

**PRODUÇÃO DE ÓLEO BRUTO E MENTOL
CRISTALIZÁVEL EM OITO FREQUÊNCIAS DE
COLHEITA DA MENTA (*Mentha arvensis* L.).**

MARCIO PAULO CZEPAK
Engenheiro Agrônomo

Orientador: Prof. Dr. JOSÉ DIAS COSTA

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

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Janeiro - 1995

**Aos meus pais,
Theodoro e
Elsa**

Pela minha existência

OFEREÇO.

À minha mulher, Silvia

**e meus filhos: Rodolfo e
Laiz
Pelo carinho e amor**

DEDICO.

AGRADECIMENTOS ESPECIAIS

Ao professor Dr. José Dias Costa, pela orientação e apoio na execução deste estudo.

Aos professores e funcionários do Departamento de Agricultura da ESALQ, pelos ensinamentos e amizade.

À Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" de Bandeirantes-PR, que tornou possível este trabalho.

À Viação Garcia, através de seu Sócio Gerente Sr. Fernando Campinha Garcia Cid e sua filha Eng^a Agr^a Fernanda Campinha Garcia Cid, pelo auxílio no deslocamento até Piracicaba.

Aos colegas Maria Aparecida Valério e Walter Candioto, da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", pelo processamento e análises estatísticas dos dados.

À colega Nina Maria Silva Risso, pela versão do resumo e sua amizade.

Ao estagiário, hoje Eng^o Agr^o Dielson Takayama, pelo auxílio na coleta dos dados.

Ao prof. Dr. Luiz Eduardo Gutierrez, pelas análises químicas do óleo essencial.

Ao amigo Vanderlei de Almeida, pelo seu desprendimento, amizade e valorosa contribuição na edição deste trabalho.

Ao contribuinte brasileiro, que através do CNPq repassou os recursos financeiros, destinados à concessão da bolsa de estudos.

À todos que contribuíram, de uma ou de outra forma à realização deste trabalho.

SUMÁRIO

| | Página |
|---|--------|
| LISTA DE FIGURAS | VII |
| LISTA DE TABELAS | X |
| RESUMO | XI |
| SUMMARY | XIII |
| 1. INTRODUÇÃO | 01 |
| 2. REVISÃO DE LITERATURA | 06 |
| 3. MATERIAL E MÉTODO | 14 |
| 3.1. Localização da área experimental | 14 |
| 3.2. Clima e solo | 15 |
| 3.3. Cultivar | 16 |
| 3.4. Delineamento experimental | 16 |
| 3.5. Tratamentos | 17 |
| 3.6. Instalação e condução do experimento | 17 |
| 3.7. Parâmetros avaliados | 19 |
| 3.7.1. Altura e crescimento das plantas entre a emergência e a colheita | 19 |
| 3.7.2. Número de folhas | 20 |
| 3.7.3. Número de plantas | 20 |
| 3.7.4. Área foliar | 20 |
| 3.7.5. Peso da massa verde em cada colheita. | 21 |
| 3.7.6. Produção de matéria seca em cada colheita | 21 |
| 3.7.7. Volume de óleo produzido | 21 |
| 3.7.8. Teor de mentol | 23 |
| 3.8. Análise estatística | 23 |
| 4. RESULTADO E DISCUSSÃO | 26 |
| 4.1. Desenvolvimento das plantas entre a emergência e a colheita | 26 |
| 4.2. Número de folhas e área foliar | 39 |
| 4.3. Número de caules | 51 |
| 4.4. Peso da massa verde | 54 |

| | |
|-------------------------------------|----|
| | VI |
| 4.5. Produção de matéria seca | 58 |
| 4.6. Volume de óleo produzido | 60 |
| 4.7. Teor de mentol,..... | 65 |
| 5. CONCLUSÃO | 76 |
| 6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 77 |

LISTA DE FIGURAS

| Figura | Página |
|--|---------------|
| 1. Evolução da cultura da menta, em área plantada e produção de óleo bruto no Estado do Paraná | 05 |
| 2. Conjunto destilador para óleos essenciais leves | 22 |
| 3. Temperatura média, insolação média e radiação média durante os meses de condução do experimento | 25 |
| 4. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 60 dias | 28 |
| 5. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 70 dias | 29 |
| 6. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 80 dias | 30 |
| 7. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita no pleno florescimento | 31 |
| 8. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 90 dias | 32 |
| 9. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 100 dias | 33 |
| 10. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 110 dias | 34 |
| 11. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 120 dias | 35 |
| 12. Altura média das plantas em cm, por ocasião da colheita | 37 |
| 13. Curvas de número de folhas de menta, submetida à freqüência de colheita aos 60 dias | 40 |
| 14. Curvas de número de folhas de menta, submetida à freqüência de colheita aos 70 dias | 41 |
| 15. Curvas de número de folhas de menta, submetida à freqüência de colheita aos 80 dias | 42 |
| 16. Curvas de número de folhas de menta, submetida à freqüência de colheita no pleno florescimento | 43 |

| | |
|---|----|
| 17. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 90 dias | 44 |
| 18. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 100 dias | 45 |
| 19. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 110 dias | 46 |
| 20. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 120 dias | 47 |
| 21. Número médio de folhas por planta no momento da colheita | 50 |
| 22. Área foliar média em cm ² apresentada pela menta no momento da colheita por m ² | 52 |
| 23. Número médio de caules obtidos em 1 m ² no momento da colheita | 53 |
| 24. Porcentagem de plantas acamadas no momento da colheita, durante um ano de avaliação | 55 |
| 25. Produção de massa verde em kg/ha no momento da colheita, durante um ano de avaliações | 56 |
| 26. Produção de matéria seca em kg/ha no momento da colheita, durante um ano de avaliações | 59 |
| 27. Produção de óleo bruto em l/ha, a cada frequência de colheita, durante um ano de avaliações | 61 |
| 28. Produção total anual de óleo bruto, em l/ha | 62 |
| 29. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 60 dias | 66 |
| 30. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 70 dias | 67 |
| 31. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 80 dias | 68 |

| | |
|--|----|
| 32. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de ao pleno florescimento | 69 |
| 33. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 90 dias | 70 |
| 34. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 100 dias | 71 |
| 35. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 110 dias | 72 |
| 36. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 120 dias | 73 |
| 37. Teor de mentol em g/kg de óleo bruto | 74 |

LISTA DE TABELAS

| Tabela | Página |
|--|---------------|
| 1. Produção (t) de óleo essencial de menta no Paraná, no Brasil e no mundo, no período da safra de 1969/70 a 1974/75 | 03 |
| 2. Resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento | 16 |
| 3. Esquema da análise de variância | 23 |
| 4. Coeficientes de correlação linear entre a produção de óleo e outras variáveis, para cada um dos tratamentos | 38 |
| 5. Coeficientes de correlação linear entre a produção de mentol e outras variáveis, para cada um dos tratamentos | 38 |
| 6. Efeito dos tratamentos nos parâmetros avaliados | 49 |

**PRODUÇÃO DE ÓLEO BRUTO E MENTOL CRISTALIZÁVEL
EM OITO FREQUÊNCIAS DE COLHEITA DA MENTA
(*Mentha arvensis* L.) .**

Autor: **MARCIO PAULO CZEPAK**

Orientador: **Prof. DR. JOSÉ DIAS COSTA**

RESUMO

O presente estudo, através de diferentes frequências de colheita, visou a obtenção de informações sobre a produção de óleo bruto e mentol cristalizável.

O experimento foi instalado no ano de 1990, num Latossolo Roxo Eutrófico, na área experimental da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", no município de Bandeirantes, Estado do Paraná. Os tratamentos consistiram em oito frequências de colheita: aos 60 dias, 70 dias, 80 dias, pleno florescimento, 90 dias, 100 dias, 110 dias e 120 dias. Utilizou-se o delineamento experimental de blocos ao acaso, com três repetições. Avaliaram-se a altura das plantas da emergência à colheita, área foliar, número de caules, número de folhas da emergência à colheita, massa verde, matéria seca, produção de óleo bruto, teor de mentol e produção de mentol.

Observou-se que as colheitas aos 60 dias, 70 dias e 90 dias foram as que produziram o maior volume de óleo e mentol cristalizável ao longo de um ano de colheitas. Os teores de mentol em todos os tratamentos foram semelhantes.

Houve uma tendência de maior acamamento para os intervalos mais longos entre colheitas.

A temperatura e a radiação solar exercem um efeito positivo no desenvolvimento e produção da menta. Observou-se que nos períodos em que a temperatura e a insolação foram menores (inverno) houve uma diminuição acentuada no crescimento e produção de óleo bruto e mentol.

**PRODUCTION OF GLASS OIL AND CRYSTALLIZER
MENTHOL ON EIGHT FREQUENCIES OF MINT (*Mentha
arvensis* L.) HARVEST TIMES.**

Author: **MÁRCIO PAULO CZEPAK**

Adviser: **Prof. DR. JOSÉ DIAS COSTA**

SUMMARY

This present search, by different frequencies of harvest, had the intention to obtain information about the production of gross oil and crystallizer menthol, on mint tillage.

The trial was set in 1990, on a clayey textured soil typic eutrorthox, at experimental area of Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" Foundation in Bandeirantes City, Paraná State. Treatments, on eight frequencies of harvest, were: at 60, 70, 80 days, on full flowering time, at 90, 100, 110 and 120 days. Used experimental design was randomized blocks, with three repetitions each. It were evaluated: plants height, from emergency till harvest; leaf area; number of stems; number of leaves, from emergency till harvest; green mass; dried mass; gross oil production; menthol amount and menthol production.

It was observed that, harvest done at 60 days, 70 days, and 90 days showed better productions, in volume, for oil and crystallizer menthol at all year long of harvest. Menthol amounts, at all treatments, were similar.

There was more tendence to layer when intervals were longer, among different harvest times.

Temperature and sun radiation exercises a positive effect on development and production of mint. It was observed that, on less temperature and insolation (winter time) it was a great decrease on growth and production of gross oil and menthol.

1. INTRODUÇÃO

A menta (*Mentha arvensis* L.) tem como seu centro de origem o sul da China, sendo esta espécie já conhecida há mais de 1.500 anos a.C. pelos indianos e chineses. Em um antigo papiro egípcio de Ebers são assinaladas as suas utilidades terapêuticas (SACCO, 1963)¹.

Esta espécie caracteriza-se por ser uma planta aromática, conhecida como hortelã pimenta, menta japonesa ou simplesmente hortelã, pertencente à família *Labiatae*, sendo o principal cultivar plantado o IAC 701, descrito por LIMA & MOLLAN (1952). A importância da menta reside na extração de seu óleo essencial, por destilação a vapor, em conjuntos destiladores especiais. O óleo, assim obtido na forma bruta, é o produto final comercializado pelos produtores, sendo este posteriormente submetido a processos industriais de

¹SACCO, T. Genética vegetal e a química do gênero *Mentha*. In: CONFERÊNCIA PROFERIDA NO INSTITUTO BIOLÓGICO. São Paulo, 1963.

desdobramento de seus componentes, fornecendo principalmente o mentol cristalizado, um produto de elevada importância industrial, além do óleo desmentolado, também com larga aplicação pelas indústrias especializadas (ENGLER, 1964).

O óleo essencial é encontrado em células oleíferas distribuídas pelas folhas e conjuntos florais da planta, dos quais é extraído na razão média de 1% do peso do material a ser destilado, de acordo com ARAUJO (1966).

O cultivo desta espécie botânica por muito tempo se restringiu ao monopólio chinês e japonês. Com a imigração japonesa no início do século, principalmente após o grande terremoto de 1923, os imigrantes que aqui chegaram trouxeram em suas bagagens mudas desta importante espécie, iniciando seu cultivo (GUENTHE, 1949).

No Brasil a menta desenvolveu-se preponderantemente como uma cultura desbravadora, em terras recém desmatadas, dadas suas características de exigência em fertilidade do solo e água. Os solos férteis do Estado do Paraná e São Paulo, com altitude entre 250 a 400 metros, ofereceram condições favoráveis para o seu cultivo (IAPAR, 1978).

Em escala industrial, a primeira cultura de menta no Estado de São Paulo foi feita em 1936, no município de Paraguaçu Paulista, na fazenda São Bartolomeu (ASSOCIAÇÃO

BRASILEIRA DE PESQUISAS SOBRE PLANTAS AROMÁTICAS E ÓLEOS ESSENCIAIS, 1965).

Durante a Segunda Grande Guerra, os Estados Unidos da América viram-se privados da importação de óleo essencial de menta e mentol, com isto o Brasil passou a ter grande importância mundial na produção deste óleo essencial, alcançando em pouco tempo o status de grande produtor e exportador de óleo essencial e mentol (PARANÁ, 1978).

O Estado do Paraná foi na década de setenta considerado o maior produtor mundial de óleo essencial de menta, pois neste período o Brasil participava entre 63,7 e 80,8% da produção mundial, e o Paraná respondia com 95% da produção brasileira, conforme o Tabela 1.

Tabela 1. Produção (t) de óleo essencial de menta no Paraná, no Brasil e no mundo, no período da safra de 1969/70 a 1974/75.

| SAFRA | PRODUÇÃO EM TONELADAS | | |
|---------|-----------------------|--------|-------|
| | PARANÁ | BRASIL | MUNDO |
| 1969/70 | 2.600 | 2.900 | 4.200 |
| 1970/71 | 3.400 | 3.450 | 5.000 |
| 1971/72 | 4.500 | 4.700 | 6.000 |
| 1972/73 | 6.000 | 6.300 | 7.800 |
| 1973/74 | 3.000 | 3.174 | 4.500 |
| 1974/75 | 3.000 | 3.150 | 5.500 |

Fonte: PARANÁ, 1976.

A partir da safra de 1974 houve uma queda acentuada na produção paranaense de óleo bruto, conforme podemos verificar na Figura 1. Uma das conseqüências que levaram a esta queda vertiginosa da produção deste óleo essencial, foi a diminuição das áreas de desbravamento e o baixo nível tecnológico do agricultor, pois o mesmo após ter esgotado a fertilidade natural do solo onde implantou inicialmente a cultura, abandona esta área e vai se estabelecer em outro local, iniciando uma nova derrubada da mata virgem, restabelecendo o mesmo processo predatório de exploração do solo.

Como as áreas de desbravamento foram extintas, a atividade mentícola no Estado do Paraná praticamente desapareceu. Para tornar viável a retomada do crescimento da cultura é necessário tecnificar o processo produtivo, possibilitando seu cultivo mesmo nas áreas já exploradas a longo tempo por outras culturas.

Um dos parâmetros importantes a se estabelecer é o momento ideal de se fazer a colheita, de forma a obter maior rendimento de óleo bruto e mentol cristalizável, otimizando o uso da tecnologia disponível.

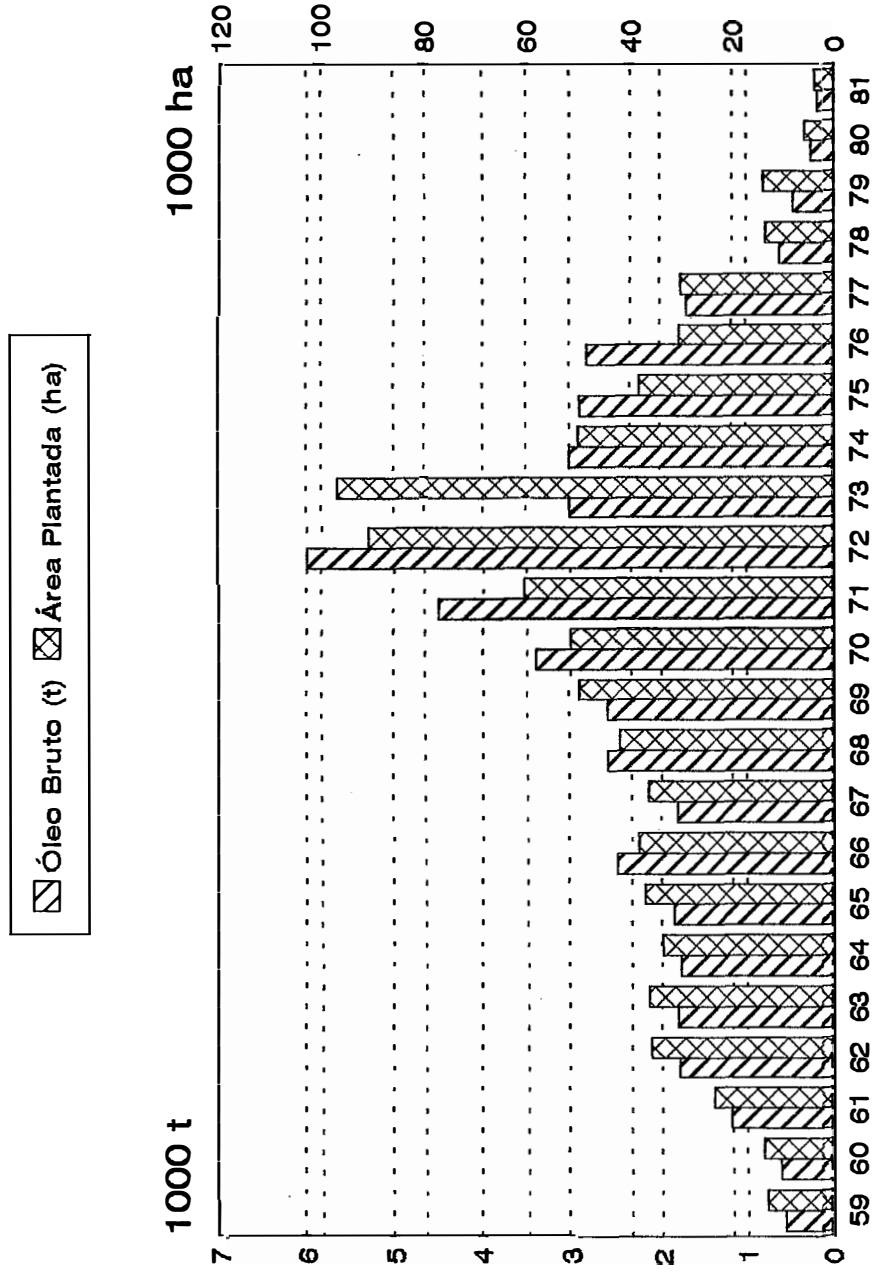


Figura 1. Evolução da cultura da menta, em área plantada e produção de óleo bruto no Estado do Paraná.

2. REVISÃO DE LITERATURA

A cultura da menta tem sido pouco estudada do ponto de vista científico, o que se consubstancia na falta de informações ao agricultor, principalmente no que se refere à época mais adequada de sua colheita.

RABAK (1917), nos EUA, trabalhando com *Mentha piperita* L., obteve o maior rendimento de óleo quando as plantas atingiram o máximo florescimento, sendo este afetado pelas condições de solo e clima. Descreve ainda que se as plantas forem secadas antes da destilação, ocorre uma acentuada redução na produção de óleo, em função de que a secagem das plantas causa mudanças favoráveis à estearificação e a produção de ácidos livres. Conclui ainda que o rendimento de óleo nas plantas decresce com a maturação, incrementando a porcentagem

de ésteres no óleo, sendo que o teor de mentol no óleo tem uma relação alta com o conteúdo de ésteres.

CHIRIS (1925), na França, em testes de rendimento de óleo bruto observou que no início do florescimento é mais alto e depois decai consideravelmente. O máximo rendimento por hectare de óleo e mentol ocorre quando a colheita é realizada um pouco antes do florescimento ou no começo do período floral. Observou ainda que o corte no entardecer tende a produzir um alto teor de mentol no óleo extraído, e que as plantas quanto mais velhas tendem a incrementar o teor de mentol até o florescimento, após o que seu rendimento decresce consideravelmente, devido provavelmente a mudanças na fração de terpenos do óleo.

ELLIS (1944), nos EUA, em experimentos feitos por três anos com a *Mentha piperita* L., mostrou que a época de colheita pode ser determinada pela análise do teor de mentol livre no óleo. Relata ainda que tal avaliação pode ser feita pelo método viscométrico. Altos rendimentos são associados ao teor de mentol em torno de 45%. Conclui que quando a colheita é realizada entre 10 e 15 dias de desenvolvimento da cultura, ou após o seu ponto de ótimo desenvolvimento, ocorre um decréscimo de 30% no rendimento.

Em resultados de trabalho experimental LIMA & MOLLAN (1952) inferiram que: 1) a menta 'IAC 701' deve ser

colhida madura, isto é, em pleno florescimento; 2) durante um período de 3 a 4 semanas a contar do dia em que se pode dar como generalizada a floração, melhora a qualidade do óleo progressivamente sem acarretar perda na produção; 3) os teores de mentona diminuem de maneira constante à medida que a erva amadurece; os ésteres, ao contrário, aumentam, enquanto os teores de mentol, depois de atingirem um máximo, entram em diminuição, sendo afetado principalmente o teor de mentol livre; 4) o aumento do teor de ésteres e diminuição da mentona beneficiam a qualidade da essência, porém, há um limite natural que coincide com o nível máximo da porcentagem de mentol. Concluem relatando que a causa principal da diminuição da produção deve-se a queda das folhas situadas na parte inferior das hastes e a desfolha avança em direção à parte superior para deixar apenas as folhas ponteiras. Esta desfolha é tanto mais acentuada quanto maior a população por área. Constataram ainda que o 'IAC 701' possui grande capacidade de brotação, e que após o primeiro corte, os rizomas brotam intensamente, emitindo numerosas hastes, que cobrem todo o terreno entre as fileiras, estabelecendo severa competição por espaço e luz. Esta circunstância favorece a queda das folhas.

BURBOTT & LOOMIS (1966), no Oregon, submetendo a *Mentha piperita* L. a variações de combinações de temperatura e iluminação observaram que em condições de dias longos aumentou

o crescimento com conseqüente aumento de monoterpenos. Porém noites curtas e frias combinadas com maior número de horas luz aumentaram a formação de mentona e diminuíram a formação de mentofurano e pulegona. Observaram ainda que a interrupção da noite e a baixa intensidade de luz não influenciaram a composição dos terpenos.

BRITTEN & BASFORD (1986), na Austrália, estudando a *Mentha arvensis* L. em ambiente controlado por fitotrom por 12 semanas, com 12 combinações de temperatura, sendo 4 diurnas (20, 25, 30 e 35 °C), obtiveram a máxima matéria seca de folhas, caules e raízes com 30 °C de temperatura diurna e 20 °C de temperatura noturna. O mais alto rendimento de óleo (1,09 g de óleo/planta) ocorreu com temperaturas diurnas de 30 °C e noturna de 18 °C. O mentol contido no óleo não é significativamente afetado pela temperatura. Já em condições de campo, observaram que o mais alto rendimento de óleo ocorreu durante o florescimento, ficando este prejudicado pelo comprimento do dia.

BRILHO (1969) recomenda que a colheita seja feita quando as plantas florescem, e em geral isto ocorre cerca de três meses depois do plantio ou corte, pois nesta época a hortelã apresenta sua maior riqueza em óleo.

DONALISIO (s.d.) relata que a colheita deve iniciar quando dois terços das plantas encontrarem-se em início

de floração e terminar dentro de quinze dias, findos os quais o florescimento entra em declínio, com prejuízo para o rendimento em óleo e para a qualidade do mesmo.

PARANÁ (1976) recomenda que a época ideal para a realização dos cortes é quando as plantas florescerem pelo menos 2/3 do total. Nesta fase a hortelã oferece maior riqueza em óleo, que apresenta-se mais rico em mentol cristalizável. Em dias de sol deve ser realizada no período matinal para que o material colhido não receba forte insolação, o que ocasionará volatilização dos componentes do óleo.

WHITE et al. (1987),⁷ na Nova Zelândia, em um experimento de campo com a *Mentha piperita* L., no período de 3 de janeiro a 28 de março de 1979, medindo rendimento médio de matéria seca, comprimento do caule, área foliar e rendimento e qualidade do óleo, obtiveram o melhor rendimento quando colheram as plantas com 10 a 20% de florescimento, entre os meses de janeiro e início de fevereiro, alcançando um rendimento de 114 kg/ha de óleo com 43,1% de mentol, 28% de mentona, 6,6% de metilacetato, 4,1 % de cineóleo e 4,1 % de mentofurano. Observaram que colhendo a menta após este período o rendimento de óleo cai, porém a porcentagem de mentol, metilacetato e mentofurano aumentam e a mentona diminui, concluindo que a combinação entre o teor de mentol e maturidade

da planta possa ser usado como parâmetro na determinação do momento adequado para a colheita da menta.

RAO (1988), trabalhando em Hyderabad na Índia, com genótipos melhorados de *Mentha arvensis* L., colhidas duas vezes (94 e 147 dias após o plantio), observou que a altura das plantas e o conteúdo e rendimento de óleo nos genótipos avaliados não diferiram significativamente. O óleo essencial produzido foi 133,7 kg/ha no cultivar MAS 77 e 162 kg/ha no MAS 25. Observou ainda que a aplicação de 120 kg/ha de nitrogênio nas plantas aumentou o porte das mesmas.

BOUVERAT-BERNIER (1989), na França, avaliando a produção da *Mentha piperita* L. em 3 estádios de desenvolvimento: 1) quando surgiram as primeiras flores nas brotações principais (fim de julho); 2) quando as primeiras flores apareceram nas brotações secundárias (meados de agosto) e 3) quando surgiram as últimas flores nas brotações secundárias (início de setembro), observou que a melhor produção foi obtida no primeiro corte (fim de julho), obtendo alta qualidade do óleo essencial.

SHAH & GUPTA (1989), na Índia, em dois anos de experimentação com *Mentha arvensis* L., *M. citrata* L. e *M. piperita* L., colhendo nos meses de junho, agosto e outubro, observaram que a colheita feita no mês de agosto proporcionou o máximo rendimento para as três espécies, tendo a *M. piperita*

L. produzido 8,8 g/planta, a *M. citrata* L. 19,1 g/planta e a *M. arvensis* L. obteve o mais alto rendimento, sendo que em suas folhas o conteúdo de óleo variou de 1,20 a 1,26%.

TOPALOV & ZHELYAZKOV (1991), na Bulgária, trabalhando com *Mentha piperita* L. clone nº 1 e *M. arvensis* L. cv. Mentona 14, plantadas no espaçamento de 70 cm entre linhas com 30 plantas/m², verificaram a produção destas em três estádios de desenvolvimento (50% de florescimento, 100% de florescimento e após o florescimento), sendo que a *Mentha piperita* L. atingiu 50% de florescimento entre 97 e 100 dias após o plantio e a *Mentha arvensis* L. entre 107 e 109 dias após o plantio. Os maiores rendimentos de ambas as espécies foram alcançados com 50% de florescimento. O rendimento de óleo reduziu em 12% na *Mentha piperita* L. e 9% na *Mentha arvensis* L., quando colheu-se com 100% de florescimento. Colheitas em meados de outubro resultaram em redução de 62% para a *Mentha piperita* L. e 76% para a *Mentha arvensis* L. O conteúdo de mentol no óleo da *Mentha piperita* L. aumentou nas colheitas mais tardias, concluindo que a colheita após o florescimento diminui o rendimento de óleo porém aumenta a qualidade com o incremento no teor de mentol no óleo. Já na *Mentha arvensis* L. a colheita após o florescimento não afeta o teor de mentol no

óleo, no entanto o rendimento e a qualidade são reduzidos com a colheita muito precoce.

3. MATERIAL E MÉTODO

3.1. Localização da área experimental

O Experimento foi conduzido no período de 21/06/90 a 22/09/91, na área experimental da Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel" (FFALM), no município de Bandeirantes, localizado na região Norte do Estado do Paraná. As coordenadas são 23° 06' Latitude Sul e 50° 21' Longitude Oeste, a uma altitude de 440 metros (BELLETTINI, 1994).

3.2. Clima e solo

A região apresenta um clima predominante do tipo Cfa, de acordo com a Divisão Climática do Estado do Paraná (MAACK, 1968; PARANÁ, 1987), baseada na classificação climática de Köppen. É descrito como clima mesotérmico tropical úmido sem estação seca definida, mas com tendência de concentração das chuvas nos meses de verão, com temperatura média do mês mais quente superior a 22 °C e do mês mais frio inferior a 18°C (EMBRAPA, 1984; PARANÁ, 1987). A precipitação pluvial média anual situa-se ao redor de 1.400 mm e a temperatura média anual em torno de 21 °C (BRASIL, 1981). Através de análise harmônica no estudo das precipitações pluviais, FELTRIN (1980) mostra que em Bandeirantes ocorre um período seco (abril a setembro) e um período chuvoso (outubro a março) bem definidos, sendo o período chuvoso responsável por 69,4% da precipitação pluvial anual.

O solo da área experimental é classificado como Latossolo Roxo Eutrófico, A moderado e textura muito argilosa (SILVA, 1985).

Na área experimental foram coletadas amostras de solo que foram analisadas no Laboratório de Análise do Solo da FFALM, onde obtiveram-se os dados constantes na Tabela 2.

TABELA 2. Resultados da análise química do solo antes da instalação do experimento.

| | |
|--------------------------|-------|
| P Extrator Mehlich (ppm) | 15,7 |
| C (%) | 1,6 |
| pH (CaCl ₂) | 6,0 |
| K (meq/100 ml TFSA) | 0,33 |
| Ca (meq/100 ml TFSA) | 15,3 |
| Mg (meq/100 ml TFSA) | 2,3 |
| H + Al (meq/100 ml TFSA) | 2,3 |
| S (meq/100 ml TFSA) | 18,4 |
| T (meq/100 ml TFSA) | 20,8 |
| V (%) | 88,76 |

3.3. Cultivar

Utilizaram-se rizomas do cultivar IAC 701, descrito por LIMA (1952), obtidos no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR), que foram cortados em pedaços de 10 cm, contendo 5 gemas cada um.

3.4. Delineamento experimental

O delineamento experimental utilizado foi blocos ao acaso, com três repetições e oito tratamentos, resultando em 24 parcelas. Cada parcela experimental possuía 6 m² (3 m de comprimento por 2 m de largura).

3.5. Tratamentos

Os tratamentos consistiram em:

Tratamento 1 - colheita aos 60 dias;

Tratamento 2 - colheita aos 70 dias;

Tratamento 3 - colheita aos 80 dias;

Tratamento 4 - colheita no pleno florescimento

Tratamento 5 - colheita aos 90 dias;

Tratamento 6 - colheita aos 100 dias;

Tratamento 7 - colheita aos 110 dias;

Tratamento 8 - colheita aos 120 dias.

3.6. Instalação e condução do experimento

O preparo do solo foi feito mecanicamente, com o uso de enxada rotativa, no mês de junho de 1990.

A aplicação de calcário e adubação de base foram feitas seguindo-se análise química do solo, conforme recomenda DONALISIO & DUARTE (1987), sendo aplicado 980 kg/ha de calcário dolomítico (PRNT = 80%) e 280 kg/ha de Yorin BZ equivalente a 50,40 kg/ha P_2O_5 . O calcário e o Yorin BZ foram distribuídos à lanço manualmente e incorporados com enxada rotativa. Os sulcos foram abertos com auxílio de sulcador manual, com espaçamento de 40 cm entre linhas, conforme recomendação de SANTOS (1961).

O plantio foi realizado dia 22 de junho de 1990, época recomendada para a região conforme BRILHO (1969), sendo as mudas distribuídas distanciadas de 20 cm e cobertas com 2 a 3 cm de terra.

As plantas ocuparam completamente o solo no dia 8 de agosto de 1990, aos 46 dias após o plantio.

O controle das plantas daninhas foi feito com capinas manuais.

Foram realizadas adubações em cobertura, 20 dias após cada corte, utilizando-se 30 kg/ha de N e 25 kg/ha de K₂O, conforme recomendação do IAPAR (1978).

As aplicações de defensivos foram realizadas sempre que necessário, utilizando-se dimetoate (perfektion 400), na dosagem de 250 g i.a./ha, para controlar pulgão (*Myzus persicae* Julz) e mancozeb (Manzate 500), 800 g i.a./ha, para o controle da ferrugem (*Puccinia menthae* Pers).

Durante o período experimental foram feitas irrigações por aspersão, sendo a necessidade de irrigação determinada através de tensiômetro de capsula porosa, instalados em dois pontos dentro da área experimental. Atingindo o limite de 50% de umidade no solo, procediam-se

irrigações por um período de uma hora, aplicando-se uma lâmina bruta de 20 mm, conforme orientação de TASHIMA (1990)².

Quando a cultura atingiu 90 dias do plantio, procedeu-se um corte de uniformização em todas as parcelas. A partir deste momento, de acordo com as programações, foram realizadas as colheitas com 60 dias, 70 dias, 80 dias, pleno florescimento, 90 dias, 100 dias, 110 dias e 120 dias. As colheitas consistiram no corte de 1 m² da parte central das parcelas, eliminando-se as bordaduras. As plantas destas amostras, constituídas de 1 m² da parcela, foram cortadas rentes ao solo, recolhidas, identificadas e acondicionadas em sacos.

3.7. Parâmetros avaliados

3.7.1. Altura e crescimento das plantas entre a emergência e a colheita

As alturas médias das plantas entre a emergência e a colheita foram determinadas em intervalos semanais, tomando-se a altura, em centímetros, do nível do solo até o

²TASHIMA, H. Comunicação Pessoal, 1990. (Professor de Irrigação e Drenagem na Fundação Faculdade de Agronomia "Luiz Meneghel", Bandeirantes-PR.

ápice com o auxílio de uma régua, em 3 caules ao acaso por parcela, identificados com um anel colorido de metal.

3.7.2. Número de folhas

O número de folhas foi determinado pela média de folhas encontradas em 3 plantas tomadas ao acaso dentro de cada parcela, semanalmente.

3.7.3. Número de plantas

O número de plantas foi determinado pela contagem do número de caules colhidos em 1 m².

3.7.4. Área foliar

A área foliar foi obtida através da avaliação em um integralizador da área foliar, em cm², de três plantas tomadas ao acaso em cada parcela, no momento da colheita e transformados em área foliar por m².

3.7.5. Peso da massa verde em cada colheita

Para a avaliação do peso da massa verde, retirou-se uma amostra de 1 m² de cada parcela, e pesou-se o total no momento da colheita. Os dados obtidos foram transformados em kg/ha.

3.7.6. Produção de matéria seca em cada colheita

Após a destilação do óleo presente na massa verde, os resíduos da destilação (caules, ramos e folhas) foram acondicionados em sacos de papel e secados em estufa com temperatura ajustada para 65°C, até atingir peso constante. Estes dados foram transformados em kg/ha de matéria seca.

3.7.7. Volume de óleo produzido

A massa verde de 1 m² de cada parcela, logo após a colheita, foi submetida ao processo de destilação em um equipamento projetado e construído para a execução deste experimento (Figura 2). O destilador funciona com o uso de energia elétrica, tendo capacidade para destilar o volume de massa verde colhida em 1 m².

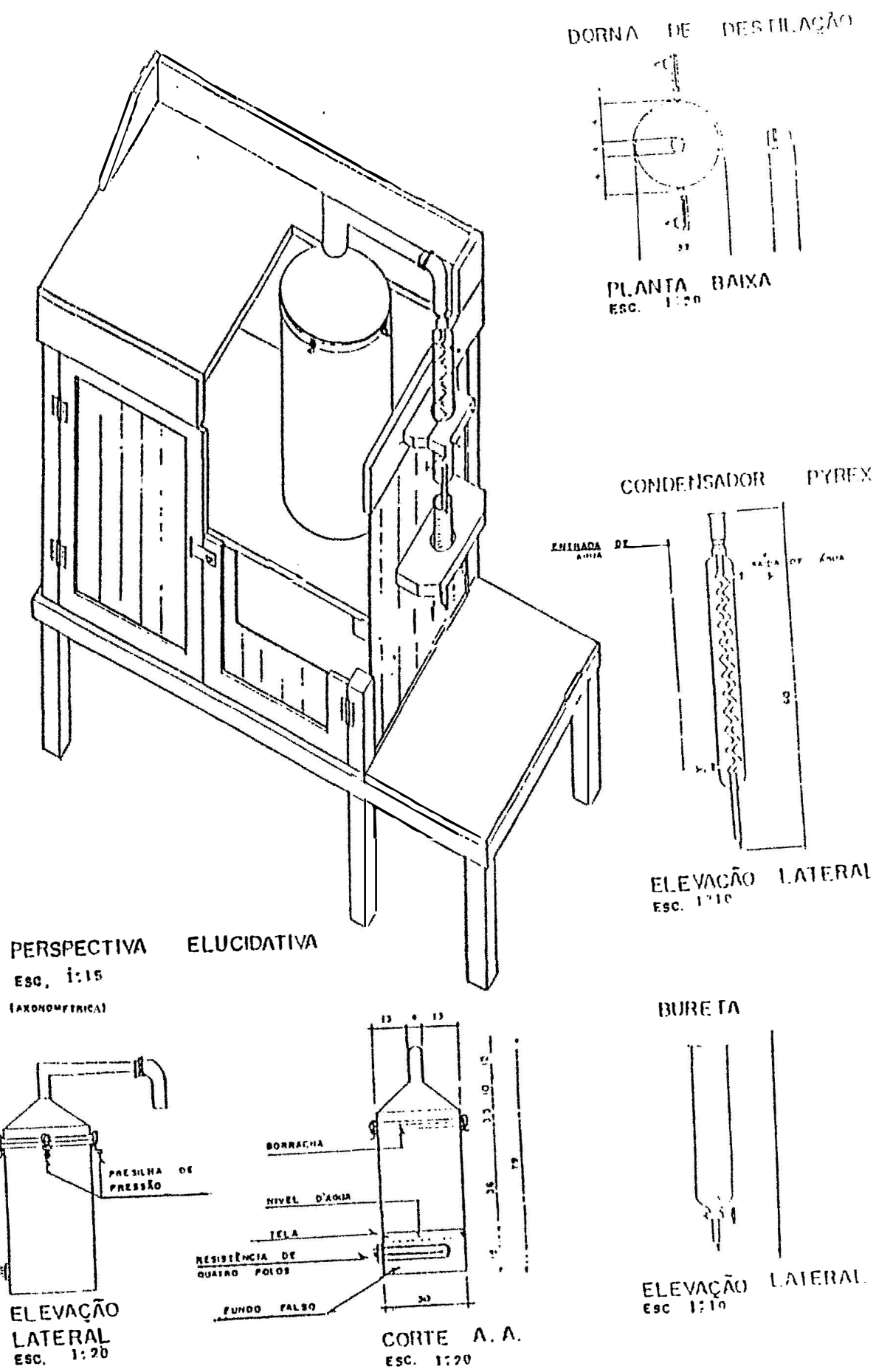


FIGURA 2. Conjunto destilador para óleos essenciais leves

O tempo de destilação variou em torno de 70 minutos, sendo o processo interrompido assim que as leituras do volume de óleo permaneciam constantes. Os dados obtidos foram transformados em l/ha.

3.7.8. Teor de mentol

O óleo obtido através da destilação foi submetido à análise por cromatografia a gás, estabelecendo-se o teor de mentol presente no óleo, em g/kg, sendo estes transformados em kg/ha.

3.8. Análise estatística

As análises da variância de cada parâmetro foram realizadas empregando-se o teste de Tukey, para comparação de médias em nível de 5% de probabilidade, de acordo com GOMES, (1987).

Tabela 3. Esquema da análise de variância

| C.V. | GL |
|-------------|----|
| Blocos | 3 |
| Tratamentos | 8 |
| Resíduo | 24 |
| Total | 35 |

A partir dos dados obtidos foram calculados os coeficientes de correlação linear, entre a produção de óleo (litros/ha) para cada um dos tratamentos e as variáveis:

- a) altura final de plantas, em centímetros;
- b) área foliar média, em cm^2 ;
- c) número de folhas;
- d) massa verde total, em kg/ha;
- e) número de plantas por ha;
- f) matéria seca, em kg/ha.

Foram determinados também os coeficientes de correlação linear entre a produção de mentol, em kg/ha, para cada um dos tratamentos e as variáveis:

- a) altura final das plantas, em cm;
- b) área foliar média, em cm^2 ;
- c) número de folhas;
- d) massa verde total, em kg/ha;
- e) número de plantas por ha;
- f) matéria seca, em kg/ha.

No transcorrer da realização do experimento foram coletados dados de temperatura média, insolação e radiação solar, constantes na Figura 3.

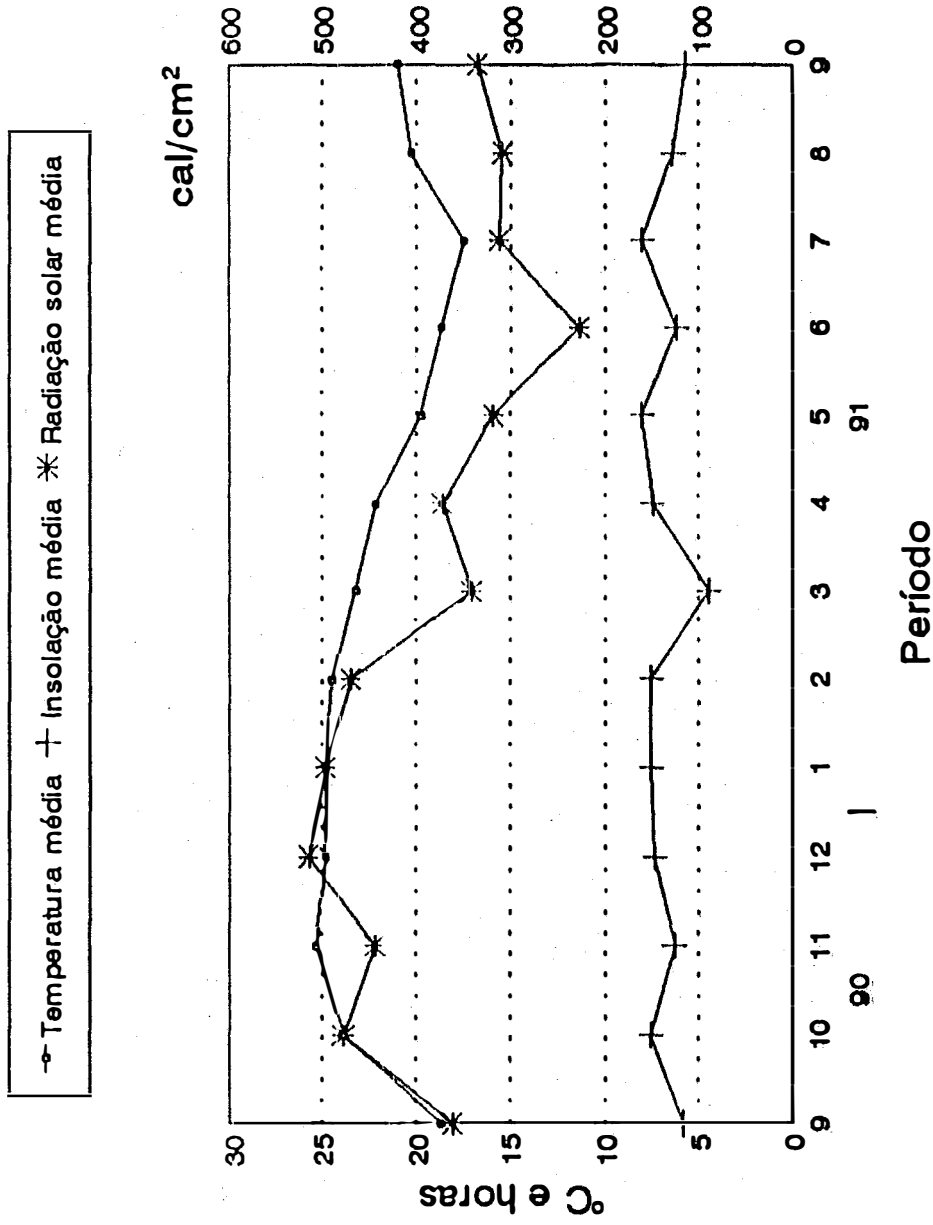


FIGURA 3. Temperatura média, insolação média e radiação média durante os meses de condução do experimento.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Desenvolvimento das plantas entre a emergência e a colheita

Os valores relativos ao desenvolvimento das plantas entre a emergência e a colheita encontra-se nas Figuras 4 a 11. Pode-se verificar que o desenvolvimento inicial é muito rápido na primavera e verão e bastante lento no outono e no inverno. Nos tratamentos com frequência de colheitas aos 60, 70 e 80 dias nota-se uma tendência de crescimento que foi interrompida pela colheita. Já nos tratamentos com frequência de colheitas no pleno florescimento, aos 90, 100 e 110 dias verifica-se que a colheita ocorreu no momento em que a curva de crescimento iniciava uma estabilização, porque a colheita nestes períodos coincidia com o florescimento, quando a menta

tende a diminuir ou até mesmo cessar seu crescimento. Porém, nos períodos de outono e inverno, apesar da menta não florescer, esta também tem seu ritmo de crescimento diminuído.

Esta observação é corroborada por RABAK (1917); BURBOTT & LOOMIS (1966) e BRITTEN & BASFORD (1986), que observaram que o desenvolvimento e o florescimento da menta estão bastante ligados às condições de temperatura, insolação e fotoperíodo, onde encontraram que a menta sob condições de dias longos o seu crescimento é mais intenso e sob condições de dias curtos e frios o seu crescimento estará comprometido.

BRITTEN & BASFORD (1986) relatam que as temperaturas ótimas para o crescimento da menta são de 30°C de temperatura diurna e 18°C de temperatura noturna e que os processos de desenvolvimento, incluindo o florescimento, tem temperaturas ótimas levemente superiores às dos processos de crescimento. Portanto, nos períodos em que as temperaturas médias estavam próximas destes níveis, o que pode ser verificado na Figura 3, o processo de florescimento pode ter sido favorecido. Pode-se observar ainda na Figura 12 que o crescimento também foi influenciado pela radiação solar (Figura 3), pois a diminuição de sua intensidade pode ter influenciado o ritmo de desenvolvimento e altura das plantas, diminuindo-o.

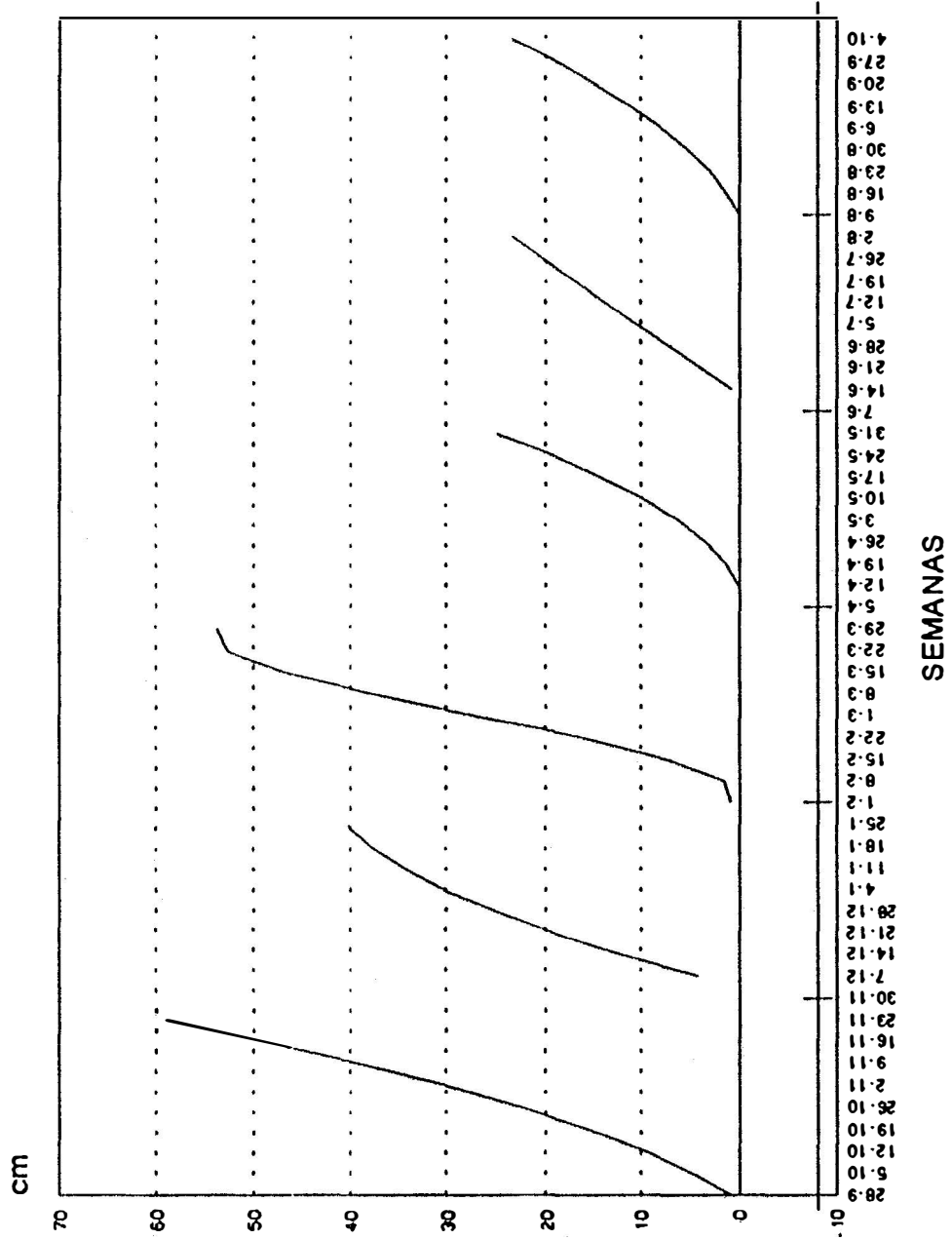


FIGURA 4. Curva de desenvolvimento da menta em altura, com frequência de colheita aos 60 dias

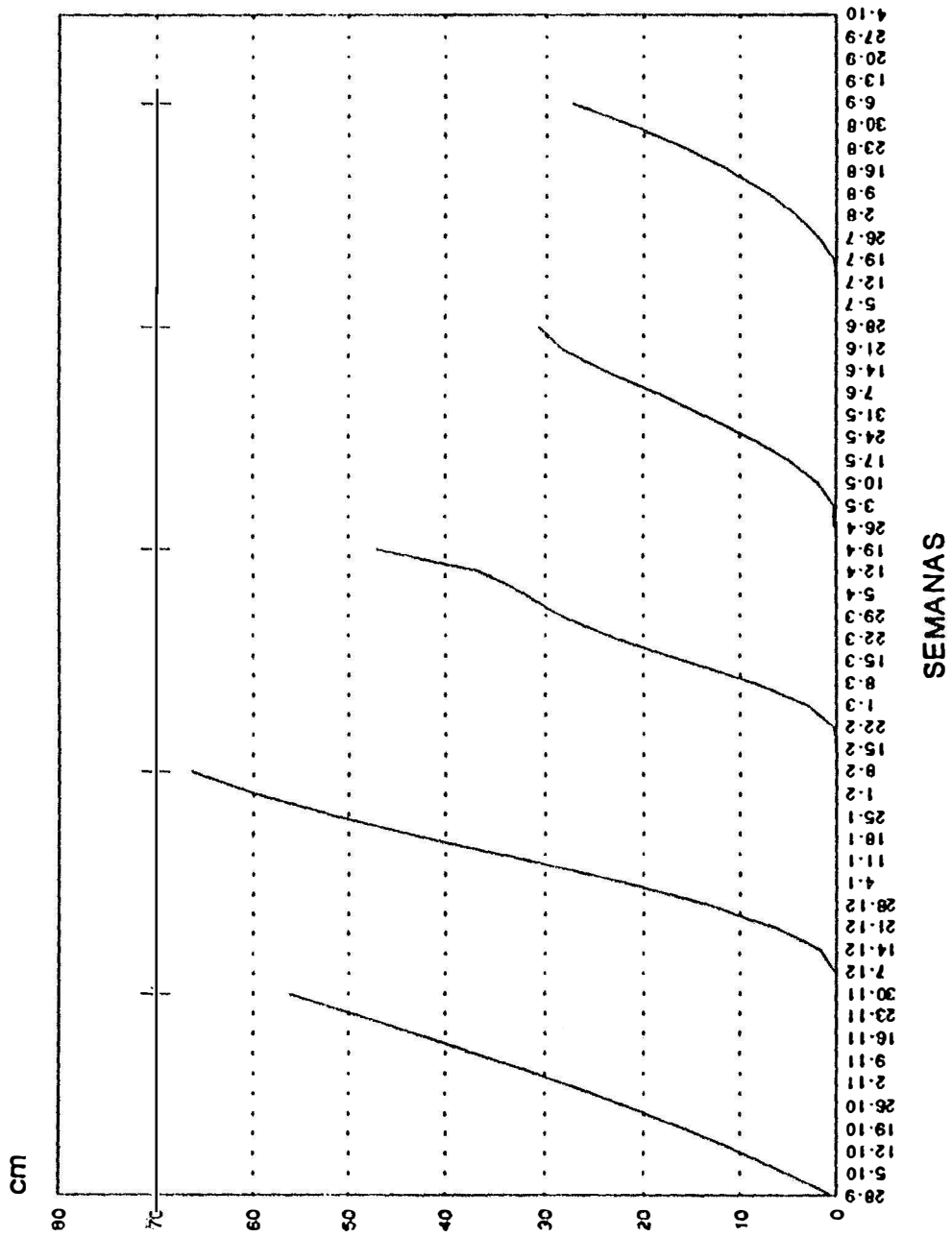


FIGURA 5. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 70 dias.

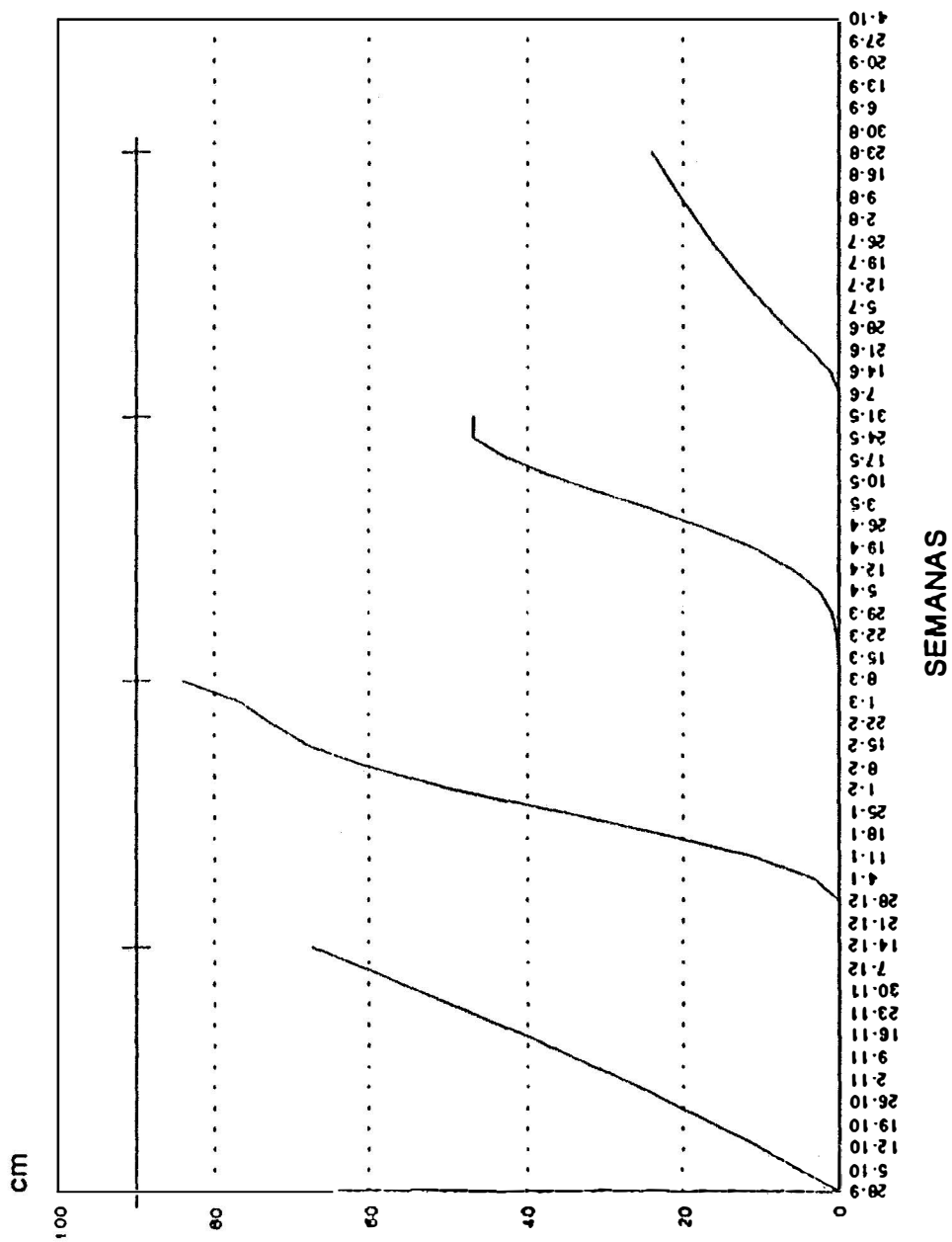


FIGURA 6. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com freqüência de colheita aos 80 dias.

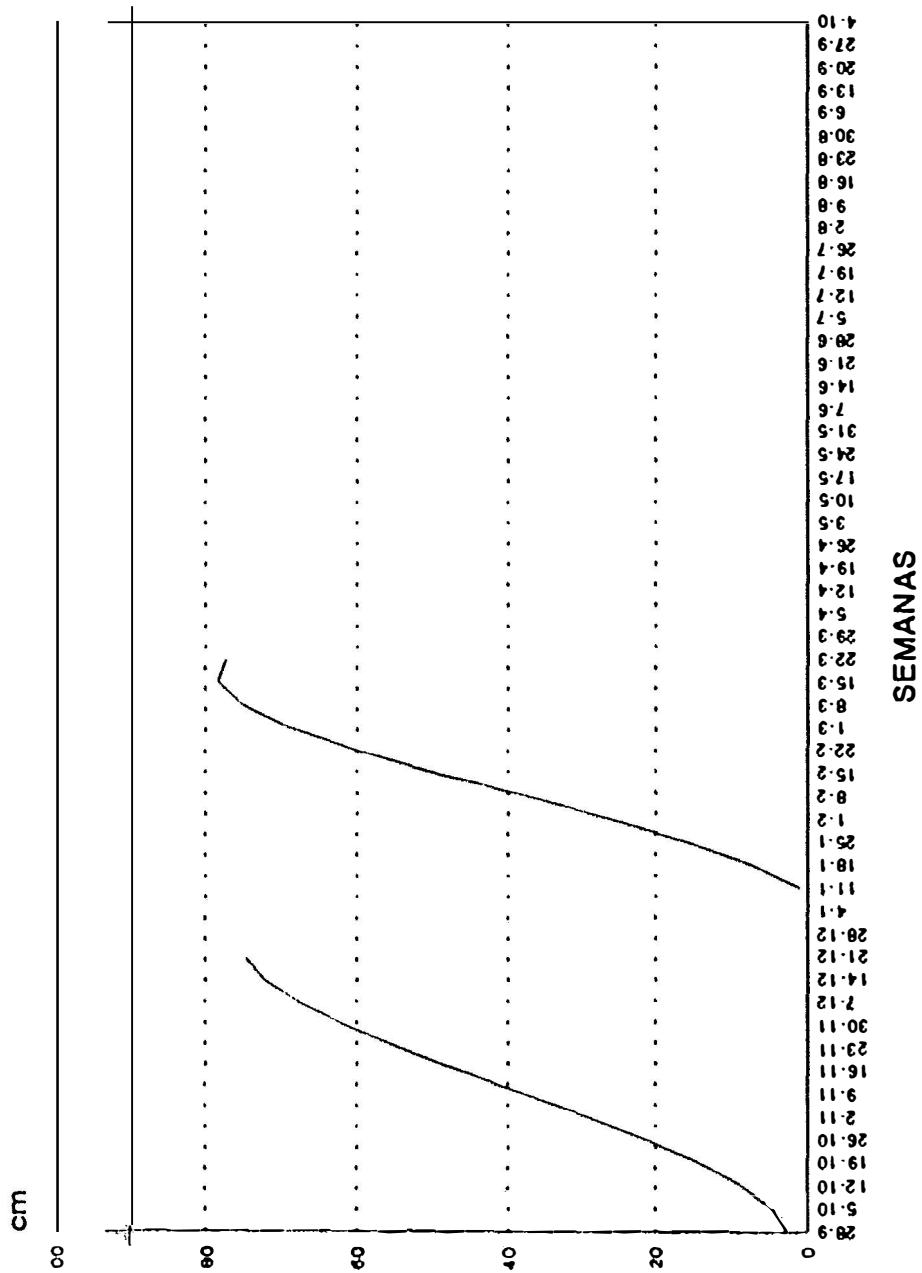


FIGURA 7. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com frequência de colheita no p'eno florescimento.

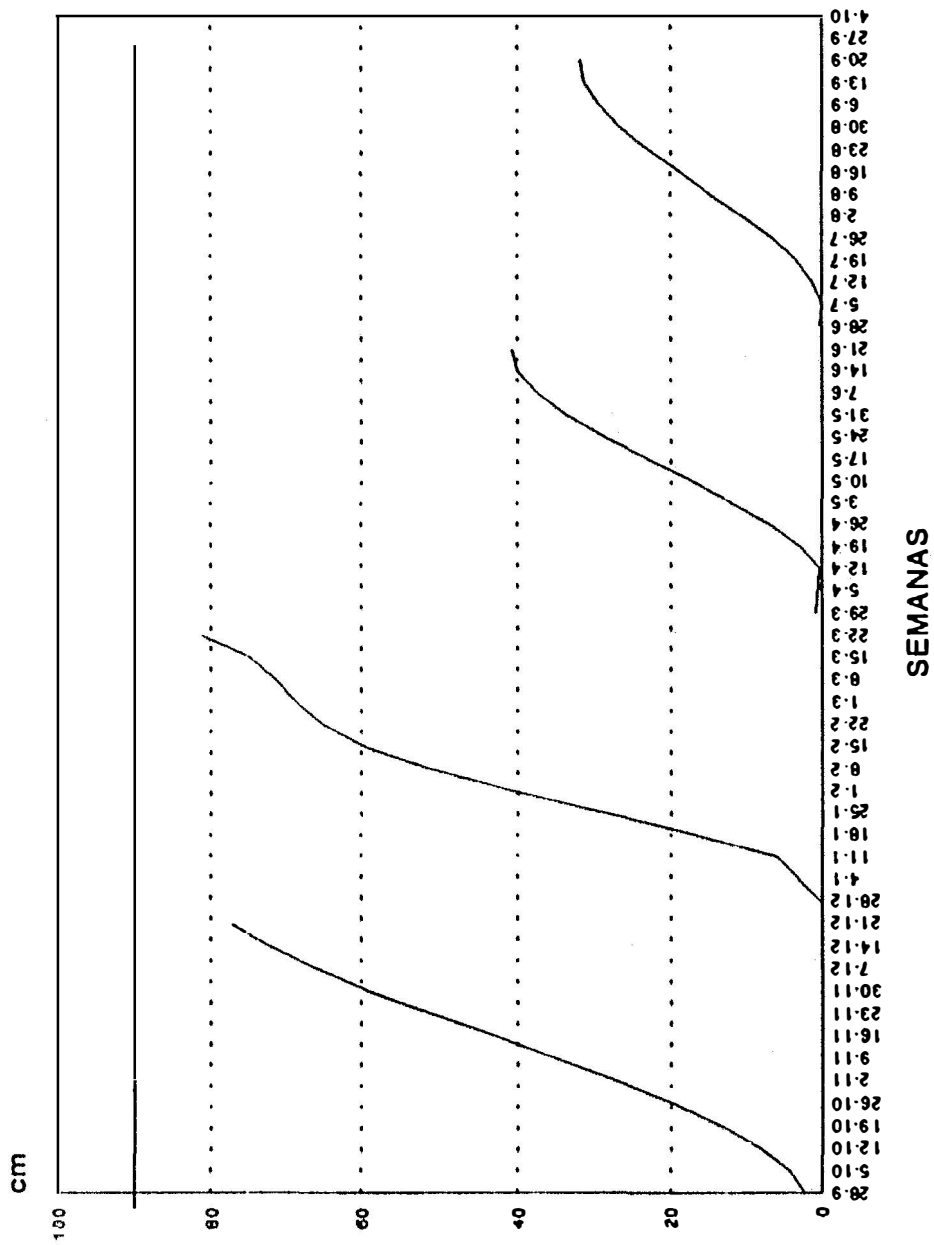


FIGURA 8. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com frequência de colheita aos 90 dias.

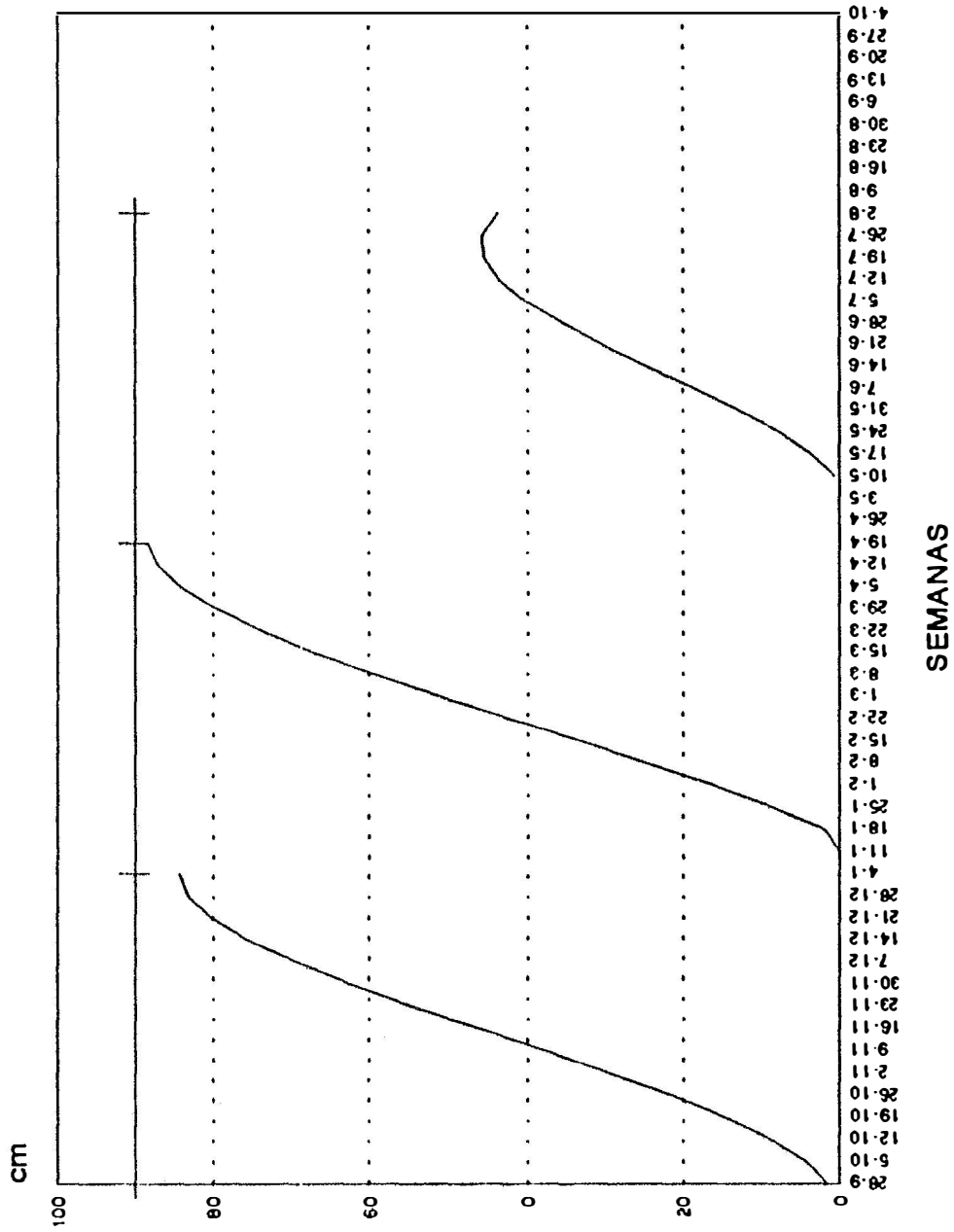


FIGURA 9. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com frequência de colheita aos 100 dias.

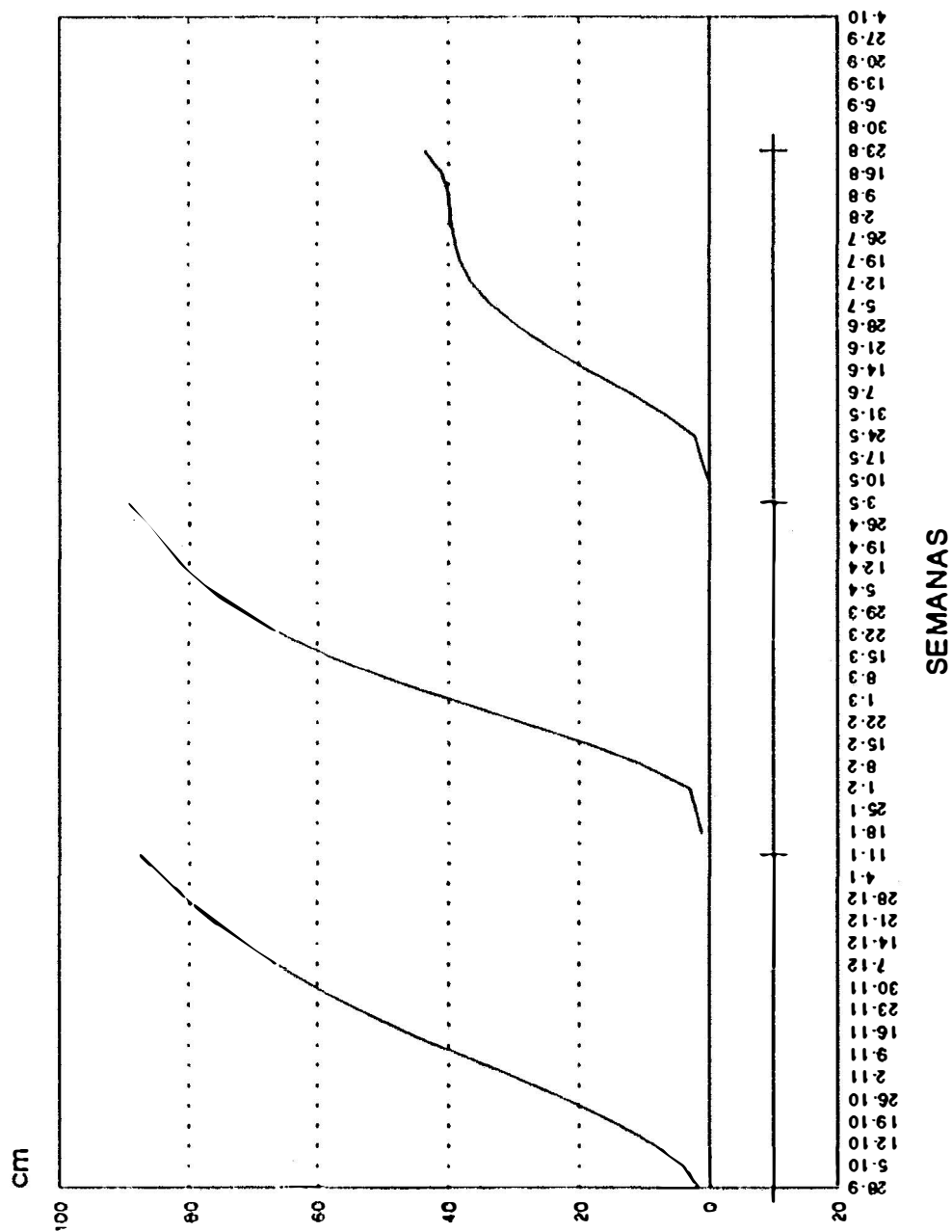


FIGURA 10 Curvas de desenvolvimento da menta em altura com frequência de colheita aos 110 dias

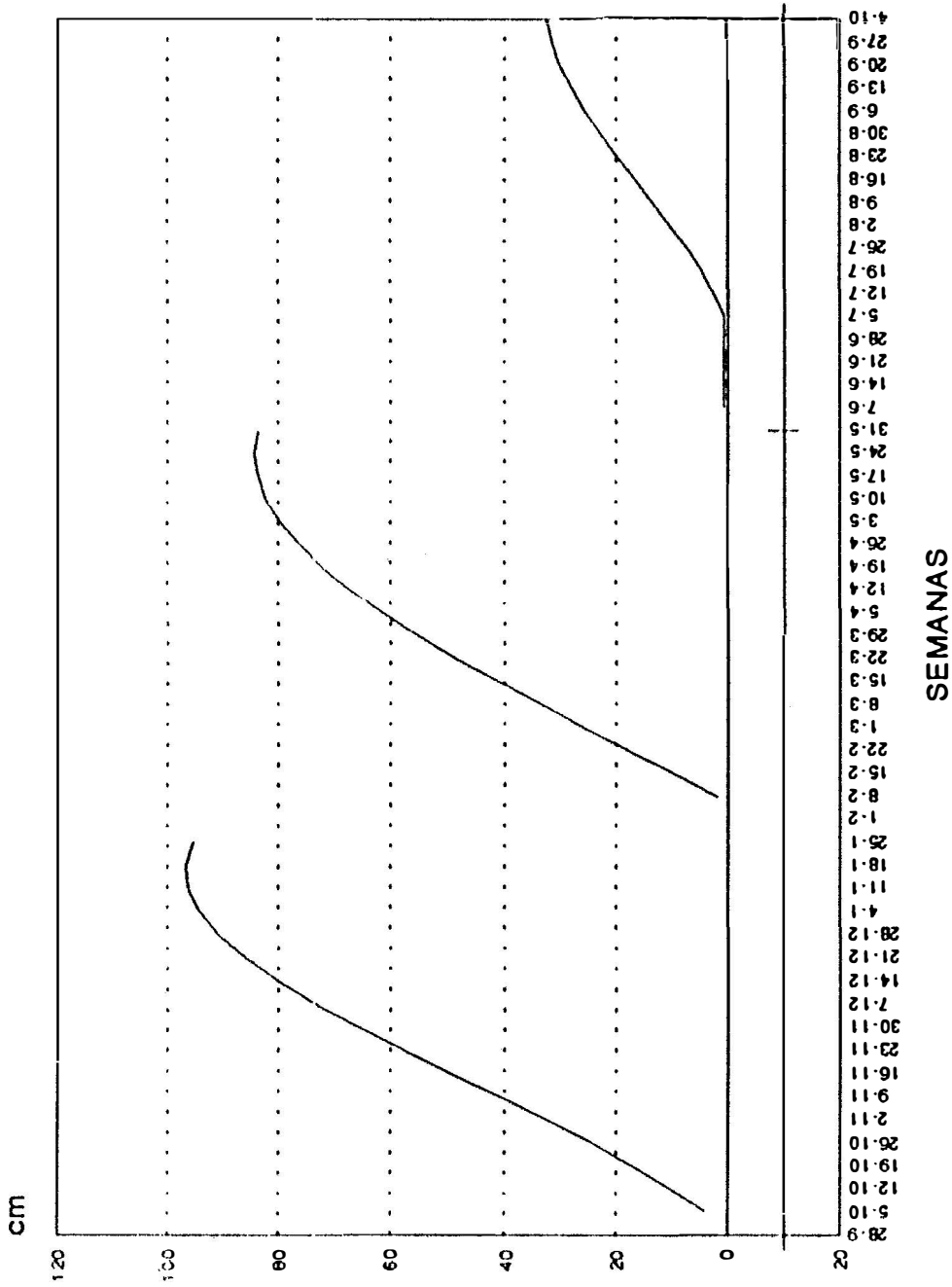


FIGURA 11. Curvas de desenvolvimento da menta em altura, com frequência de colheita aos 120 dias.

Pelas médias de altura em função dos tratamentos, apresentadas na Figura 12, observa-se que o crescimento das plantas até a primeira colheita foi progressivo para os tratamentos com menor frequência. A maior altura ocorreu no tratamento com frequência de colheitas aos 120 dias, alcançando aproximadamente 100 cm. A partir da segunda colheita os tratamentos com colheitas aos 80 dias, 90 dias, pleno florescimento, 100 dias, 110 dias e 120 dias mantiveram alturas semelhantes, em torno de 80 cm, e na terceira colheita houve uma diminuição significativa na altura das plantas em todos os tratamentos, o que coincide com o início do período frio.

Os coeficientes de correlação linear entre a produção de óleo e a altura das plantas (Tabela 4), foram significativos para os tratamentos com colheitas aos 60 dias, 70 dias, 80 dias, 90 dias, 110 dias e 120 dias. Esta correlação positiva para estes tratamentos nos indicam que quanto maior a altura das plantas maior será a produção de óleo.

Não foi possível observar significância nos tratamentos com colheitas no pleno florescimento, pois nestes tratamentos só foi possível 2 colheitas durante o período de observação, não estabelecendo assim tendências positivas ou negativas.

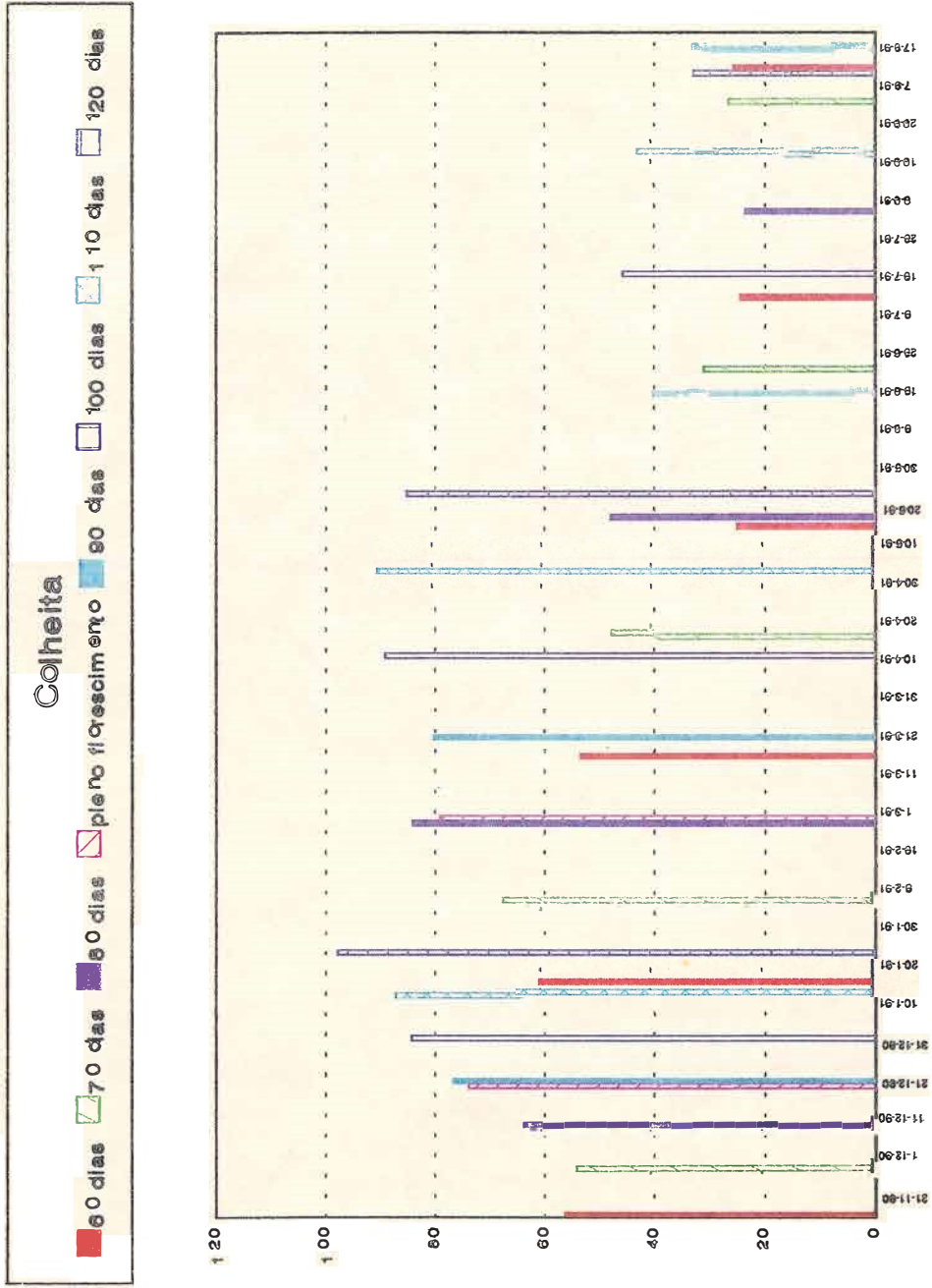


FIGURA 12. Altura média das plantas, em cm, por ocasião da colheita.

Tabela 4. Coeficientes de correlação linear entre a produção de óleo e outras variáveis, para cada um dos tratamentos.

| Tratamentos | Altura (cm) | Área Foliar (cm ² /m ²) | Nº de folhas | Massa verde (kg/ha) | Nº de caules/m ² | Materia seca (kg/ha) |
|-----------------------|-------------|--|--------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| Colheita aos 60 dias | 0,80** | 0,64* | 0,60** | 0,91** | 0,79** | 0,91** |
| Colheita aos 70 dias | 0,85** | 0,54* | 0,65** | 0,89** | 0,70** | 0,89** |
| Colheita aos 80 dias | 0,89** | 0,59* | 0,56 | 0,72** | -0,21 | 0,77** |
| Pleno florescimento | 0,87 | 0,67 | 0,41 | 0,57 | 0,65 | 0,76 |
| Colheita aos 90 dias | 0,78** | 0,75** | 0,53 | 0,85** | -0,05 | 0,95** |
| Colheita aos 100 dias | 0,65 | -0,25 | 0,40 | 0,40 | -0,28 | 0,84** |
| colheita aos 110 dias | 0,81** | 0,00 | 0,72* | 0,71* | -0,32 | 0,87** |
| Colheita aos 120 dias | 0,67* | -0,30 | 0,64 | 0,88** | -0,18 | 0,85** |

Os coeficientes de correlação linear entre a produção de mentol e a altura das plantas (Tabela 5) foram significativos para todos os tratamentos, com excessão do tratamento 4 (colheita no pleno florescimento).

Tabela 5. Coeficientes de correlação linear entre a produção de mentol e outras variáveis, para cada um dos tratamentos.

| Tratamentos | Altura (cm) | ÁreaFoliar (cm ² /m ²) | Nº de folhas | Massa verde (kg/ha) | Nº de caules/m ² | Matéria seca (kg/ha) |
|-----------------------|-------------|---|--------------|---------------------|-----------------------------|----------------------|
| Colheita aos 60 dias | 0,82** | 0,59* | 0,55* | 0,86** | 0,78** | 0,87** |
| Colheita aos 70 dias | 0,86** | 0,55* | 0,65** | 0,87** | 0,69** | 0,89** |
| Colheita aos 80 dias | 0,90** | 0,61* | 0,55 | 0,72** | -0,22 | 0,79** |
| Pleno florescimento | 0,53 | 0,64 | 0,54 | 0,66 | 0,59 | 0,63 |
| Colheita aos 90 dias | 0,81** | 0,70 | 0,55 | 0,83** | -0,08 | 0,94** |
| Colheita aos 100 dias | 0,73* | -0,24 | 0,37 | 0,46 | -0,37 | 0,86** |
| colheita aos 110 dias | 0,84** | -0,02 | 0,69 | 0,74* | -0,30 | 0,89** |
| Colheita aos 120 dias | 0,88** | -0,27 | 0,66 | 0,86** | -0,24 | 0,83** |

Tais correlações positivas, nos levam a concluir que quanto maior a altura das plantas maior a produção de mentol. Não foi possível obter-se a correlação para o tratamento com frequência de colheita no pleno florescimento, pois, durante o período de avaliação só foram feitas duas colheitas.

4.2. Número de folhas e área foliar

Avaliando-se o desenvolvimento do número de folhas em todos os tratamentos representados pelas Figuras de 13 a 20, observa-se um comportamento semelhante quando as plantas atingem próximo de quinze folhas por planta, quando ocorre uma tendência em se estabilizar a quantidade de folhas. Este fato deve-se provavelmente ao início da senescência das folha mais velhas. IAPAR, 1978, relata que uma das principais causas da diminuição da produção é a queda das folhas, a qual vai se agravando à medida que a planta amadurece, começando então a cair as situadas na parte inferior das hastes e a desfolha avança em direção à parte superior, para deixar apenas as folhas ponteiras. Essa desfolha é tanto mais acentuada quanto mais denso o stand, isto é, a maior vizinhança entre as hastes.

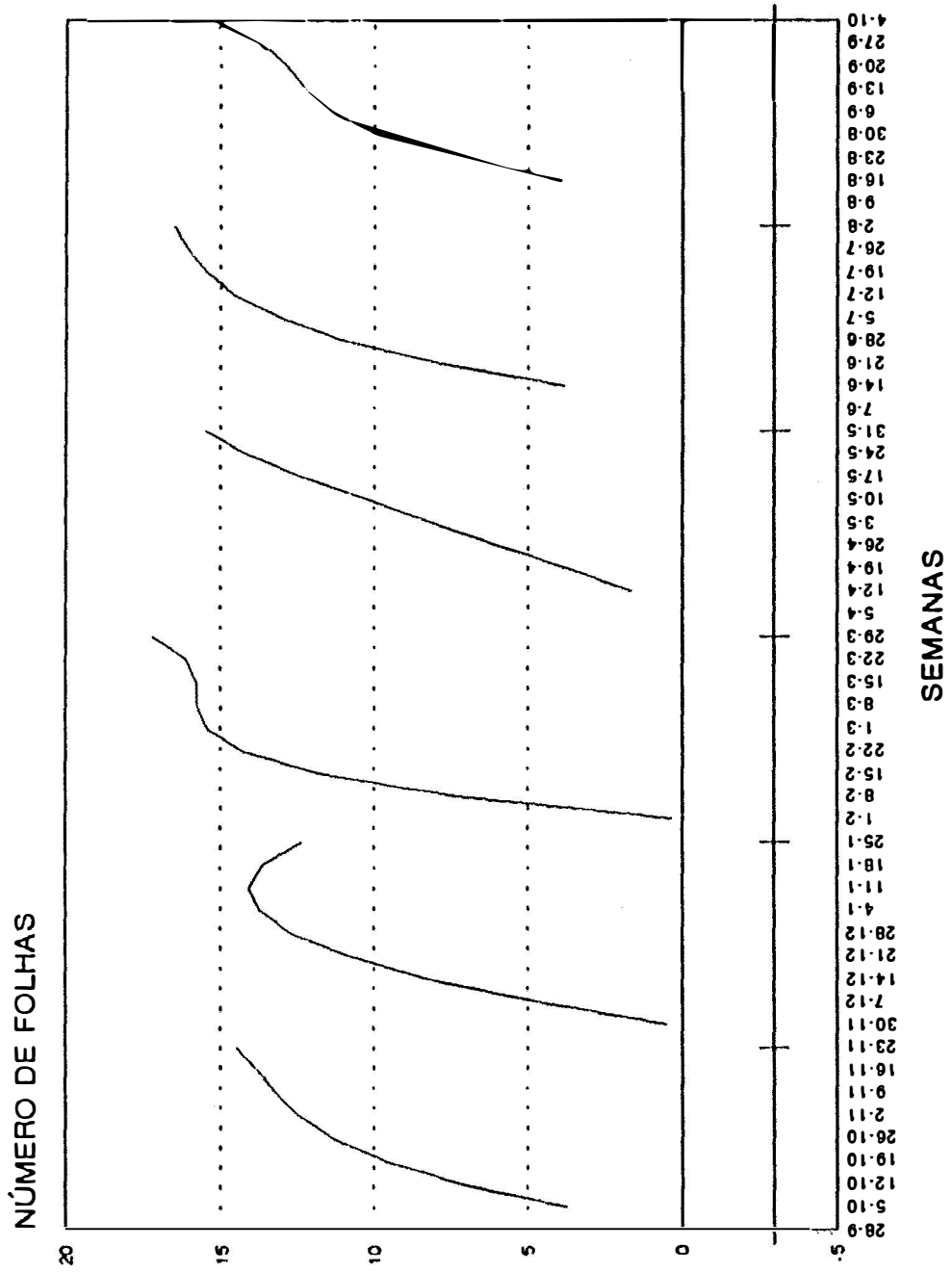


FIGURA 13. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 60 dias.

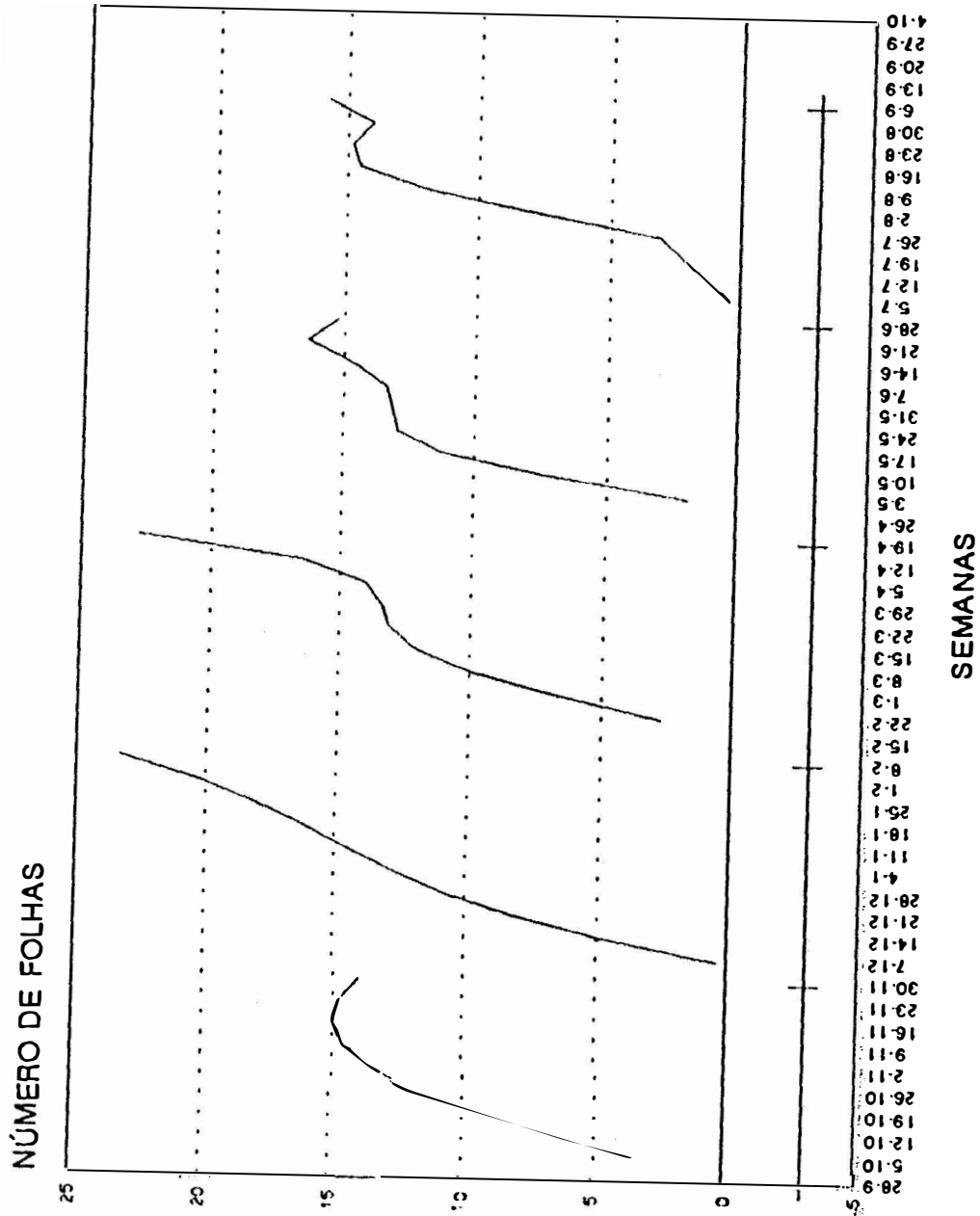


FIGURA 14. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 70 dias.

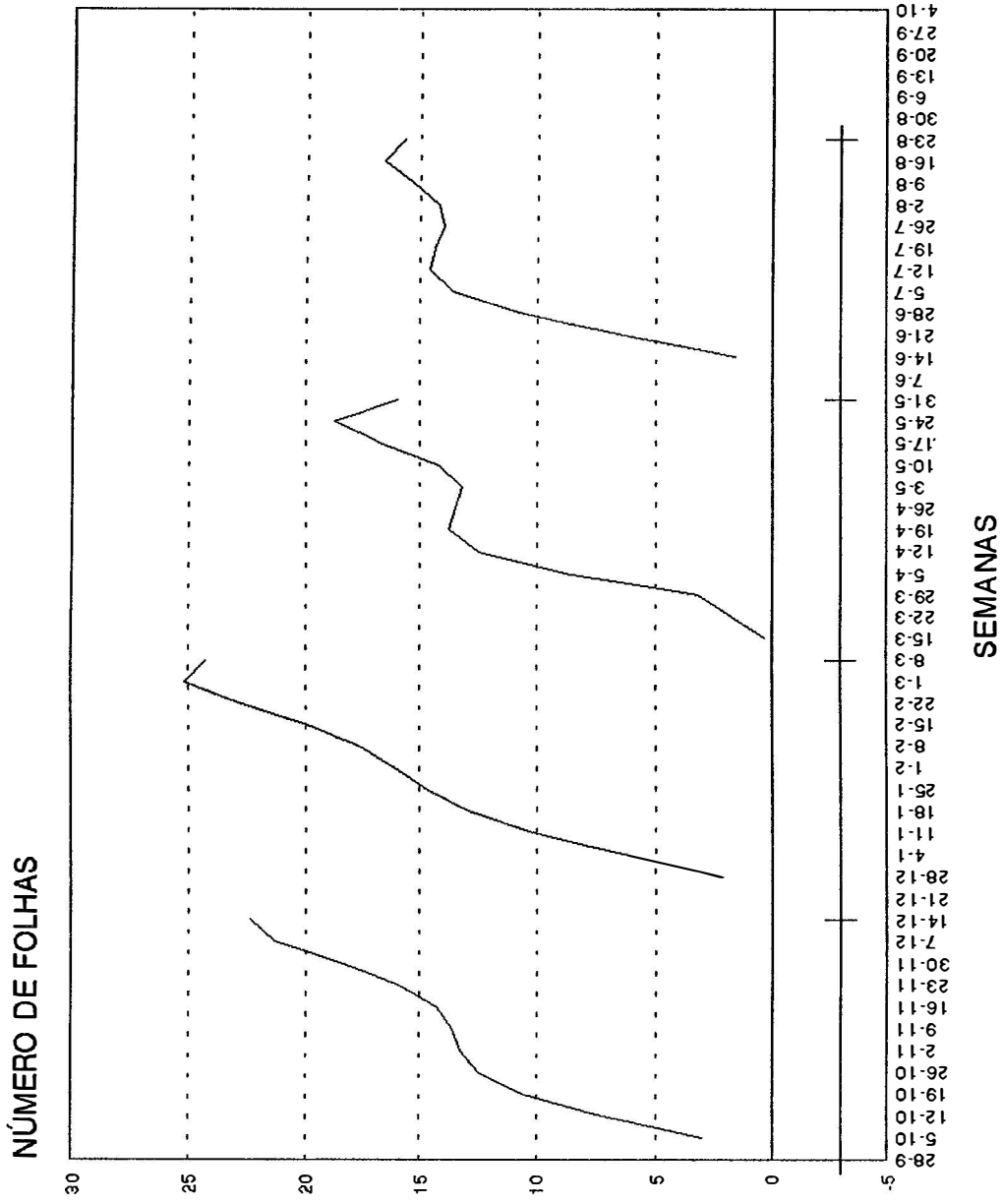


FIGURA 15. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 80 dias.

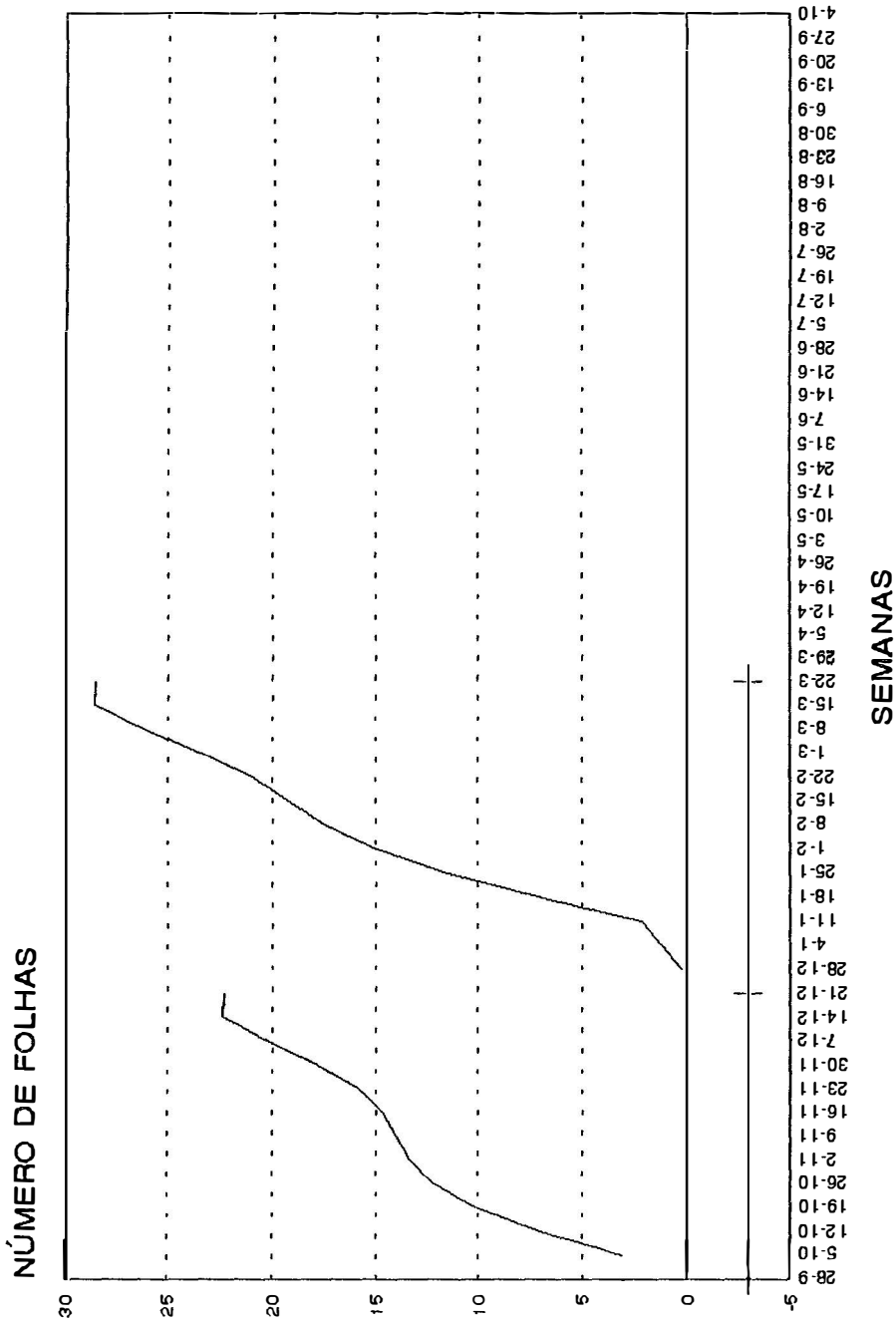


FIGURA 16. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita no pleno florescimento.

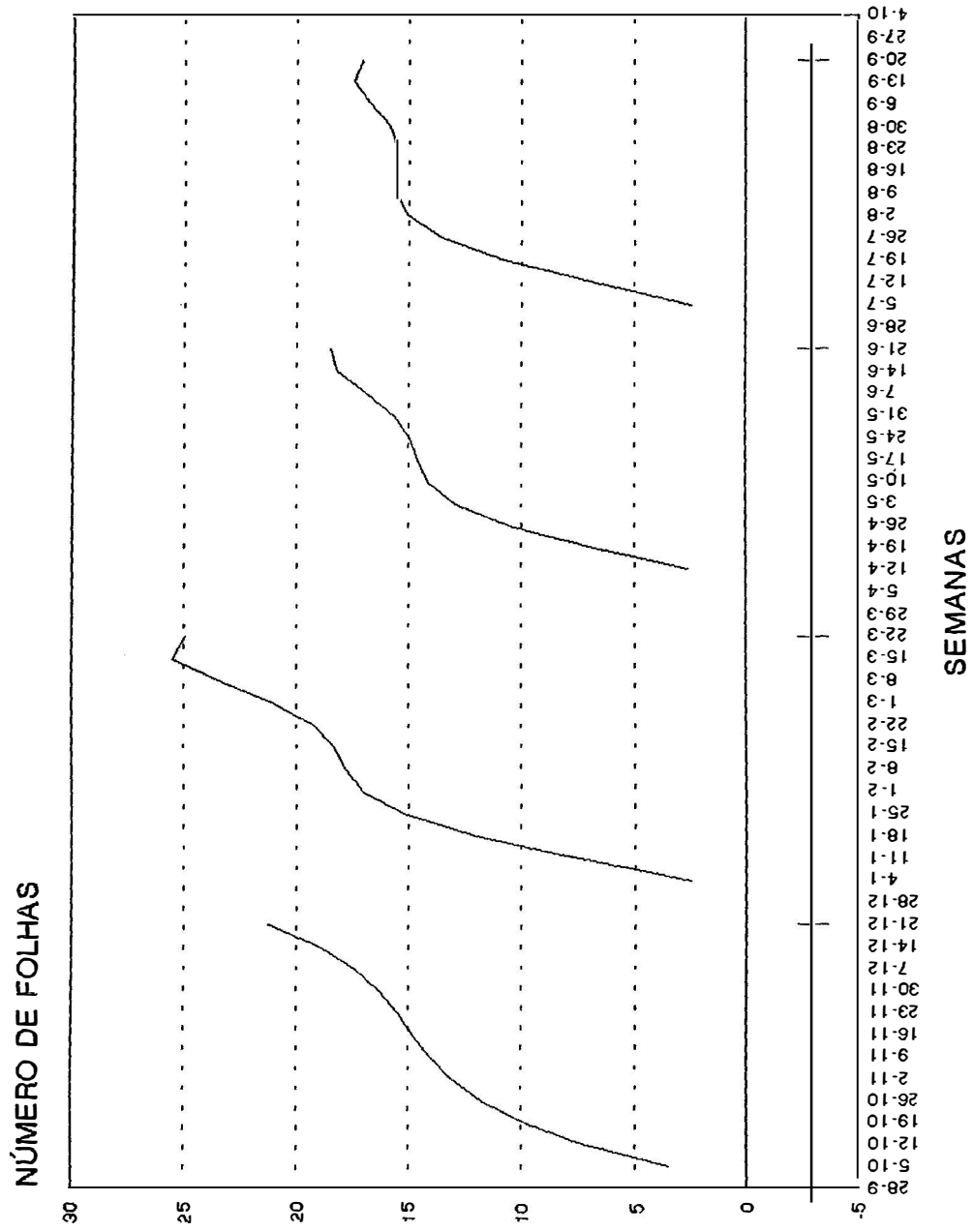


FIGURA 17. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 90 dias.

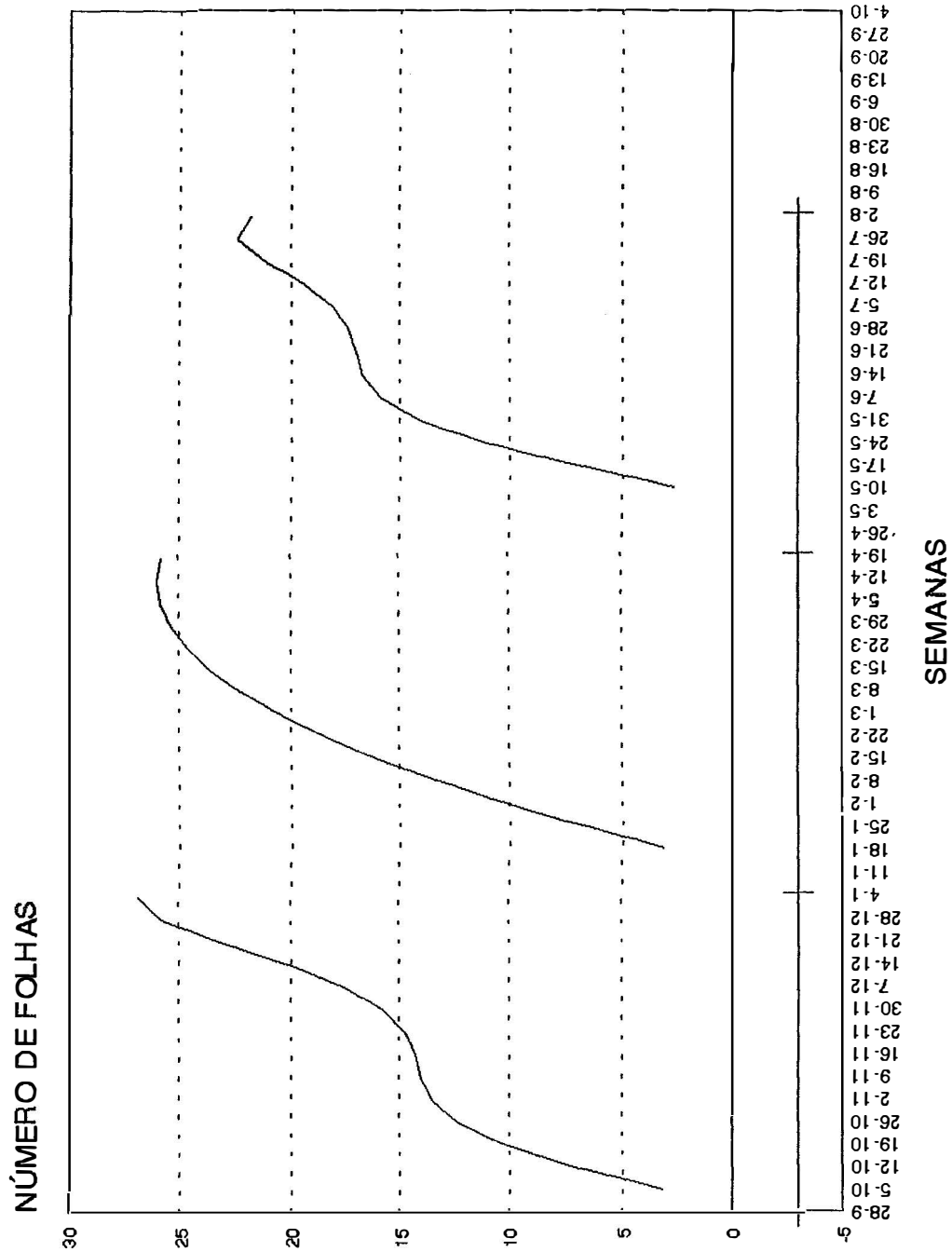


FIGURA 18. Curvas de número de folhas de menta, submeida à frequência de colheita aos 100 dias.

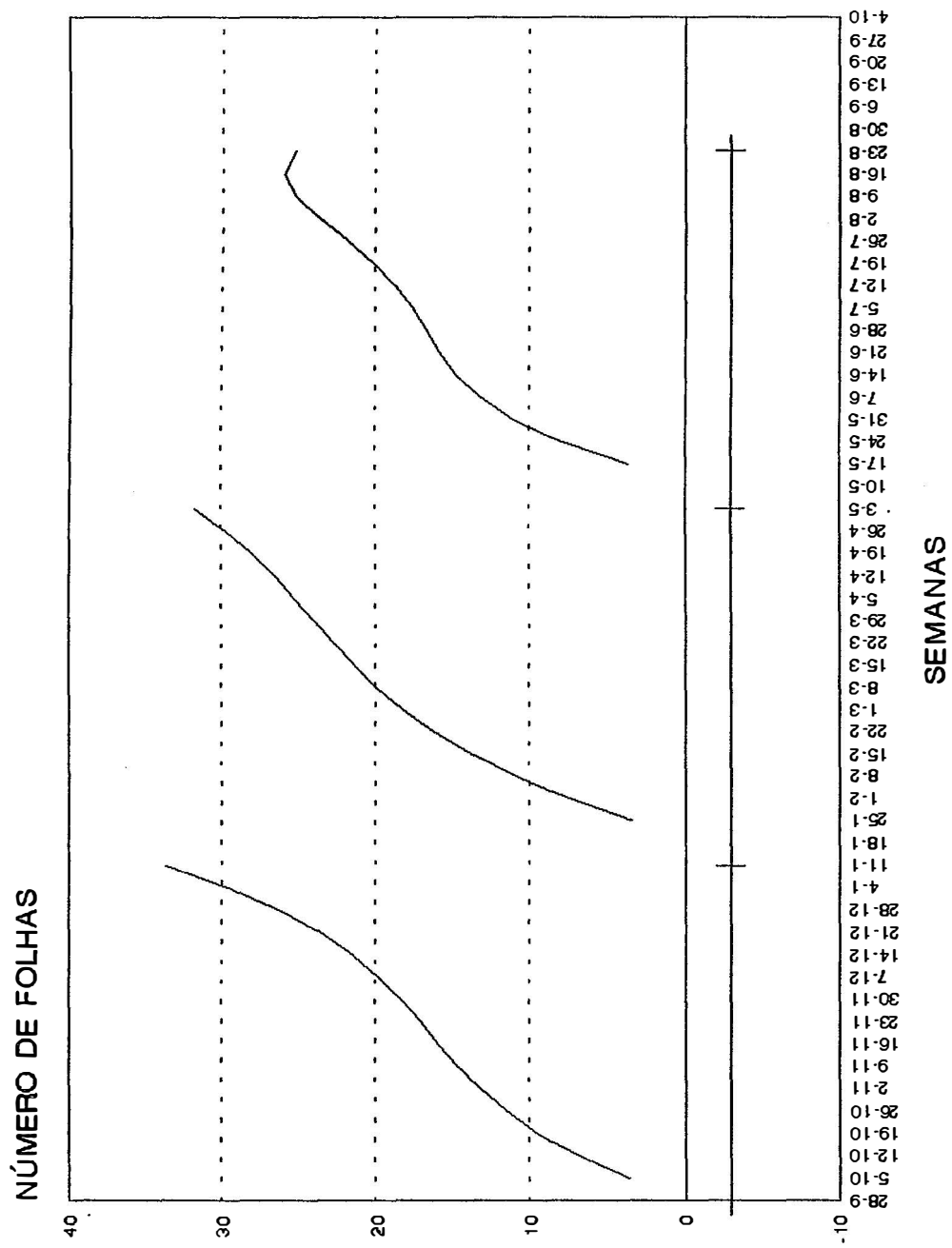


FIGURA 19. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 110 dias.

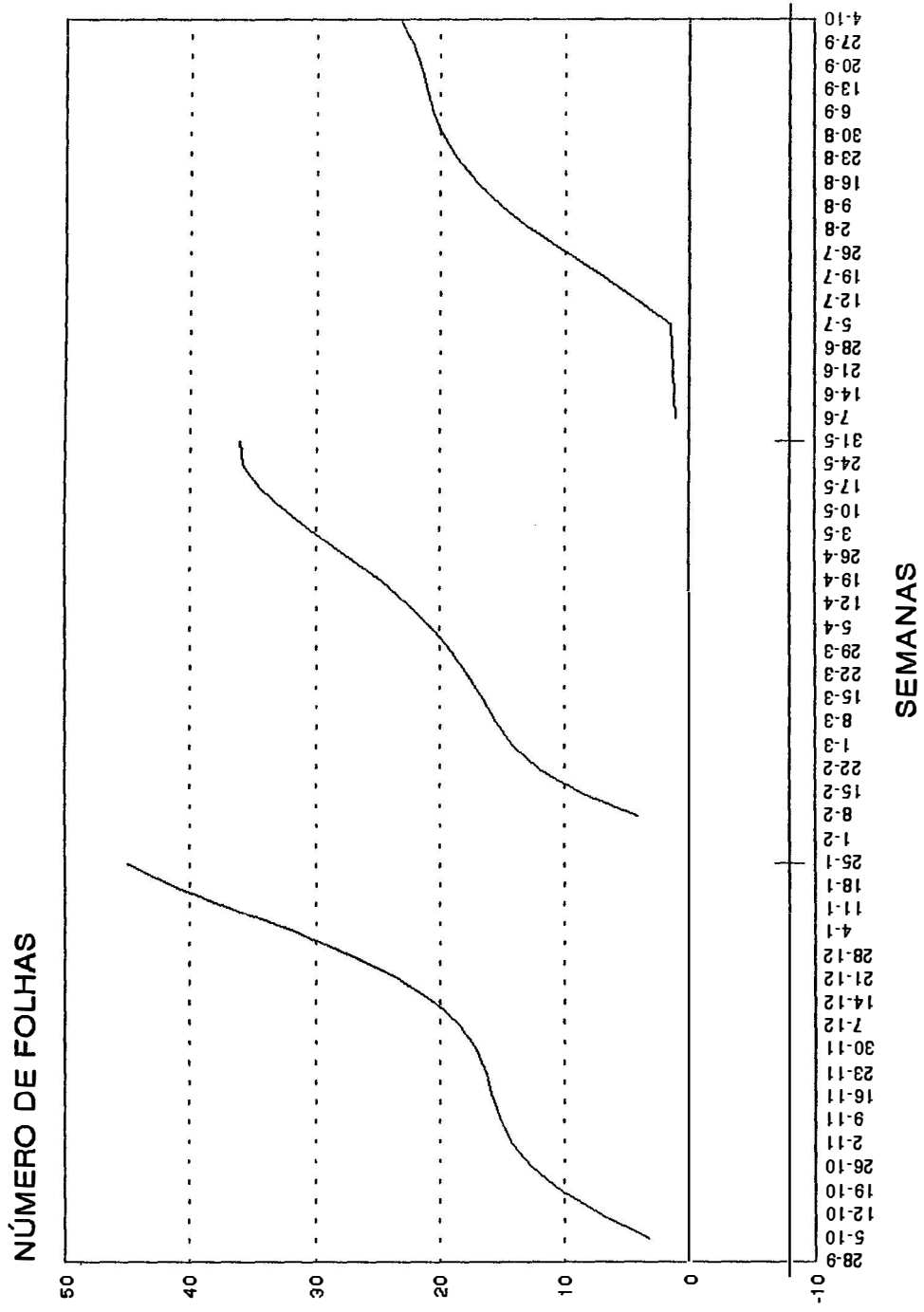


FIGURA 20. Curvas de número de folhas de menta, submetida à frequência de colheita aos 120 dias.

As análises de variâncias para área foliar ($\text{cm}^2/\text{planta}$), contidas na Tabela 6, mostraram valores de F não significativos, sendo que as áreas foliares em todos os tratamentos não apresentaram diferença estatística. Conforme surgiam novas folhas as mais velhas senesciam.

Verifica-se na Figura 21 que os maiores números de folhas foram obtidos nos tratamentos quando a colheita realizou-se com menor frequência, o que poderia refletir em uma área foliar maior, porém conforme pode-se verificar na Tabela 6, a área foliar média pouco aumentou nestes tratamentos, não havendo diferença estatística entre os tratamentos, isto deve-se a que aumentou-se o número de folhas, porém o tamanho destas diminuíram. Na Tabela 4 encontram-se os coeficientes de correlação linear entre a produção de óleo, área foliar e o número de folhas, onde verifica-se uma correlação significativa entre a produção de óleo e o número de folhas para os tratamentos com intervalos de colheitas com 60, 70 e 110 dias. Os coeficientes de correlação linear entre a produção de óleo e a área foliar (cm^2/m^2) foram significativos para os tratamentos com frequências de colheitas de 60, 70, 80 e 90 dias (Tabela 4). Assim sendo pode-se esperar que, nestes tratamentos, quanto maior a área foliar por m^2 maior será a produção de óleo. O mesmo acontece para a correlação linear entre a produção de mentol e a área foliar em cm^2/m^2 (Tabela 5).

Tabela 6. Efeito dos tratamentos nos parâmetros avaliados.

| Tratamentos | Massa verde total (kg/ha) | Hábita seca total (kg/ha) | Área foliar média (cm ² /planta) | Número médio de caules/m ² | Produção total de óleo (l/ha) | Produção total de mentol (kg/ha) | Produção média de mentol (kg/ha/corte) | Teor de mentol no óleo (g/kg) |
|--------------------------|---------------------------|---------------------------|---|---------------------------------------|-------------------------------|----------------------------------|--|-------------------------------|
| 60 dias | 115.420 a | 20.219 a | 52,5 a | 835 a | 338,99 a | 206,8 a | 34,4 b | 606 a |
| 70 dias | 99.616 ab | 19.291 ab | 52,0 a | 789 ab | 302,99 ab | 191,9 ab | 38,3 b | 603 a |
| 80 dias | 80.133 bc | 16.192 abc | 65,7 a | 721 ab | 216,33 c | 130,0 cd | 32,6 b | 586 a |
| Floresc. | 57.216 cd | 12.482 c | 95,0 a | 719 ab | 182,66 c | 114,9 cd | 57,4 a | 626 a |
| 90 dias | 64.616 cd | 17.251 ab | 65,7 a | 611 bc | 244,00 bc | 154,1 bc | 38,5 b | 626 a |
| 100 dias | 69.188 cd | 15.794 abc | 84,0 a | 500 c | 199,00 c | 122,0 cd | 40,6 b | 591 a |
| 110 dias | 61.050 cd | 15.434 bc | 82,5 a | 524 c | 168,33 c | 105,0 d | 35,0 b | 586 a |
| 120 dias | 52.266 d | 15.933 abc | 71,0 a | 452 c | 192,00 c | 119,0 d | 39,8 b | 584 a |
| F _{tratamentos} | 22,53** | 6,33** | 2,55 | 14,52** | 15,56** | 15,9** | 6,10** | 3,41 |
| D.M.S. | 23.288 | 4,76 | 47,7 | 186,5 | 77,13 | 4,7 | 15,6 | 45,49 |
| C.V. (%) | 10,78 | 9,97 | 23,3 | 10,05 | 11,61 | 11,4 | 13,70 | 2,62 |

Obs: Médias seguidas pelas mesmas letras, na vertical, não diferem entre si pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.

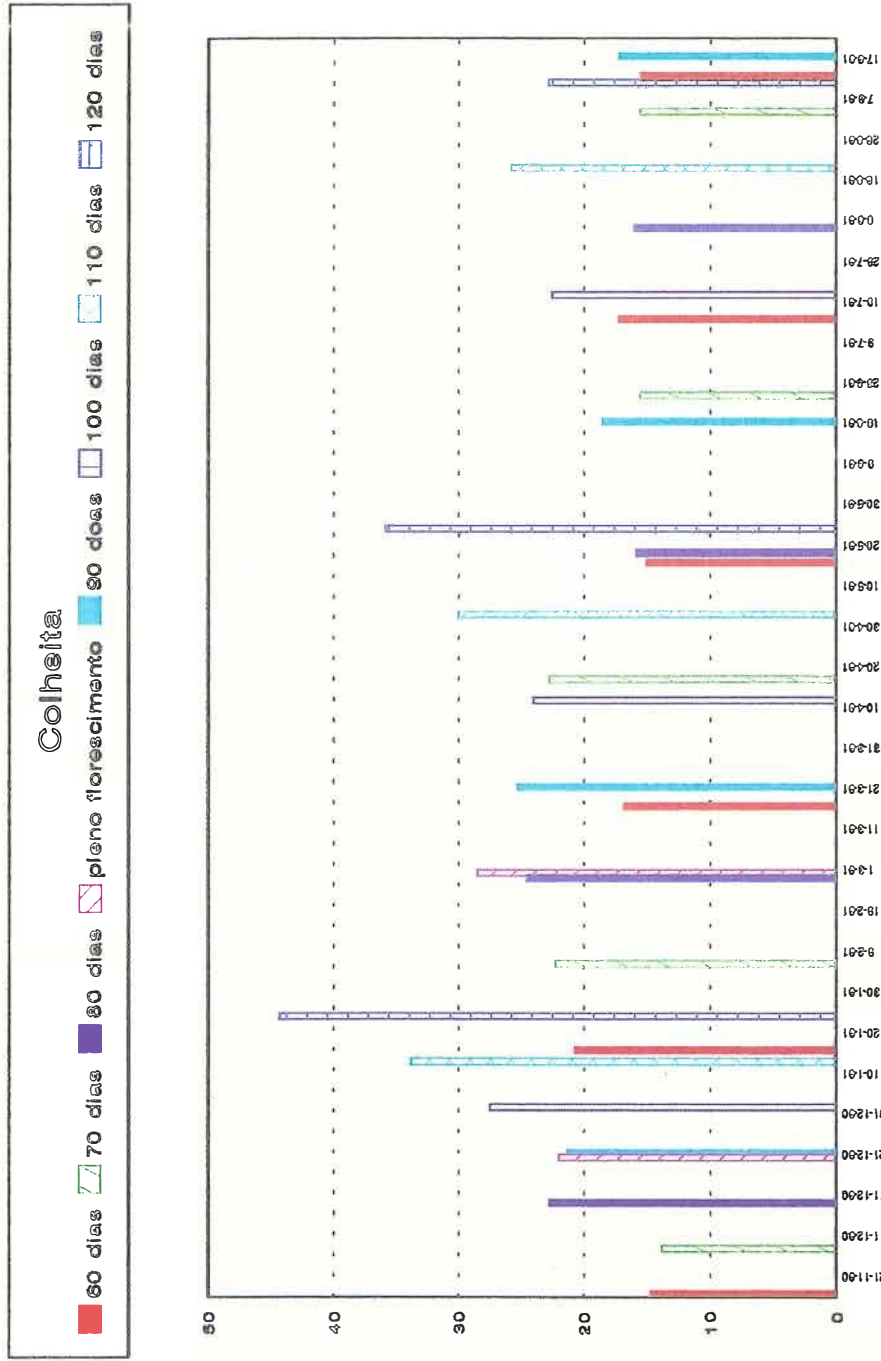


FIGURA 21 Número médio de folhas por planta no momento da colheita

Na Figura 22 observa-se uma área foliar por m^2 maior nos tratamentos onde empregou-se uma maior frequência de colheitas. Isto deve-se a que nestes tratamentos existia um maior número de caules por m^2 .

4.3. Número de caules

As médias de números de caules por m^2 para cada frequência de colheita encontram-se na Tabela 6. A análise estatística mostrou valores de F significativos para os tratamentos. Os maiores números de caules foram obtidos nos tratamentos com frequências de colheitas aos 60 dias, 70 dias, 80 dias e pleno florescimento, decrescentemente. Este fato é justificado, pois a menta sendo uma planta rizomatosa, com grande capacidade de brotação, a qual está correlacionada à sua prolificidade, após a colheita os rizomas brotam intensamente, emitindo numerosos caules que cobrem todo o terreno, estabelecendo severa competição por espaço e luz, estando de acordo com IAPAR, 1978. A redução do número de caules nas colheitas menos frequentes deve-se justamente a esta competição interplantas, causando a morte de algumas plantas durante o desenvolvimento da cultura. Na Figura 23 observa-se com clareza um menor número de caules por m^2 nos tratamentos com colheitas menos frequentes.

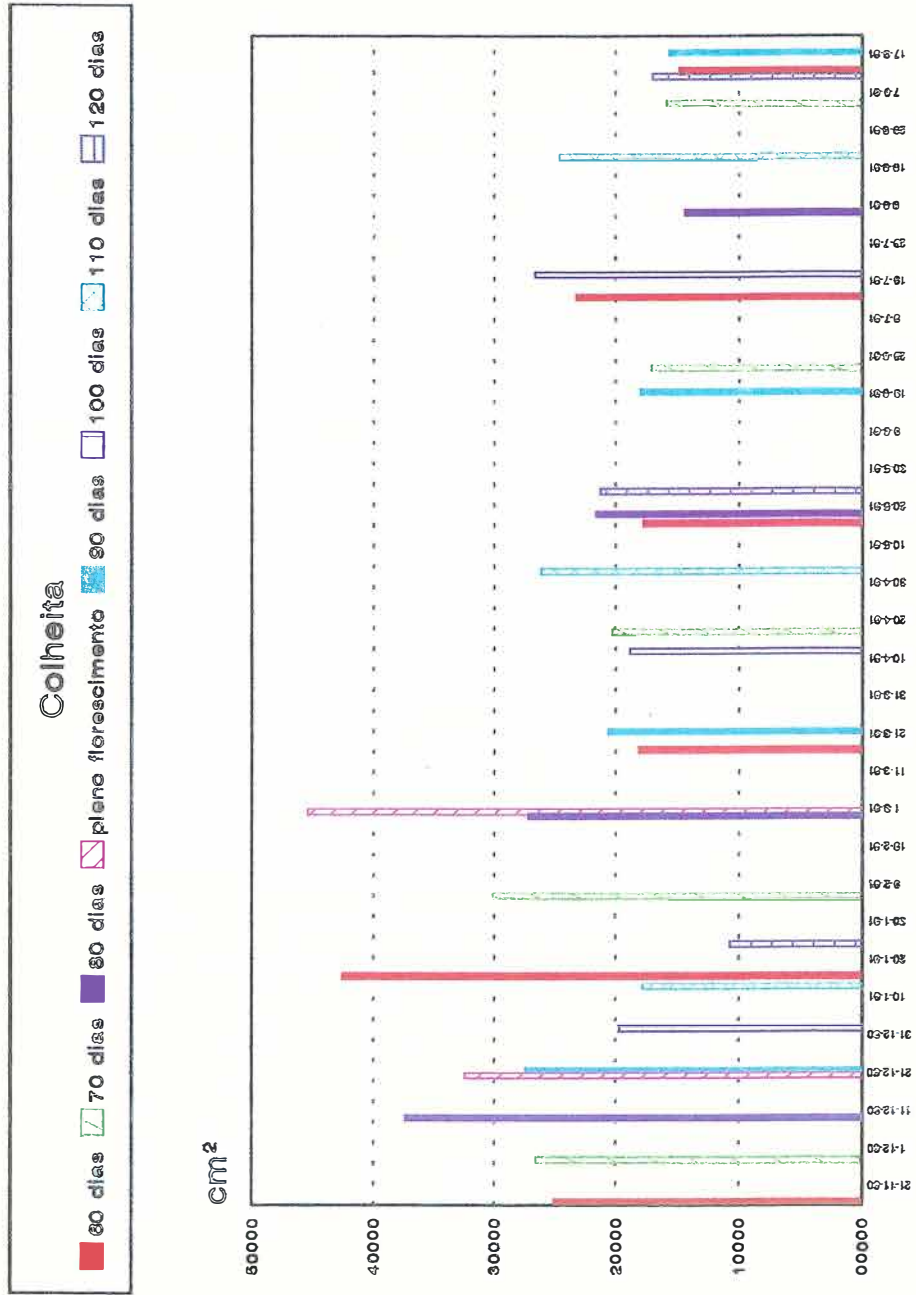


FIGURA 22. Área foliar média em cm² apresentada pela menta no momento da colheita por m².

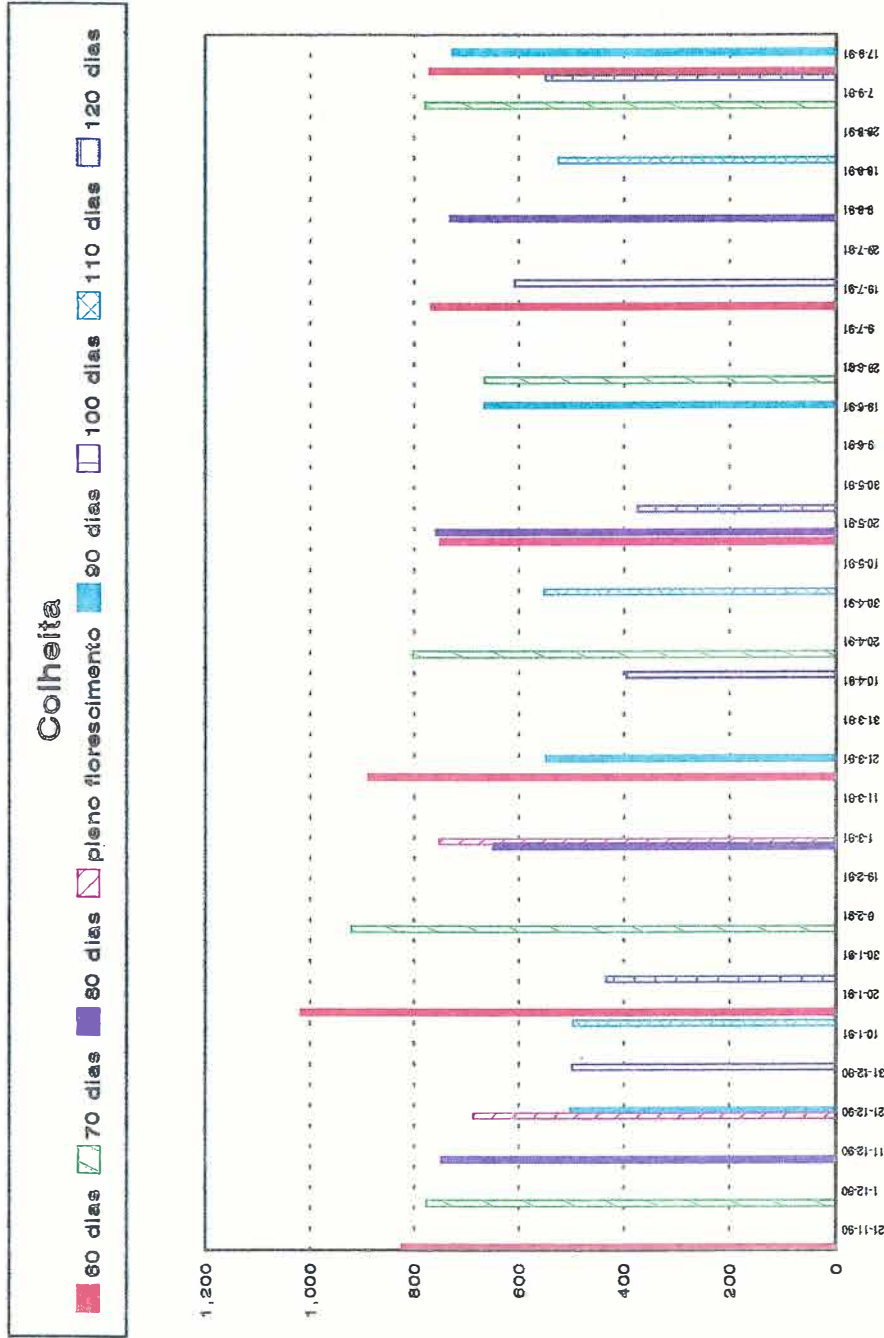


FIGURA 23. Número médio de caules obtidos em 1 m² no momento da colheita.

Os coeficientes de correlação linear entre as produções de óleo e de mentol e o número de caules (Tabelas 4 e 5) para os tratamentos com intervalos de colheitas com 60 e 70 dias nos dão uma correlação positiva significativa, e para os demais tratamentos, exceto pleno florescimento, uma correlação negativa não significativa. Tal fato verifica-se devido a que nas freqüências menores entre colheitas, quanto maior o número de plantas por m^2 ocorre uma maior tendência de competição interplantas, com conseqüente diminuição da produção.

Observa-se na Figura 23 pouca variação no número final de caules, nas diferentes épocas de colheita com as mesmas freqüências de colheita. Isto deve-se a que após o período competitivo a cultura tende a estabilizar o número de plantas por m^2 .

Verificou-se ainda que durante a condução do experimento os tratamentos com colheitas menos freqüentes apresentaram um maior índice de acamamento (Figura 24).

4.4. Peso da massa verde

Na Figura 25 observa-se que na primeira colheita houve pouca diferença entre os tratamentos no que se refere a peso da massa verde. Porém no segundo corte o peso da massa verde nos tratamentos com colheitas mais freqüentes foi maior.

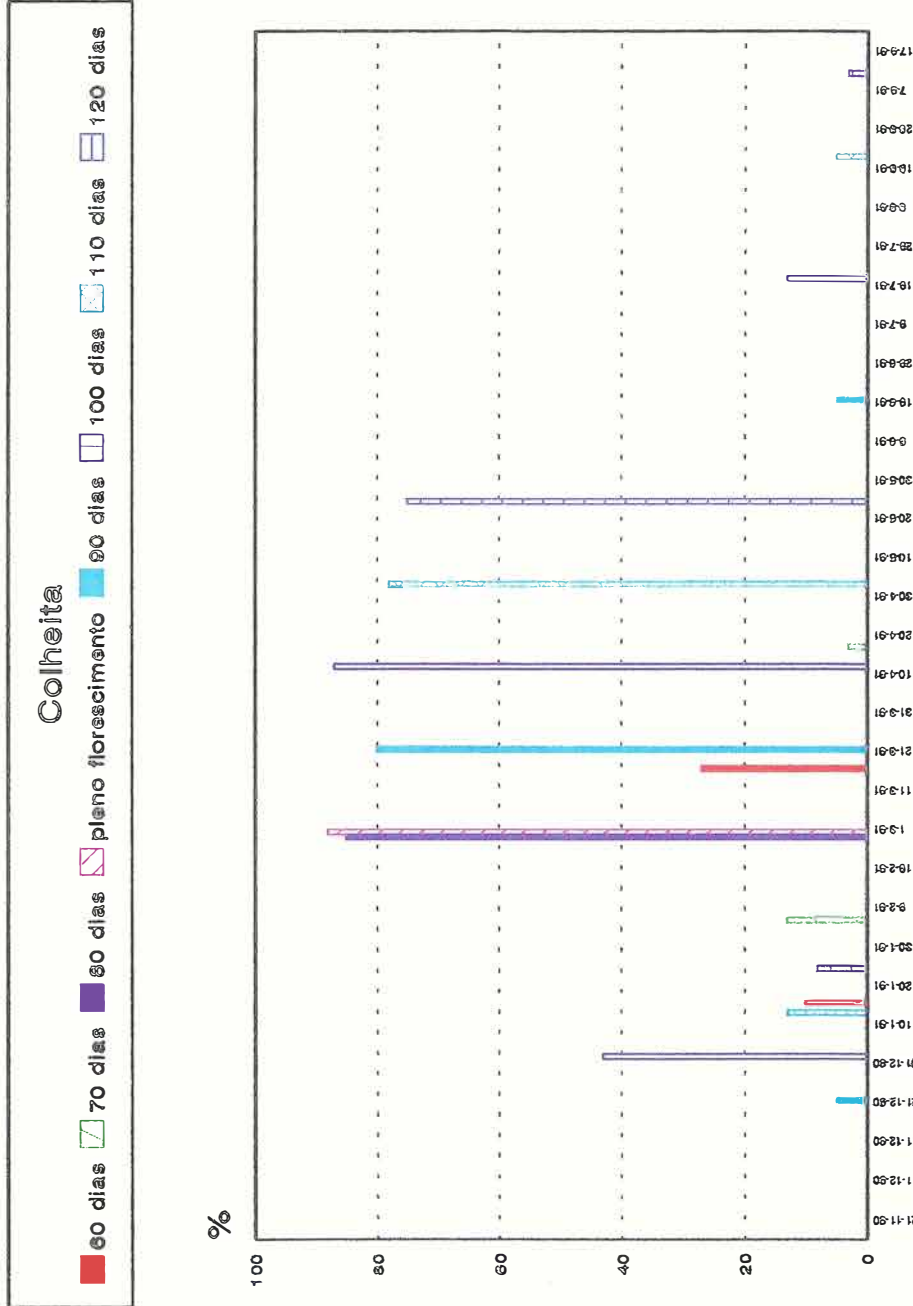


FIGURA 24. Porcentagem de plantas acamadas no momento da colheita, durante um ano de avaliações.

Este fato deve-se a que nestes tratamentos ocorre uma quantidade maior de plantas tenras. Já nos tratamentos com colheitas menos freqüentes ocorre diminuição no número de caules, como pode ser observado na Tabela 6, e conseqüentemente menor peso de massa verde.

O coeficiente de correlação linear entre a produção de óleo e de mentol e o peso de massa verde apresenta uma correlação positiva significativa para os tratamentos com freqüência de colheita aos 60 dias, 70 dias, 80 dias, 90 dias, 110 dias e 120 dias (Tabelas 4 e 5), portanto, quanto maior a quantidade de massa verde maiores produções de óleo e mentol teremos nestes tratamentos.

A produção de massa verde total nos tratamentos encontra-se na Tabela 6. A análise estatística revelou valores de F significativos, sendo que os maiores valores de produção de massa verde foram encontrados nos tratamentos com maior freqüência de colheita. As colheitas com freqüências menores, ou seja, colheitas aos 60, 70 e 80 dias, não apresentaram diferenças estatísticas na produção de massa verde, sendo estes tratamentos os que obtiveram maiores rendimentos em kg/ha, durante o período de avaliação.

Observa-se ainda na Figura 25 que nos períodos de inverno ocorre uma diminuição na produção de massa verde em

todos os tratamentos. Isto deve-se a um menor desenvolvimento da cultura.

4.5. Produção de matéria seca

Na figura 26 pode-se observar que nos tratamentos com menor frequência de colheita a produção de matéria seca a cada colheita tende a ser maior. Porém, na Tabela 6 observa-se que o peso total da matéria seca, produzida durante o período, nos tratamentos com frequência de colheita aos 60, 70, 80, 90, 100 e 120 dias não diferem estatisticamente entre si. Desta forma as colheitas com maiores ou menores frequências não refletirão em aumento de produção total. Verifica-se ainda na Figura 26 diminuição no ritmo de acúmulo de matéria seca durante o período de outono inverno, o que demonstra uma significativa influência do clima no acúmulo de matéria seca pela planta.

O coeficiente de correlação linear entre a produção de óleo e mentol e o acúmulo de matéria seca apresenta um alto índice de significância, dando uma correlação positiva para os tratamentos com frequências de colheitas aos 60 dias, 70 dias, 80 dias, 90 dias, 110 dias e 120 dias.

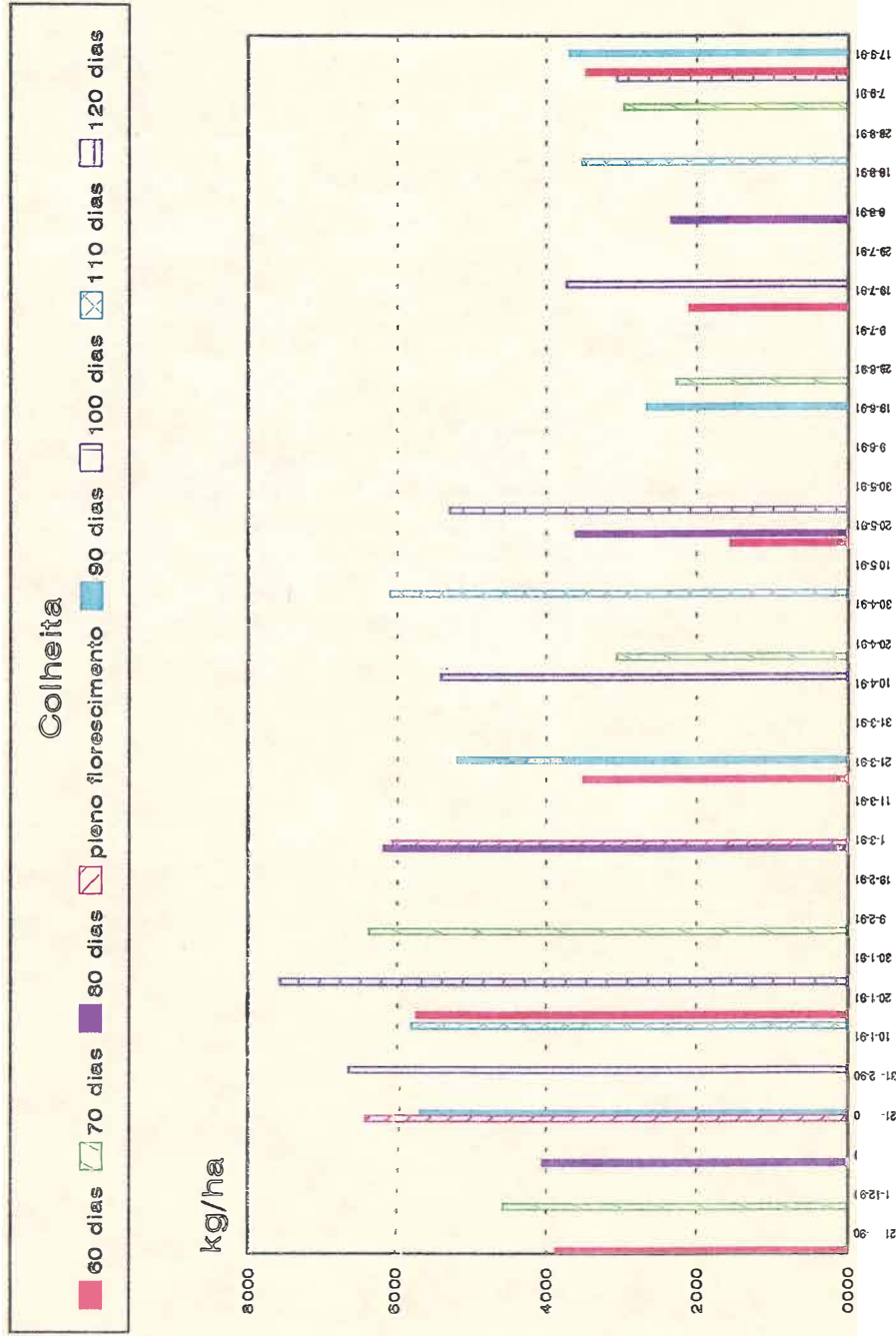


FIGURA 26. Produção de matéria seca em kg/ha no momento da colheita, durante um ano de avaliações.

As colheitas no pleno florescimento não apresentaram correlação pois neste tratamento só foram feitas duas colheitas, não sendo possível estabelecer-se correlação linear. Desta forma, quanto maior a produção de matéria seca, maior será a produção de óleo e mentol

É importante salientar que nos tratamentos com maiores frequências de colheitas a exportação de nutrientes é elevada, como é o caso do tratamento com frequência de colheitas aos 60 dias, onde a produção total de matéria seca foi 20.219 kg/ha. Nestes casos a reposição de nutrientes é indispensável, bem como a devolução dos resíduos da destilação.

Haja visto a grande quantidade de matéria seca produzida por unidade de área, deve ser objeto de estudo a possibilidade do fornecimento dos resíduos da destilação na alimentação animal.

4.6. Volume de óleo produzido

Na Figura 27 encontramos os dados de produção de óleo em cada colheita, onde pode-se observar um incremento de produção nas colheitas feitas com menores frequências. Para a produção total obtida durante todo o ano (Figura 28), encontramos uma maior produção para os tratamentos com colheitas feitas com menores frequências.

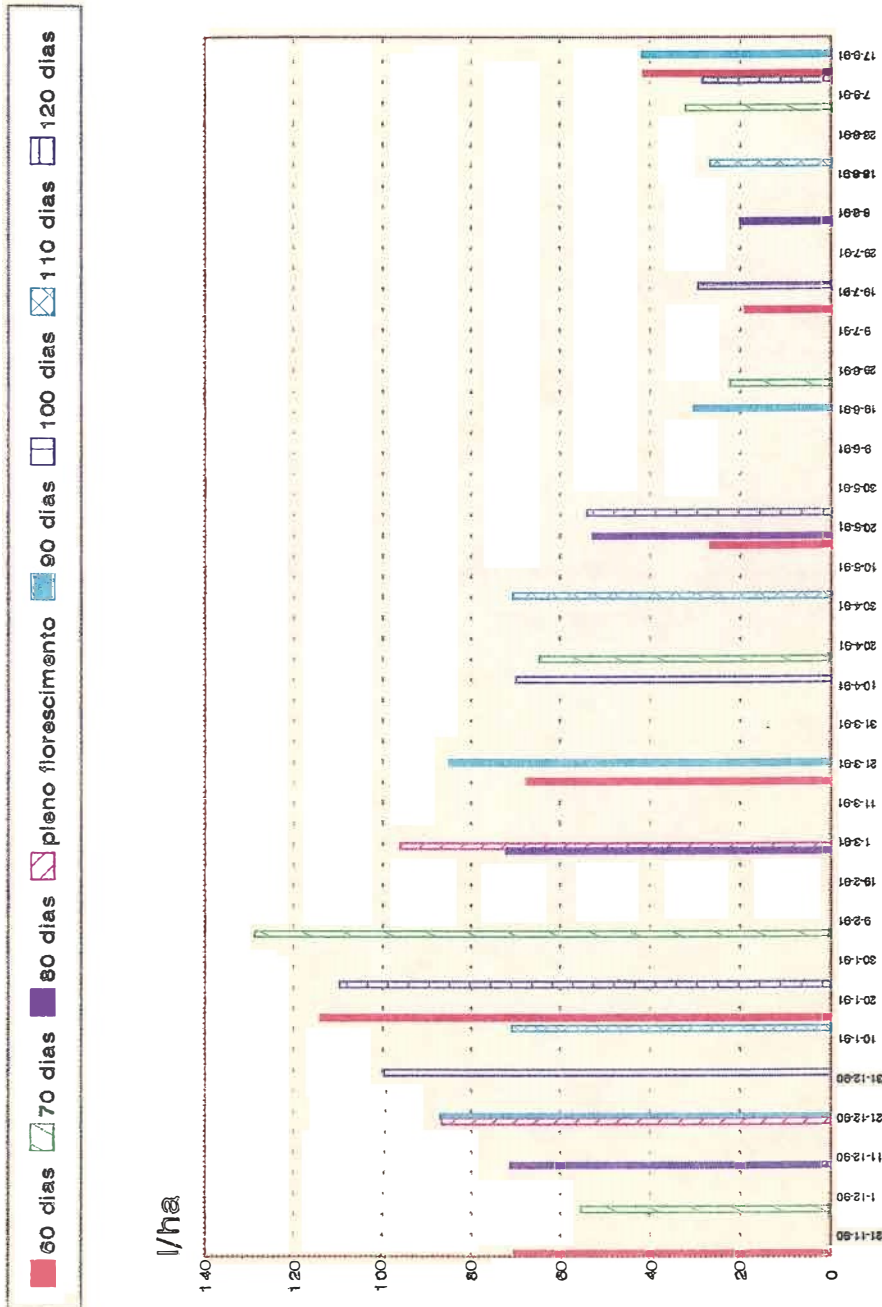


FIGURA 27. Produção de óleo bruto em l/ha, a cada frequência de colheita, durante um ano de avaliações.

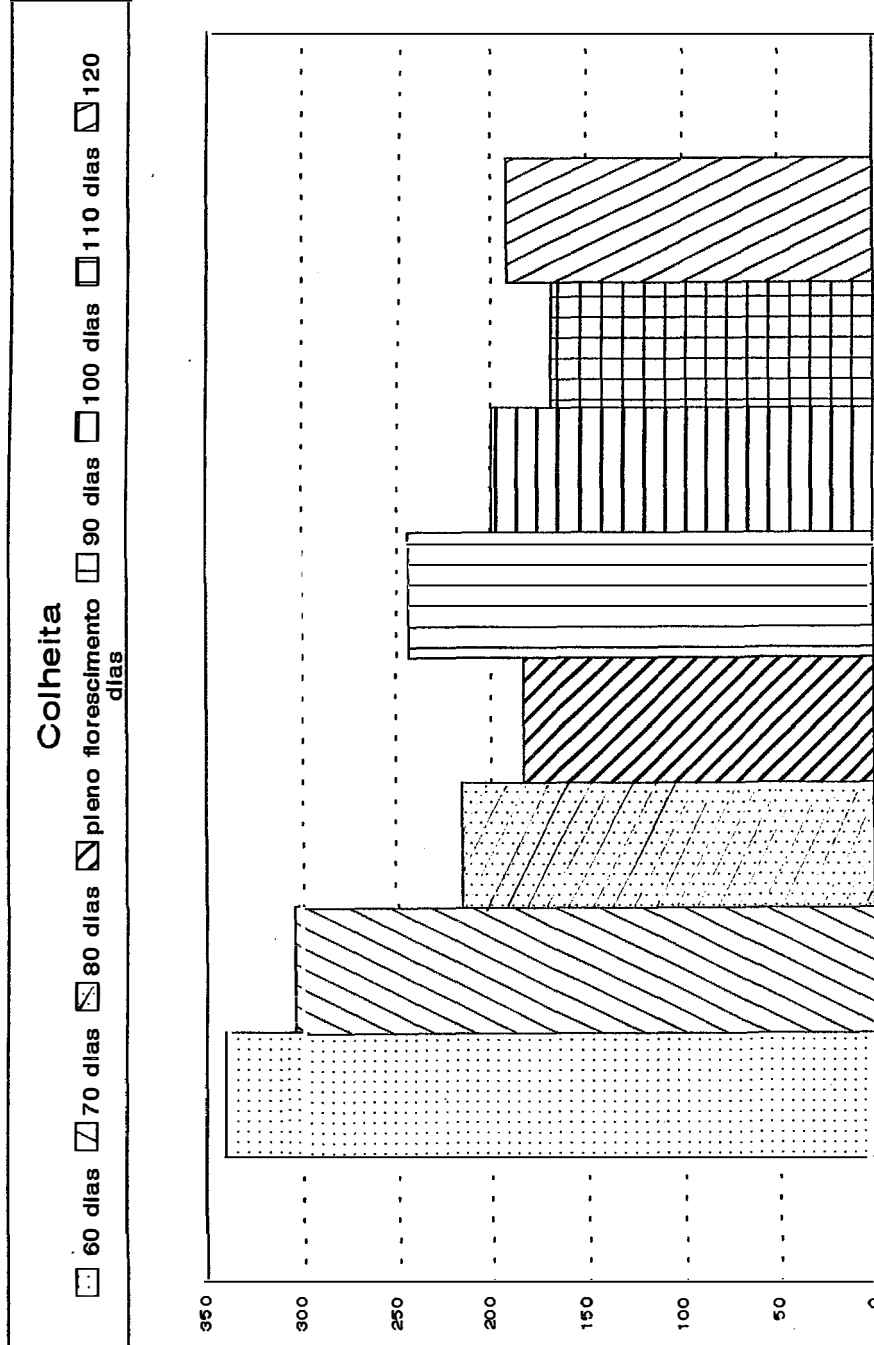


FIGURA 28. Produção total anual de óleo bruto, em l/ha.

A análise estatística (Tabela 6) mostra valores de F significativos para os tratamentos. A maior produção de óleo foi obtida no tratamento com frequência de colheita aos 60 dias, com 338,99 l/ha, que não diferiu estatisticamente somente da colheita aos 70 dias, com 302,99 l/ha, sendo significativamente superior aos demais tratamentos. A produção de óleo da colheita aos 70 dias não diferiu da colheita aos 90 dias, com 244,00 l/ha, sendo estatisticamente diferente dos demais.

Uma das explicações para este fato deve-se à maior frequência de cortes nos tratamentos com 60 e 70 dias. Os resultados encontrados discordam de vários autores, como CHIRIS (1925), BRILHO (1969), DONALISIO (s.d.) e PARANÁ (1976), que recomendam que a menta seja colhida no período de florescimento, quando obtém-se as maiores produções. É importante ressaltar que a produção obtida é representada pela somatória da produção total de um ano de colheita (Figura 28). No tratamento 4 (colheita em pleno florescimento) só foi possível realizar duas colheitas, pois a partir da 2ª colheita as plantas não emitiram as inflorescências, o que não possibilitou a realização das demais colheitas. Esta observação é confirmada por RABAK (1917), quando relata que o florescimento é afetado pelo clima e em determinadas situações

como a diminuição da radiação solar e o fotoperíodo, a menta não floresce.

Na Figura 27 pode-se visualizar com nitidez um declínio acentuado na produção nos meses de outono inverno, mesmo nos tratamentos com frequências menores de colheita. Observa-se ainda nesta Figura que as maiores produções obtidas ocorreram nos tratamentos com frequência de colheitas aos 60 dias e 70 dias, atingindo produções próximas a 120 l/ha de óleo entre os meses de janeiro e fevereiro. Os resultados obtidos estão próximos aos alcançados por WHITE et al. (1987) na Nova Zelândia, com 114 kg/ha de óleo, e RAO (1988) na Índia com 133,7 e 162 kg/ha nas cultivares MAS 77 e MAS 25 respectivamente.

Nas condições tradicionais de cultivos descritas por IAPAR (1978), considera-se como normal produtividade de 33 kg/ha de óleo por corte, valores estes superados neste experimento. Os resultados obtidos no experimento contrariam a idéia de que a menta só possa ser cultivada em solos recém desbravados, já que no solo onde foi realizado o experimento vem sendo cultivado a mais de 50 anos.

A adoção de frequências maiores de colheitas (60 e 70 dias) só devem ser indicadas após um estudo da viabilidade econômica, pois uma maior frequência implicará em um gasto maior em todas as fases da produção do óleo.

Observou-se que nos tratamentos onde a colheita foi realizada com menor frequência houve uma maior incidência de pragas e doenças. Tal fato deve-se a maior exposição da planta ao ataque de pragas e doenças.

O tempo de destilação em todas as fases do experimento (Figuras 29 a 36) não superou a 70 minutos, o que indica este como tempo hábil para a extração de todo óleo contido nas folhas. Verifica-se que mesmo com baixas produções o tempo de extração do óleo permaneceu constante.

4.7. Teor de Mentol

A análise estatística (Tabela 6) revelou valores de F não significativos, não havendo diferença estatística no teor de mentol em cada tratamento. Esses resultados discordam dos de TOPALOV & ZHELYAZKOV (1991), que obtiveram os maiores teores de mentol quando a menta foi colhida no pleno florescimento. Na Figura 37 pode-se observar pouca variação nos teores de mentol em cada colheita, ao longo do período de avaliação.

WHITE et al. (1987) descreveram que o teor de mentol e a maturidade da planta possam ser usados como parâmetros na determinação do momento adequado para a colheita da menta.

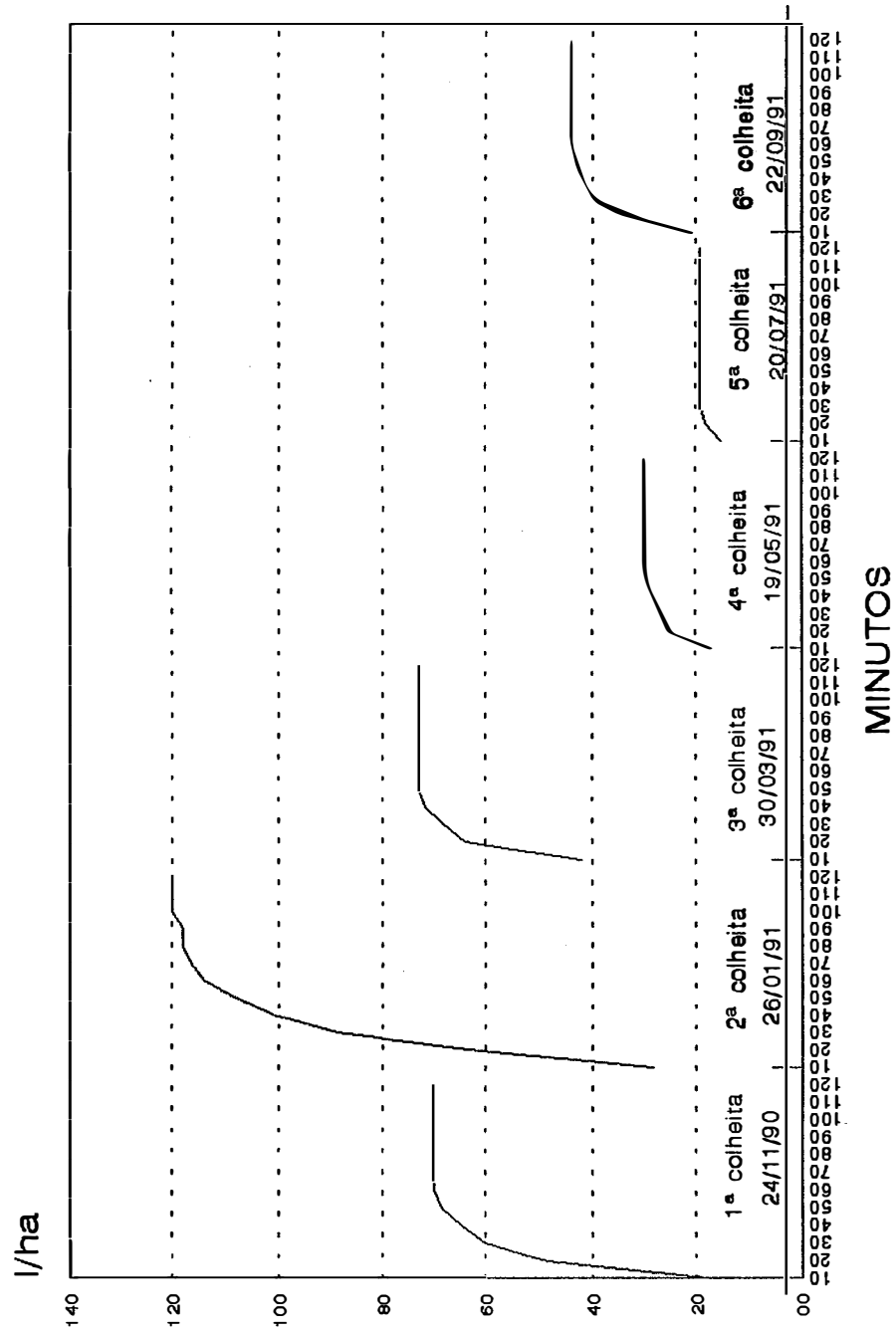


FIGURA 29. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 60 dias. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

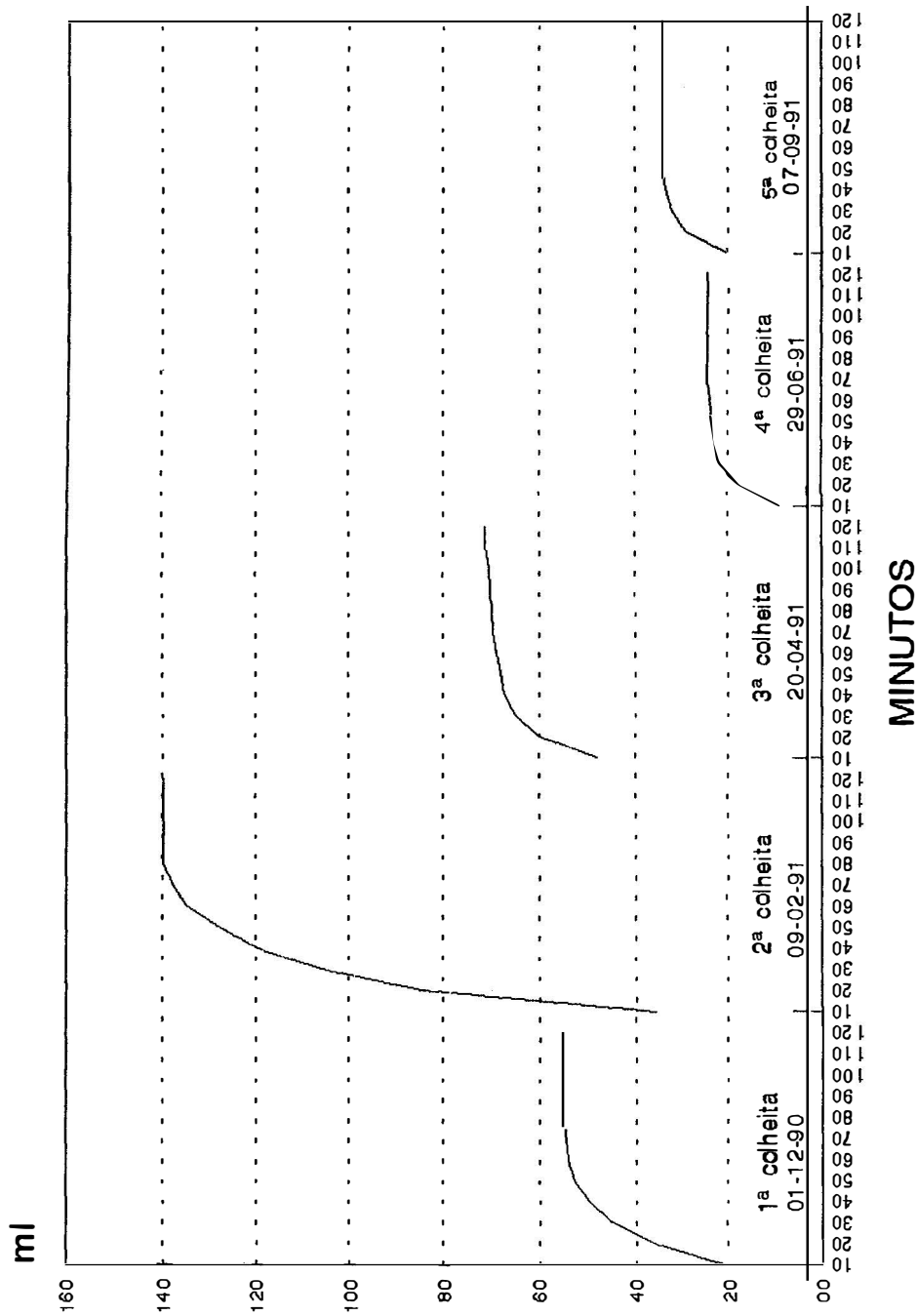


FIGURA 30. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 70 dias. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

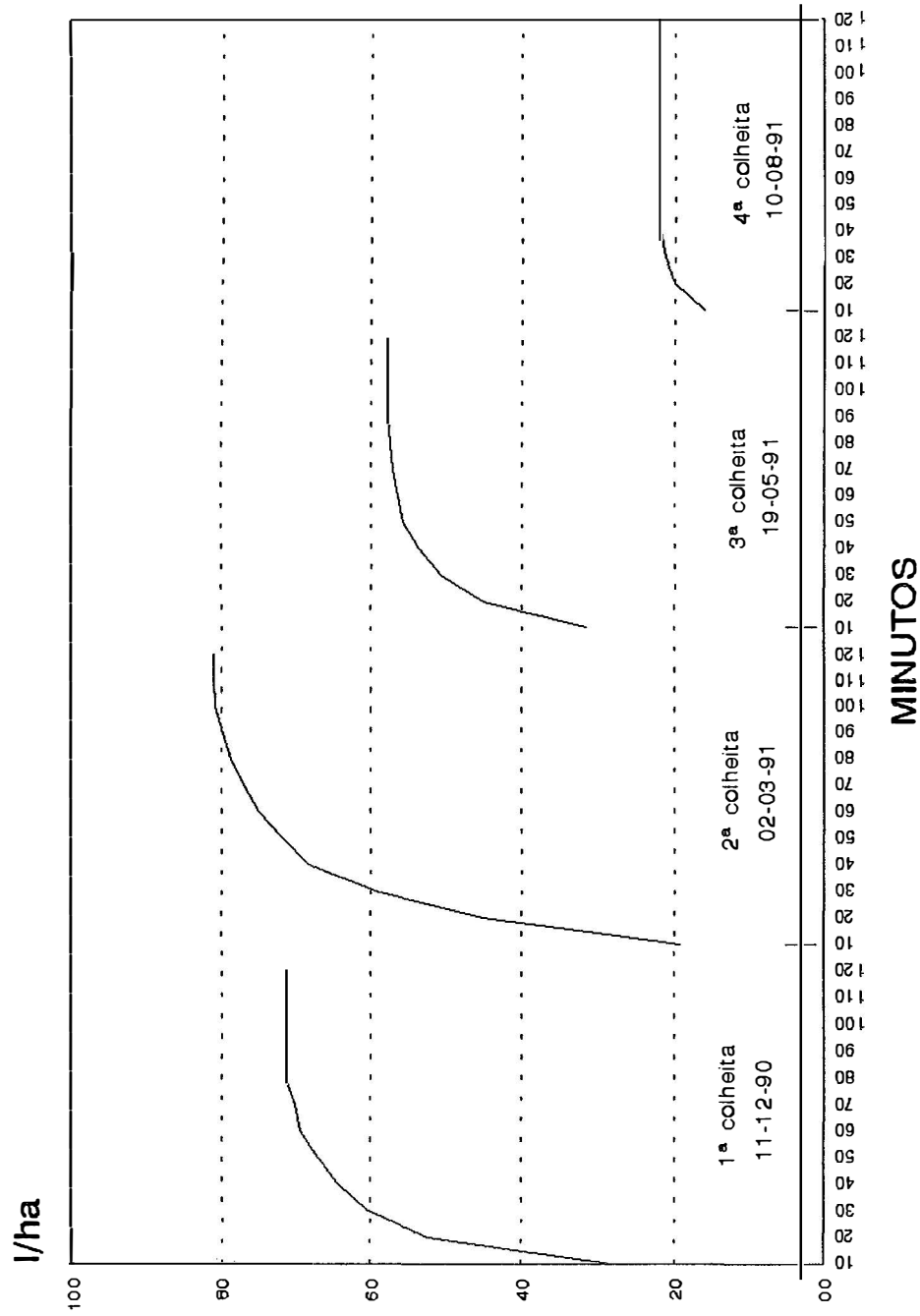


FIGURA 31. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 80 dias. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

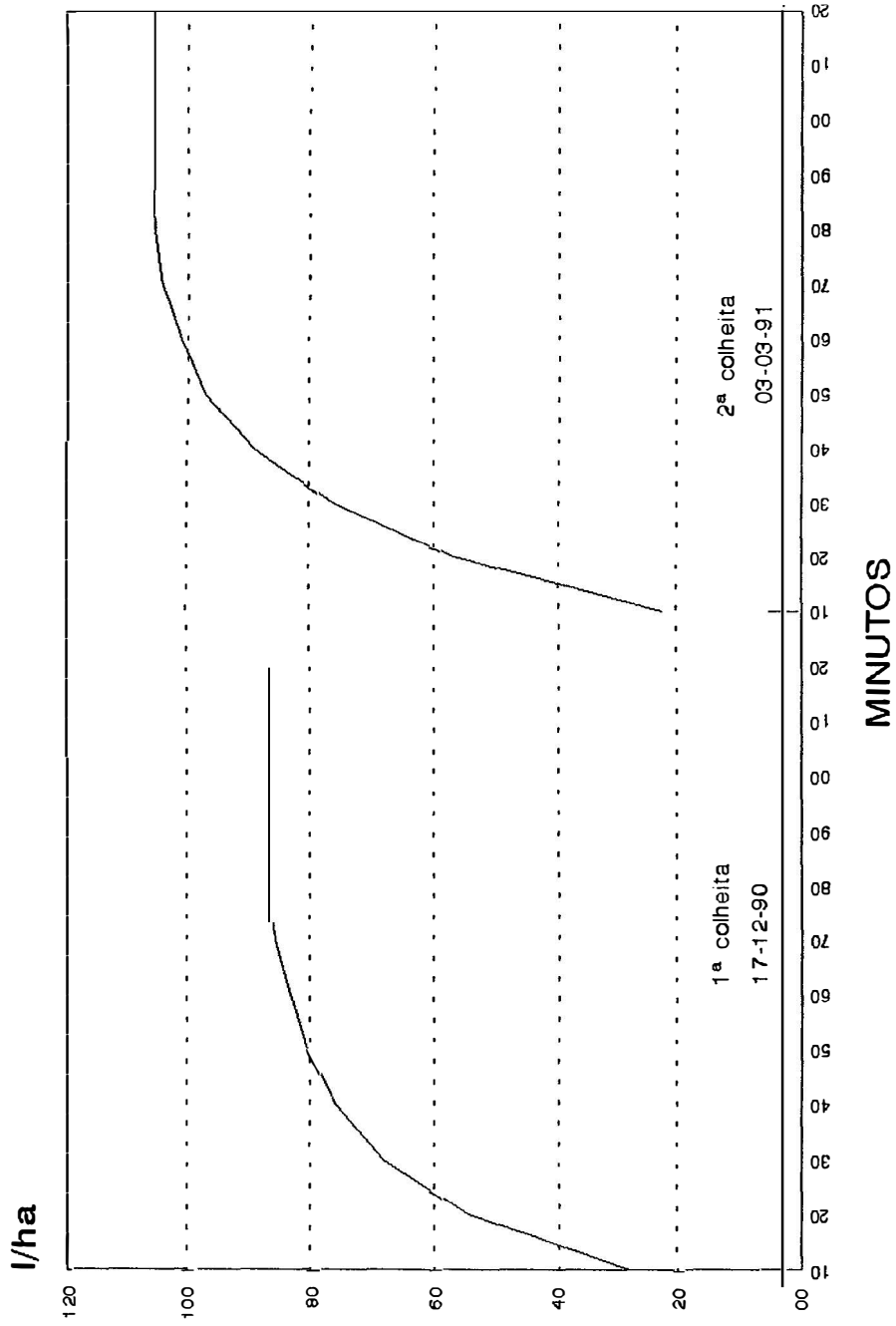


FIGURA 32. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos ao pleno florescimento. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

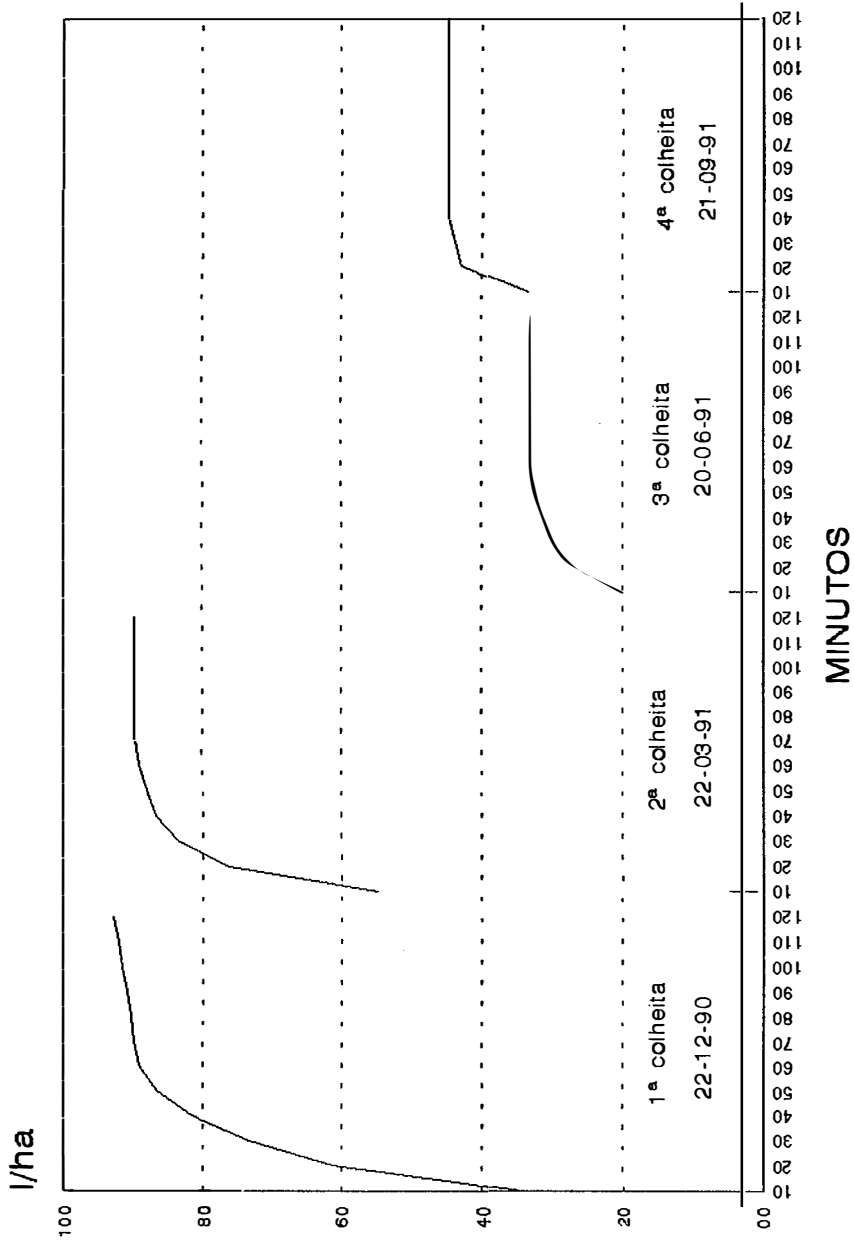


FIGURA 33. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 90 dias. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

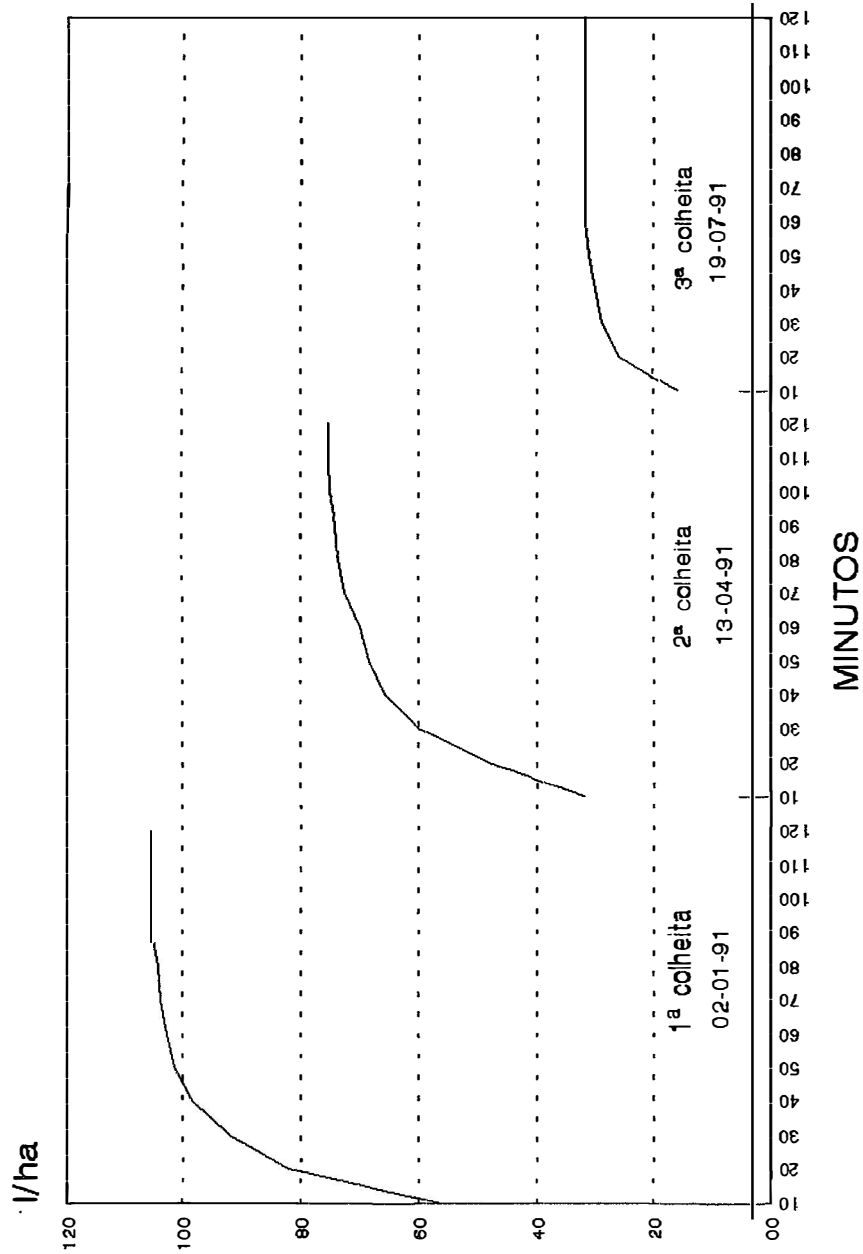


FIGURA 34. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 100 dias. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

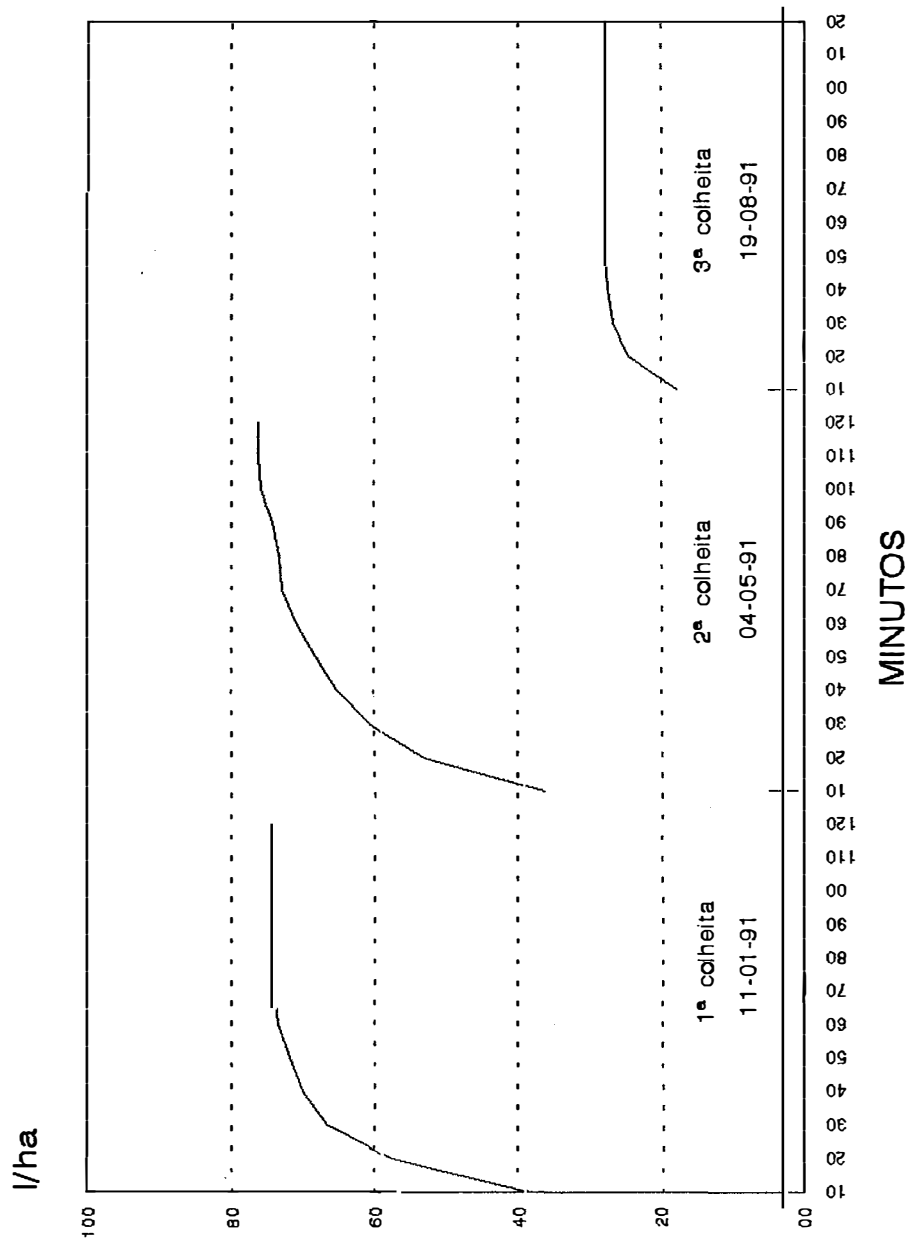


FIGURA 35. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 110 dias. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

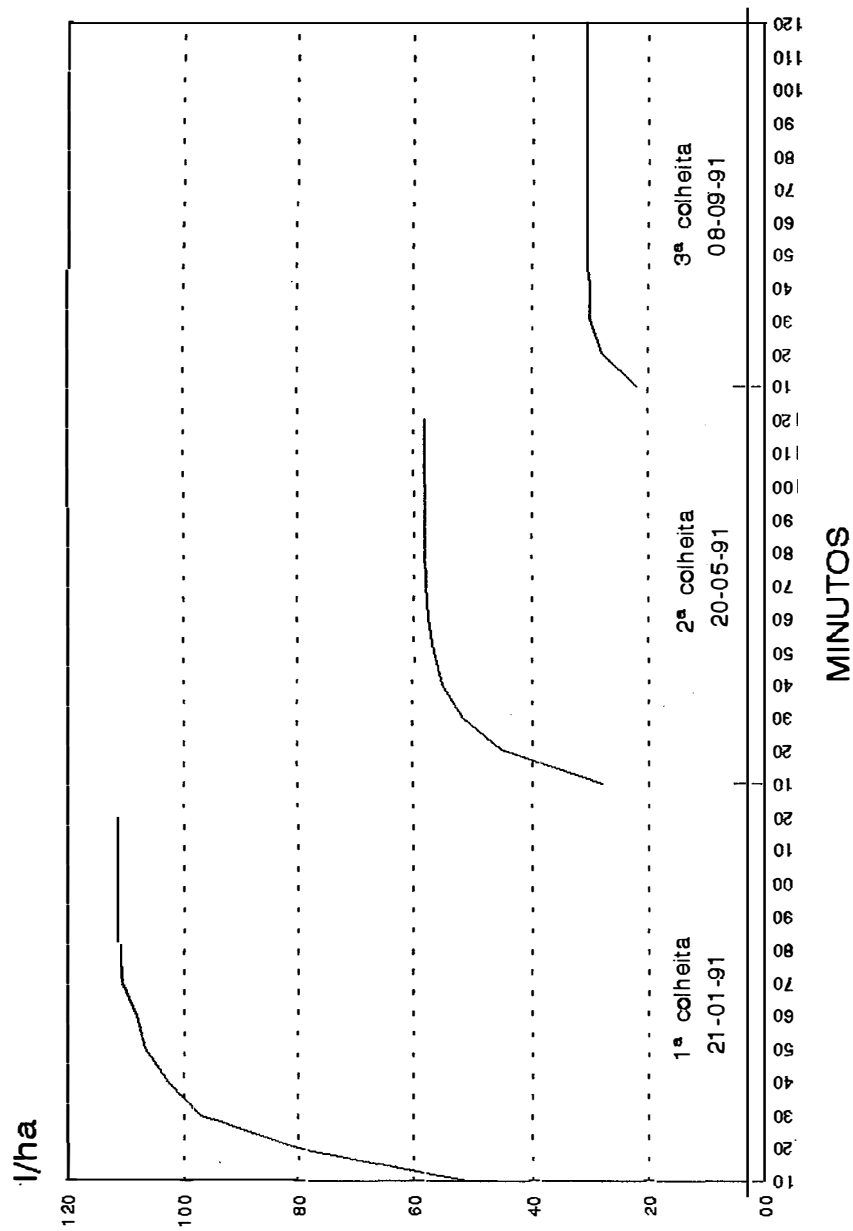


FIGURA 36. Extração média de óleo bruto na destilação por fluxo de vapor, em ramos de menta colhidos com frequência de 120 dias. Médias tomadas a intervalos de 10 minutos.

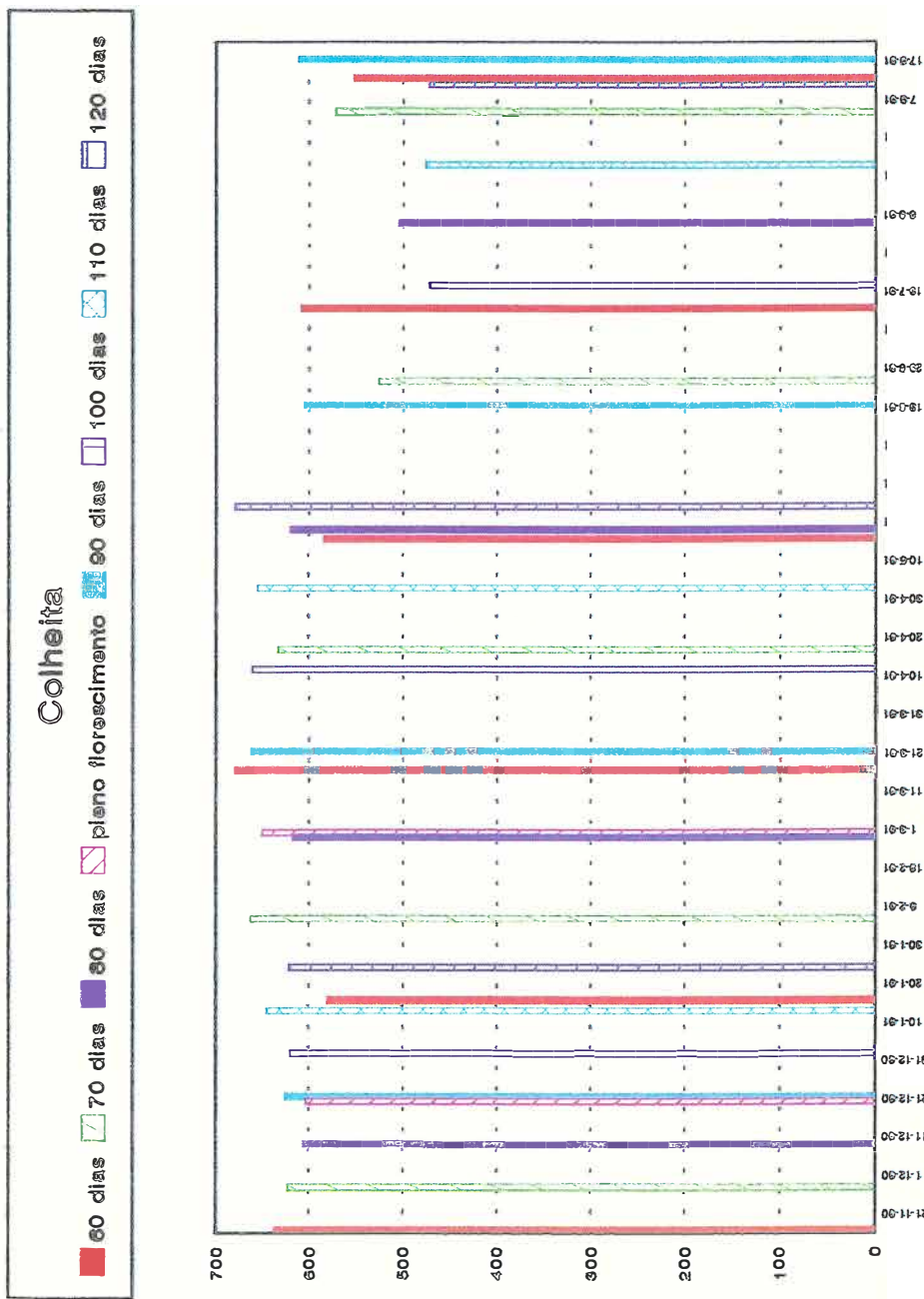


FIGURA 37. Teor de mentol em g/kg de óleo bruto

Na Tabela 6 pode-se observar que os tratamentos com frequência de colheita aos 60 e 70 dias foram os que apresentaram as maiores médias de produção total de mentol (206,8 e 191,9 kg/ha, respectivamente), resultado de um ano de avaliações, diferindo significativamente dos demais.

5. CONCLUSÃO

De acordo com os resultados obtidos pode-se concluir que:

- Intervalos entre colheitas de 60, 70 e 90 dias apresentaram os melhores rendimentos de óleo bruto e mentol cristalizável.

- Os teores de mentol não foram afetados pelas diferentes frequências de colheitas.

Temperatura, radiação solar e insolação exercem um efeito positivo no crescimento, desenvolvimento e na produção de óleo bruto e mentol cristalizável.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS³

ARAÚJO, M.P. Contribuição ao estudo das propriedades físico-químicas do óleo da *Mentha arvensis* cultivada no Paraná. Curitiba: UFPR, 1966. 98p. (Mestrado - Universidade Federal do Paraná).

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE PESQUISAS SOBRE PLANTAS AROMÁTICAS E ÓLEOS ESSENCIAIS (APPA), Campinas. Contribuição para uma bibliografia do gênero *Mentha*. IAC, 1965. 354p.

BELLETTINI, S. Produção e composição mineral da alfafa (*Medicago sativa* L.) em diferentes espaçamentos e densidades. Botucatu, 1994. 95p. (Doutorado - Faculdade de Ciências Agrônômicas/UNESP).

³ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR 6023: Referências Bibliográficas. Rio de Janeiro, 1989. 16p.

BOUVERAT-BERNIER, J.P. Effect of frequency and stage of cutting on yields and quality of the essential oil of Hungarian peppermint. Herba-Gallica, Chemille, v.17, p.49-64, 1989.

BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA. SECRETARIA NACIONAL DE PLANEJAMENTO AGRÍCOLA. Aptidão agrícola das terras do Paraná. Brasília:BINAGRI. 1981. 140p.

BRILHO, R.C. Menta. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, 1969. 34p.

BRITTEN, E.J. & BASFORD, K.E. The effect of temperature on growth, oil yield and oil quality of japanese mint. Annals of Botany, Bangkok, v.58, n.5. p.729-736, 1986.

BURBOTT, A.J.; LOOMIS, W.D. Effects of light and temperature on the monoterpenes of peppermint. Plant Physiology. Corvallis, v.42, p.20-28, 1966.

CHIRIS, E.A. The cultivation of mints. Parfums de France, Mitcham, v.19, p.151-159, 1925.

DONALISIO, M.G.R. As mentas. Campinas: INSTITUTO AGRONÔMICO, s.d. 6p.

- DONALISIO, M.G.R. & DUARTE, F.R. Menta ou hortelã (*Mentha arvensis* L.). In: PEDRO JUNIOR, M.J.; BULISANI, E.A.; POMMER, C.V. Instruções agrícolas para o Estado de São Paulo. 4.ed. Campinas: IAC, 1987. p.146. (Boletim 200).
- ELLIS, N.K. Relation of yield of oil from peppermint (*Mentha piperita*) and the free menthol content of the oil. Journal of the American Society of Horticulture, New York, v.54, p.451-454, 1944.
- EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. Levantamento e reconhecimento dos solos do Paraná. Curitiba: EMBRAPA-SNLCS/SUDESUL/IAPAR, 1984. v.1. 414p. (Boletim Técnico 27).
- ENGLER, A. Syllabus der pflanzenfamilien. Nicolassen, Berlin, 1(9):36-38, 1964.
- FELTRIN, M.A.V. Análise harmônica no estudo das precipitações pluviais no município de Bandeirantes-PR. Piracicaba. ESALQ, 1980. 88p. Dissertação (Mestrado - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"/USP).
- GOMES, F.P. Curso de estatística experimental. 12.ed., São Paulo, Nobel, 1987. 467p.
- GUENTHE, E. The essential oils. New York, D. Van Nostrand Company, Inc., 1949. 777p.

- IAPAR. FUNDAÇÃO INSTITUTO AGRONÔMICO DO PARANÁ. Manual agropecuário para o Paraná. Londrina, 1978. 741p.
- LIMA, A.R. & MOLLAN, T.R.M. Nova variedade de *Mentha arvensis* L. Bragantia, Campinas, p.1-12, 1952.
- MAACK, R. Geografia física do Estado do Paraná. Max Roesner, 1968. 350p.
- PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. Aspectos da cultura da menta no Paraná. Curitiba, 1976. 22p.
- PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. Menta (*Mentha arvensis*). Curitiba, 1978. 39p.
- PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA - DEPARTAMENTO DE ECONOMIA RURAL. Aspectos da cultura da menta no Paraná. Curitiba, 1982. 18 p.
- PARANÁ. SECRETARIA DE ESTADO DA AGRICULTURA E DO ABASTECIMENTO. INSTITUTO DE TERRAS, CARTOGRAFIA E FLORESTAS. Atlas do Estado do Paraná. Curitiba: SEAB/ITCF/UFPR, 1987. 73p.
- RABAK, F. The effect of cultural and climatic conditioner on the yield and quality of peppermint oil. Bulletin Plant Industry. Washington, 80:450-454, 1917.

- RAO, B.R.R. Production potential of improved genotypes of Japanese mint in Andhra-Pradesh. Bulletin Central Institute of Medicinal & Aromatic Plants. Andhra-Pradesh, **32**:147-152, 1988.
- SANTOS, S.R. "Pulegona", composto indesejável da hortelã colorado. O Agrônomo, Campinas, **61**:14-8, 1961.
- SHAH, S.C. & GUPTA, L.K. Response of *Mentha* species to different harvesting intervals. Progressive Horticulture, Almora, **21**: 148-150, 1989.
- SILVA, F.C.M. da. Mineralogia e gênese de uma seqüência de solos no município de Bandeirantes-PR. Lavras:ESAL, 1985. 130p. Dissertação (Mestrado - Escola Superior de Agricultura de Lavras).
- TOPALOV, V & ZHELYAZKOV, V. Effect of harvesting on the yield of fresh material, essential oil, and planting material from *Mentha piperita* L. and *Mentha arvensis* L. Herba-Hungarica, Plovdiv, v.50, p.60-67, 1991.
- WHITE, J.G.H.; ISKANDAR, S.H.; BARNES, M.F. Peppermint effect of time of harvesting on yield and quality of oil. New Zealand Journal of Experimental Agriculture, Canterbury, v.15, p.73-79, 1987.