg): cada cacho foi pesado logo após a colheita. b) número de pencas e frutos por cacho: por contagem; c) comprimento do fruto (cm): foi determinado com uma trena metálica flexível o comprimento de 10 frutos por cacho, da 2^a penca superior, sendo medida a face convexa do fruto; d) peso médio do fruto (g): foi calculado dividindo-se o peso do cacho (descontando o peso da ráquis) pelo número de frutos presentes no cacho; e) produção estimada por hectare (ton/ha): para cada ciclo, a produção por hectare foi calculada multiplicando-se o peso do cacho pelo número de plantas por hectare.

Ao final do quarto ciclo, foi determinado o número de cachos produzidos por ano, a variação do peso do cacho em função do mês de colheita e a produtividade estimada, em ton/ha/ano. A produtividade foi determinada para cada ciclo através da fórmula preconizada por Robinson & Nel (1988):

$$\text{ton/ha/ano} = \frac{\text{produção (ton/ha)}}{\text{duração do ciclo (meses)}} \times 12 \text{ meses}$$

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, com três repetições. Cada parcela foi composta por 30 plantas, sendo consideradas 12 plantas úteis. Foi adotado um esquema fatorial 4 x 2, onde os fatores estudados foram densidade de plantio, em quatro níveis (3333, 2222, 1666 e 1333 plantas/ha) e sistemas de espaçamento, em dois níveis (retângulo e losango). Os resultados foram submetidos à análise de variância (teste F) e as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

O aumento da densidade reduziu significativamente o peso do cacho a partir do primeiro ciclo (Tabela 1). No geral, o peso do cacho observado na densidade 3333 plantas/ha foi 15 a 20% inferior ao observado nas densidades 1666 e 1333 plantas/ha. O peso do cacho observado com 2222 plantas/ha teve comportamento intermediário, às vezes diferindo e às vezes não diferindo do plantio mais denso. A distribuição em losango favoreceu o peso do cacho apenas no primeiro ciclo. Os cachos colhidos neste sistema apresentaram peso superior, em torno de 10%, do que os colhidos no retângulo.

Tabela 1. Peso médio do cacho de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- <i>Peso do cacho (kg)</i> -----					
1º Ciclo					
Retângulo	22,87	24,01	26,47	26,69	25,01b
Losango	24,93	27,90	28,00	29,97	27,70a
Médias	23,90C	25,95B	27,23AB	28,33A	
C.V. = 4,35%					
2º Ciclo					
Retângulo	22,50	23,08	23,95	25,52	23,76a
Losango	21,91	23,79	22,93	26,14	23,69a
Médias	22,20B	23,43AB	23,44AB	25,83A	
C.V. = 8,47%					
3º Ciclo					
Retângulo	23,42	28,73	30,72	29,81	28,17a
Losango	26,16	29,47	28,95	30,78	28,84a
Médias	24,79B	29,10A	29,83A	30,29A	
C.V. = 9,40%					
4º Ciclo					
Retângulo	17,87	24,30	24,27	29,60	24,01a
Losango	19,04	24,25	27,02	29,17	24,87a
Médias	18,45C	24,28B	25,64B	29,38A	
C.V. = 7,48%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O peso do cacho também foi influenciado pela época de colheita. Houve uma tendência dos cachos apresentarem maior peso no outono e no inverno, se comparados com a primavera e verão (Figura 1). Este comportamento pode ser creditado às condições mais favoráveis de temperatura e disponibilidade hídrica que ocorreram durante o período vegetativo e a diferenciação floral, eventos que se processaram nos meses mais quentes e úmidos do ano (Figura 2). Esta variação no peso do cacho em função da época do ano também foi observada por Robinson & Human (1988), para as condições da África do Sul, e Costa (1998), em Tietê (SP). Estes autores também obtiveram cachos com maior peso nas estações do outono e inverno.

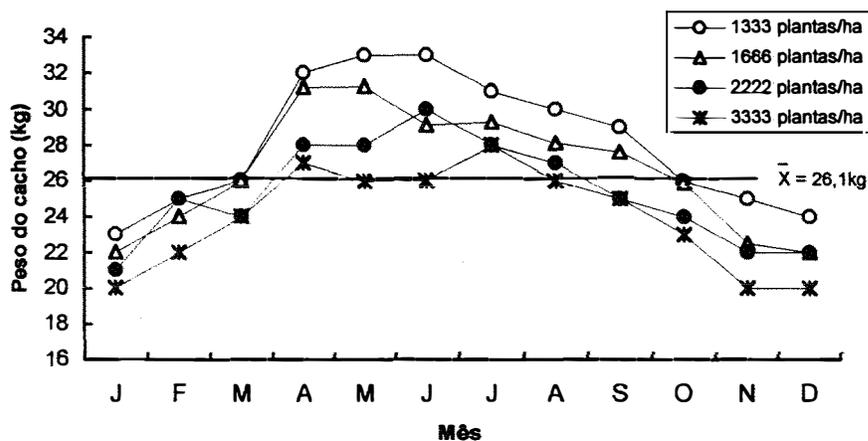


Figura 1. Variação mensal do peso do cacho de bananeiras 'Nanicão' submetidas à diferentes densidades de plantio, em Piracicaba, SP.

De acordo com a população de plantas, verificou-se que os cachos colhidos nas densidades 1333 e 1666 plantas/ha apresentaram os maiores pesos no período de abril a setembro. Na densidade 2222 plantas/ha os maiores pesos foram obtidos de abril a agosto, enquanto que na densidade 3333 plantas/ha, o

peso do cacho apenas superou a média geral do experimento nos meses de abril e julho (Figura 1). Isto demonstra que os efeitos negativos das altas densidades sobre o peso do cacho independe das condições de temperatura e precipitação pluvial, ou seja, mesmo em situações climáticas favoráveis os cachos obtidos nas altas densidades apresentam menor peso do que os das menores densidades.

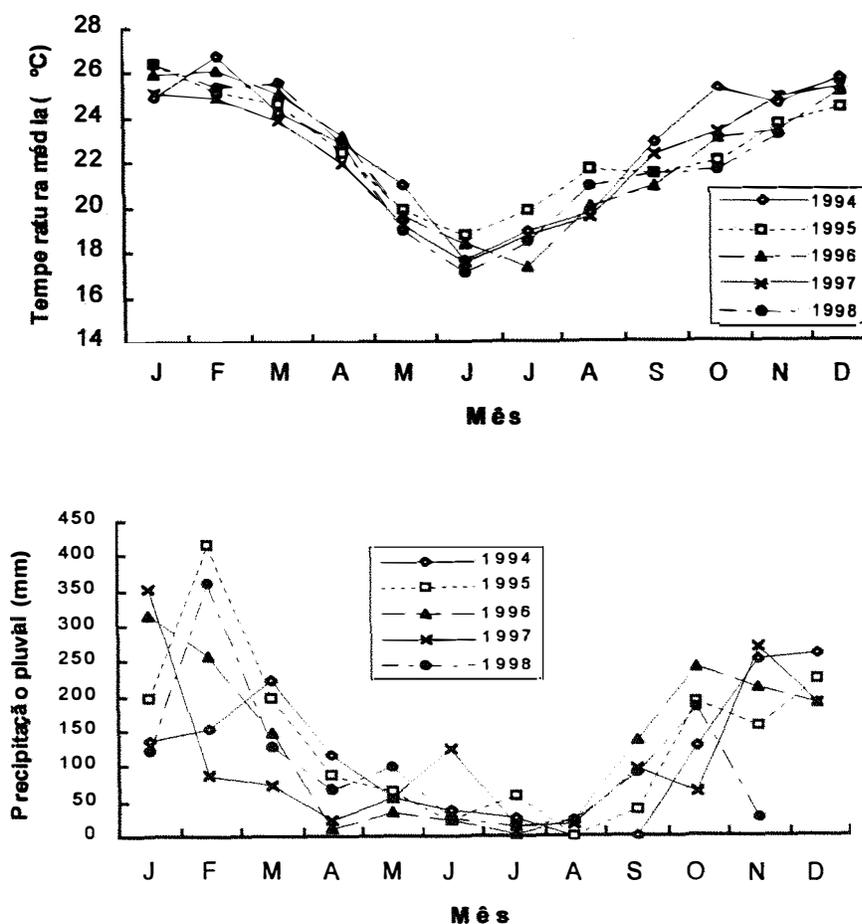


Figura 2. Temperatura média mensal e precipitação pluvial entre 1994 e 1998 em Piracicaba (SP). Fonte: DFM/ESALQ-USP.

O conhecimento da variação no peso do cacho ao longo do ano pode fornecer subsídios para o manejo de irrigação e seleção da melhor época de colheita objetivando, respectivamente, suprir a deficiência hídrica nas épocas apropriadas e ajustar o período de safra para os meses em o cacho apresenta potencial para ter maior peso. Esse ajuste pode ser efetuado através da escolha da melhor época de plantio.

O sistema de espaçamento não influenciou o peso do cacho de acordo com o mês da colheita, havendo comportamento similar entre os dois sistemas testados.

O número de pencas observado no experimento foi, em média, 9 pencas/cacho para a densidade 3333 plantas/ha e 10 pencas/cacho para as demais densidades, não havendo efeito do sistema de espaçamento (dados não apresentados). Em relação ao número de frutos por cacho, observou-se uma tendência de haver mais frutos nos cachos colhidos nas menores densidades, principalmente em 1333 plantas/ha, onde o número de frutos foi maior que nas demais, embora geralmente não tenha diferido estatisticamente da densidade 1666 plantas/ha (Tabela 2).

O peso e o comprimento médio do fruto foram altamente influenciados pela densidade de plantas (Tabelas 3 e 4), sendo que os frutos obtidos com 3333 plantas/ha apresentaram os menores valores para estas duas variáveis. O sistema de espaçamento interferiu significativamente apenas no primeiro ciclo, onde os frutos colhidos no losango apresentaram peso superior ao obtido no retângulo, em aproximadamente 8%.

Tabela 2. Número de frutos por cacho de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- Frutos/cacho -----					
1º Ciclo					
Retângulo	118	117	125	128	122a
Losango	119	127	123	133	126a
Médias	119B	122AB	124AB	130A	
C.V. = 4,36%					
2º Ciclo					
Retângulo	141	137	136	144	140a
Losango	135	137	131	146	137a
Médias	138A	137A	133A	145A	
C.V. = 6,97%					
3º Ciclo					
Retângulo	166	183	181	189	180a
Losango	168	190	179	188	181a
Médias	167B	186A	180AB	189A	
C.V. = 6,19%					
4º Ciclo					
Retângulo	130	159	155	180	156a
Losango	150	164	163	180	164a
Médias	140C	162AB	159BC	180A	
C.V. = 7,53%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 3. Peso médio do fruto de bananeiras 'Nanicão' submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- <i>Peso médio do fruto (g)</i> -----					
1º Ciclo					
Retângulo	177,5	187,9	193,8	191,8	187,8b
Losango	191,5	203,0	211,8	206,2	203,1a
Médias	184,5B	195,5AB	202,8A	199,0A	
C.V. = 3,40					
2º Ciclo					
Retângulo	146,9	156,7	162,0	162,7	157,0a
Losango	150,8	158,7	161,9	163,2	158,4a
Médias	148,9B	157,7AB	161,5AB	163,0A	
C.V. = 5,00%					
3º Ciclo					
Retângulo	129,87	143,66	156,24	144,65	143,60a
Losango	144,28	142,63	148,43	151,18	146,63a
Médias	137,07B	143,14AB	152,33A	147,91A	
C.V. = 5,52%					
4º Ciclo					
Retângulo	125,4	140,6	144,0	151,3	140,3a
Losango	116,8	136,0	152,5	149,1	138,6a
Médias	121,1C	138,3B	148,3AB	150,2A	
C.V. = 3,48%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 4. Comprimento médio do fruto de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- Comprimento médio do fruto (cm) -----					
1º Ciclo					
Retângulo	20,9	23,1	23,4	23,3	22,7a
Losango	20,3	24,0	24,4	24,1	23,2a
Médias	20,6B	23,5A	23,9A	23,7A	
C.V. = 1,69%					
2º Ciclo					
Retângulo	19,5	21,2	21,4	21,5	20,9a
Losango	19,8	21,3	21,6	21,7	21,1a
Médias	19,7B	21,3A	21,5A	21,6A	
C.V. = 2,22%					
3º Ciclo					
Retângulo	19,0	19,8	21,0	20,8	20,2a
Losango	18,9	19,4	20,8	21,4	20,1a
Médias	19,0B	19,6B	20,9A	21,1A	
C.V. = 2,37%					
4º Ciclo					
Retângulo	18,6	19,9	20,2	21,6	20,1a
Losango	19,0	20,1	20,7	21,7	20,4a
Médias	18,8C	20,0BC	20,5AB	21,7A	
C.V. = 1,30%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados obtidos para o número de pencas e frutos por cacho, peso e comprimento médio do fruto foram os responsáveis pelas diferenças verificadas para o peso do cacho. Assim, o menor peso de cacho verificado na maior densidade pode ser creditado ao menor número de pencas e frutos, bem como ao menor peso e tamanho do fruto. O comportamento verificado para a menor densidade é o oposto. A diminuição do peso do cacho com o aumento da densidade de plantas também foi verificada por Mattos et al. (1970), Azouz et al. (1971), Irizarry et al. (1975), Santos (1977), Obiefuna et al. (1982); Daniells et al. (1985 e 1987); Lichtemberg et al. (1988 e 1990) e Robinson & Nel (1988).

O adensamento normalmente provoca incremento na altura das plantas devido à maior competição por luz (Kholi et al., 1976; Melin, 1976; Chattopadhyay et al., 1985; Lichtemberg et al., 1988 e 1997). Isto promove, provavelmente, uma menor alocação de água, nutrientes e reguladores vegetais aos componentes de produção, para compensar o maior crescimento do pseudocaule. Como resultado, menor quantidade de fruto é produzida e sua dimensão é menor, resultando num cacho de menor peso. Janick (1968) comentou que as partes economicamente importantes da planta (frutos, sementes, tubérculos, etc.) podem reagir às pressões de uma população crescente, após iniciada a competição, pela diminuição do seu tamanho, do seu número, ou de ambos.

A diminuição do peso do cacho nas altas densidades também pode ser atribuída à redução da capacidade fotossintética da planta como resposta ao sombreamento, que reduz o enchimento e o desenvolvimento dos frutos (Robinson & Nel, 1989). Israeli et al. (1995) relataram que o sombreamento de bananeiras 'Grand Nain' pode reduzir em até 50% o peso do cacho, a depender do nível de sombreamento.

Pela Tabela 5 observa-se que nas densidades 1333 e 1666 plantas/ha foi colhido um cacho/ano, na média dos quatro ciclos, enquanto que nas duas maiores densidades (2222 e 3333 plantas/ha) não foi possível colher, em média, uma produção ao ano. Com base nesta observação ficou claro que, para calcular a produtividade por hectare dos bananais submetidos a diferentes densidades, não basta multiplicar o peso médio do cacho pelo número de plantas na área, determinando ton/ha. Essa determinação não é eficiente, pois o ciclo da bananeira não é anual e é pouco regular, principalmente em regiões onde há oscilações acentuadas de temperatura e pluviosidade. Para o cálculo de estimativa de produtividade, três componentes devem ser tomados: peso do cacho, população de plantas/ha e duração do ciclo. Esta observação é corroborada por Robinson & Nel (1988).

Tabela 5. Cachos colhidos por ano em quatro ciclos de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
	----- <i>Cachos/ano</i> -----				
Retângulo	0,86	0,95	1,01	1,05	0,97a
Losango	0,88	0,96	1,00	1,05	0,97a
Médias	0,87C	0,96BC	1,01AB	1,05A	
C.V. = 4,16%					

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

A produção estimada por hectare, sem levar em consideração a duração do ciclo, fez com que as maiores densidades superassem as menores em todos os ciclos avaliados (Tabela 6).

Tabela 6. Produção estimada (ton/ha) de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- <i>Ton/ha</i> -----					
1º Ciclo					
Retângulo	76,22	53,35	44,11	35,58	52,32b
Losango	83,06	62,00	46,64	39,96	57,92a
Médias	79,65A	57,68B	45,38C	37,77C	
C.V. = 6,00%					
2º Ciclo					
Retângulo	74,99	51,29	39,91	34,02	50,05a
Losango	73,02	52,85	38,21	34,84	49,73a
Médias	74,01A	52,07B	39,06C	34,43C	
C.V. = 10,51%					
3º Ciclo					
Retângulo	78,05	63,83	51,18	39,74	58,21a
Losango	87,19	65,48	48,23	41,03	60,50a
Médias	82,62A	64,65B	49,70C	40,38C	
C.V. = 12,89%					
4º Ciclo					
Retângulo	59,56	54,02	40,42	39,45	48,36a
Losango	63,46	53,89	45,02	38,89	50,31a
Médias	61,51A	53,96A	42,72B	39,17B	
C.V. = 7,14%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estimando a produtividade em ton/ha/ano, pode-se notar que a os valores encontrados com 3333 plantas/ha superaram os observados nas outras densidades até o terceiro ciclo e igualaram-se estatisticamente aos valores encontrados para as demais densidades do quarto ciclo (Tabela 7 e Figura 3a). Este comportamento é decorrente do maior ciclo de produção verificado no plantio mais adensado (Tabela 8). O aumento do ciclo é uma das respostas das plantas submetidas às altas populações, como consequência da competição interplantas, a qual é intensificada a partir da segunda safra (Gomes et al., 1984; Daniells et al., 1985; Lichtemberg et al., 1996; Robinson, 1995). É provável que a produtividade do plantio mais denso seja superada pelas demais densidades no quinto ciclo, o que está em fase de avaliação. Esta tendência pode ser observada na Figura 3a, na qual verifica-se que a produtividade do plantio mais adensado está em decréscimo, enquanto que as demais densidades apresentam produtividade praticamente estabilizada.

A distribuição de plantas no sistema de losango promoveu produtividade aproximadamente 5% superior ao retângulo, na média dos ciclos estudados (Tabela 7 e Figura 3b). Este comportamento deve-se à pequena diferença observada para o peso do cacho, que revelou uma leve superioridade do losango sobre o retângulo.

A escolha da melhor densidade de plantio para uma determinada cultivar de bananeira é complexa e deve ser criteriosa, uma vez que, além dos fatores climáticos e tecnológicos envolvidos, deve-se também levar em consideração o manejo que será adotado, o mercado a que se destina a produção e o custo de produção, que não foi estudado neste trabalho.

Tabela 7. Produtividade estimada (ton/ha/ano) de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- <i>Ton/ha/ano</i> -----					
1º Ciclo					
Retângulo	46,92	33,00	27,00	22,12	32,26b
Losango	51,64	37,38	28,84	24,59	35,68a
Médias	49,28A	35,19BC	27,92CD	23,35D	
C.V. = 5,87%					
2º Ciclo					
Retângulo	84,89	64,78	53,81	53,71	64,29a
Losango	85,75	73,74	50,94	57,27	66,92a
Médias	85,32A	69,26B	52,37C	55,49C	
C.V. = 11,41%					
3º Ciclo					
Retângulo	72,60	66,03	61,41	48,66	62,17a
Losango	85,06	67,73	55,12	48,27	64,04a
Médias	78,83A	66,88B	58,26C	48,46C	
C.V. = 13,06%					
4º Ciclo					
Retângulo	55,83	64,82	55,11	52,60	57,09a
Losango	59,96	65,32	60,02	53,03	59,58a
Médias	57,89A	65,07A	57,34A	52,81A	
C.V. = 7,14%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

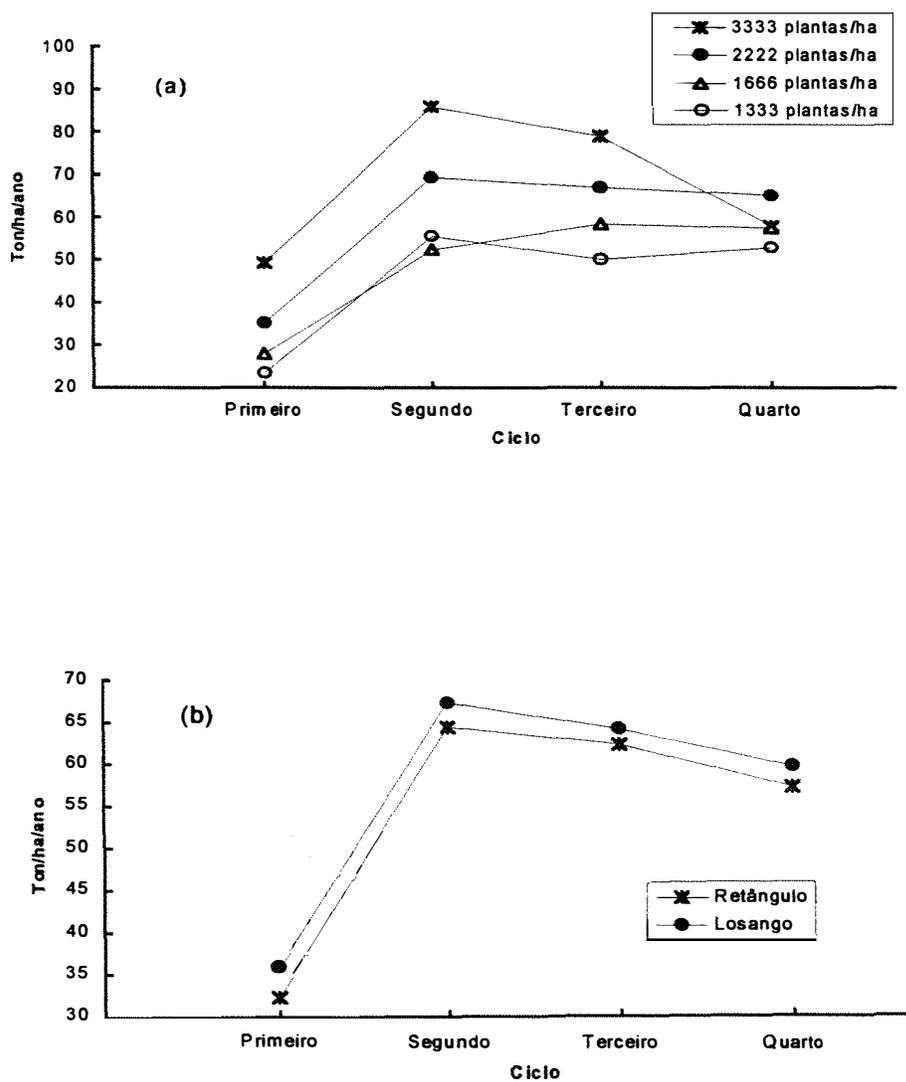


Figura 3. Efeito da densidade (a) e do sistema de espaçamento (b) sobre a produtividade estimada (ton/ha/ano) de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.

Tabela 8. Duração dos quatro primeiros ciclos de bananeiras 'Nanicão' submetidas à diferentes densidades e distribuições de plantio, em Piracicaba, SP.

Sistema de Espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- <i>Meses para a colheita</i> -----					
1º Ciclo					
Retângulo	19,5	19,4	19,6	19,3	19,5a
Quincôncio	19,3	19,9	19,4	19,5	19,5a
Médias	19,4A	19,6A	19,5A	19,4A	
C.V. = 1,39%					
2º Ciclo					
Retângulo	10,6	9,5	8,9	7,6	9,2a
Losango	10,1	8,6	9,0	7,3	8,8a
Médias	10,4A	9,0B	9,0B	7,5C	
C.V. = 8,10%					
3º Ciclo					
Retângulo	12,9	11,6	10,0	9,8	11,1a
Losango	12,3	11,6	10,5	10,2	11,2a
Médias	12,6A	11,6A	10,3B	10,0B	
C.V. = 5,34%					
4º Ciclo					
Retângulo	12,8	10,0	8,8	9,0	10,2a
Losango	12,7	9,9	9,0	8,8	10,1a
Médias	12,7A	9,9B	8,9B	8,9B	
C.V. = 6,14%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Robinson (1995) considera que, se o bananal for explorado por poucos ciclos (até dois ou três ciclos), as altas densidades (> 3000 plantas/ha) podem ser utilizadas, pois há grande incremento na produtividade. Ao contrário, na condução do bananal por vários ciclos, o autor não aconselha a adoção permanente do adensamento, pois com a evolução dos ciclos a produtividade sofre redução.

De acordo com o mercado, quando as frutas são destinadas para exportação ou mercados mais exigentes em qualidade, o tamanho é um componente importante, e as frutas maiores apresentam maior valor comercial. Quando as frutas são destinadas aos mercados menos exigentes, a quantidade produzida é mais importante que a qualidade. Neste caso, o adensamento pode ser utilizado nos primeiros ciclos, pois proporciona grande produção por área, mesmo reduzindo o tamanho do fruto (Soto Ballestero et al., 1992).

Pelos resultados obtidos no presente trabalho pode-se inferir que a adoção de alta densidade (3333 plantas/ha ou $3,0\text{m}^2/\text{planta}$) é viável para a cultivar e região estudadas, desde que o destino da produção seja o mercado interno ou pouco exigente. Esta densidade apresenta, como vantagem, a excelente produtividade nos primeiros três ciclos e, como desvantagem, a produção de frutos de menor tamanho. Pode-se manter esta população de plantas até o terceiro ciclo, havendo a necessidade de reduzi-la, posteriormente, devido à queda no rendimento anual, como resposta ao incremento do ciclo de produção. Nesse caso pode-se reduzir o número de plantas de $1/3$ à metade após o terceiro ciclo.

A adoção de baixas densidades, 1666 e 1333 plantas/ha ($6,0$ a $7,5\text{m}^2$), é interessante em situações que o destino das frutas seja mercado mais exigentes ou exportação, pois produzem frutos maiores e melhor valorizados comercialmente. Entretanto, apresentam baixa produtividade em relação as densidades mais amplas, nos primeiros três ciclos. Comparativamente, a

densidade 1333 plantas/ha ($7,5\text{m}^2/\text{planta}$) não apresentou vantagem em relação à densidade 1666 plantas/ha, no que se refere à produtividade e tamanho do fruto. Além disto, é comum ocorrer, nos bananais menos adensados, perdas de plantas por problemas de tombamento provocadas por ventos fortes, o que prejudica o estande da cultura e requer a operação de replantio.

A densidade média (2222 plantas/ha ou $4,5\text{m}^2/\text{planta}$), constitui a melhor opção para a cultivar e região, pois apresenta produtividade superior às baixas densidades e produz frutos com tamanho semelhante. A tendência de manutenção da produtividade anual após o quarto ciclo também favorece a escolha desta densidade.

Dentre os sistemas de espaçamento, poderia se optar pelo sistema losango, o qual aumenta o peso do cacho, principalmente no primeiro ciclo, e promove pequeno incremento na produtividade ao longo dos ciclos.

CONCLUSÕES

- O aumento da densidade de plantio de bananeiras ‘Nanicão’, de 1333 para 3333 plantas/ha, diminui o peso do cacho de 15 a 20%;
- A produção (ton/ha) é maior à medida que a densidade aumenta. Entretanto, a produtividade (ton/ha/ano) na maior densidade (3333 plantas/ha) é significativamente superior até o terceiro ciclo. No quarto ciclo, não há diferença para a produtividade entre densidades variando de 1333 a 3333 plantas/ha ($3,0$ a $7,5\text{m}^2$);
- O tamanho e o peso do fruto são menores à medida que a densidade aumenta;
- O sistema de espaçamento em losango promove maior peso do cacho no primeiro ciclo e pequeno aumento na produtividade, em comparação ao sistema retângulo;

- Para a região de Piracicaba, o peso do cacho é maior nas colheitas realizadas no outono e inverno.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZOUZ, S.; SAIED, G.A.; HUSSEIN, F.; ZAHRAN, A. Effect of planting distances and number of plants per hole on banana production in Aswan. **Agricultural Research Review**, v.49, p.47-109, 1971.
- BELALCÁZAR CARVAJAL, S.L. **El cultivo de plátano en el trópico**. Cáli: Imprensa Feriva, 1991. 376p.
- CHATTOPADHYAY, P.K.; BHOWNIK, D.J.; MATI, S.C.; BOSE, T.K. Optimum planting density for plant and ratoon crops of 'Giant Governor' cavendish banana in West Bengal. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.55, n.1, p.17-21, 1985.
- CHUNDAWAT, B.S.; DAVA, S.K.; PATEL, N.L. Effect of close planting in the yield and quality of Lacatan banana. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.53, n.6, p.470-472, 1983.
- COSTA, J.N.M. Proteção de cachos de bananeira (Musa sp. AAA) em diferentes épocas e períodos, após a emergência da inflorescência. Piracicaba, 1998. 72p. Dissertação (M.S.) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz.
- DANIELLS, J.W.; O'FARREL, P.J.; CAMPBELL, S.J. The response of bananas to plant spacing in double rows in North Queensland. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.42, n.1, p.45-51, 1985.

- DANIELLS, J.W.; O'FARREL, P.J.; MULDER, J.C. Effect of plant spacing in on yield and plant characteristics of banana in North Queensland. **Australian Journal of Experimental Agriculture**, v.27, p.727-731, 1987.
- GOMES, J.A.; NÔBREGA, A.C.; ANDERSEN, O. Densidade de plantio da bananeira cultivar Prata (grupo AAB), na região produtora do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1984. **Anais**. Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v.1, p.237-249.
- IRIZARRY, H.; GREEN, J.J.; HERNÁNDEZ, I. Effect of plant density on yield and other quantitative characters of the Maricongo Plantain (*Musa acuminata* x *M. balbisiana*, AAB). **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.59, n.1, p.245-254, 1975.
- ISRAELI, Y.; PLAUT, Z.; SCHWARTZ, A. Effect of shade on banana morphology, growth and production. **Scientia Horticulturae**, v.62, n.1/2, p.45-56, 1995.
- JANICK, J. **A Ciência da Horticultura**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1968. 485p.
- KHOLI, R.R.; CHACKO, E.K.; RANDHAWA, G.S. Effect of spacing and nutrition on growth and fruit yield of 'Robusta' banana. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.46, n.8, p.382-385, 1976.
- LICHTENBERG, L.A. Espaçamento e desbaste para bananeiras. **Informativo SBF**, Ano III, n.3, p.15-16, 1984.

- LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L. Espaçamento e desbaste para banana Nanicão em solo de encosta do litoral norte de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.12, n.1, p.53-61, 1990.
- LICHTEMBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Effect of planting density on yield and cycle duration of 'Nanicão' banana in southern Brazil. **Proceedings of Interamerican Society for Tropical Horticulture**, n.40, p.232-235, 1996.
- LICHTEMBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Espaçamento e desbaste para banana 'Enxerto' In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: SBF, 1988. v. 1, p.161-169.
- LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L.; STUKER, H. Effect of three spacing on yield of 'Nanicão' banana, in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 490, p.181-186, 1998.
- LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L.; STUKER, H. Crescimento e duração dos cinco primeiros ciclos da bananeira Nanicão sob três densidades de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, n.1, p.15-23, 1997.
- MATTOS, J.R.; SIMÃO, S.; CAMPOS, H. Influência do espaçamento no peso dos cachos da bananeira. **O Solo**, v.62, n.2, p.51-60, 1970.
- MELIN, P.; PLAUD, G.; TEZENAS DU MANTCEL, H. Influence du mode de conduite de bananier plantain sur l'intensification de la culture. **Fruits**, v.31, n.11, p.669-671, 1976.

- OBIEFUNA, J.C.; MAJUMDER, P.K.; UCHEAGWU, A.C. Spacing and sucker management in the commercial plantain production in the rainforest belt of Nigeria. **Annals of Applied Biology**, v.101, n.2, p.391-396, 1982.
- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônômico**, v.41, n.1, p.5-11, 1989.
- ROBINSON, J.C. Systems of cultivation and management. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and Plantain**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 15-65.
- ROBINSON, J.C.; HUMAN, N.B. Forecasting of banana harvest ('Williams') in the subtropics using seasonal variations in bunch development rate and bunch mass. **Scientia Horticulturae**, v.34, n.3/4, p.249-263, 1988.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. I. Vegetative morphology, phenology and plantation microclimate. **Journal of Horticulture Science**, v.63, n.2, p.303-313, 1988.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. The influence of banana (cv. Williams) plant density and canopy characteristics on ratoon cycle interval and yield. **Acta Horticulturae**, n.175, p.227-232, 1986.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. II. Components of yield and seasonal distribution of yield. **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.2, p.211-222, 1989.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J.; BOWER, J.P. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. III. The influence of spatial arrangement. **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.4, p.513-519, 1989.

- SANTOS, P.J. Estudo do comportamento da bananeira (*Musa acuminata*, Colla), cv. nanica em diferentes espaçamentos. Viçosa, 1977. 26p. Dissertação (M.S.). Universidade Federal de Viçosa.
- SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura**. Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.
- SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 2 ed. London: Tropical Agriculture Series, 1982. 512 p.
- SOTO BALLESTERO, M. S.; SOTO, E.; SOLÍS, P.; LÓPEZ, A. Siembra y operaciones de cultivo. In: SOTO BALLESTERO, M.S. **Bananos: cultivo y comercialización**. Costa Rica: Litografic e Imprenta LIC, 1992. Cap. 5, p. 211-265.
- STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 3 ed. New York: Tropical Agriculture Series, 1987. 468p.
- VIDAL-TORRADO, P.; SPAROVEK, G. **Mapa pedológico detalhado do Campus "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo**. Piracicaba, s.d. (Escala 1:10.000).

**4. DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS
'NANICÃO' (*Musa* AAA subgrupo Cavendish): DURAÇÃO DO CICLO E
DO PERÍODO DE COLHEITA EM PIRACICABA, SP**

**DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS
'NANICÃO' (*Musa* AAA subgrupo Cavendish): DURAÇÃO DO CICLO E
DO PERÍODO DE COLHEITA EM PIRACICABA, SP**

RICARDO ALFREDO KLUGE; JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO

RESUMO – O trabalho teve como objetivo verificar a influência de diferentes densidades e sistemas de espaçamento sobre a duração do ciclo e do período de colheita de bananeiras 'Nanicão', em Piracicaba (SP). Quatro densidades (1333; 1666; 2222 e 3333 plantas/ha) e dois sistemas de espaçamento (retângulo e losango) foram avaliados durante as quatro primeiras produções. O sistema de espaçamento não apresentou efeito sobre a duração do ciclo e do período de colheita, enquanto que, a partir da segunda safra, estes períodos foram maiores à medida que a densidade aumentou. Na densidade 3333 plantas/ha, a soma dos quatro ciclos atingiu 55,1 meses, enquanto que nas demais densidades este período foi reduzido para 50,1 meses (2222 plantas/ha), 47,7 meses (1666 plantas/ha) e 45,9 meses (1333 plantas/ha). A colheita do primeiro ciclo foi realizada em quatro meses para todas as densidades. No segundo ciclo, a colheita dos plantios com 2222 e 3333 plantas/ha foi realizada em 8 meses, diminuindo para sete meses, com 1666 plantas/ha, e para seis meses com 1333 plantas/ha. No terceiro ciclo, a duração da colheita na maior densidade aumentou para 11 meses, enquanto que nas demais densidades a colheita processou-se em 10, 9 e 8 meses (2222; 1666 e 1333 plantas/ha, respectivamente). No quarto ciclo a colheita foi efetuada em 14; 12; 12 e 8 meses, para as densidades de 3333; 2222; 1666 e 1333 plantas/ha, respectivamente.

Palavras-chave: distribuição de colheita, ciclo de produção, colheita, arranjo de plantas.

**DENSITY AND SPACING SYSTEM OF 'NANICÃO' BANANA (*Musa*
AAA subgroup Cavendish): DURATION OF CYCLE AND PERIOD OF
HARVEST IN PIRACICABA, SP**

SUMMARY - The research had the objective of verifying the influence of different densities and spacing systems on duration of cycle and period of harvest of 'Nanicão' banana established in Piracicaba (SP). Four densities (1333; 1666; 2222 and 3333 plants/ha) and two spacing systems (rectangle and diamond) were evaluated during the first four cycles. The spacing system had little effect on duration of cycle and period of harvest, while starting from second cycle, these periods were larger as the density increased. In the density 3333 plants/ha, the sum of four cycles reached 55.1 months, while in other densities this period was reduced for 50.1 months (2222 plants/ha), 47.7 months (1666 plants/ha) and 45.9 months (1333 plants/ha). The harvest of the first cycle was accomplished in four months for all densities. In the second cycle, the harvest of the densities 2222 and 3333 plants/ha was accomplished in 8 months, decreasing to 7 months, with 1666 plants/ha, and to 6 months with 1333 plants/ha. In the third cycle, the duration of harvest in the largest density increased to 11 months, while in the other densities the harvest was processed in 10, 9 and 8 months (2222; 1666 and 1333 plants/ha, respectively). In the fourth cycle the harvest was made in 14; 12; 12 and 8 months, for densities of 3333; 2222; 1666 and 1333 plants/ha, respectively.

Key words: harvest distribution, crop cycle, harvest, plant arrangement.

INTRODUÇÃO

A densidade ideal de plantio para a bananeira é dependente de vários fatores, como: cultivar, clima, topografia, disponibilidade de mão-de-obra, tecnologia disponível, condições de mercado, e outros (Simmonds, 1982; Soto

Ballesteros et al., 1992). O adensamento do bananal tem sido apontado como uma das formas de aumentar a produtividade por área, maximizando o uso da terra e possibilitando maior retorno financeiro aos produtores (Lichtemberg, 1984; Stover & Simmonds, 1987; Robinson, 1995; Alves & Oliveira, 1997). O aumento da produção por área também é importante quando existe grande demanda de fruta no mercado ou quando a expectativa de exploração do bananal é curta (Soto Ballesteros et al., 1992; Lichtemberg et al., 1997).

Diversos trabalhos têm sido relatados na cultura da bananeira apontando os efeitos de diferentes densidades de plantio sobre a produção e os componentes da produção. De maneira geral, a diminuição no espaçamento entre plantas e linhas de plantio têm proporcionado aumento significativo na produção por área (Gomes et al., 1984; Daniells, 1985; Pedrotti et al., 1987; Lichtemberg et al., 1997), mas diminuição no peso do cacho e do fruto (Mattos et al., 1970; Santos, 1977; Robinson & Nel, 1989; Lichtemberg et al., 1998).

A influência da densidade sobre o comprimento do ciclo foi verificada em diversos estudos. De maneira geral, foi observado alongamento do ciclo com o aumento da densidade (Melin et al., 1976; Chundawat et al., 1983; Gomes et al., 1984; Chattopadhyay et al., 1985; Daniells et al., 1985; Robinson & Nel, 1989; Lichtemberg et al., 1990, 1996, 1997 e 1998). O maior intervalo para o ciclo da bananeira deve-se, segundo Robinson & Nel (1986), à menor transmissão da radiação solar e à redução da temperatura nos menores espaçamentos, em função do maior índice de área foliar. Como resultado ocorre sombreamento no interior do bananal, principalmente após o primeiro ciclo, atrasando e tornando desuniforme o desenvolvimento dos rebentos e retardando a emissão da inflorescência (Israeli et al., 1995). O primeiro ciclo (ciclo vegetativo) geralmente não é afetado, devido a menor competição interplantas (Robinson & Nel, 1989).

O aumento do ciclo de produção conduz, invariavelmente, a uma redução progressiva na produtividade dos bananais submetidos a plantios mais densos, quando avaliada em ton/ha/ano (Robinson & Nel, 1989).

Outro impacto importante resultante da utilização de altas densidades de bananais é sobre a duração e dispersão do período da colheita. Robinson & Nel (1989), trabalhando com bananas 'Williams' em clima subtropical da África do Sul, verificaram que o período de colheita variou significativamente de acordo com a densidade de plantas. Observaram que no primeiro ciclo, o período de colheita variou de 2 a 4 meses nas diferentes densidades testadas (1000, 1250, 1666 e 2222 plantas/ha). A partir da segunda safra os autores constataram que na maior densidade a colheita teve maior duração (11 meses) do que as demais densidades (4 a 6 meses). Na terceira safra, a colheita na densidade 2222 plantas/ha estendeu-se por 15 meses, enquanto que com 1000 plantas/ha, a colheita foi realizada no prazo de 6 meses.

A dispersão da colheita é comum nos plantios de bananeira, pois a iniciação floral parece ser pouco dependente de fatores externos, podendo ocorrer em qualquer época do ano. Desta maneira, normalmente, o período de colheita é realizado em 3 a 4 meses, no primeiro ciclo, enquanto que, nos ciclos seguintes, este período é ampliado (Robinson & Human, 1988; Turner, 1994).

A distribuição das plantas na área também pode afetar a produtividade dos bananais, uma vez que os diferentes sistemas de espaçamento, invariavelmente, alteram a incidência de luz no interior da plantação e, com isso, afetam sensivelmente o crescimento das plantas (Janick, 1968; Pereira, 1989; Robinson et al., 1989; Robinson, 1995).

Soto Ballesteros et al. (1992) descrevem diferentes sistemas de espaçamento que podem ser utilizados para a bananeira, incluindo quadrado, retângulo, triângulo equilátero, hexagonal e filas duplas. Segundo o autor, os

sistemas em quadrado e retângulo, comumente utilizados na bananicultura mundial, são pouco eficientes quanto ao aproveitamento da luz e do terreno. Além disso, estes dois sistemas não podem ser utilizados em locais com declividades superiores a 4%, já que o alinhamento das plantas não proporciona qualquer medida conservacionista contra a erosão do solo (Belalcázar Carvajal, 1991). Ao contrário, os demais sistemas apresentam maior eficiência de aproveitamento da radiação solar e da área, o que favorece a produção. A distribuição em triângulo equilátero é a que promove o melhor aproveitamento da luz e do terreno (Soto Ballesteros et al., 1992). O sistema losango, semelhante ao triângulo equilátero, tem sido pouco difundido e seus efeitos sobre a produção de bananas necessitam ser melhor esclarecidos.

O objetivo do presente trabalho foi verificar, para as condições de Piracicaba (SP), o comportamento de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas a diferentes densidades e sistema de espaçamento, avaliando a duração do ciclo e do período de colheita.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no bananal experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, situado no município de Piracicaba, SP, Brasil.

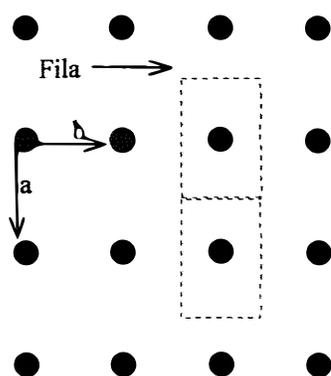
O clima da região, segundo classificação de Köppen, é tropical de altitude, com três meses seco no inverno (junho, julho e agosto) e chuvas no verão. A temperatura média do mês mais quente é maior do que 22°C e do mês mais frio não é inferior à 16°C, com média anual de 21,1°C; precipitação média de 1.253mm/ano; ventos predominantes 1ª este e 2ª sudoeste, com velocidade

média de 2,2m/s; umidade relativa do ar de 74% e insolação média mensal de 201,5h (2.418 lux/ano). A altitude de Piracicaba é de 546m.

Foram estudados quatro ciclos de produção da bananeira ‘Nanicão’ (*Musa* AAA subgrupo Cavendish), estabelecidas em 24 de janeiro de 1994, em diferentes densidades e sistemas de espaçamento. Foram utilizados mudas do tipo chifrão (2,5kg) e o bananal foi conduzido com uma “família” por cova.

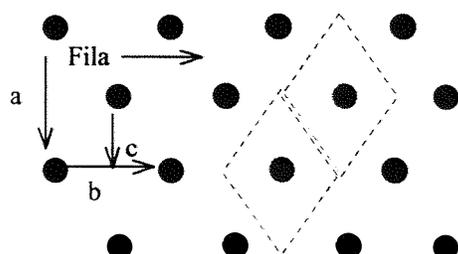
Foram estudadas quatro densidades de plantio (3333, 2222, 1666 e 1333 plantas/ha) e dois sistemas de espaçamento (retângulo e losango), conforme esquema a seguir:

a) Sistema retângulo



Espaçamentos (m)		Plantas/ha	Área/planta (m ²)
<u>a</u>	<u>b</u>		
3,0	1,0	3333	3,0
3,0	1,5	2222	4,5
3,0	2,0	1666	6,0
3,0	2,5	1333	7,5

b) Sistema losango



Espaçamentos (m)			Plantas/ha	Área/planta (m ²)
<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>		
2,0	3,0	1,0	3333	3,0
2,4	3,76	1,2	2222	4,5
2,6	4,60	1,3	1666	6,0
2,8	5,36	1,4	1333	7,5

As variáveis analisadas foram: a) duração do ciclo (meses para a colheita): foi computado o intervalo de dias entre o plantio e a colheita do primeiro cacho, o intervalo entre a colheita do primeiro cacho e do segundo; o intervalo entre a colheita do segundo e do terceiro cacho; e do terceiro e quarto cacho; b) duração do período de colheita: conforme que os cachos foram colhidos, foi anotado o mês de colheita. Os dados coletados foram apresentados na forma de porcentagem do total colhido, conforme o mês de colheita dentro de cada ciclo e tratamento.

O cacho foi colhido quando o fruto central da segunda penca inferior atingiu 34 ± 1 mm de diâmetro.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso, em fatorial 4×2 , onde os fatores estudados foram densidade, em quatro níveis, e sistema de espaçamento, em dois níveis. Foram utilizadas três repetições de 30 plantas por parcela, sendo consideradas 12 plantas úteis. Os resultados de duração do ciclo foram submetidos à análise de variância e teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os sistemas de espaçamento estudados não interferiram sobre a duração do ciclo em nenhuma das densidades, indicando que o fator densidade foi mais importante do que a distribuição das plantas, para esta variável (Tabela 1).

Tabela 1. Efeito da densidade e do sistema de espaçamento sobre a duração dos quatro primeiros ciclos da bananeira ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.

espaçamento	Plantas/ha				Médias
	3333	2222	1666	1333	
----- <i>Meses para a colheita</i> -----					
1º Ciclo					
Retângulo	19,5	19,4	19,6	19,3	19,5a
Losango	19,3	19,9	19,4	19,5	19,5a
Médias	19,4A	19,6A	19,5A	19,4A	
C.V. = 1,39%					
2º Ciclo					
Retângulo	10,6	9,5	8,9	7,6	9,2a
Losango	10,1	8,6	9,0	7,3	8,8a
Médias	10,4A	9,0B	9,0B	7,5C	
C.V. = 8,10%					
3º Ciclo					
Retângulo	12,9	11,6	10,0	9,8	11,1a
Losango	12,3	11,6	10,5	10,2	11,2a
Médias	12,6A	11,6A	10,3B	10,0B	
C.V. = 5,34%					
4º Ciclo					
Retângulo	12,8	10,0	8,8	9,0	10,2a
Losango	12,7	9,9	9,0	8,8	10,1a
Médias	12,7A	9,9B	8,9B	8,9B	
C.V. = 6,14%					

Para cada ciclo, as médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com relação às diferentes densidades empregadas, não houve influência sobre a duração do primeiro ciclo da cultura (Figura 1), tendo variado

de 19,3 a 19,9 meses, o que dá uma diferença de 15 dias entre as colheitas dos diferentes tratamentos. Esse comportamento foi similar ao observado por outros autores que não obtiveram diferenças no intervalo entre o plantio e a primeira colheita em bananais submetidos a diferentes densidades (Santos, 1977; Gomes et al., 1984; Pedrotti et al., 1987; Lichtemberg et al., 1997).

Cabe ressaltar que, para as condições de clima de Piracicaba e tipo de muda utilizada, era esperado ciclo de aproximadamente 14 a 16 meses (Scarpore Filho et al., 1998), o que não se verificou devido a uma geada ocorrida em julho de 1994, que causou morte e queda de folhas, e afetou o bananal. Assim, embora tenha havido nova emissão de folhas, a colheita foi atrasada em aproximadamente 4 meses. Sabe-se que é necessária a produção de certo número de folhas pela planta (\cong 40 folhas) para que ocorra a emissão da inflorescência. Com temperaturas baixas, a taxa de produção de folhas é reduzida, retardando a saída do cacho e, conseqüentemente, a data da colheita (Tai, 1977).

É pouco provável que a ocorrência da geada tenha contribuído para a ausência de diferença entre os tratamentos, no que se refere ao comprimento do primeiro ciclo. A ausência de diferença significativa pode ser creditada a menor competição entre as plantas neste primeiro ciclo. Segundo alguns autores, a competição em bananais mais adensados, começa a ser evidenciada a partir do segundo ciclo (Gomes et al., 1984; Pedrotti et al., 1987; Lichtemberg et al., 1996)

A partir do segundo ciclo, houve tendência do intervalo entre as colheitas aumentar com o incremento da densidade de plantas. Na 2^a, 3^a e 4^a produção, a duração do ciclo observada em 3333 plantas/ha foi significativamente superior às observadas nas demais densidades, enquanto que houve tendência da densidade 1333 plantas/ha apresentar o menor intervalo entre as colheitas (Figura 1). A soma dos quatro ciclos mostra mais claramente o efeito das densidades sobre o intervalo entre as colheitas. Enquanto na densidade 3333 plantas/ha foram

necessários 55,1 meses para colheita das 4 safras, nas outras densidades este período foi reduzido para 50,1 meses (2222 plantas/ha), 47,7 meses (1666 plantas/ha) e 45,9 meses (1333 plantas/ha).

O aumento do ciclo de produção com o incremento da densidade também foi reportado por Gomes et al. (1984), Daniells et al. (1985), Robinson & Nel (1989) e Lichtemberg et al. (1990 e 1996).

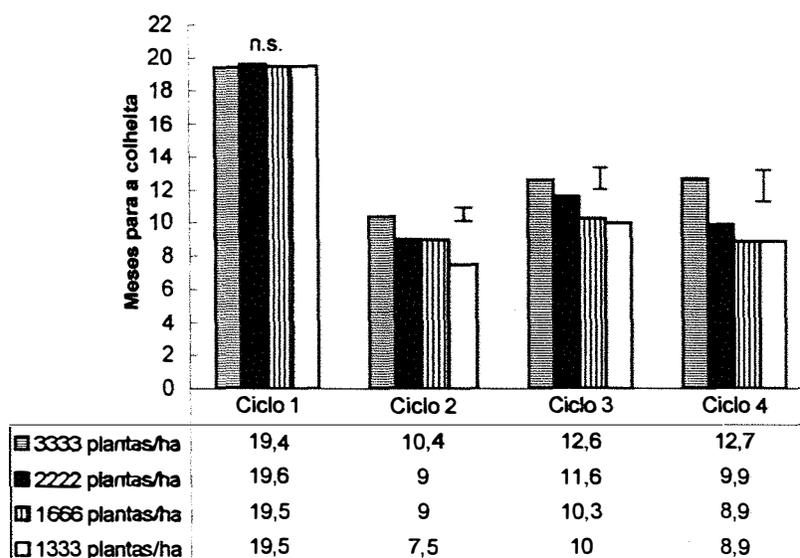


Figura 1. Efeito da densidade sobre a duração dos quatro primeiros ciclos (meses) de bananeiras 'Nanicão' em Piracicaba, SP. Os resultados referem-se às medias entre dois sistemas de espaçamento (retângulo e losango). As barras verticais representam a diferença mínima significativa segundo o teste de Tukey ao nível de 5%, e n.s. indica não significativo.

Segundo Robinson & Nel (1988) e Israeli et al. (1995), a competição provocada pelo adensamento promove sombreamento no interior do bananal, o que prejudica o desenvolvimento dos rebentos e, desta maneira, retarda

a emissão da inflorescência. No primeiro ciclo (ciclo vegetativo), geralmente, a planta cresce mais livremente e existe luz em abundância, não prejudicando desta forma a duração do ciclo. Robinson & Nel (1989) comentaram que no primeiro ciclo as plantas apresentam porte mais reduzido, a competição é menor e o ciclo é pouco afetado.

O comportamento verificado para a duração do período de colheita foi semelhante para os dois sistemas de espaçamento estudados e os resultados apresentados referem-se à média dos dois sistemas para cada densidade estudada. No primeiro ciclo, não houve efeito das densidades sobre a duração do período de colheita (Figura 2), sendo que a colheita desta safra foi realizada em quatro meses, com a maior concentração nos meses de setembro e outubro. No segundo ciclo, houve aumento marcante na duração da colheita (Figura 3), sendo que nos plantios mais densos (2222 e 3333 plantas/ha) a colheita foi realizada no prazo de oito meses, diminuindo para sete meses, com 1666 plantas/ha, e para seis meses com 1333 plantas/ha. No terceiro ciclo (Figura 4), a duração da colheita na maior densidade aumentou para onze meses, enquanto que nas demais densidades a colheita processou-se em 10, 9 e 8 meses (2222; 1666 e 1333 plantas/ha, respectivamente). No quarto ciclo a colheita foi efetuada em 14; 12; 12 e 8 meses, para as densidades de 3333; 2222; 1666 e 1333 plantas/ha, respectivamente (Figura 5). Esta maior dispersão do período de colheita com o aumento da densidade também é uma consequência da alta competição e da desuniformidade no crescimento dos rebentos. Resultados semelhantes a estes foram observados por Robinson & Nel (1989) e Lichtemberg et al. (1997).

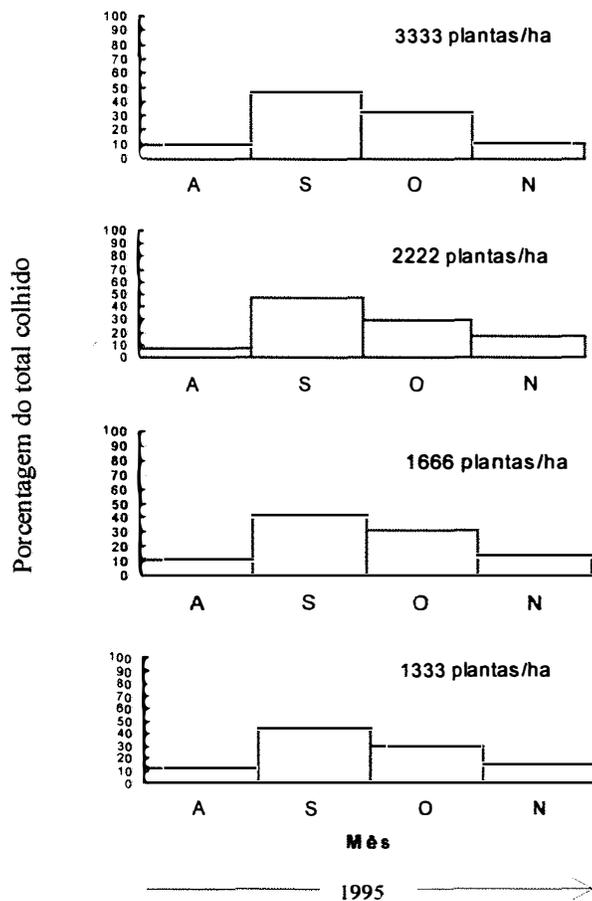


Figura 2. Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no primeiro ciclo de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.

Exceto para o primeiro ciclo, onde a colheita concentrou-se em dois meses, não houve regularidade quanto a concentração da colheita para nenhum dos tratamentos nos ciclos seguintes, sendo mais dispersa à medida que a densidade aumentou e os ciclos evoluíram. Este fato também foi verificado por Robinson & Nel (1989).

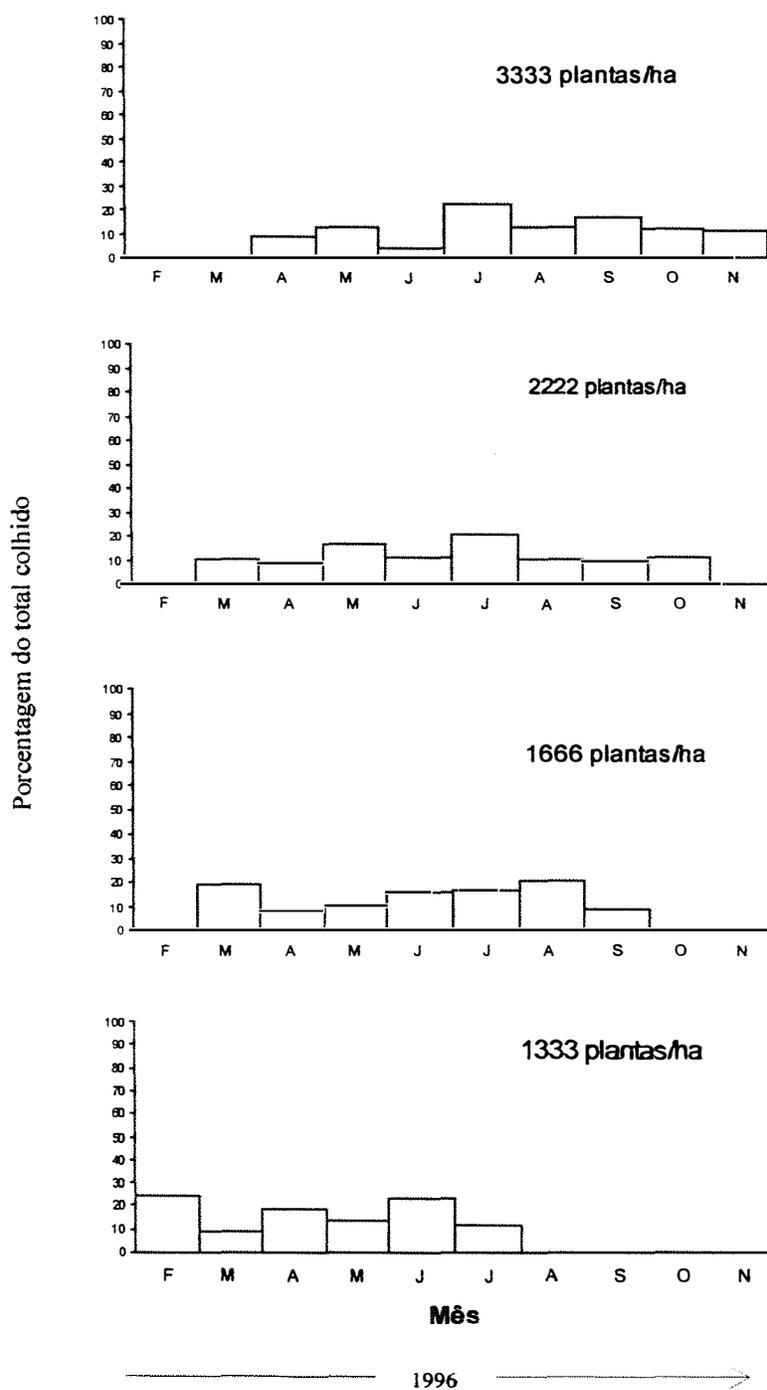


Figura 3. Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no segundo ciclo de bananeiras 'Nanicão', em Piracicaba, SP.

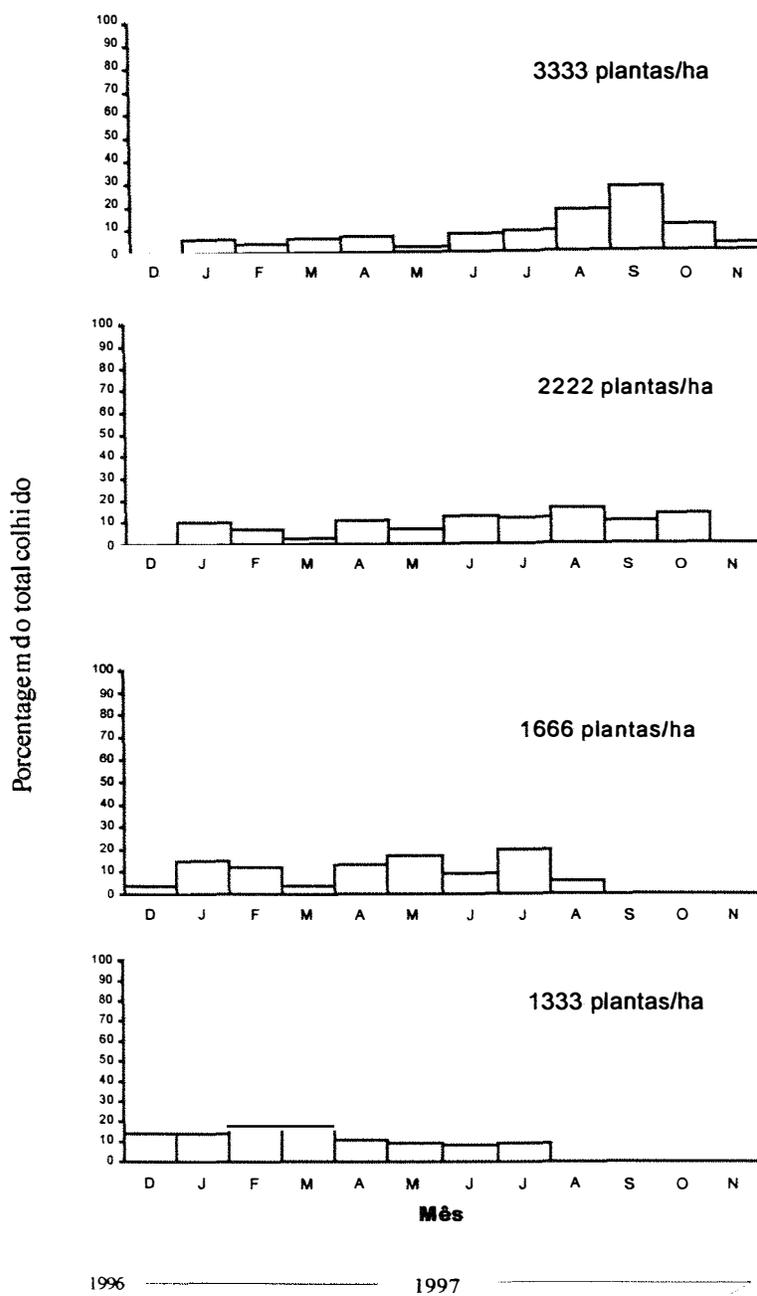


Figura 4. Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no terceiro ciclo de bananeiras ‘Nanicão’, em Piracicaba, SP.

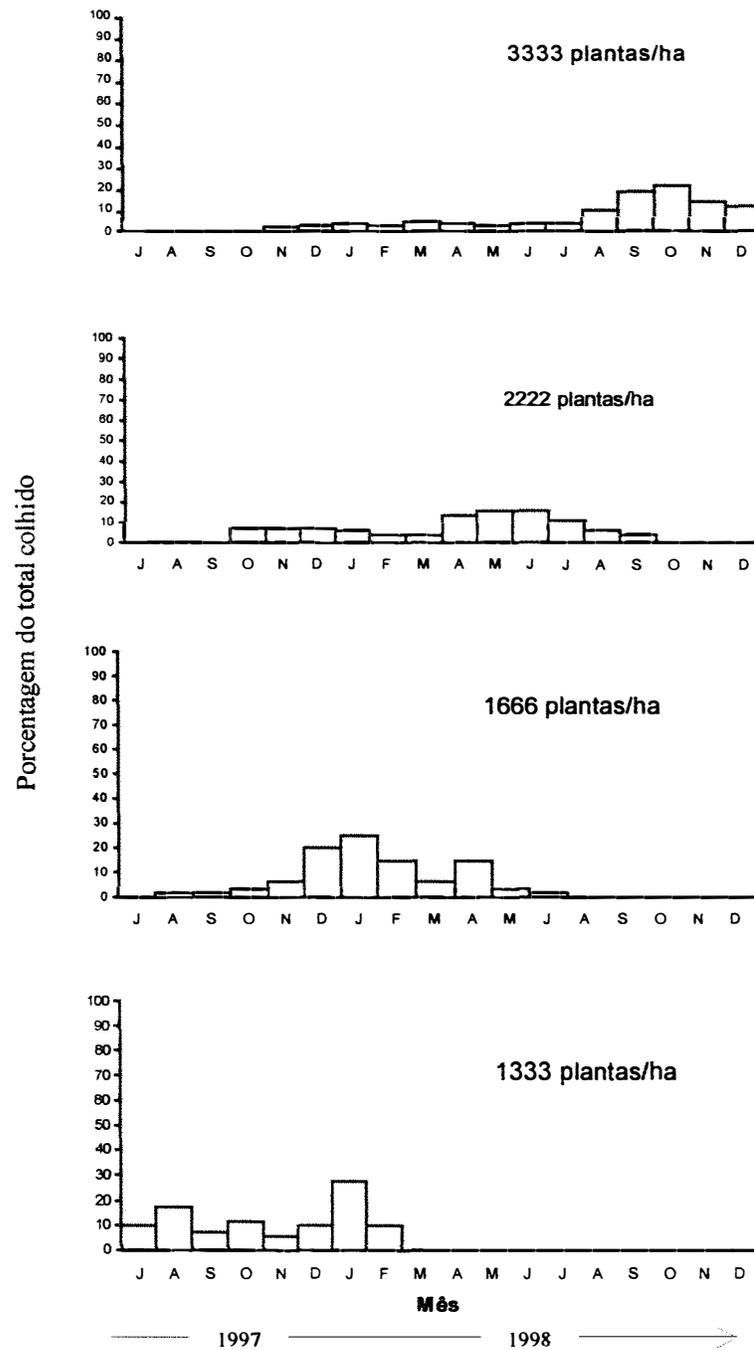


Figura 5. Efeito da densidade sobre a duração do período de colheita no quarto ciclo de bananeiras 'Nanicão', em Piracicaba, SP.

Foi observado também que, a partir do segundo ciclo, houve uma antecipação da colheita a medida que a densidade foi sendo reduzida (Figuras 4, 5 e 6). Isso foi mais evidente no quarto ciclo, onde foi verificado que a colheita na densidade 3333 plantas/ha teve início quando mais de 50% do total dos cachos da densidade 1333 plantas/ha já haviam sido colhidos. O atraso na colheita dos plantios mais densos é decorrente do aumento no ciclo de produção (Tabela 1 e Figura 1).

Embora a dispersão da colheita seja comum em bananeira (Robinson & Human, 1988; Robinson & Nel, 1989), ficou comprovado que o aumento da densidade, além de incrementar o ciclo de produção, promove uma dispersão mais precoce e intensa da colheita.

CONCLUSÕES

- A densidade de plantio influencia a duração do ciclo e do período de colheita a partir do segundo ciclo. À medida que a densidade aumenta, o ciclo de produção e a duração da colheita são maiores;
- Após o primeiro ciclo, a colheita é mais dispersa à medida que a densidade aumenta e os ciclos evoluem;
- Não há interferência do sistema de espaçamento (retângulo ou losango) sobre a duração do ciclo e do período de colheita.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALVES, E.J.; OLIVEIRA, M. A. Planejamento de um plantio comercial. In: ALVES, E.J. (Org.) **A cultura da banana: aspectos técnicos,**

socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-SPI/Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997. Cap. IX, p.261-290.

BELALCÁZAR CARVAJAL, S.L. **El cultivo de plátano en el trópico**. Cáli: Imprensa Feriva, 1991. 376p.

CHATTOPADHYAY, P.K.; BHOWNIK, D.J.; MATI, S.C.; BOSE, T.K. Optimum planting density for plant and ratoon crops of 'Giant Governor' cavendish banana in West Bengal. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.55, n.1, p.17-21, 1985.

CHUNDAWAT, B.S.; DAVA, S.K.; PATEL, N.L. Effect of close planting in the yield and quality of Lacatan banana. **Indian Journal of Agricultural Science**, v.53, n.6, p.470-472, 1983.

DANIELLS, J.W.; O'FARREL, P.J.; CAMPBELL, S.J. The response of bananas to plant spacing in double rows in north Queensland. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.42, n.1, p.45-51, 1985.

GOMES, J.A.; NÔBREGA, A.C.; ANDERSEN, O. Densidade de plantio da bananeira cultivar Prata (grupo AAB), na região produtora do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1984. **Anais**. Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v.1, p.237-249.

ISRAELI, Y.; PLAUT, Z.; SCHWARTZ, A. Effect of shade on banana morphology, growth and production. **Scientia Horticulturae**, v.62, n.1/2, p.45-56, 1995.

JANICK, J. **A Ciência da Horticultura**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1968. 485p.

LICHTEMBERG, L.A. Espaçamento e desbaste para bananeiras. **Informativo SBF**, Ano III, n.3, p.15-16, 1984.

LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L. Espaçamento e desbaste para banana Nanicão em solo de encosta do litoral norte de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.12, n.1, p.53-61, 1990.

LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L.; STUKER, H. Crescimento e duração dos cinco primeiros ciclos da bananeira Nanicão sob três densidades de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, n.1, p.15-23, 1997.

LICHTEMBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Effect of planting density on yield and cycle duration of 'Nanicão' banana in southern Brazil. **Proceedings of Interamerican Society for Tropical Horticulture**, n.40, p.232-235, 1996.

LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L.; STUKER, H. Effect of three spacing on yield of 'Nanicão' banana, in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 490, p.181-186, 1998.

MATTOS, J.R.; SIMÃO, S.; CAMPOS, H. Influência do espaçamento no peso dos cachos da bananeira. **O Solo**, v.62, n.2, p.51-60, 1970.

MELIN, P.; PLAUD, G.; TEZENAS DU MANTCEL, H. Influence du mode de conduite de bananier plantain sur l'intensification de la culture. **Fruits**, v.31, n.11, p.669-671, 1976.

- PEDROTTI, E.L.; GUERRA, M.P.; WEIDUSCHAT, A.A. Comportamento de três cultivares de bananeiras em três densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: SBF, 1987. p. 147-153.
- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônômico**, v.41, n.1, p.5-11, 1989.
- ROBINSON, J.C. Systems of cultivation and management. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and Plantain**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 15-65.
- ROBINSON, J.C.; HUMAN, N.B. Forecasting of banana harvest ('Williams') in the subtropics using seasonal variations in bunch development rate and bunch mass. **Scientia Horticulturae**, v.34, n.3/4, p.249-263, 1988.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. I. Vegetative morphology, phenology and plantation microclimate. **Journal of Horticulture Science**, v.63, n.2, p.303-313, 1988.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. II. Components of yield and seasonal distribution of yield **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.2, p.211-222, 1989.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. The influence of banana (cv. Williams) plant density and canopy characteristics on ratoon cycle interval and yield. **Acta Horticulturae**, n.175, p.227-232, 1986.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J.; BOWER, J.P. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. III. The influence of spatial arrangement. **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.4, p.513-519, 1989.

- SANTOS, P.J. Estudo do comportamento da bananeira (*Musa acuminata*, Colla), cv. nanica em diferentes espaçamentos. Viçosa, 1977. 26p. Dissertação (M.S.). Universidade Federal de Viçosa.
- SCARPARE FILHO, J.A.; MINAMI, K.; KLUGE, R.A.; TESSARIOLI NETO, J. *Scientia Agricola*, v.55, n.1, p.86-93, 1998.
- SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 2 ed. London: Tropical Agriculture Series, 1982. 512 p.
- SOTO BALLESTERO, M. S.; SOTO, E.; SOLÍS, P.; LÓPEZ, A. Siembra y operaciones de cultivo. In: SOTO BALLESTERO, M.S. **Bananos: cultivo y comercialización**. Costa Rica: Litográfico e Imprenta LIC, 1992. Cap. 5, p.211-265.
- STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 3 ed. New York: Tropical Agriculture Series, 1987. 468 p.
- TAI, E.A.; Banana. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKY, T.T. **Ecophysiology of Tropical Crops**. Nova York: Academic Press, 1977. Cap.16, p.441-460.
- TURNER, D.W. Bananas and Plantains. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub-tropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1994. cap.3, p.37-64.

**5. DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS
'NANICÃO' (*Musa* AAA subgrupo Cavendish): PRODUÇÃO DE RÁQUIS
E RELAÇÃO RÁQUIS/CACHO**

**DENSIDADE E SISTEMA DE ESPAÇAMENTO DE BANANEIRAS
'NANICÃO' (*Musa* AAA subgrupo Cavendish): PRODUÇÃO DE RÁQUIS
E RELAÇÃO RÁQUIS/CACHO**

RICARDO ALFREDO KLUGE; JOÃO ALEXIO SCARPARE FILHO

RESUMO - O presente trabalho foi realizado com o objetivo de verificar o efeito de diferentes densidades e sistemas de espaçamento sobre os componentes de produção e relação ráquis/cacho (%) de bananeiras 'Nanicão', estabelecidas em Piracicaba, SP. Foram utilizadas quatro densidades (1333, 1666, 2222 e 3333 plantas/ha) e dois sistemas de espaçamento (retângulo e losango). Independente do sistema de espaçamento, o aumento da densidade elevou a produção de frutos de 37,24 para 76,33ton/ha, entretanto reduziu o peso do cacho de 30,30 para 24,79kg, devido à diminuição do número e peso do fruto. O peso da ráquis variou de 1,89 a 2,36kg e a relação peso da ráquis/peso do cacho foi aproximadamente 8%, independente da densidade e sistema de espaçamento. De acordo com a densidade, podem ser retiradas do bananal de 3,14 a 6,30ton/ha de ráquis.

Palavras-chave: engajo, aproveitamento de resíduos, peso do cacho.

**DENSITY AND SPACING SYSTEM OF 'NANICÃO' BANANA
(*Musa* AAA subgroup Cavendish): BUNCH STEM YIELD AND BUNCH
STEM/BUNCH RATIO**

SUMMARY - This research was conducted to study the effects of different densities and spacing system on the bunch stem yield and bunch stem/bunch ratio (%) of 'Nanicão' banana established in Piracicaba, SP. Four densities (1333,

1666, 2222 and 3333 plants/ha) and two spacing systems (rectangle and diamond) were used. Independent of spacing system the increase of density raised the yield from 37.24 to 76.33ton/ha. However bunch weight was reduced from 30.30 to 24.79kg due to reduced number of fruit by bunch and fruit weight. The bunch stem weight varied from 1.89 to 2.36kg and bunch stem/bunch ratio was 8%, independent of the density and spacing system. According to density can be removed 3.14 to 6.30ton/ha of bunch stem from banana plantation.

Key words: inflorescence axis, residue utilization, bunch weight.

INTRODUÇÃO

A cultura da bananeira produz uma quantidade grande de resíduos. Esses incluem o pseudocaule, folhas, engaço (pedúnculo), ráquis e o “coração”. Moreira (1987) estimou que um bananal conduzido de maneira convencional pode fornecer até 200 ton/ha/ano de restos de cultura. Gallo et al. (1972) e Purseglove (1972), consideram que os restos vegetais resultantes da colheita devem permanecer no bananal como forma de disponibilizar matéria orgânica às plantas que estão em desenvolvimento. Normalmente, o pseudocaule é mantido o mais comprido possível, até 50-60 dias após o corte do cacho, para favorecer o desenvolvimento dos rebentos, enquanto que as folhas velhas são mantidas sobre o solo para auxiliar no controle de plantas daninhas e incorporar-se ao solo, fornecendo nutrientes (Martin-Prével, 1984; Moreira, 1987).

Com a adoção de tecnologia de colheita mais apropriada, existe no Brasil a tendência de substituir o encaixotamento de bananas no campo pelo transporte apropriado dos cachos inteiros até o galpão de embalagem, para posterior tratamentos e embalamento (Alves et al., 1997). Isso fará com que a ráquis e o engaço sejam retiradas do bananal, tornando-se pouco aproveitados

caso não haja retorno destes materiais à plantação. Estas partes do cacho, entretanto, podem ser aproveitadas como matéria-prima visando a obtenção de fibra para a produção de papel. Segundo Torres (1981), a fibra da ráquis da bananeira apresenta 11,73% de lignina e 53,5% de alfa-celulose. O autor considera esta fibra como maior e mais rica em celulose do que a fibra do bagaço de cana-de-açúcar. Sua maior resistência e flexibilidade, de acordo com o autor, faz deste material uma fonte apropriada para a produção de papel. Blanco Rojas (1996), trabalhando com beneficiamento e polpação da ráquis da bananeira 'Nanicão', verificou que no Estado de São Paulo cerca de 2.000 ton/ano de pasta celulósica poderiam ser obtidas a partir deste material.

Outro destino que pode ser dado à ráquis seria o seu retorno ao bananal e incorporação ao solo, como forma de repor parte dos nutrientes minerais exportados na colheita, principalmente potássio (Maia, 1983; Vitti & Ruggiero, 1984), ou sua utilização na alimentação animal (Arias, 1992).

Os dados referentes ao peso da ráquis e seu percentual em relação ao peso do cacho são escassos. Isso faz com que a produtividade estimada de um bananal seja calculada, invariavelmente, com base no peso total do cacho. Champion (1968) relatou que a proporção ráquis/cacho varia de 8,6 a 12,6%, de acordo com a cultivar. Daniells et al. (1985) determinaram que a ráquis da bananeira 'Williams' representa aproximadamente 9,0% do peso total do cacho, enquanto que Stover & Simmonds (1987) relacionaram com sendo 7,0% a relação ráquis/cacho para a bananeira 'Nanicão'. Bao Iglesias et al. (1987) determinou, em bananeira 'Nanica', que a ráquis pesa 2,0kg, em média, representando 6,0% do cacho. Blanco Rojas (1996) observou em Registro, Vale da Ribeira (SP), que o peso da ráquis da bananeira 'Nanicão' variou de 1,28 a 2,88kg, com média de 1,8kg.

Aliado à busca de melhor aproveitamento dos resíduos da bananeira está a possibilidade de aumento da produção por área com a utilização de bananeiras mais adensadas. O adensamento constitui uma tendência mundial para a bananeira, uma vez que o aumento da população de plantas, aos níveis que não prejudiquem a produção e a qualidade da colheita, promovem melhor aproveitamento da área de plantio, mão-de-obra e insumos, e conduzem ao aumento da produção por área (Stover & Simmonds, 1987; Manica, 1997).

Os efeitos de diferentes densidades de plantio têm sido objeto de estudos em várias regiões do Brasil e do mundo, apresentando resultados variados de acordo com o clima e cultivar. De maneira geral, o aumento na densidade diminui o peso do cacho, devido à redução no número de pencas e frutos (Mattos et al., 1970; Santos, 1977; Robinson & Nel, 1989; Lichtemberg et al., 1990). Contudo, o adensamento eleva a produção por área, principalmente nos primeiros ciclos, onde a competição interplantas é menor (Daniells et al., 1985; Robinson & Nel, 1986; Lichtemberg et al., 1988 e 1996).

A distribuição das plantas na área de plantio, por sua vez, também constitui um fator de influência sobre a produtividade, pois os diferentes sistemas de espaçamento de plantas alteram a eficiência na captação de luz pelas folhas das plantas, bem como afetam a exploração do solo (Pereira, 1989; Robinson et al., 1989). Os sistemas de espaçamento mais comumente usados são o quadrado e o retângulo, que geralmente apresentam baixa eficiência no aproveitamento do terreno e da luz (Soto Ballesteros et al., 1992), enquanto que outros sistemas de plantio, como o losango, são pouco estudados.

A interferência da densidade de bananeiras sobre o peso da ráquis e seu percentual em relação ao peso do cacho não tem sido estudada, sendo que o objetivo do presente trabalho foi verificar o efeito de diferentes densidades de bananeiras 'Nanicão', estabelecidas em dois sistemas de espaçamento, sobre os

componentes de produção e percentual do peso da ráquis em relação ao peso do cacho. Objetivou-se também estimar o volume de produção de ráquis que pode ser obtida em diferentes densidades de plantio e sistemas de espaçamento.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido no bananal experimental do Departamento de Produção Vegetal da Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, situado no município de Piracicaba, SP, Brasil.

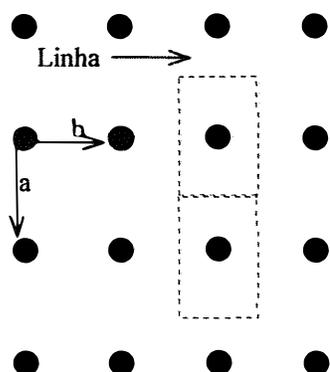
O clima de Piracicaba, conforme a classificação de Köppen, é do tipo Cwa: tropical de altitude, com três meses mais secos (junho/julho/agosto), chuvas de verão e seca no inverno. A temperatura média do mês mais quente é maior do que 22°C e do mês mais frio não é inferior à 16°C, com média de 21,1°C; precipitação média de 1.253mm/ano; ventos com velocidade média de 2,2m/s; umidade relativa do ar de 74% e insolação média de 201,5h (2.418lux). A altitude de Piracicaba é de 546m.

O bananal foi plantado em 24 de janeiro de 1994, utilizado-se mudas tipo “chifrão” (brotação lateral, com folhas lanceoladas e emitindo folhas normais, com peso médio de 2,5kg), e conduzido com uma “família” por cova.

Durante o ciclo da cultura foram realizadas as práticas de controle de plantas daninhas, desbaste de rebentos, retirada de folhas velhas, adubações, retirada do coração e controle de pragas e doenças.

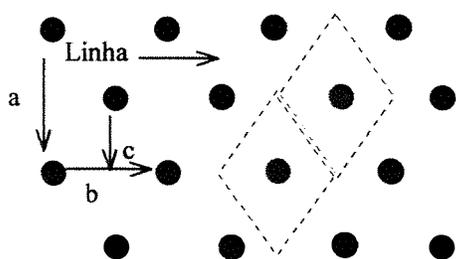
Foi acompanhado o terceiro ciclo de bananeiras cultivar Nanicão (*Musa* AAA subgrupo Cavendish) estabelecidas em diferentes densidades e sistemas de espaçamento. Os sistemas de espaçamento utilizados foram retângulo e losango. Cada sistema apresentou quatro densidades: 3333; 2222; 1666 e 1333 plantas/ha, representando um total de 8 tratamentos conforme esquema abaixo:

a) Sistema retângulo



Espaçamentos (m)		Plantas/ha	Área/planta (m ²)
<u>a</u>	<u>b</u>		
3,0	1,0	3333	3,0
3,0	1,5	2222	4,5
3,0	2,0	1666	6,0
3,0	2,5	1333	7,5

b) Sistema losango



Espaçamentos (m)			Plantas/ha	Área/planta (m ²)
<u>a</u>	<u>b</u>	<u>c</u>		
2,0	3,0	1,0	3333	3,0
2,4	3,76	1,2	2222	4,5
2,6	4,60	1,3	1666	6,0
2,8	5,36	1,4	1333	7,5

As seguintes variáveis foram analisadas: a) peso do cacho (kg): cada cacho foi pesado logo após a colheita; b) peso da ráquis (kg): após o despencamento, foi pesada a ráquis de cada cacho. Denominou-se ráquis o conjunto do engajo (porção do cacho que inicia no ponto de fixação da última folha e termina na inserção da primeira penca) e a ráquis verdadeira (eixo onde se inserem as inflorescências, iniciando no ponto de inserção da primeira penca e terminando no inflorescência masculina ou “coração”); c) relação entre peso da ráquis e peso do cacho: foi calculada dividindo-se o peso da ráquis (PR) pelo peso do cacho (PC), sendo o resultado transformado em porcentagem. Os resultados foram expressos na forma de %PR/PC; d) número de pencas e frutos por cacho:

através de contagem; e) peso do fruto (g): pela divisão do peso do cacho (excluindo o peso da ráquis) pelo número de frutos presentes no cacho; f) produção estimada de cachos (ton/ha): foi calculada multiplicando-se o peso do cacho pelo número de plantas por hectare; g) produção estimada de frutos (ton/ha): foi calculada multiplicando-se o peso do cacho, excluindo o peso da ráquis, pelo número de plantas por hectare; h) produção estimada de ráquis (ton/ha): foi calculada através da multiplicação do peso da ráquis pelo número de plantas por hectare.

A colheita do cacho foi realizada quando o fruto central da segunda penca inferior atingiu o diâmetro de 34 ± 1 mm.

O delineamento experimental adotado foi blocos ao acaso em fatorial 4 x 2 (quatro densidades e dois sistemas de espaçamento). Foram utilizadas três repetições com 30 plantas por parcela, sendo consideradas 12 plantas úteis, o que totalizou 288 plantas avaliadas. Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (teste F) e comparação de médias pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 está resumida a análise de variância para os efeitos dos tratamentos sobre as diversas variáveis analisadas no experimento. Observa-se que não houve efeito do sistema de espaçamento para nenhuma das variáveis, o mesmo ocorrendo para a interação entre densidade e sistema de espaçamento. Isso indica que há pouca influência da disposição das plantas sobre os componentes de produção da cultivar em questão, e que o efeito das densidades, aos níveis estudados, independe da distribuição das plantas no terreno, ao menos no terceiro ciclo.

Tabela 1. Significância do teste F da análise de variância para os efeitos de diferentes densidades e sistemas de espaçamento sobre as variáveis analisadas em bananeiras ‘Nanicão’.

Efeitos principais e interação	Variáveis analisadas ^x								
	PC	PR	%PR/PC	NF	NP	PF	PEC	PER	PEF
	Significância do teste F								
Densidade (D)	*	*	n.s.	*	n.s.	*	**	**	**
Sistema de Espaçamento (SE)	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
D x SE	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.	n.s.
C.V. (%)	9,40	3,62	3,51	6,19	3,46	5,52	7,14	6,30	7,26

^x PC = peso do cacho; PR = peso da ráquis; %PR/PC = relação em porcentagem entre peso da ráquis e peso do cacho; NF = número de frutos; NP = número de pencas; PF = peso do fruto; PEC = produção estimada de cachos; PER = produção estimada de ráquis; PEF = produção estimada de frutos.

n.s., *, ** = não significativo ou significativo a 1 ou 5%, respectivamente.

O aumento da densidade de plantas, ao nível de 3333 plantas/ha, diminuiu o peso do cacho em relação aos plantios menos densos (Tabela 2). Nesta população de plantas, o peso do cacho foi 15 a 20% menor do que o verificado nas demais populações. Estes resultados estão de acordo com os trabalhos de outros autores que constataram diminuição do peso do cacho à medida que a densidade de plantas foi aumentada (Mattos et al., 1970; Santos, 1977; Gomes et al., 1984; Robinson & Nel, 1989; Lichtemberg et al., 1990). A redução no peso do cacho provocada pelo aumento da densidade deve-se, provavelmente, ao aumento da competição interplantas, por água, luz e nutrientes (Janick, 1968; Robinson et al., 1989).

Tabela 2. Peso do cacho e da ráquis e relação entre peso da ráquis e peso do cacho (%PR/PC) em bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Plantas/ha	Sistema de espaçamento		Médias
	Retângulo	Losango	
----- Peso do cacho (kg) -----			
1333	29,81	30,78	30,29a
1666	30,72	28,95	29,83a
2222	28,73	29,47	29,10a
3333	23,42	26,16	24,79b
Médias	28,17A	28,84A	
----- Peso da ráquis (kg) -----			
1333	2,47	2,24	2,36a
1666	2,44	2,38	2,41a
2222	2,44	2,37	2,40a
3333	1,86	1,92	1,89b
Médias	2,30A	2,23A	
----- % PR/PC -----			
1333	8,28	7,28	7,78a
1666	7,94	8,22	8,08a
2222	8,50	8,04	8,27a
3333	7,94	7,34	7,64a
Médias	8,17A	7,72A	

Para cada variável, as médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O peso da ráquis apresentou comportamento semelhante à variável anterior, tendo sido observado que, com 3333 plantas/ha, esta porção do cacho teve reduzido seu peso em torno de 20% em relação às demais densidades (Tabela 2). A média geral do peso da ráquis observada no experimento foi de 2,26kg, superior à média de 1,88kg observada por Blanco Rojas (1996).

Não foi observada diferença significativa para a variável %PR/PC (Tabela 2), e a média geral averiguada no experimento foi muito próxima a 8,0%, inferior à média de 9,0% observada por Daniells et al. (1985), porém superior às médias verificadas por Bao Iglesias et al. (1987) e Stover & Simmonds (1987), de 6,0 e 7,0%, respectivamente.

Na Figura 1 observa-se a relação existente entre os valores encontrados para o peso da ráquis e o peso do cacho. Verificou-se uma correlação significativa ($R^2 = 0,73$) entre os pesos dos dois componentes de produção e isso pode explicar a ausência de efeito dos tratamentos sobre %PR/PC, ou seja, embora tenha havido diferença para o peso do cacho e ráquis, conforme a densidade, a proporcionalidade de peso entre o cacho e a ráquis não variou. Isto indica todos os componentes de produção são afetados pela modificação na densidade de plantas, para a cultura em questão.

O número de pencas por cacho não apresentou diferença significativa em função dos tratamentos aplicados (Tabela 1), tendo apresentado média geral de 8,75 pencas/cacho.

Em relação ao número de frutos/penca e peso médio do fruto, houve efeito significativo entre os tratamentos (Tabela 3). Foi constatada uma tendência de haver mais frutos à medida que a densidade foi sendo reduzida. O número de frutos observada na densidade 3333 plantas/ha (167 frutos/cacho) foi significativamente menor ao observado 1333 plantas/ha (189 frutos/cacho). Este resultado foi similar ao verificado por Mattos et al. (1970), Obiefuna et al. (1982),

Robinson & Nel (1989) e Lichtemberg et al. (1990), que obtiveram menor quantidade de frutos nas maiores densidades. Os frutos obtidos das densidades 1333 plantas/ha e 1666 plantas/ha apresentaram peso superior ao verificado na maior densidade, o que está de acordo com os resultados de Robinson & Nel (1989), que também constataram diminuição no peso dos frutos de bananeiras 'Williams' submetidas a altas densidades.

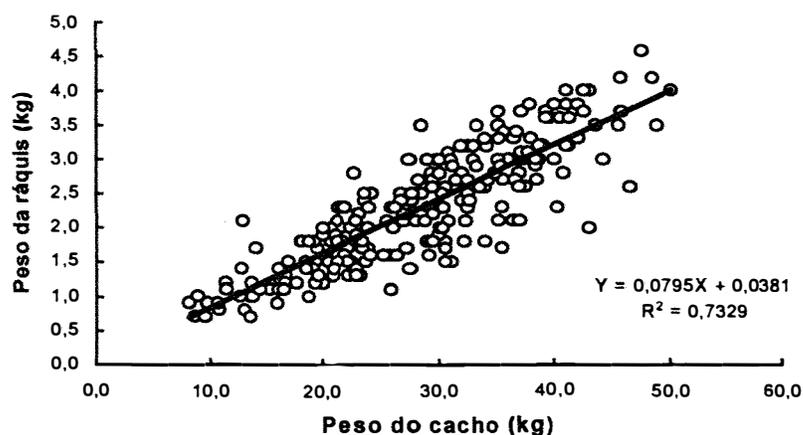


Figura 1. Relação entre peso do cacho e o peso da ráquis de bananeiras 'Nanicão', em Piracicaba, SP.

A diminuição do peso do fruto, observada no plantio mais denso, pode ser uma consequência do alto grau de sombreamento do bananal, o que diminui a capacidade fotossintética da planta e reduz o enchimento e desenvolvimento do fruto (Robinson & Nel, 1988; Israeli et al., 1995).

Tabela 3. Número de frutos por cacho e peso médio do fruto de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Plantas/ha	Sistema de espaçamento		Médias
	Retângulo	Losango	
	----- Frutos/cacho -----		
1333	189	188	189a
1666	181	179	180ab
2222	183	190	186a
3333	166	168	167b
Médias	180A	181A	
	----- Peso do fruto (g) -----		
1333	144,6	151,2	147,9a
1666	156,2	148,4	152,3a
2222	143,7	142,6	143,1ab
3333	129,9	144,3	137,1b
Médias	143,6A	146,6A	

Para cada variável, as médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Portanto, a redução do peso do cacho, observado na densidade 3333 plantas/ha, é creditada à diminuição no número de frutos por cacho e ao menor peso do fruto.

Embora tenha diminuído o peso do cacho, o aumento da densidade de 1333 para 3333 plantas/ha praticamente duplicou a produção estimada de

cachos, em ton/ha (Tabela 4). A produção obtida com 3333 plantas/ha não diferiu significativamente da produção observada com 2222 plantas/ha que, por sua vez, não apresentou diferença em relação a densidade 1666 plantas/ha. As duas menores densidade não diferiram entre si, quanto a produção de cachos. O incremento da produção por hectare, com o adensamento de bananais, também foi verificado por Mattos et al. (1970), Santos (1977), Gomes et al. (1984), Daniells et al. (1985), Pedrotti et al., 1987; Robinson & Nel (1989) e Lichtemberg et al. (1988 e 1996).

Mesmo não tendo havido diferença significativa entre os dois sistemas de espaçamento, o losango promoveu produção levemente superior de cachos (4%, em média) à verificada no sistema retângulo.

A determinação do peso da ráquis permitiu estimar a produção deste material por hectare (Tabela 4). A produção de ráquis aumentou com o aumento da densidade e variou de 3,14ton/ha (1333 plantas/ha) a 6,30ton/ha (3333 plantas/ha).

Ainda baseado na determinação do peso da ráquis, estimou-se o volume de produção de frutos em função dos tratamentos (Tabela 4) e, como era de se esperar, as diferenças estatísticas permaneceram idênticas às observadas para a produção de cachos e ráquis. Entretanto, os valores absolutos foram proporcionalmente reduzidos, em função da %PR/PC.

Tabela 4. Produção estimada (ton/ha) de cachos, ráquis e frutos de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas à diferentes densidades e sistemas de espaçamento, em Piracicaba, SP.

Plantas/ha	Sistema de espaçamento		Médias
	Retângulo	Losango	
----- Produção de cachos (ton/ha) -----			
1333	39,75	41,03	40,38c
1666	51,18	48,23	49,53bc
2222	63,84	65,48	64,66ab
3333	78,05	87,19	82,63a
Médias	58,13A	60,48A	
----- Produção de ráquis (ton/ha) -----			
1333	3,29	3,00	3,14c
1666	4,06	3,96	4,01bc
2222	5,42	5,26	5,34ab
3333	6,20	6,40	6,30a
Médias	4,75A	4,66A	
----- Produção de frutos (ton/ha) -----			
1333	36,44	38,04	37,24c
1666	47,11	44,26	45,68bc
2222	58,40	60,21	59,30ab
3333	71,88	80,79	76,33a
Médias	53,56A	55,60A	

Para cada variável, as médias seguidas de mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pelos resultados obtidos no presente trabalho, verifica-se que determinação do peso da ráquis possibilita estimar a produção de um bananal mais corretamente, ao descontar-se o valor de %PR/PC. A duração do ciclo de produção, por sua vez, também deve ser levado em consideração, como forma de calcular a produtividade de um bananal, na forma de ton/ha/ano (Robinson & Nel, 1988). A avaliação do peso da ráquis também permite quantificar o volume que pode ser produzido deste material, por hectare e de acordo com a densidade, fornecendo subsídios para futuros trabalhos com enfoque no aproveitamento de resíduos da bananeira.

A ráquis é um subproduto do cacho da bananeira que pode apresentar inúmeras utilidades. O seu aproveitamento torna-se mais importante em sistemas de produção em que as operações de despencamento, tratamentos e encaixotamento são realizado em galpões de embalagem, e não diretamente no campo. Quando o encaixotamento é realizado no bananal, a ráquis pode ser mantida sobre o terreno ou incorporada ao solo, como forma de repor parte dos nutrientes exportados na colheita (Maia, 1983; Vitti & Ruggiero, 1984). Quando o cacho é transportado para o galpão de embalagem, a ráquis é pouco aproveitada após o despencamento. Neste caso as opções seriam fornecer o material para a fabricação de papel (Torres, 1981; Blanco Rojas, 1996) ou aproveitá-lo na alimentação animal (Arias, 1992).

Observa-se ainda que o adensamento de bananais promove maior volume de produção, por área, de cachos, ráquis e frutos, devido à maior população de plantas. Entretanto, o maior número de plantas na área apresenta outros inconvenientes, como redução no peso do cacho e fruto, o que diminui a qualidade da produção

CONCLUSÕES

- A produção de ráquis de bananeiras ‘Nanicão’ submetidas a densidades de 1333 a 3333 plantas/ha varia de 3,14 a 6,30ton/ha;
- A porcentagem entre o peso da ráquis e o peso do cacho da bananeira ‘Nanicão’ é aproximadamente 8%, independente da densidade e sistema de espaçamento;
- A densidade de 3333 plantas/ha reduz o peso médio do cacho, fruto e ráquis da cultivar estudada;

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.J.; MEDINA, V.M.; OLIVEIRA, M.A. Colheita e manejo pós-colheita. In: ALVES, E.J. (Org.) **A cultura da banana: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais**. Brasília: EMBRAPA-SPI/Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1997. Cap. XV, p.453-485.
- ARIAS, L.F. Composición y aprovechamiento del banano. In: SOTO BALLESTERO, M.S. **Bananos: cultivo y comercialización**. Costa Rica: Litografía e Imprenta LIC, 1992. Cap. 9, p.581-610.
- BAO IGLESIAS, M.; DELGADO DÍAZ, S.; GARCÍA CRUZ, M; TORRES SÁNCHEZ, M. Aprovechamiento de residuos de platanera. I. Producción en las Islas Canarias, sus características y alternativas de utilización. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.27, n.1, p. 24-30, 1987.
- BLANCO ROJAS, M.L. Beneficiamento e polpação da ráquis da bananeira ‘Nanicão’ (*Musa* Grupo AAA “Giant Cavendish”). Piracicaba, 1996. 150p.

Dissertação (M.S.). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.

CHAMPION, J. **El plátano**. Barcelona: Editorial Blume, 1968. 247p.

DANIELLS, J.W.; O'FARREL, P.J.; CAMPBELL, S.J. The response of bananas to plant spacing in double rows in north Queensland. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.42, n.1, p.45-51, 1985.

GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B.; MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* cultivar Nanicão). **Ciência e Cultura**, v.24, n.1, p.70-79, 1972.

GOMES, J.A.; NÔBREGA, A.C.; ANDERSEN, O. Densidade de plantio da bananeira cultivar Prata (grupo AAB), na região produtora do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1984. **Anais**. Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v.1, p.237-249.

ISRAELI, Y.; PLAUT, Z.; SCHWARTZ, A. Effect of shade on banana morphology, growth and production. **Scientia Horticulturae**, v.62, n.1/2, p.45-56, 1995.

JANICK, J. **A Ciência da Horticultura**. Rio de Janeiro: Livraria Freitas Bastos, 1968. 485p.

LICHTENBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L. Espaçamento e desbaste para banana Nanicão em solo de encosta do litoral norte de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.12, n.1, p.53-61, 1990.

- LICHTEMBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Effect of density on yield and cycle duration of Nanicão banana in Southern Brazil. **Proceedings of the Interamerican Society for Tropical Horticulturae**, n.40, p.232-235, 1996.
- LICHTEMBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Espaçamento e desbaste para banana 'Enxerto' In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: SBF, 1988. v. 1, p.161-169.
- MAIA, M.A. Estudo na bananeira cv. Nanicão do intervalo entre a emissão de folhas, de pencas e a colheita, e do aproveitamento do engaço e coração. Jaboticabal, 1983. 38p. Trabalho de Graduação. Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista.
- MANICA, I. **Banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485p. (Série Fruticultura Tropical, 4)
- MARTIN-PRÉVEL, P. Exigências nutricionais da bananeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1984. p. 118-134.
- MATTOS, J.R.; SIMÃO, S.; CAMPOS, H. Influência do espaçamento no peso dos cachos da bananeira. **O Solo**, v.62, n.2, p.51-60, 1970.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- OBIEFUNA, J.C.; MAJUMDER, P.K.; UCHEAGWU, A.C. Spacing and sucker management in the commercial plantain production in the rainforest belt of Nigeria. **Annals of Applied Biology**, v.101, n.2, p.391-396, 1982.

- PEDROTTI, E.L.; GUERRA, M.P.; WEIDUSCHAT, A.A. Comportamento de três cultivares de bananeiras em três densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: SBF, 1987. p. 147-153.
- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônomo**, v.41, n.1, p.5-11, 1989.
- PURSEGLOVE, J.W. **Tropical crops: monocotyledons**. New York: John Willey, 1972. v.2, p.343-384.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. I. Vegetative morphology, phenology and plantation microclimate. **Journal of Horticulture Science**, v.63, n.2, p.303-313, 1988.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. II. Components of yield and seasonal distribution of yield. **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.2, p.211-222, 1989.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. The influence of banana (cv. Williams) plant density and canopy characteristics on ratoon cycle interval and yield. **Acta Horticulturae**, n.175, p.227-232, 1986.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J.; BOWER, J.P. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. III. The influence of spatial arrangement. **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.4, p.513-519, 1989.
- SANTOS, P.J. Estudo do comportamento da bananeira (*Musa acuminata*, Colla), cv. nanica em diferentes espaçamentos. Viçosa, 1977. 26p. Dissertação (M.S.). Universidade Federal de Viçosa.

- SOTO BALLESTERO, M. S.; SOTO, E.; SOLÍS, P.; LÓPEZ, A. Siembra y operaciones de cultivo. In: SOTO BALLESTERO, M.S. **Bananos: cultivo y comercialización**. Costa Rica: Litografic e Imprenta LIC, 1992. Cap. 5, p.211-265.
- STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. **Bananas**. 3 ed. New York: Tropical Agriculture Series, 1987. 468 p.
- TORRES, M. Propiedades fundamentales de la fibra del raquis del banano (*Musa cavendishii*). San José, 1981. 31p. Trabajo de Graduación. Facultad de Ingeniería - Universidad de Costa Rica.
- VITTI, G.C.; RUGGIERO, C. Aproveitamento do engaço, coração e ráquis, como fonte de nutrientes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1984. p. 392-399.

6. CONCLUSÕES GERAIS

No estudo dos efeitos de diferentes densidades e sistemas de espaçamento durante os quatro primeiros ciclos da bananeira 'Nanicão', em Piracicaba (SP), inferiu-se as seguintes considerações gerais:

O uso de densidade alta (3333 plantas/ha ou 3,0m²/planta), média (2222 plantas/ha ou 4,5 m²/planta) ou baixa (1666 ou 1333 plantas/ha ou 6,0 ou 7,5m²/planta, respectivamente) implica em respostas diferenciadas das plantas à estas populações.

A duração do primeiro ciclo (ciclo vegetativo) é pouco influenciado pela densidade, enquanto que os ciclos de produção são altamente influenciados.

O aumento da densidade promove incremento na produção por hectare, porém causa prolongamento no ciclo de produção, o que reduz a produtividade, em ton/ha/ano, com a evolução dos ciclos.

Na região estudada, a redução na produtividade dos bananais submetidos à alta densidade (3333 plantas/ha) foi evidenciada no quarto ciclo. Provavelmente, a produtividade do quinto ciclo seja menor nesta população de plantas, em relação aos plantios com menor densidade.

Na avaliação dos tratamentos sobre os componentes de produção verificou-se que o aumento da densidade reduz o peso do cacho, o número de frutos por cacho e o tamanho do fruto. Este fato também contribui para a diminuição da produtividade nas densidades maiores, com a evolução dos ciclos.

A alta densidade também causa maior dispersão do período de colheita após o primeiro ciclo. Esta dispersão, embora menor, também é verificada nas densidades inferiores. A dispersão da colheita constitui fato comum em bananeira, após o primeiro ciclo, devido à maior competição e crescimento desuniforme dos rebentos.

A distribuição em losango pode melhorar o desempenho do bananal, devido à melhor distribuição das plantas na área. Este melhor desempenho é refletido pela produção de cachos com maior peso no primeiro ciclo e pela produtividade levemente superior que o sistema retângulo ao longo dos ciclos.

O peso do cacho é influenciado pela época de colheita. Normalmente, os cachos colhidos no outono e no inverno apresentam peso superior aos colhidos na primavera e verão. Independente da época do ano, os cachos obtidos na alta densidade apresentam menor peso do que o das menores densidades. A determinação da variação do peso do cacho ao longo do ano, em função da densidade de plantas, permite planejar o uso de irrigação em períodos de déficit hídrico e adequar a melhor época de plantio.

A escolha da melhor densidade de plantio para uma determinada cultivar de bananeira é complexa, pois além dos fatores climáticos e tecnológicos envolvidos, deve-se também levar em consideração o manejo que será adotado, o mercado a que se destina a produção, o custo de produção, entre outros.

O uso de altas densidades (> 3000 plantas/ha) é mais aconselhado quando a produção é destinada para mercados menos exigentes e/ou quando a exploração do bananal é por poucos ciclos (até três ciclos). Nesta situação, o adensamento não pode ser permanente, pois com a evolução dos ciclos o rendimento anual começa a declinar. Assim, é aconselhado reduzir a densidade após o terceiro ciclo.

As baixas densidades (< 2000 plantas/ha) são mais indicadas em situações em que a produção é destinada para mercados mais exigentes ou exportação. Nestas densidades pode-se manter o espaçamento por vários ciclos, considerando que a produtividade anual é pouco afetada.

Com base nos aspectos acima relacionados e os resultados obtidos no presente trabalho, as seguintes observações sobre as diferentes densidades e sistemas de espaçamento testadas podem ser efetuadas:

- A adoção de alta densidade (3333 plantas/ha ou $3,0\text{m}^2/\text{planta}$) é possível para a cultivar e região estudada, desde que o destino da produção seja o mercado interno ou pouco exigente. Esta densidade apresenta, como vantagem, a excelente produtividade nos primeiros três ciclos e, como desvantagem, a produção de frutos de menor tamanho e ciclo de produção mais longo que as menores densidades. Pode-se manter esta população de plantas pode ser realizada até o terceiro ciclo, havendo a necessidade de reduzir-se posteriormente a densidade, devido à queda no rendimento anual, como resposta ao incremento do ciclo. Nesse caso pode-se reduzir o número de plantas de 1/3 à metade após o terceiro ciclo.
- As baixas densidades, 1666 e 1333 plantas/ha ($6,0$ a $7,5\text{m}^2$), podem ser interessantes em situações que o destino das frutas seja mercado mais exigentes ou exportação, pois produzem frutos maiores e melhor valorizados comercialmente. Entretanto, apresentam baixa produtividade em relação as densidades mais amplas, nos primeiros três ciclos. Comparativamente, a densidade 1333 plantas/ha ($7,5\text{m}^2/\text{planta}$) não apresenta vantagem em relação à densidade 1666 plantas/ha, no que se refere à produtividade e tamanho do fruto. Além disto, é comum ocorrer, nos bananais menos adensados, perdas de plantas por problemas de tombamento provocadas por ventos fortes, o que prejudica o estande da cultura e requer a operação de replantio.
- A densidade média (2222 plantas/ha ou $4,5\text{m}^2/\text{planta}$), constitui a melhor opção para a cultivar estudada e região, pois apresenta produtividade superior às baixas densidades e produz frutos com tamanho semelhante. A tendência de

manutenção da produtividade anual após o quarto ciclo também favorece a escolha desta densidade.

- Dentre os sistemas de espaçamento, poderia se optar pelo sistema losango, o qual aumenta o peso do cacho, principalmente no primeiro ciclo, e promove pequeno incremento na produtividade ao longo dos ciclos.

Finalmente, a determinação do peso da ráquis e da relação ráquis/cacho permite melhor determinar a produtividade de um bananal, bem como possibilita quantificar a produção de ráquis por hectare, dando subsídios à futuros trabalhos com enfoque ao aproveitamento de resíduos da bananeira. Para a região e cultivar, a proporção entre ráquis e cacho situa-se em torno de 8%, independente da densidade e sistema de espaçamento. A produção por hectare de ráquis pode variar de 3,14 a 6,30 ton/ha, variando a densidade de 1333 à 3333 plantas/ha

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, E.J.; OLIVEIRA, M. A. Planejamento de um plantio comercial. In: ALVES, E.J. (Org.) **A cultura da banana**: aspectos técnicos, socioeconômicos e agroindustriais. Brasília: EMBRAPA-SPI/Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1997. Cap. IX, p.261-290.
- AMARO, A.A. Mercado interno de frutas. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 15., Poços de Caldas, 1998. **Conferências**. Lavras: UFLA, 1998. p.168-194.
- ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL – 1996, v.56, seção 3 – 52, 1996.
- ARIAS, L.F. Composición y aprovechamiento del banano. In: SOTO BALLESTERO, M.S. **Bananos**: cultivo y comercialización. Costa Rica: Litografic e Imprenta LIC, 1992. Cap. 9, p.581-610.
- AUBERT, B. Action du climat sur le comportement du bananier en zones tropicales et subtropicales. **Fruits**, v.26, n.3, p.175-188, 1971.
- BAO IGLESIAS, M.; DELGADO DÍAZ, S.; GARCÍA CRUZ, M; TORRES SÁNCHEZ, M. Aprovechamiento de residuos de platanera. I. Producción en las Islas Canarias, sus características y alternativas de utilización. **Revista de Agroquímica y Tecnología de Alimentos**, v.27, n.1, p. 24-30, 1987.

- BELALCÁZAR CARVAJAL, S.L. **El cultivo de plátano en el trópico**. Cáli: Imprensa Feriva, 1991. 376p.
- BLANCO ROJAS, M.L. Beneficiamento e polpação da ráquis da bananeira 'Nanicão' (*Musa* Grupo AAA "Giant Cavendish"). Piracicaba, 1996. 150p. Dissertação (M.S.). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.
- BLEINROTH, E.W. Matéria-prima. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Banana** - Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas: ITAL, 1985. p. 133-196.
- BORGES, A.L. **Manejo do solo em bananal plantado em fileiras duplas**. I. Primeiro seguidor. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMPF, 1987. 4p. (EMBRAPA-CBPMF. Pesquisa em andamento, 22).
- BRUNINI, O. Exigências climáticas e aptidão agroclimática da bananeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1984. p. 99-117.
- CARO COSTA, R. Effect of plant population and distribution on yield of plantains. **Journal of Agriculture of University of Puerto Rico**, v.52, n.1, p.256-259, 1968.
- CARRARO, A.F.; CUNHA, M.M. **Manual de exportação de frutas**. Brasília: MAARA/S.D.R./FRUPEX/IICA, 1994. 254p.
- CHAMPION, J. **El plátano**. Barcelona: Editorial Blume, 1968. 247p.
- CRONQUIST, A. **An integrated system of classification of flowering plants**. New York: Columbia University Press, 1981. 1262p.

- DANIELLS, J.W.; O'FARREL, P.J.; CAMPBELL, S.J. The response of bananas to plant spacing in double rows in North Queensland. **Queensland Journal of Agricultural and Animal Sciences**, v.42, n.1, p.45-51, 1985.
- DURIGAN, J.F.; RUGGIERO, C. **Bananas de qualidade**. Jaboticabal: FUNEP, 1995. 37p.
- ENGLER, A. **Syllabus der pflanzenfamilien**. 12.ed. Berlin: Gebruder Borntraeger, 1954. v.1, 367p.
- FAO. **Production Yearbook**. Roma: FAO, v.51, 1997. 239p.
- GALLO, J.R.; BATAGLIA, O.C.; FURLANI, P.R.; HIROCE, R.; FURLANI, A.M.C.; RAMOS, M.T.B.; MOREIRA, R.S. Composição química inorgânica da bananeira (*Musa acuminata* cultivar Nanicão). **Ciência e Cultura**, v.24, n.1, p.70-79, 1972.
- GOMES, J.A. Propagação e densidade de plantio para a bananeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1984. p. 214-233.
- GOMES, J.A.; NÔBREGA, A.C.; ANDERSEN, O. Densidade de plantio da bananeira cultivar Prata (grupo AAB), na região produtora do Estado do Espírito Santo. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 7., Florianópolis, 1984. **Anais**. Florianópolis: SBF/EMPASC, 1984. v.1, p.237-249.
- GONÇALVES, J.S.; PEREZ, L.H.; SOUZA, S.A.M. Mercado internacional e produção de banana: a estrutura produtiva e comercial do complexo bananeiro mundial. **Agricultura em São Paulo**, v.41, n.3, p. 161-188, 1994.

- ISRAELI, Y.; LAHAV, E. Banana. In: MONSELISE, S.P. **Handbook of fruit set and development**. Boca Raton: CRC Press, 1986. p. 45-73.
- ISRAELI, Y.; PLAUT, Z.; SCHWARTZ, A. Effect of shade on banana morphology, growth and production. **Scientia Horticulturae**, v.62, n.1/2, p.45-56, 1995.
- LICHTEMBERG, L.A. Espaçamento e desbaste para bananeiras. **Informativo SBF**, Ano III, n.3, p.15-16, 1984.
- LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L.; STUKER, H. Crescimento e duração dos cinco primeiros ciclos da bananeira Nanicão sob três densidades de plantio. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.19, n.1, p.15-23, 1997.
- LICHTEMBERG, L.A.; MALBURG, J.L.; HINZ, R.H. Effect of planting density on yield and cycle duration of 'Nanicão' banana in southern Brazil. **Proceedings of Interamerican Society for Tropical Horticulture**, n.40, p.232-235, 1996.
- LICHTEMBERG, L.A.; HINZ, R.H.; MALBURG, J.L.; STUKER, H. Effect of three spacing on yield of 'Nanicão' banana, in southern Brazil. **Acta Horticulturae**, n. 490, p.181-186, 1998.
- MAIA, M.A. Estudo na bananeira cv. Nanicão do intervalo entre a emissão de folhas, de pencas e a colheita, e do aproveitamento do engaço e coração. Jaboticabal, 1983. 38p. Trabalho de Graduação. Faculdade de Ciência Agrárias e Veterinárias – Universidade Estadual Paulista.

- MANICA, I. **Banana**. Porto Alegre: Cinco Continentes, 1997. 485p. (Série Fruticultura Tropical, 4)
- MARTIN-PRÉVEL, P. Exigências nutricionais da bananeira. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1984. p. 118-134.
- MATTOS, J.R.; SIMÃO, S.; CAMPOS, H. Influência do espaçamento no peso dos cachos da bananeira. **O Solo**, v.62, n.2, p.51-60, 1970.
- MEDINA, J.C. Cultura. In: INSTITUTO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS. **Banana** - Cultura, matéria-prima, processamento e aspectos econômicos. 2 ed. Campinas: ITAL, 1985. p.1-131.
- MOREIRA, R. S. Espaçamento de bananeiras do cultivar branca. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 1., Campinas, 1971. **Anais**. Campinas: SBF, 1971. v.1, p.150-164.
- MOREIRA, R.S. **Banana: teoria e prática de cultivo**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. 335p.
- MOREIRA, R.S. Considerações sobre a bananicultura. In: II CURSO SOBRE BANANICULTURA. Jaboticabal: FCAV/FUNEP, 1995. 28p. (mimeografado)
- MORIN, C. **Cultivo de frutales tropicais**. Lima: Librerias ABC S.A., 1967. 448p.
- PEDROTTI, E.L.; GUERRA, M.P.; WEIDUSCHAT, A.A. Comportamento de três cultivares de bananeiras em três densidades de plantio. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 9., Campinas, 1987. **Anais**. Campinas: SBF, 1987. p. 147-153.

- PEREIRA, A.R. Competição intra-específica entre plantas cultivadas. **O Agrônômico**, v.41, n.1, p.5-11, 1989.
- PURSEGLOVE, J.W. **Tropical crops: monocotyledons**. New York: John Willey, 1972. v.2, p.343-384.
- ROBINSON, J.C. Systems of cultivation and management. In: GOWEN, S. (Ed.). **Bananas and Plantain**. London: Chapman & Hall, 1995. p. 15-65.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. I. Vegetative morphology, phenology and plantation microclimate. **Journal of Horticulture Science**, v.63, n.2, p.303-313, 1988.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. II. Components of yield and seasonal distribution of yield. **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.2, p.211-222, 1989.
- ROBINSON, J.C.; NEL, D.J.; BOWER, J.P. Plant density studies with banana (cv. Williams) in a subtropical climate. III. The influence of spatial arrangement. **Journal of Horticulture Science**, v.64, n.4, p.513-519, 1989.
- ROCHELLE, L. A.; RODRIGUES, R.R.; CAPELLARI JÚNIOR, L. **Famílias de plantas fanerogâmicas de interesse econômico**. Piracicaba: CALQ, 1991. 57p.
- SAMSON, J.A. **Tropical Fruits**. 2. ed. Harlow: Longman Singapore Publishers Ltd., 1986. 336p.
- SANTOS, P.J. Estudo do comportamento da bananeira (*Musa acuminata*, Colla), cv. nanica em diferentes espaçamentos. Viçosa, 1977. 26p. Dissertação (M.S.). Universidade Federal de Viçosa.

- SHEPHERD, K. A bananeira: taxonomia e morfologia. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais.** Jaboticabal: F.C.A.J., 1984. p.50-94.
- SILVA, J.F.; CAMPOS, G.M. Estudos de densidades de plantio em bananeira, cultivar nanica em áreas irrigadas do nordeste brasileiro. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, 3., Campinas, 1976. **Anais.** Campinas: SBF, 1976. v.1, p.19-25, 1976.
- SIMÃO, S. **Tratado de Fruticultura.** Piracicaba: FEALQ, 1998. 760p.
- SIMMONDS, N.W. **Bananas.** 2 ed. London: Tropical Agriculture Series, 1982. 512 p.
- SOTO BALLESTERO, M.; SOTO, E.; SOLÍS, P.; LÓPEZ, A. Siembra y operaciones de cultivo. In: SOTO BALLESTERO, M.S. **Bananos: cultivo y comercialización.** Costa Rica: Litografic e Imprenta LIC, 1992. Cap. 5, p.211-265.
- SOTO BALLESTERO, M.; SANCHO, H. Ecología del banano. In: SOTO BALLESTERO, M.S. **Bananos: cultivo y comercialización.** Costa Rica: Litografic e Imprenta LIC, 1992. Cap. 3, p.105-137.
- STOVER, R.H.; SIMMONDS, N.W. **Bananas.** 3 ed. New York: Tropical Agriculture Series, 1987. 468 p.
- TAI, E.A.; Banana. In: ALVIM, P.T.; KOZLOWSKY, T.T. **Ecophysiology of Tropical Crops.** Nova York: Academic Press, 1977. Cap.16, p.441-460.

- TORRES, M. Propiedades fundamentales de la fibra del raquis del banano (*Musa cavendishii*). San José, 1981. 31p. Trabajo de Graduación. Facultad de Ingeniería - Universidad de Costa Rica.
- TURNER, D.W. Bananas and Plantains. In: SCHAFFER, B.; ANDERSEN, P.C. (Ed.) **Handbook of environmental physiology of fruit crops: sub-tropical and tropical crops**. Boca Raton: CRC Press, Inc., 1994. cap.3, p.37-64.
- VITTI, G.C.; RUGGIERO, C. Aproveitamento do engaço, coração e ráquis, como fonte de nutrientes. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO SOBRE BANANICULTURA, 1., Jaboticabal, 1984. **Anais**. Jaboticabal: UNESP/FUNEP, 1984. p. 392-399.