POLINIZAÇÃO DE *Eucalyptus saligna* SMITH (MYRTACEAE) POR *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA, APIDAE)

IVÂNIA ATHIÉ PACHECO

Orientador: EVONEO BERTI FILHO

Dissertação apresentada à Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Mestre em Ciências Biológicas - Área de Concentração - Entomologia.

PIRACICABA
Estado de São Paulo - Brasil
Outubro - 1982

Ao **Renan**,

pelo apoio, incentivo

e colaboração

e ao meu filho,

Renan,

DEDICO.

AGRADECIMENTOS

Ao Dr. Evoneo Berti Filho, Livre-Docente do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pela dedicada orientação deste trabalho e elaboração do "Summary".

Ao Dr. Paulo Yoshio Kageyama e Dr. Frederico Maximiliano Wiendl, respectivamente, Professor do Departamento de Silvicultura da ESALQ/USP e Chefe da Seção de Entomologia do CENA/USP, pela colaboração na idealização desta pesquisa e durante o seu desenvolvimento.

À Fundação de Amparo à Pesquisa (FAPESP), Companhia Champion de Papel e Celulose S/A, Centro de Energia Nuclear na Agricultura (CENA), Instituto de Pesquisas e Estudos Florestais (IPEF) e aos Departamentos de Silvicultura e Entomologia da ESALQ/USP, que permitiram a realização deste trabalho.

Ao Dr. Sérgio Batista Alves, Livre-Docente do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP, pelas facilidades na obtenção das colmeias.

Ao Dr. Ricardo B. Sgrillo, pesquisador da Secção de Entomologia do CENA/USP e Engenheira Agrônoma Angela Antonia Vitti Kageyama, pelo auxílio prestado na parte estatística.

Ao Sr. Walter Forti, funcionário do Departamento de Entomologia da ESALQ/USP; Srtas.: Rosana Maria Beltrame, Sueli Penteado, Edna Jeremias; Sr. Paulo Yodoval e Sr. Nelson Martinelli, funcionários do Departamento de

Silvicultura da ESALQ/USP; Sra. Vera Lúcia Ávila , funcionária da Secção de Entomologia do CENA/USP, pelos serviços prestados.

À Sra Neide Bombeiro Filet, bibliotecária da ESALQ/USP, pelo auxílio na elaboração das citações bibliográficas.

Aos colegas e amigos, Dra. Maria Judy de M. Ferreira, Engº Agrônomo Sônia Terezinha Juliatto, Dr. Renato Fenili, Engº Agrº Martim Rodrigues Lopes Filho e a todos os colegas do curso de Pós-Graduação, pela amizade e colaboração.

Í N D I C E

LISTA DE TABELAS ..... vii.

LISTA DE FIGURAS ..... x.

RESUMO..... xii.

SUMMARY..... xiv.

1. INTRODUÇÃO..... 1

2. REVISÃO DE LITERATURA..... 3

   2.1. Marcação do pólen..... 3

   2.2. Polinização..... 5

3. MATERIAL E MÉTODOS..... 18

   3.1. Material..... 18

   3.2. Métodos..... 21

      3.2.1. Experimento I..... 21

      3.2.2. Experimento II..... 30

      3.2.3. Experimento III..... 31

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO..... 33

   4.1. Resultados relativos às árvores marcadas.... 33

      4.1.1. Experimento I..... 33

      4.1.2. Experimento II..... 38

      4.1.3. Experimento III..... 45

   4.2. Resultados relativos às abelhas, pólen e coletas de flores..... 48

      4.2.1. Experimento I..... 48

      4.2.2. Experimento III..... 57

Página

4.3. Resultados relativos às coletas de frutos.. 62

4.3.1. Experimento I..... 62

4.3.2. Experimento II..... 70

5. CONCLUSÕES..... 77

6. LITERATURA CITADA..... 79

LISTA DE TABELAS

Tabela		Página
1	Resultados de contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento I, após 1 dia da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.	34
2	Resultados de contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento I , após 2 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.	35
3	Resultados de contagens em cintilador líquido,de material das árvores marcadas no experimento I , após 9 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.	36
4	Resultados de contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento I , após 22 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.	37
5	Resultados das contagens em cintilador líquido,de material das árvores marcadas no experimento II , após 4 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.	39
6	Resultados das contagens em cintilador líquido,de material das árvores marcadas no experimento II , após 7 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$)no tronco.	40
7	Resultados de contagens em cintilador líquido, de material das árvores marcadas no experimento II , após 10 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.	41

Tabela		Página
8	Resultados das contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento II , após 14 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\ ^{32}PO_4$) no tronco.	42
9	Resultados das contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento II , após 18 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\ ^{32}PO_4$) no tronco.	43
10	Resultados das contagens em cintilador líquido de material das 14 coletas realizadas do lado Leste (L) e Oeste (O) da árvore marcada, durante o experimento III (cpm/g).	46
11	Resultados de contagens em cintilador líquido,corrigidos para o dia da coleta, de pólen e abelhas capturadas à entrada das colmeias e que se mostraram marcadas, após 2 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\ ^{32}PO_4$) no tronco de duas árvores do pomar, durante o experimento I.	49
12	Resultados de contagens em cintilador líquido de pólen e abelhas coletadas à entrada das colmeias, e que o pólen e/ou abelha se mostraram marcadas após 9 dias da aplicação solução radioativa ($Na_2H\ ^{32}PO_4$) no tronco de duas árvores do pomar, durante o experimento I.	50

Tabela		Página
13	Resultados obtidos de coletas de abelhas *Apis mellifera* L., nas árvores do pomar, em relação à distância, 22 dias após a aplicação de solução radioativa no tronco de duas árvores do pomar, durante o experimento I.	52
14	Resultados obtidos das coletas de flores do pomar durante o experimento I.	53
15	Resultados obtidos de coletas de flores do pomar, relacionados com a distância da árvore marcada, durante o experimento III.	58
16	Resultados obtidos de coletas de flores do pomar durante o experimento III, relacionados com a época da marcação.	59
17	Dados relativos às coletas de frutos do pomar referentes ao experimento I.....	62
18	Resultados obtidos das análises das sementes referentes ao experimento I	63
19	Média do número de sementes por fruto em relação às distâncias das colmeias, referentes ao experimento I.	68
20	Dados relativos às coletas de frutos do pomar referentes ao experimento II.....	71
21	Resultados obtidos de análises das sementes referentes ao experimento I.....	71
22	Média do número de sementes por fruto em relação às distâncias das colmeias referentes ao experimento II.	73

LISTA DE FIGURAS

Figura		Página
1	Mapa do Horto Areia Branca, Município de Casa Branca, SP, com a indicação em hachurado da área onde se instalou o experimento.	19
2	Caçador de pólen adaptado à entrada das col - meias.....	20
3	Croqui da localização das colmeias e árvores marcadas nos diferentes experimentos	23
4	Aplicação de solução radioativa no tronco de *Eucalyptus saligna* Smith.	24
5	Vedação do orifício após a aplicação de solução radioativa.	25
6	Árvore após aplicação de solução radioativa no tronco	26
7	Método de coleta de flores abrangendo todo o pomar em linhas alternadas	29
8	Gráfico da equação Y = 96,075 - 0,127 x, da porcentagem de árvores que apresentaram flo - res marcadas, em função da distância da fonte radioativa, no experimento I. (r = -0,974)...	55
9	A) Gráfico da equação $\hat{y} = 8,017.e^{0,178t}$ relativa ao período de maior dispersão do pólen da árvore marcada (r = 0,991).	61
	B) Gráfico da equação $\hat{y} = 758,858.e^{-0,176t}$ relativa ao período da queda da dispersão do pólen da árvore marcada (r=0,950).	61

Figura		Página
10	Gráfico da equação $\hat{y}=2,522+0,434x$, das médias do número de sementes por fruto das cinco coletas realizadas durante o experimento I ($r = 0,860$)	66
11	Gráfico da equação $\hat{y} = 280930,7 + 31646,7x$, dos números de sementes por quilograma das cinco coletas realizadas durante o experimento I ($r = 0,847$).	67
12	Gráfico das médias do número de sementes por fruto em relação a distância das colmeias, das cinco coletas realizadas durante o experimento I.	69
13	Gráfico das médias do número de sementes por fruto em relação às distâncias das colmeias, das cinco coletas realizadas durante o experimento II.	74

POLINIZAÇÃO DE *Eucalyptus saligna* SMITH (MYRTACEAE) POR *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA, APIDAE)

Ivânia Athié Pacheco

Evoneo Berti Filho
- Orientador -

RESUMO

Com o objetivo de marcar os grãos de pólen de *Eucalyptus saligna* Smith (Myrtaceae), injetou-se uma solução contendo o radioisótopo ^{32}P ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco de árvores de um Pomar de Sementes durante a época do florescimento, em três anos consecutivos. Através da introdução de colmeias de *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae), estudou-se o raio de ação das abelhas e o seu efeito em polinização e produção de sementes. Verificou-se que as abelhas foram efetivas nas proximidades das colmeias, decrescendo após 100 metros de distância, mas sendo considerável até a distância máxima estudada de 350 metros. Constatou-se aumento no número de sementes por fruto e número de sementes por quilograma, após a introdução das colmeias.

O radioisótopo ^{32}P se distribuiu irregularmen -

te, mas de modo amplo na copa das árvores marcadas, sendo o método de marcação viável para estudos de dispersão de pólen e seu transporte por insetos.

POLLINATION OF *Eucalyptus saligna* SMITH (MYRTACEAE) BY *Apis mellifera* L., 1758 (HYMENOPTERA, APIDAE)

Ivânia Athiê Pacheco
- Author -

Evoneo Berti Filho
- Adviser -

SUMMARY

This research deals with the pollination of *Eucalyptus saligna* Smith (Myrtaceae) by *Apis mellifera* L., 1758 (Hymenoptera, Apidae) with labeled pollen. The pollen was labeled by injecting an isotope ^{32}P ($Na_2H^{32}PO_4$) solution into the trunk of *E. saligna* trees from a Seed Orchard, during the blooming time, for three successive years. Beehives were placed in the Seed Orchard to study the flight range of the bees and their influence on pollination and seed production. The data obtained showed the efficiency of the bees in promoting the cross pollination. The highest activity of the bees was in the surroudings of the hives up to 100 m and decreasing thereafter, though still considerable at a maximum distance of 350m. There was an increase in the number of seeds per fruit and in the number of seeds per kilogram after the beehives were introduced.

The isotope ^{32}P was irregularly but extensively distributed in the crown of the labeled trees. This method of labeling is viable for the studies of pollen dispersion and transportation by the insects.

1. INTRODUÇÃO

A eficiência da abelha *Apis mellifera* L. como agente polinizador, resultando em benefícios quantitativos e qualitativos, já foi comprovada para várias culturas de importância econômica, sendo que a introdução de colmeias na época do florescimento é técnica recomendada e freqüente em vários países.

As abelhas são citadas como um dos principais transportadores de pólen em espécies de eucaliptos. Nesta cultura a polinização é essencialmente entomófila sendo a polinização cruzada altamente importante para espécies alógamas,tais como a maioria das espécies de eucaliptos.

Estudos sobre a introdução de colmeias e comportamento da abelha em pomar de sementes de eucaliptos assumem importância porque, apesar de *Apis mellifera* L. ser constantemente citada como freqüente visitante das flores de euca

liptos, pouco ainda se sabe sobre seus hábitos e eficiência como agente polinizador nessas espécies. Também a utilização de espaçamentos amplos entre os eucaliptos, com a finalidade de aumentar a produção de sementes por árvores, tem provocado uma queda na quantidade de sementes por fruto, sugerindo a ineficiência da polinização cruzada ou o aumento da ocorrência de autofecundações.

O radioisótopo ^{32}P, que tem sido utilizado com eficiência para a marcação de pólen de várias espécies vegetais, foi usado no presente trabalho com a finalidade de determinar o alcance de vôo e a eficiência da abelha *Apis mellifera* L., como agente polinizador e o efeito da introdução de colmeias na produção e qualidade de sementes de *Eucalyptus saligna* Smith.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1. MARCAÇÃO DE PÓLEN

COLWELL (1951) estudou o padrão de distribuição de grãos de pólen em coníferas, marcando-os com o radioisótopo ^{32}P em condições de laboratório. Após a marcação, procurou determinar se houve alteração em suas características e concluiu que não houve mudanças apreciáveis na forma, tamanho, estado de agregação e peso dos grãos de pólen tratados, quando comparados com os não tratados.

GRAHAM JR. (1957) fez experimentos de marcação de pólen, injetando ^{32}P no tronco de espécies decíduas e coníferas. As marcações foram feitas retirando-se discos da casca e colocando-se a solução contendo ^{32}P em contato com a seiva, através de seringa e pelo método de GRAHAM (1954), inserindo-se no tronco frascos contendo solução radioativa. Verificou

que em plantas decíduas, antes da queda das folhas, o movimento do ^{32}P é lento e irregular, enquanto que em coníferas se distribui amplamente através da planta, mas não uniformemente entre os galhos. Concluiu que o pólen de coníferas pode ser marcado através de ^{32}P introduzido dentro do tronco ou dos galhos.

KOSKI (1970), com a finalidade de verificar o papel da autopolinização e autofertilização em *Pinus silvestris*, marcou os grãos de pólen de árvores dessa espécie, utilizando como agente marcador o radioisótopo ^{32}P. Fez seis orifícios ao redor dos troncos das árvores que selecionou para o experimento e aplicou solução aquosa de ortofosfato contendo ^{32}P. Após uma semana fez novos orifícios entre os já existentes, fazendo nova aplicação de solução radioativa.

CHARRIER (1971) marcou cafeeiros (*C. canephora* e híbridos de *congusta*) aplicando injeções de soluções contendo ^{32}P ou ^{35}S na base do tronco, fazendo reaplicações periódicas. Pesquisou os pólens radioativos produzidos pelos cafeeiros marcados encontrados sobre os estigmas das flores dos cafeeiros circunvizinhos.

MASSAUX *et alii* (1976) verificaram a distribuição dos grãos de pólen do cacaueiro, realizando marcação das flores através de métodos de marcação externa e interna. O primeiro método constou da deposição de uma gota de solução radioativa contendo ^{32}P com atividade aproximada de 5 mCi/ml sobre cada flor recentemente aberta. A marcação interna con-

sistiu na raspagem superficial dos pedúnculos de um certo número de botões florais prestes a abrir e a seguir da deposição de duas gotas da solução marcadora, tapando-se o local firmemente com massa.

THOR *et alii* (1976) utilizaram ^{32}P para marcação de grãos de pólen em um pomar de sementes de *Liriodendron tulipifera*. Fizeram três furos no tronco de uma árvore a aproximadamente 60 cm do nível do solo, tapando-se cada furo com uma cortiça a qual continha um orifício pelo qual passava um tubo plástico ligado em outra extremidade a um recipiente de um litro de capacidade contendo solução de H_3PO_4HCl. A atividade total utilizada foi de 100 mCi aplicado em três dias consecutivos. Concluíram que o ^{32}P injetado dentro do tronco de árvores em solução aquosa pode ser usado para marcar insetos carregadores de pólen de uma árvore fonte para uma árvore receptora.

2.2. POLINIZAÇÃO

WALSTROM (1958) conduziu experimentos determinando os efeitos da polinização de *Apis mellifera* L. na produção de sementes do trevo vermelho (*Trifolium rubrum*), no Estado de Iowa, instalando colmeias na cultura. Encontrou diferenças significativas na produção de sementes, esta decrescendo com o aumento da distância das colmeias. Concluiu que de-

vem ser colocadas colmeias de *Apis mellifera* L. em culturas de trevo vermelho nas condições de Iowa, sendo que a eficiência máxima de polinização ocorre até à distância de 121,92 m das colmeias.

NOGUEIRA NETO *et alii* (1959) realizaram ensaios com a variedade bourbon de *Coffea arabica* L., fornecendo informações sobre a produção de cafeeiros protegidos dos insetos polinizadores e não-protegidos. *Apis mellifera* L. foi a espécie encontrada com maior freqüência coletando néctar e pólen. Notaram que em cinco dos seis anos analisados houve uma tendência para maiores produções nas plantas sem proteção, e portanto visitadas por insetos. Os dados obtidos indicaram, também, melhor frutificação nas plantas sem proteção.

AMARAL (1960) realizou um ensaio no qual comparou a frutificação de ramos de cafeeiro caturra, cobertos, de modo a impedir a visitação dos insetos, com a frutificação dos ramos deixados livres. As médias gerais obtidas das porcentagens de frutificação dos ramos cobertos e descobertos foram , respectivamente, 61,7% e 75,3%, dando uma diferença de 13,6% a favor dos descobertos, indicando que os insetos devem ter favorecido a polinização e aumentado o número de frutos formados.

LEVIN (1960) comparou a utilização da raça Cordovan de *Apis mellifera* L., geneticamente marcada, com abelhas caucasianas marcadas através do radioisótopo ^{32}P na alimenta

ção, a fim de verificar a efetividade das duas técnicas em experimentos de campo. Colocou 10 colmeias de abelhas marcadas e 10 colmeias da raça Cordovan em campo florido de produção de sementes de alfafa e coletou abelhas a várias distâncias das colmeias. Observou que as duas raças de abelhas comportaram-se de modo semelhante em relação à distância, sendo que a porcentagem de abelhas coletadas diminuiu com o aumento da distância do apiário. Afirmou que estudos que requerem a identificação de abelhas no campo, provenientes de colônias experimentais, podem provavelmente utilizar-se de um ou dos dois métodos de marcação, sem afetar os resultados.

GUIMARÃES e KERR (1961) utilizaram uma cabana para isolamento de um ramo de *Eucalyptus alba* na qual foi colocado um núcleo de abelhas logo que as flores começaram a abrir. Observaram que os resultados obtidos foram muito superiores aos obtidos para *E. alba* por outros autores, através de polinização manual. Com as sementes obtidas neste trabalho, produziram mudas, obtendo 91 indivíduos provenientes de autofecundação. As mensurações de altura, comparadas com as de outro lote proveniente de polinização aberta, mostraram uma redução significativa no vigor das árvores originadas de autopolinização.

LEE (1961) utilizou-se de *Apis mellifera* L., marcadas através de fornecimento de xarope de açúcar contendo ^{32}P, e abelhas da raça Cordovan, a fim de observar a distribuição de abelhas provenientes de colmeias instaladas em cam-

pos de mirtilos e em pomar de maçãs. Concluiu que as abelhas não se distribuem ao acaso na área entre apiários, mas sim de acordo com a quantidade de alimento disponível, concentrando-se principalmente nas proximidades de suas colmeias. Obteve regressão linear negativa entre o número de abelhas observadas e a distância das colmeias. Abelhas Cordovan e radioativas foram encontradas a até 4.022 metros de distância das colmeias, em campos de mirtilos.

LEVIN (1961) conduziu experimento com colônias de *Apis mellifera* L. marcadas, utilizando a raça Cordovan e a raça caucasiana, marcada com xarope de açúcar contendo ^{32}P. As colmeias foram introduzidas em campo de alfafa em florescimento, com o intuito de determinar o padrão de dispersão das abelhas. Estabeleceu pontos de coleta a várias distâncias do local de colocação das colmeias nas direções norte, sul, leste e oeste. Encontrou maior número de abelhas marcadas trabalhando nos pontos de coleta mais próximos às colmeias em todas as direções, com exceção do norte, onde o florescimento da alfafa se apresentou menos atrativo no ponto de coleta mais próximo (aproximadamente 100 m). Foram encontradas abelhas marcadas até a distância de, aproximadamente, 1.462 m das colmeias.

LEE (1965) estudou a relação existente entre a distância da fonte de alimento e a intensidade de atividade das campeiras de *Apis mellifera* L. em campos de mirtilos e pomar de maçãs, utilizando abelhas marcadas geneticamente e mar

cadas através de ^{32}P ou ^{131}I, fornecidos na alimentação através de xarope de açúcar. Concluiu que a atração das abelhas por uma fonte de alimento decresce rapidamente com o aumento da distância entre a fonte e o apiário.

McGREGOR *et alii* (1965) conduziram um experimento com a finalidade de determinar a relação existente entre o número de visitas de *Apis mellifera* L. às flores de melão (*Cucumis melo* L. var. *reticulatus* Naud) e a frutificação. Obtiveram dados de flores ensacadas de modo a excluir insetos polinizadores, flores ensacadas e expostas a número predeterminado de visitas de abelhas e flores mantidas em polinização aberta. Os resultados mostraram que a frutificação e a produção de frutos comerciáveis foram correlacionados com cerca de 13 a 14 visitas de abelhas por flor. Foram obtidas correlações significativas entre visitas de abelhas e número de sementes produzidas e entre sementes e peso dos melões, indicando que quanto maior o número de visitações recebidas pelas flores, maior a chance de se obter melões comerciáveis.

WOLFENBARGER (1965) verificou que aboboreiras da cultivar Baby Crookneck em polinização livre (não engaioladas) produziram cinco vezes mais frutos do que plantas engaioladas. Em um outro teste instalou 20 colônias de *Apis mellifera* L. na cultura de abóboras, observando a produção em relação à distância das colmeias, comprovando que houve decréscimo na produção, conforme aumentava a distância das colmeias. Pesquisou também a influência do número de colmeias por acre

de cultura, obtendo indicações de aumento de produção com o aumento do número de colônias.

ADLERZ (1966) controlou o número de visitas de *Apis mellifera* L. às flores de melão da variedade Charleston Gray, determinando o número necessário de visitas para polinizar uma única flor. Manteve também flores em polinização aberta e realizou polinização manual em outras, comparando os resultados. Observou que pelo menos oito visitas de *Apis mellifera* L. são requeridas para desenvolvimento normal dos frutos, apesar de ter notado algum desenvolvimento de frutos mesmo após uma única visita à flor. Não encontrou frutificações em flores que não receberam visitas de abelhas. O número de frutificações obtido por polinização manual foi igual do de polinização aberta, e as produções foram um pouco maiores.

AMARAL e MITIDIERI (1966) conduziram um experimento verificando a produção em aboboreiras protegidas da ação de polinizadores por gaiolas e em plantas em polinização livre. Verificaram que as abelhas irapuás [*Trigona (trigona) ruficrus* Latr.] e *Apis mellifera* L. constituíram os principais insetos polinizadores. Constataram que a polinização da aboboreira é essencialmente entomófila, sendo que as porcentagens de frutificação das flores engaioladas e em polinização livre foram respectivamente 0,0% e 76,9%.

FREE (1970) comentou que as abelhas são polinizadores mais eficientes do que outros insetos e que, de acordo com Lewis e Smith (1969), mesmo presentes em número infe-

rior a outros insetos, podem ser responsáveis pela maior parte da polinização. Afirmou que proporção de campeiras que visitam uma cultura pode ser grandemente aumentada não se levando colônias para a cultura até que se inicie o florescimento, porque se a instalação for anterior ao início do florescimento, muitas campeiras se tornam condicionadas a visitar outras espécies de flores na localidade. As culturas utilizadas nesses experimentos incluem *Vicia faba*, *Papaver samniferum*, *Prunus persica*, *Prunus avium*, *Pyrus malus*, *Lotus corniculatus*, *Medicago sativa*, *Trifolium pratense* e *Brassica nigra*. Argumentou que é difícil estabelecer o número de colônias necessárias para uma dada área de cultura, sendo que a estimativa deve levar em conta o tamanho das colônias, a atratividade da cultura, o número de insetos polinizadores, incluindo abelhas já presentes, o comportamento das abelhas na cultura e, logicamente, se as flores necessitam de polinização cruzada.

AMARAL (1972) determinou o raio de ação de *Apis mellifera* L. em cafezal florido utilizando o radioisótopo ^{32}P na marcação de duas colmeias e verificou a coleta de pólen por essas abelhas, antes, durante e após a florada do cafezal. As abelhas foram marcadas com solução contendo ^{32}P adicionada a um xarope de açúcar colocado em alimentadores no interior das colmeias. Os resultados obtidos indicaram que as abelhas trabalham nas flores do cafeeiro especialmente nas proximidades de suas colmeias, possuindo atividade decrescente e sendo considerável até a 100 m de distância das colmeias. Es-

tudou também a produção de cafeeiro (*Coffea arabica* L.) variedade de Novo Mundo na presença e ausência de insetos polinizadores. Os dados confirmaram que *Apis mellifera* L. desenvolveu um bom trabalho nas flores dos cafeeiros e recomenda o emprego de grupos de colmeias distantes 100 m uns dos outros, em cafezais prestes a florir.

BENEDEK e GAÁL (1972) comprovaram que a produção de sementes de cebola (*Allium cepa* L.) foi significativamente maior em inflorescências não engaioladas do que em engaioladas, de modo a excluir os polinizadores, em campos onde introduziram colmeias. Observaram que o peso de 1.000 sementes e o número de semente por cápsula, das plantas engaiola - das e não-engaioladas, não diferiu significativamente. Não encontraram relação entre a densidade de abelhas observadas e a distância das colmeias. Os resultados obtidos mostraram que a polinização por insetos é quase que indispensável para cultura de cebolas, desde que a exclusão dos insetos resulta em grande redução na produção de sementes em condições de campo.

KAUFFELD e WILLIAMS (1972) verificaram a efetividade de *Apis mellifera* L. em pepino (*Cucumis sativus* L.), comparando a produção de plantas engaioladas com e sem abelhas e plantas descobertas. Os resultados mostraram que a produção e a qualidade de pepinos melhorou com a atuação das abelhas.

BREWER (1974) obteve dados da produção de sementes e frutos em plantas de melão (*Colocynthis citrullus*) engaioladas com colônia de *Apis mellifera* L., engaioladas ex-

cluindo polinizadores e descobertas. Encontrou que o peso, mas não o número dos melões, e tanto o número como o peso das sementes maduras por melão, foram significativamente maiores nos blocos de plantas visitadas por abelhas do que naqueles onde as abelhas foram excluídas. Os resultados mostraram que os polinizadores são necessários para produção comercial de sementes de melão e altas populações de abelhas não pareceram melhorar a produção desde que os resultados obtidos de sementes e frutos relativos às plantas engaioladas com abelhas e das plantas descobertas não diferiu significativamente.

HODGSON (1974) encontrou que árvores de eucaliptos de 18 meses de idade, originadas de autopolinização, foram significativamente menores em altura, quando comparadas com árvores originadas de cruzamento. Numerosos testes de sementes, mostraram que os resultados obtidos para sementes provenientes de autopolinização foram inferiores, quando comparados com aqueles obtidos para sementes formadas através de cruzamento.

ERICKSON (1975) analisou a produção de 3 cultivares de soja [*Glycine max* (L.) Merr.] em blocos engaiolados com *Apis mellifera* L., blocos tratados com inseticidas excluindo os insetos e blocos abertos sem aplicação de inseticidas. A atividade das abelhas resultou em aumentos significativos na produção de dois dos três cultivares de soja estudados.

KAUFFELD *et alii* (1975) comprovaram a eficiência de *Apis mellifera* L. para produção de pepinos *Cucumis sativus* L., comparando a produção em grupos de plantas engaiola

das com abelhas, engaioladas sem abelhas e descobertas. Os resultados mostraram que a quantidade e a qualidade dos frutos foi superior nas plantas engaioladas com abelhas.

KENDALL e SMITH (1975) observaram abelhas do gênero *Apis* e mamangavas do gênero *Bombus* em campos de feijão (*Vicia faba* L.), comparando a formação de vagens de flores visitadas por esses insetos com a formação em flores não visitadas e flores polinizadas a mão. Concluíram que as flores polinizadas a mão e visitadas por abelhas produziram, significativamente, mais vagem do que as não visitadas e não notaram diferença significativa entre a eficiência de polinização de *Apis* e *Bombus*.

MOFFETT e RODNEY (1975) testaram a produção de limoeiros engaiolados com abelhas, engaiolados sem abelhas e descobertos de modo a permitir livre visitação por abelhas. Nas árvores engaioladas com abelhas e nas descobertas a produção foi respectivamente 20% e 19% superior em peso, em relação aos limoeiros engaiolados sem abelhas.

HODGSON (1976) notou que *Apis mellifera* L., não visitava freqüentemente flores emasculadas de *Eucalyptus grandis* e que 84% das visitas das abelhas às flores eram feitas durante os dois primeiros dias após a antese. Observou que as flores não emasculadas e que provavelmente foram polinizadas por abelhas, produziram 8 sementes por cápsula, enquanto que a produção de flores emasculadas, que resultou principalmente

da polinização por outros agentes, foi de 4 sementes por cápsula.

KENDALL e SMITH (1976) determinaram o valor da polinização das abelhas *Apis mellifera* L. e *Bombus* spp. para *Phaseolus coccineus* L., comparando as produções de vagens, provenientes de flores onde observaram visitações de abelhas, com vagens formadas sem a visitação de abelhas e através de polinização manual. Verificaram que as flores visitadas por abelhas e polinizadas à mão, produziram significativamente mais vagens do que as não visitadas, sendo que a polinização manual resultou em maior número de vagens. Não encontraram diferenças significativas entre a atuação de *Apis mellifera* e a de *Bombus* spp.

LANGRIDGE *et alii* (1976) comprovaram a importância da *Apis mellifera* L. na produção e formação de sementes em pereiras na Austrália, comparando árvores engaioladas durante o período do florescimento e árvores expostas à visitação de insetos. Constataram que *Apis mellifera* L. foi o principal inseto observado visitando as flores e constituíram o meio mais efetivo de transporte de pólen de flor para flor.

McGREGOR (1976), através de revisão sobre polinização, comprovou o valor de *Apis mellifera* para várias culturas tais como: alfafa, trevos, girassol, amendoim, feijões, sisal, linho, algodão, rabanete, cebola, alface, cenoura, aipo, beterraba, aspargo, chicória, cebolinha, pepino, brássicas, moranguinho, cereja, groselha, goiaba, macadâmia, manga,

melão, mamão, maracujá, pêssego, abóbora, etc. Muitos autores recomendam a introdução de colmeias em várias culturas, no início do florescimento, sendo que as recomendações são muito variáveis.

EWIES e EL-SAHHAR (1977), em experimentos realizados no Egito, estudaram a influência dos insetos polinizadores, comparando a produção de uma área de *Allium cepa* exposta aos insetos com a produção de uma outra área cujas umbelas foram cobertas de modo a impedir a visitação. *Apis mellifera* L. foi o principal inseto polinizador observado, cuja visitação resultou em aumento significativo na porcentagem de formação das sementes, peso de sementes por umbela, produção de sementes por planta e porcentagem de germinação das sementes.

AMARAL e ALVES (1979) evidenciaram que, segundo vários autores, as abelhas da espécie *Apis mellifera* L. são importantes polinizadores para culturas de abacate, melancia, melão cantaloupe, pêra, maçã, pêssego, abóbora, cebola, chu - chu, feijão fava, pepino, rabanete, repolho, alfafa, trevos, feijões, soja, algodão, café e girassol.

CARON (1979) citou trabalhos de vários autores, ressaltando a importância de *Apis mellifera* L. na polinização, resultando em aumento na produção de sementes em espécies híbridas de girassol possuindo autocompatibilidade média a baixa; produções satisfatórias de sementes de algodão e aumento na produção de mirtilos, melões e pepinos.

WALLER (1980) comentou que as recomendações pa

ra instalação de colmeias geralmente variam de 1/2 a 5 colmeias por acre, mas que o critério efetivo é avaliar o número de abelhas que trabalham na cultura e não em outras plantas atrativas da área. Afirmou que a instalação das colmeias deve coincidir com o início do florescimento, pois se a instalação for precoce, as abelhas podem visitar outras plantas e falhar na polinização da cultura, ao passo que se a instalação for tardia, a produção do campo pode ser reduzida devido a polinização inadequada das primeiras flores.

ALVES *et alii* (1981) introduziram duas colmeias de *Apis mellifera adansoni* em uma área experimental de cebola de 0,26 ha e compararam a produção de sementes em umbelas protegidas dos insetos por uma rede de tule, com a produção em umbelas mantidas sem qualquer proteção. Os números médios de sementes obtidas nas umbelas desprotegidas e protegidas foram respectivamente 823,9 e 366,6, evidenciando um aumento de produção de 124,74% na presença dos insetos polinizadores.

PARKER (1981) não encontrou diferença significativa no conteúdo em óleo em sementes de girassol oriundas de plantas protegidas da ação dos insetos e plantas descobertas, mas notou uma leve tendência para maior quantidade de óleo nas sementes originadas de flores polinizadas por abelhas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. MATERIAL

A pesquisa foi realizada num Pomar de Sementes Clonal de *Eucalyptus saligna* Smith, de 0,92 ha de área e espaçamento 10 m x 10 m, situado no Horto Areia Branca, Município de Casa Branca, SP, pertencente à Companhia Champion de Papel e Celulose S/A (Figura 1).

Utilizou-se colmeias do tipo Langstroth com aproximadamente 50.000 abelhas da espécie *Apis mellifera* L. em cada uma, sendo instaladas 4 colmeias em cada um dos dois primeiros anos do experimento (1979 e 1980).

Para coleta de pólen à entrada das colmeias, utilizou-se de um caçador de pólen, que consistiu de 2 telas paralelas de malhas quadradas de 0,5 cm de lado e distancia - das de 1 cm, montadas em um quadro de madeira, adaptado à

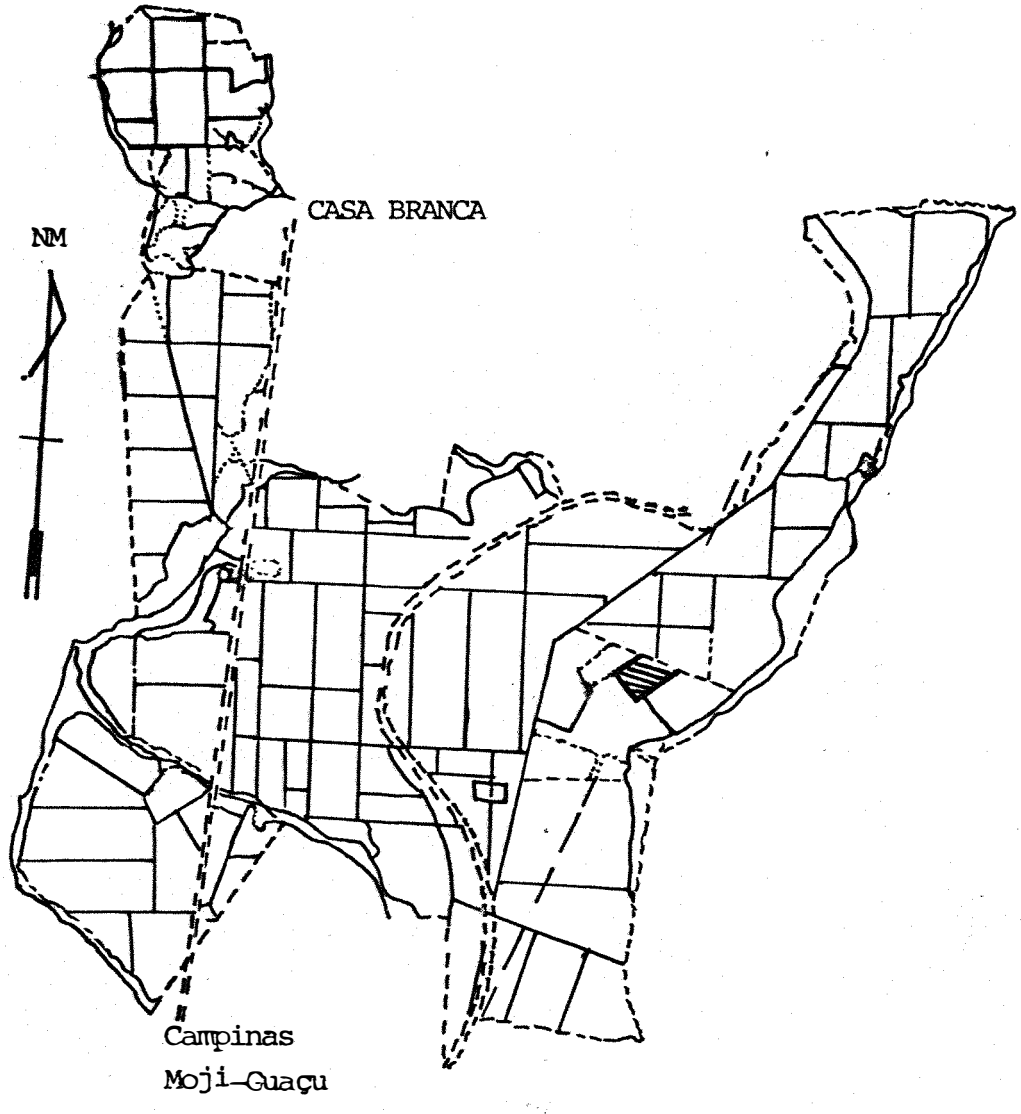

Figura 1 - Mapa do Horto Areia Branca, Município de Casa Branca, SP, com a indicação em hachurado da área do Pomar onde se instalou o experimento (Área total - 2.453,42 ha; área do pomar: 0,92ha).

entrada das colmeias, contendo um receptor de pólen logo abaixo (Figura 2).

Figura 2 - Caçador de pólen adaptado à entrada das colmeias.

Utilizou-se solução de fosfato ácido de sódio na forma $Na_2H^{32}PO_4$ para marcação das árvores. As dosagens aplicadas foram 6,0 ml com atividade de 50,15 mCi; 8,0 ml com atividade de 41,195 mCi e 4,0 ml com atividade de 47,635 mCi; no primeiro, segundo e terceiro ano de marcação, respectivamente.

3.2. MÉTODOS

O trabalho foi realizado em três anos consecutivos: 1979, 1980 e 1981, que foram denominados por experimentos I, II e III, respectivamente.

3.2.1. EXPERIMENTO I

Instalou-se quatro colmeias de *Apis mellifera* L. no dia 10/10/79 em um Pomar de Sementes Clonal de *Eucalyptus saligna* Smith, na época de seu maior florescimento. O ponto de instalação das colmeias foi previamente escolhido, levando-se em conta as falhas do pomar (Figura 3).

Aplicou-se solução contendo fósforo radioativo no tronco de duas árvores em florescimento localizado nas proximidades das colmeias. Utilizou-se para marcação das árvores 6,0 ml de $Na_2H^{32}PO_4$, contendo atividade de 50,15 mCi, sendo aplicado 1,5 ml correspondendo a 12,54 mCi na árvore nº 53 e 4,5 ml correspondendo a 37,67 mCi na árvore nº 7 (Figura 3).

As árvores nºs. 53 e 7 tinham aproximadamente 5 e 10 m. de altura, respectivamente.

A árvore nº 53 foi marcada fazendo-se 2 orifícios no tronco a 0,50 m. do solo. A marcação da árvore nº 7 foi realizada fazendo-se 2 orifícios no tronco, um a 0,90 m e outro a 1,15 m do solo em uma das bifurcações da árvore e em

outra ramificação foram feitos 2 orifícios sendo um a 1,0 m e outro a 0,90 m do solo. Os orifícios foram feitos com o auxílio de uma sonda a uma profundidade de aproximadamente 5 cm.

A solução foi injetada através de seringa,sendo os furos vedados a seguir com massa de epoxi e fita adesiva (Figuras 4, 5 e 6).

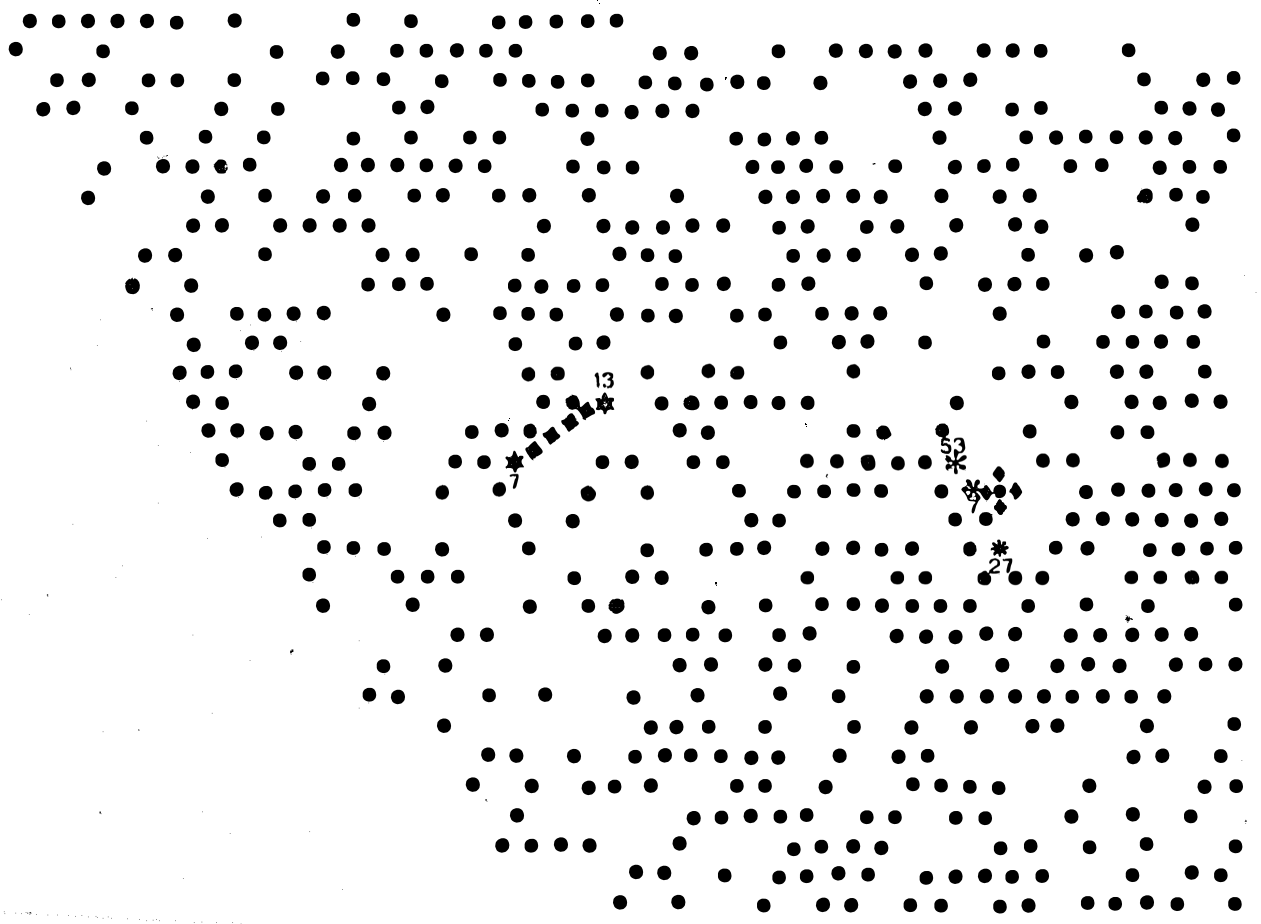

Figura 3: Croqui da localização das colmeias e árvores marcadas nos diferentes experimentos.

- ● Árvores do Pomar
- ◆ Colmeias do Experimento I
- ✱ Árvores marcadas no Experimento I(53 e 7)
- ■ Colmeias do Experimento II
- ✸ Árvores marcadas no Experimento II (7 e 13)
- ✱ Árvores marcadas no Experimento III (27)

Figura 4 - Aplicação de solução radioativa no tronco de *Eucalyptus saligna* Smith.

Figura 5 - Vedação do orifício apos a aplicação de solução radioativa.

Figura 6 - Árvore após aplicação de solução radioativa no tronco.

Fez-se coletas do material das árvores marcadas (flores e folhas) nos dois dias subseqüentes e, após verificação de que as flores estavam marcadas, coletou-se flores em linhas alternadas, abrangendo todo o pomar (Figura 7). Coletou-se abelhas e pólen à entrada das colmeias e abelhas em todas as arvores do pomar onde foram encontradas visitando as flores. Anotou-se a procedência de cada amostra obtida.

Separaram-se os estames e pistilos das flores obtidas de cada árvore e retirou-se o pólen das corbículas das abelhas que estavam carregadas. Colocou-se, isoladamente, abelhas, pólen, estames e pistilos obtidas de cada árvore, abelhas e pólen capturadas à entrada das colmeias e flores e pedaços de folhas das árvores marcadas nos frascos de cintilação contendo 10 ml de solução cintiladora (5,0 g de PPO + 1 ℓ de tolueno), fazendo-se contagens no cintilador líquido por um minuto. Foram considerados marcados os materiais das árvores nº 7 e 53 e flores do pomar que apresentaram 50 c.p.m. ou mais e abelhas e pólen com 45 c.p.m. ou mais (background).

Adotou-se o método de contagem através de cintilador líquido por apresentar maior eficiência, conforme comprovado por NASCIMENTO Fº e WIENDL (1972) que compararam o sistema Geiger-Müller com janela e cintilador líquido para detecção de *Apis mellifera* L. marcados com ^{32}P. Concluíram que o sistema de cintilação líquido é perfeitamente possível e aconselhável, porque permite maior eficiência na detecção das amostras com menor radioatividade.

Por ocasião da frutificação fez-se cinco coletas de amostras de frutos (a cada intervalo de $\pm$ 40 dias), utilizando-se o mesmo método de linhas alternadas da coleta de flores. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos ,

flores. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos, fazendo-se a identificação de cada árvores, e mantidas em câmara úmida até o procedimento das análises. Obteve-se o peso total e o peso de 100 frutos de cada amostra. Procedeu-se a secagem dos frutos e extração das sementes, mantendo-as a seguir em câmara seca por cerca de 30 dias para uniformização da umidade entre as amostras. Obteve-se o peso das sementes de cada amostra e realizou-se testes de pureza e umidade para os cinco lotes de sementes obtidos, segundo as Regras para Análises de Sementes (1976).

Executou-se teste de χ^2 correlacionando-se a porcentagem de abelhas encontradas marcadas e não-marcadas com a distância das árvores fontes e fez-se análises de Regressão linear, relacionando-se a porcentagem de árvores que apresentaram flores marcadas com a distância das árvores fontes. Realizou-se análises de regressão linear para os números médios de sementes por fruto e para os números de sementes por quilograma das cinco coletas de frutos. Obteve-se análise de variância em blocos casualizados para a média do número de sementes por fruto das cinco coletas em relação às distâncias das colmeias.

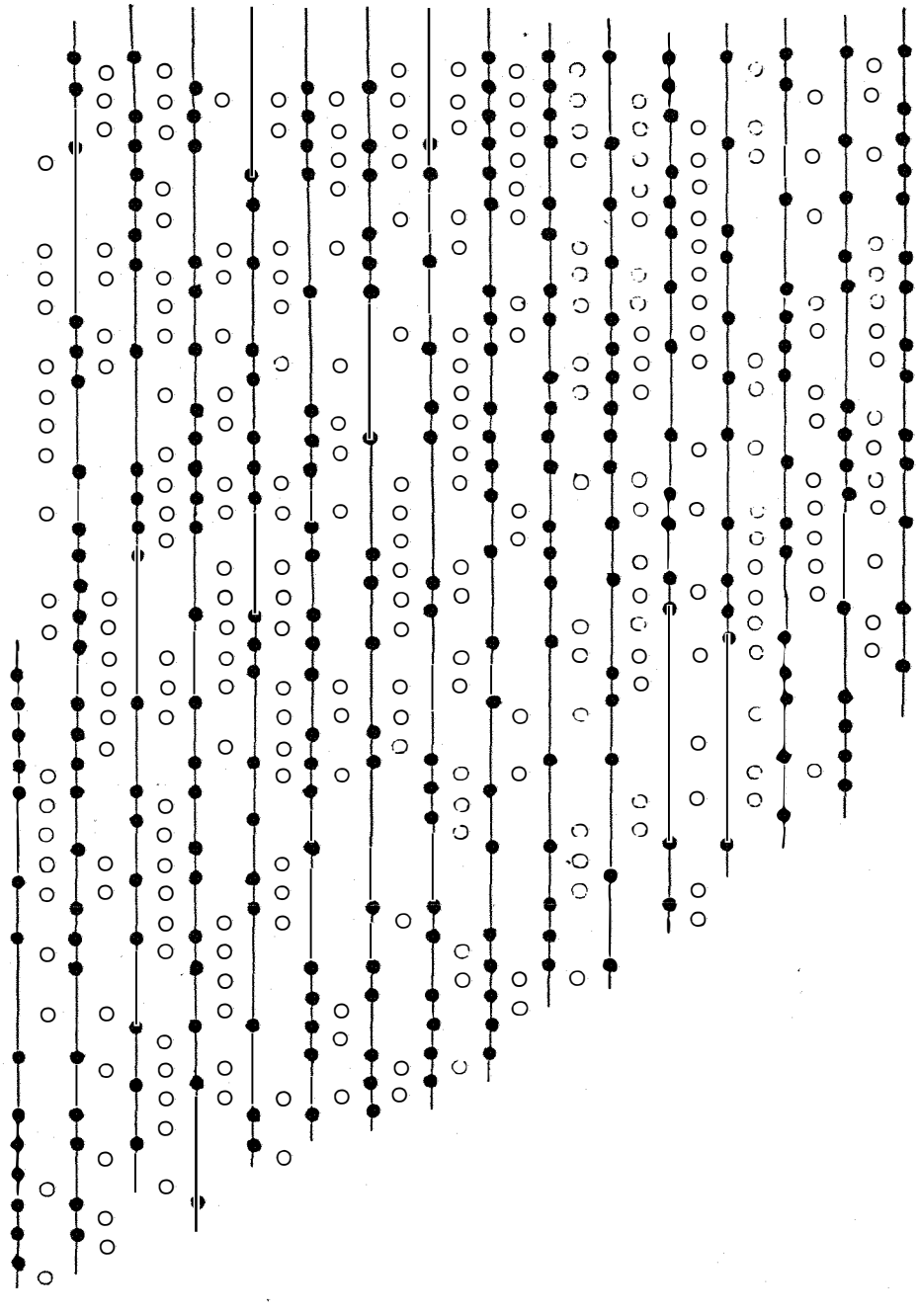

Figura 7 - Método de coleta de flores abrangendo todo o pomar, em linhas alternadas.

3.2.2. EXPERIMENTO II

Aplicou-se solução de fosfato de sódio ($Na_2H^{32}PO_4$) em duas árvores em florescimento do pomar de *Eucalyptus saligna*, com aproximadamente 7 m e 10 m de altura, no dia 29/09/80 (Figura 3). Utilizou-se para marcação das árvores 8,0 ml da solução contendo atividade de 41,195 mCi, sendo aplicados 4 ml em cada árvore, correspondendo a 20,6 mCi. Fez-se quatro orifícios de aproximadamente 3 cm de profundidade próximos à base e ao redor do tronco de cada árvore, injetando-se 1 ml da solução em cada um. Para a aplicação da solução radioativa, procedeu-se da mesma maneira descrita no Experimento I (Figuras 4, 5 e 6).

Procurando-se determinar como se efetua a disseminação natural do pólen de *E. saligna* sem a introdução de colmeias, isto é, pelos insetos nativos, fez-se coletas de flores do pomar, em linhas alternadas, usando-se mesmo método do experimento I (Figura 7). Coletou-se também material das árvores marcadas (flores e folhas).

Instalou-se quatro colmeias entre as duas árvores marcadas no dia 07/10/80 (Figura 3) e nos 18 dias subseqüentes realizaram-se quatro coletas de flores do pomar, em linhas alternadas, e de abelhas nas árvores de todo o pomar onde foram encontradas visitando flores e à entrada das colmeias.

O procedimento com o material coletado foi o mesmo já descrito para o experimento I, bem como a preparação

para a contagem em cintilador líquido, sendo que a solução utilizada nos frascos de cintilação foi de 10 ml de tolueno.

Por ocasião da frutificação fez-se 5 coletas de frutos, uma a cada intervalo de aproximadamente 40 dias, utilizando-se os mesmos métodos descritos para o experimento I. O procedimento e as análises de sementes também seguiram os mesmos métodos descritos para o experimento anterior. Obteve-se análise de variância em blocos casualizados para a média do número de sementes por fruto das cinco coletas, em relação às distâncias das colmeias.

3.2.3. EXPERIMENTO III

Devido ao insucesso da marcação do experimento II, essa terceira fase teve por objetivo apenas verificar a distribuição dos grãos de pólen de *Eucalyptus saligna*, sem a introdução de colmeias, ou seja, pelos insetos nativos.

Marcou-se uma árvore do pomar de sementes de *Eucalyptus saligna* já referido nos experimentos I e II (Figura 3), com aproximadamente 12 m de altura, aplicando-se 4 ml de solução de $Na_2H\ ^{32}PO_4$ de 47,635 mCi de atividade, a qual foi diluída a 24 ml e distribuída eqüitativamente em seis orifícios de aproximadamente 8 cm de profundidade, feitos ao redor do tronco, a 60 cm. do solo.

Nos 20 dias posteriores à marcação fez-se 6 coletas de flores do pomar em linhas alternadas como procedido nos experimentos anteriores (Figura 7). Coletou-se também 14

amostras de folhas e flores do lado leste e oeste da arvore marcada. A preparação do material das árvores do pomar em laboratório para contagens no cintilador líquido seguiu os mesmos métodos dos experimentos I e II. O material da árvore marcada (estames, pistilos e folhas) foi pesado em balança analítica separando-se em 3 a 5 amostras de estames, pistilos e folhas para cada coleta e para cada um dos lados leste e oeste da árvore, colocando-os nos frascos de cintilação e fazendo-se contagens em cintilador líquido. Calculou-se o número de contagens por minuto e por grama para cada amostra, obtendo-se a média por coleta para cada material. Os frascos de cintilação continham 15 ml de solução cintiladora (5,0 g de PPO+ +0,1 g de POPOP + 1 ℓ de tolueno).[1]

Fez-se análises de regressão, relacionando-se a porcentagem de árvores encontradas marcadas com o período decorrido após a marcação, obtendo-se as equações e os respectivos gráficos.

---

[1] PPO : 2,5-diphenyloxazole.
POPOP: 1,4-bis[2-(5-phenyloxazolyl)]-benzeno

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. RESULTADOS RELATIVOS ÀS ÁRVORES MARCADAS

4.1.1. EXPERIMENTO I

Os resultados das contagens em cintilador líquido de material colhido das duas árvores marcadas por ocasião do experimento I, corrigidos para os dias das coletas, encontram-se nas Tabelas 1, 2, 3 e 4.

Tabela 1 - Resultados de contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento I, após 1 dia da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	22
7	Flor aberta	16
7	Flor fechada	37
7	Estames velhos	34
53	Pedaços de folhas	3.203
53	Flor aberta (velha)	60
53	Flor aberta	149
53	Flor aberta	330
53	Flor aberta	348
53	Flor aberta	382
53	Flor aberta	492
53	Flor aberta	569
53	Flor aberta	843
53	Flor fechada	230
53	2 flores fechadas	27
53	Estames velhos	54
53	Estames velhos	55
53	Estames velhos	79
53	Estames de flor fechada	95

(Considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais).

Tabela 2 - Resultados de contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento I, após 2 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\ ^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	73
7	Pedaços de folhas	124
7	Pedaços de folhas	1.918
7	Flor fechada	57
7	Flor fechada	61
7	Estames	66
7	Pistilos	49
53	Estames	61
53	Estames	64
53	Pistilos	42
53	Fruto	134

(Considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

Tabela 3 - Resultados de contagens em cintilador líquido, de material das árvores marcadas no experimento I, após 9 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	674
7	Flor fechada	241
7	Flor fechada	250
7	Estames	234
7	18 pistilos	74
53	Pedaços de folhas	5.937
53	Flor fechada	1.361
53	Estames	2.586
53	36 pistilos	527

(Considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

Tabela 4 - Resultados de contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento I, após 22 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	1.358
7	Estames	438
7	Pistilos	75
53	Pedaços de folhas	4.982
53	Pedaços de folhas	10.427
53	Fruto recém-formado	3.074
53	Fruto recém-formado	4.254

(Considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

Nota-se que das amostras das árvores marcadas obtidas 24 h após a aplicação da solução radioativa no tronco, apenas as correspondentes à árvore de porte menor (nº 53), com aproximadamente 5 m de altura apresentaram-se marcadas.

As amostras provenientes da árvore de porte maior (nº 7), com aproximadamente 10 m. de altura, apresentaram contagens superiores ao "back-ground" (50 cpm) apenas 48 horas após a aplicação, embora a dosagem de solução radioativa recebida pela árvore nº 7 tenha sido aproximadamente o triplo da aplicada na árvore menor. Supõe-se que o tempo de translocação de solução radioativa, quando aplica-

da no tronco através do xilema da árvore, é dependente do porte da mesma, pois na árvore de porte menor o fósforo marcado atingiu as folhas, flores e frutos mais rapidamente do que na árvore de porte maior.

Percebe-se que a distribuição do ^{32}P nas árvores foi bastante irregular, apresentando grandes variações de contagens entre as folhas, estames, pistilos e frutos.

Observa-se também que até o 22º dia após a marcação as contagens continuaram aumentando, mostrando que as árvores estavam ainda no período de absorção da substância radioativa, não tendo ainda se iniciado o decaimento radioativo.

4.1.2. EXPERIMENTO II

Os resultados das contagens em cintilador líquido de material colhido das duas árvores marcadas por ocasião do experimento II, corrigidos para o dia das coletas, encontram-se nas Tabelas 5, 6, 7, 8 e 9.

Tabela 5 - Resultados das contagens em cintilador líquido, de material das árvores marcadas no experimento II, após 4 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H^{32}PO_4$) no tronco.

Árvores nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	157
7	Pedaços de folhas	189
7	Flor aberta	776
7	6 flores fechadas	725
7	Estames	223
7	13 pistilos	86
13	Pedaços de folhas	15
13	Pedaços de folhas	26
13	Flor aberta	27
13	5 flores fechadas	22
13	Estames	23
13	64 pistilos	26

(Foram considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

Tabela 6 - Resultados das contagens em cintilador líquido, de material das árvores marcadas no experimento II, após 7 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\,^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	173
7	Pedaços de folhas	178
7	Flor aberta	336
7	6 flores fechadas	442
7	Estames	123
7	18 pistilos	87
13	Pedaços de folhas	18
13	Pedaços de folhas	26
13	Flor aberta	42
13	6 flores fechadas	26
13	Estames	09
13	75 pistilos	21

(Foram considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

Tabela 7 - Resultados de contagens em cintilador líquido, de material das árvores marcadas no experimento II, após 10 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H\ ^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	828
7	Pedaços de folhas	1.057
7	Flor aberta	1.081
7	6 flores fechadas	761
7	Estames	541
7	18 pistilos	194
13	Pedaços de folhas	18
13	Pedaços de folhas	22
13	Pedaços de folhas	23
13	Flor aberta	31
13	6 flores fechadas	021
13	6 flores fechadas	027
13	Estames	21
13	Estames	23
13	143 pistilos	26

(Foram considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

Tabela 8 - Resultados das contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento II, após 14 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	Contagens por minuto (cpm)
7	Pedaços de folhas	104
7	6 flores fechadas	407
7	Estames	134
7	11 pistilos	71
13	Pedaços de folhas	23
13	Estames	37
13	24 pistilos	34

(Foram considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

Tabela 9 - Resultados das contagens em cintilador líquido de material das árvores marcadas no experimento II, após 18 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2\ ^{32}PO_4$) no tronco.

Árvore nº	Material	cpm
7	Pedaços de folhas	25
7	Pedaços de folhas	26
7	Pedaços de folhas	28
7	6 flores fechadas	24
7	6 flores fechadas	27
7	Estames	22
7	36 pistilos	21
13	Pedaços de folhas	23
13	Pedaços de folhas	24
13	Pedaços de folhas	27
13	Flor aberta	26
13	2 flores abertas	30
13	6 flores fechadas	25
13	6 flores fechadas	33
13	Estames	22
13	Estames	24
13	98 pistilos	35

(Foram considerados marcados os materiais que apresentaram 50 cpm ou mais)

A marcação das árvores no segundo experimento não foi bem sucedida, sendo que apenas a árvore de porte menor (nº 7) ficou marcada e de modo insuficiente. Observa - se que as contagens aumentaram até o 10º dia após a marcação e no 14º dia já havia começado o decaimento, sendo que 18 dias após a marcação, não havia mais sinais de fósforo marcado enquanto que no experimento I, 22 dias após a marcação as amostras das árvores ainda se apresentavam fortemente radioativas. Provavelmente houve falha na marcação das árvores. Os orifícios feitos nos troncos para aplicação da solução radioativa não devem ter sido de profundidade suficiente para alcançar o xilema. Na árvore nº 7, que se mostrou marcada, também a marcação do seu pólen não deve ter sido suficiente para poder ser detectado quando fecundava flores de outras árvores ou era transportado por abelhas, de modo que nenhuma abelha ou flor coletada no pomar se mostrou marcada.

Percebe-se também que houve grande variação entre as contagens de folhas, flores e mesmo entre estames e pistilos, sugerindo uma distribuição irregular do radioisótopo na arvore.

4.1.3. EXPERIMENTO III

Os resultados das contagens em cintilador líquido de material colhida da árvore marcada no experimento III, corrigidos para os dias das coletas e calculados em cpm/g, encontram-se na Tabela 10. Nota-se uma irregularidade muito grande na distribuição do radioisótopo na árvore. Os resultados médios de estames mostram altas contagens no 11º dias após a marcação (83.883 cpm/g), havendo acréscimos e decréscimos até o 34º dia, quando as contagens foram muito alta (111.581 cpm/g). Os resultados médios de pistilos apresentaram altas contagens no 11º e 13º dia (84.694 cpm/g e 85.232 cpm/g, respectivamente), decrescendo e crescendo irregularmente e apresentando altas contagens até o 34º dia (55.134 cpm/g). Os dados de folhas foram os que apresentaram maiores variações, notando-se que as folhas novas mostraram contagens muito superiores em relação às folhas mais velhas, apresentando também altas contagens até o 34º dia quando se notou também uma variação muito grande entre as contagens dos lados leste e oeste da árvore (140.143 cpm/g para o lado leste e 21.134 cpm/g para o lado oeste). As contagens do material da árvore marcada foram interrompidas devido ao término do período de florescimento, de modo que não foi observado o período de decaimento radioativo, mas apenas o de absorção.

Como nos experimentos I e II, obteve-se variações muito grandes entre as contagens dos diferentes órgãos

Tabela 10 - Resultados das contagens em cintilador líquido de material das 14 coletas realizadas do lado Leste (L) e Oeste (O) da árvore marcada, durante o experimento III (cpm/g).

Dias após marcação	Estames			Pistilos			Folhas		
	L	O	$\bar{m}$	L	O	$\bar{m}$	L	O	$\bar{m}$
2	41.366	35.578	38.472	47.223	62.095	54.659	49.455	13.687	31.571
4	48.783	14.696	31.740	88.294	21.416	54.855	9.408	1.719	5.564
6	31.817	3.902	17.860	51.860	6.877	29.369	68.842	3.512	36.177
8	34.845	25.354	30.100	70.608	25.927	48.268	75.128	15.029	45.079
11	81.253	86.512	83.883	67.749	101.639	84.694	485.405*	211.998	348.702
13	27.513	85.681	56.597	46.921	123.542	85.232	36.818	35.436	36.127
15	49.810	39.797	44.804	79.005	50.548	64.777	44.731	60.134	52.433
18	50.221	45.738	47.980	38.501	36.610	37.556	12.889	24.763	18.826
20	85.366	90.356	87.861	66.298	76.666	71.482	186.705	735.658*	461.182
22	77.679	108.425	93.052	63.902	84.126	74.014	28.556	713.328*	370.942
27	51.605	79.496	65.551	44.812	53.410	49.111	220.727*	41.333	131.030
29	47.368	63.916	55.642	45.670	42.161	43.916	223.562*	13.404	118.483
32	43.962	146.547	95.255	31.586	49.938	40.762	45.389	51.613	48.501
34	94.745	128.416	111.581	58.371	51.896	55.134	140.143	21.134	80.639

* Folhas novas.

da planta, sugerindo que o fósforo marcado, transportado através do xilema, se distribuiu amplamente, mas não de modo uniforme na copa da árvore. As contagens mostraram acréscimos e decréscimos irregulares havendo grande variação entre os lados leste e oeste da árvore para o mesmo órgão da planta e para amostras coletadas no mesmo dia, o que pode ser notado pela observação da Tabela 10.

Foi constatada distribuição irregular de ^{32}P em árvores por GRAHAM JR. (1957) que verificou que em plantas decíduas, antes da queda das folhas, o movimento do radioisótopo é lento e irregular, enquanto que em coníferas se distribui amplamente através da planta, mas não uniformemente entre os galhos. Observação semelhante foi feito por KOSKI (1970), que verificou a distribuição de ^{32}P na copa de coníferas, medindo-se a intensidade de radiação em amostras de pequenos galhos coletados de árvores marcadas. Notou que a atividade relativa variou entre os galhos sem regularidade apesar de ter injetado a solução radioativa no tronco em vários pontos. Também CHARRIER (1971) observou que as atividades nos órgãos florais obtidos de cafeeiros marcados foram muito heterogêneas e apresentaram um gradiente com a altitude, tal que as brotações da base do cafeeiro foram 2,5 vezes mais radioativas do que as da parte superior.

4.2. RESULTADOS RELATIVOS ÀS ABELHAS, PÓLEN E COLETAS DE FLORES

4.2.1. EXPERIMENTO I

Os resultados das contagens de pólen e abelhas coletadas à entrada das colmeias durante o experimento I e que se mostraram marcadas, encontram-se nas Tabelas 11 e 12.

Tabela 11 - Resultados de contagens em cintilador líquido, corrigidos para o dia da coleta, de pólen e abelhas capturadas à entrada das colmeias e que se mostraram marcadas após 2 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H^{32}PO_4$) no tronco de duas árvores do pomar, durante o experimento I.

Material	Contagens por minuto (cpm)
Abelha 1	779
Abelha 2	61
Abelha 3	145
Abelha 4	45
Abelha 5	144
Abelha 6	54
Pólen amarelado da abelha 3	48
Pólen esverdeado da abelha 4	58
Pólen esverdeado da abelha 5	48
Pólen esverdeado da abelha 6	321
Pólen avermelhado	189
Pólen amarelado	56
Pólen amarelado	228
Pólen rosado	58
Pólen esverdeado	65
Pólen esverdeado	106

* Foram considerados marcados os materiais que apresentaram 45 cpm ou mais.

Tabela 12 - Resultados de contagens em cintilador líquido de pólen e abelhas coletadas à entrada das colmeias, e que o pólen e/ou a-belha se mostraram marcadas após 9 dias da aplicação da solução radioativa ($Na_2H^{32}PO_4$) no tronco de duas árvores do pomar, durante o experimento I.

Material	Contagens por minuto (cpm)
Abelha 1	186
Abelha 2	166
Abelha 3	64
Abelha 4	142
Abelha 5	96
Abelha 6	60
Abelha 7	1.415
Abelha 8	171
Abelha 9	80
Abelha 10	63
Abelha 11	60
Abelha 12	63
Abelha 13	66
Abelha 14	83
Abelha 15	64
Pólen amarelado da abelha 3	159
Pólen amarelado da abelha 4	67
Pólen esverdeado da abelha 7	60
Pólen amarelado da abelha 9	55
Pólen amarelado da abelha 14	397
Pólen esverdeado da abelha 15	59
Pólen esverdeado	56
Pólen esverdeado	160
Pólen avermelhado	55
Pólen avermelhado	63
Pólen avermelhado	207
Abelha com pólen	104

* Foram considerados marcados os materiais que apresentaram 45 cpm ou mais.

Nota-se que houve variações nas colorações das cargas de pólen capturadas, observando-se que se constituíram de misturas de pólen provenientes de espécies vegetais diferentes. Pelas colorações observadas nos grãos de pólen, nota-se que as abelhas coletaram pólen de outras espécies além do eucalipto, mostrando que em uma única viagem visitaram flores de mais de uma espécie vegetal.

Como algumas massas de pólen de coloração avermelhada e rósea apresentaram-se marcadas, evidencia-se que as campeiras visitaram a árvore marcada e também outra espécie vegetal presente nas proximidades ou mesmo na vegetação do pomar de sementes.

Essas observações contrariam a afirmação de Müller (1882), citado por GRANT (1950), que diz que a constância da abelha é mantida não somente através de um determinado vôo de coleta, mas também por um período de dias. Por outro lado, o autor analisou as observações de vários pesquisadores, concluindo que *Apis mellifera* L. são constantes quanto à espécie de flor que visitam e que uma certa inconstância, algumas vezes maior, outras menor, é um componente normal do comportamento da abelha.

A constância na coleta de pólen foi também comentada por FAEGRI e van der PIJL (1976) que verificaram que análises de pólen das corbículas de *Apis mellifera* L. por vários pesquisadores revelaram, em muitos casos, uma dupla ou muitas vezes múltipla constância na coleta de pólen.

Com os resultados das contagens em cintilador líquido das abelhas capturadas nas árvores do pomar e que se mostraram marcadas, procurou-se estabelecer uma relação quantitativa entre os materiais encontrados marcados (pólen e abelhas) e a distância das árvores marcadas (Tabela 13).

Tabela 13 - Resultados obtidos de coletas de abelhas *Apis mellifera* L., nas árvores do pomar, em relação à distância, 22 dias após a aplicação de solução radioativa no tronco de duas árvores do pomar, durante o experimento I.

Distância das árvores marcadas (m)	Nº de abelhas e pólen marcados	Nº de abelhas e pólen não marcados	Total
0 - 150	8	3	11
150 - 300	6	12	18
TOTAL	14	15	29

A dificuldade encontrada na captura das abelhas devido à altura das árvores, resultou numa amostragem muito pequena (29 abelhas), não sendo suficiente para se determinar a equação de regressão da porcentagem de abelhas encontradas marcadas em relação a distância da fonte radioativa e colmeias. Os dados foram então analisados pelo teste de χ^2 a fim de se verificar se o número de abelhas encontradas marcadas de 0 a 150 m da árvore fonte, diferiu do número de abelhas marcadas de 150 a 300 metros. O resultado obtido

(χ^2 = 4,244 , significativo ao nível de 5% de probabilidade), mostra que o número de abelhas encontradas marcadas, diminuiu com a distância da fonte radioativa e, conseqüentemente, das colmeias que se achavam bem próximas das árvores marcadas , constatando-se portanto maior atividade das abelhas nas proximidades das suas habitações.

Os dados obtidos das coletas de flores do pomar, durante o experimento I, foram analisados em relação à distância das árvores marcadas. Na Tabela 14 encontram-se os dados obtidos.

Tabela 14 - Resultados obtidos das coletas de flores do pomar durante o experimento I.

Distância das árvores marcadas (m)	Nº de amostras obtidas	Nº de amostras marcadas	% de árvores marcadas
0 - 50	7	6	85,71
50 - 100	28	24	85,71
100 - 150	19	15	78,95
150 - 200	15	11	73,33
200 - 250	11	7	63,64
250 - 300	9	5	55,56
TOTAL	89	68	76,40

Obteve-se a equação de regressão, y = 96,075 - - 0,127x (r = -0,974), mostrando que existe uma correlação negativa entre o número de árvores cujas flores se apresentaram marcadas e a distância das árvores fontes. O gráfico correspondente está representado na Figura 8.

Nota-se pela Tabela 14, que a porcentagem de árvores encontradas com flores marcadas foi maior até à distância de 100 m das árvores fontes, caindo gradativamente com a distância. Esses resultados são coerentes com os obtidos através da captura de abelhas nas árvores do pomar (Tabela 13), pois observou-se maior atividade de abelhas nas proximidades das árvores marcadas e também maior porcentagem de árvores com flores marcadas.

É também evidente que a atividade das abelhas foi considerável por todo o pomar desde que transportaram pólen radioativo em todas as direções até à distância de 300 m das árvores marcadas.

Fatos semelhantes aos obtidos com os resultados das Tabelhas 13 e 14 foram relatados por vários pesquisadores, como THOR *et alii* (1976) que estudando o transporte de pólen marcado por abelhas em pomar de *Liriodendron tulipifera*, verificaram que as abelhas aparentemente viajaram em todas direções da árvore fonte para outras árvores do pomar.

LEVIN (1960, 1961), utilizando-se da raça caucasiana de *Apis mellifera* L. marcadas com ^{32}P através de xarope de açúcar e a raça Cordovan (geneticamente marcada), intro-

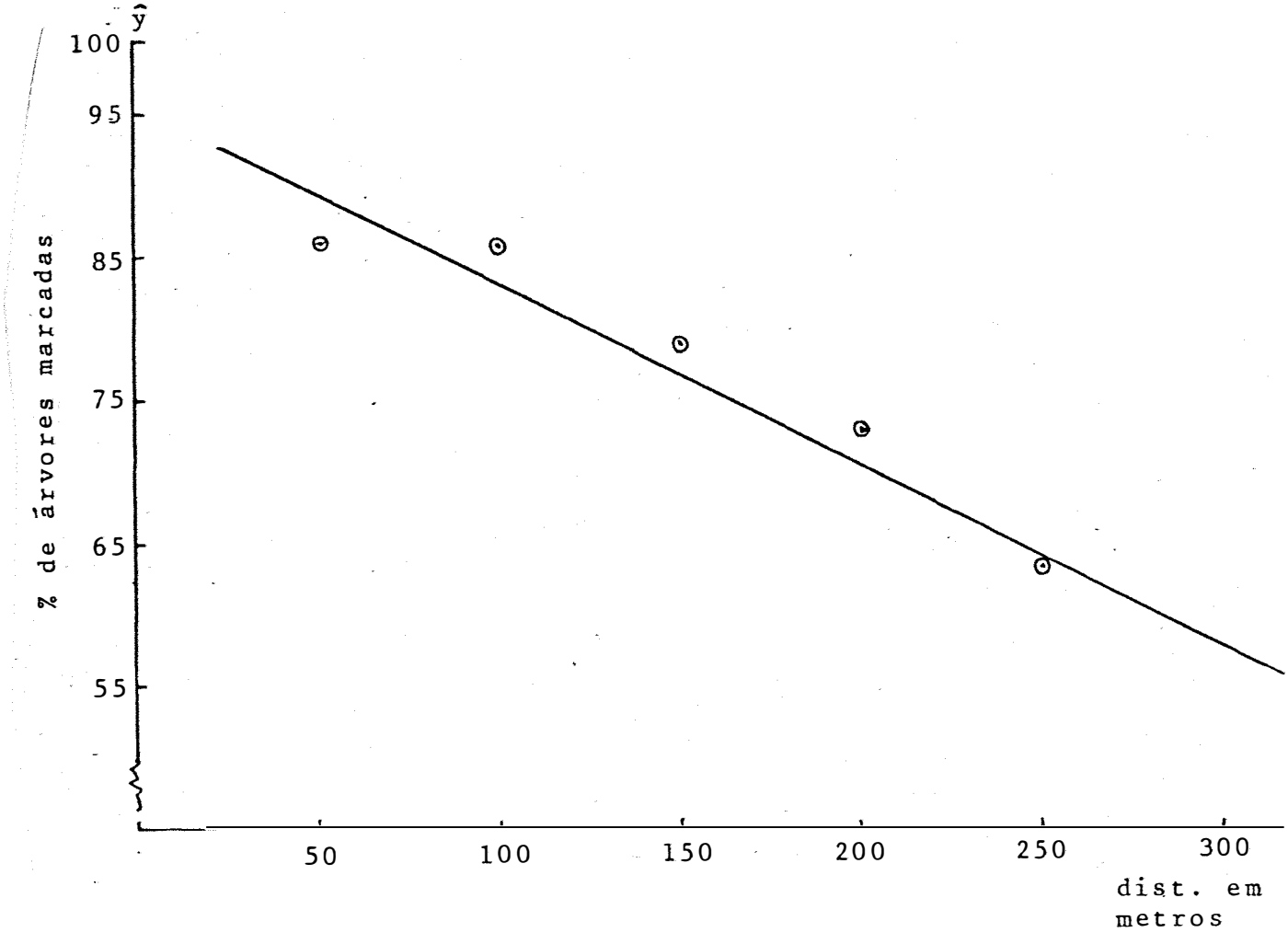

Figura 8 - Gráfico da equação y = 96,075 - 0,127x, da porcentagem de árvores que apresentaram flores marcadas, em função da distância da fonte radioativa, no experimento I. (r = -0,974)

duzidas em campos de alfafa, verificou maior número de abelhas marcadas nas proximidades das colmeias. Também LEE (1961) observou que abelhas marcadas geneticamente e através de xarope de açúcar contendo ^{32}P, não se distribuíram ao acaso em campos de mirtilos, mas de acordo com a quantidade de alimento , se encontraram em maior número nas proximidades de suas colmeias. Foi observado por LEE (1965), pesquisando abelhas marcadas geneticamente e através de ^{32}P ou ^{131}I fornecidos através de xarope de açúcar em campos de mirtilos e pomar de maçãs, que há um rápido decréscimo em atração por uma fonte de alimento com o aumento da distância do apiário. Igualmente AMARAL (1972) obteve resultados indicando que *Apis mellifera* L., marcadas com ^{32}P através de xarope de açúcar, trabalham nas flores do cafeeiro especialmente nas proximidades de suas colmeias, possuindo uma atividade decrescente, sendo porém considerável até 100 metros de distância das colmeias.

O método de coleta de flores para avaliação da atividade das abelhas apresentou melhores resultados do que a captura das abelhas nas árvores do pomar, podendo-se obter maior número de amostras e conseqüentemente melhor avaliação dos dados devido a maiores facilidades da coleta. Um outro aspecto a ser analisado é que as abelhas capturadas nas árvores do pomar, e que se encontraram marcadas, podem ter adquirido essa radioatividade por visitações às árvores marcadas em vôos anteriores, através da obtenção de néctar da planta ou mesmo dentro das colmeias através da alimentação como foi com

provado por NIXON e RIBBANDS (1952, 1953) que marcaram abelhas com ^{32}P, através da alimentação com xarope de açúcar, e verificaram que a radioatividade pode ser transmitida através da alimentação dentro das colmeias.

Com a obtenção das flores marcadas torna-se evidente que, em um único vôo, as abelhas adquiriram pólen das árvores marcadas e o transferiram para outras árvores realizando polinização cruzada, contrariando uma afirmação de GRANT (1950), segundo a qual a visita da abelha é confinada a um ramo por longo período, obviamente causando muita autopolinização. Discorda também de HODGSON (1974) que observando flores de *E. grandis* e *E. cloeziana*, afirmou que as abelhas são raramente vistas moverem-se de um ramo para outro.

4.2.2. EXPERIMENTO III

Os dados relativos às coletas de flores do pomar durante o experimento III foram analisados em relação à distância da árvore marcada, como também em relação ao período decorrido após a marcação (Tabelas 15 e 16).

Tabela 15 - Resultados obtidos de coletas de flores do pomar, relacionados com a distância da árvore marcada, durante o experimento III.

Distância da árvore marcada (m)	Nº amostras obtidas	Nº amostras marcadas	% de árvores marcadas
0 - 50	25	5	20,00
50 - 100	26	12	46,15
100 - 150	35	14	40,00
150 - 200	14	3	21,43
200 - 250	7	3	42,86
250 - 300	11	5	45,45
300 - 350	8	3	37,50
TOTAL	126	45	35,71

O valor obtido pelo teste de χ^2 ($\chi^2 = 6,068$ n.s.) confirma o que se pode notar pela observação da Tabela 15, que a distribuição do pólen da árvore marcada foi uniforme por todo o pomar, não diminuindo com a distância como foi observado no experimento I (Tabela 14).

Durante o experimento III, não houve introdução de colmeias no pomar, mas observou-se uma grande população de abelhas no local. Como foi observado florescimento escasso dos eucaliptos, presume-se que houve grande competição pelas flores, havendo intensa atividade dos insetos poliniza-

Tabela 16 - Resultados obtidos de coletas de flores do pomar durante o experimento III, relacionados com a época da marcação.

Dias após marcação	Nº árvores coletadas	Nº árvores marcadas	% de árvores marcadas
4	18	3	16,67
11	23	12	52,17
13	23	20	86,96
18	15	3	20,00
20	16	5	31,25
27	31	2	6,45
Total	126	45	35,71

dores que devem ter visitado maior número de árvores à procura de alimento.

Notou-se que houve enxameação das colmeias instaladas nos anos anteriores e provavelmente esses enxames originados deviam estar localizadas nas proximidades do pomar. A distribuição uniforme de pólen marcado pelo pomar pode ser devido a maior proximidade das habitações das abelhas com os limites do pomar do que com a árvore marcada. Desse modo as abelhas que coletaram pólens marcados devem ter visitado outras árvores no seu retorno às colmeias, distribuindo o pólen marcado mais uniformemente pelas flores do pomar.

Pelos dados da Tabela 16, percebe-se que a por

centagem das árvores marcadas em relação às amostras obtidas foi crescente até o 13º dia, decrescendo nas amostragens seguintes. Desse modo obteve-se a equação $\hat{y} = 8,017 \cdot e^{0,178t}$ (r=0,991), correspondendo ao período de maior dispersão de pólen marcado, através dos dados referentes ao 4º, 11º e 13º dia da aplicação e a equação de queda da dispersão $\hat{y} = 758,858 \cdot e^{-0,176t}$ (r=0,950), através dos dados das amostras obtidas no 13º, 18º, 20 e 27º dia.

Através da equação $T\ 1/2 = \frac{\ell n 2}{b}$, encontrou-se que para o período de maior dispersão, o tempo para dobrar a porcentagem de amostras marcadas foi de 3,89 dias, significando que durante esse período, a porcentagem de árvores encontradas com flores marcadas deve dobrar a cada 3,89 dias, enquanto que para o período da queda da dispersão o T 1/2 obtido foi 3,94 dias, significando que após o ponto máximo de dispersão calculado (12,85 dias), a porcentagem de árvores encontradas com flores marcadas reduz-se à metade a cada 3,94 dias.

Verificou-se altas contagens do material das árvores marcadas até o 34º dia após a marcação (Tabela 10), enquanto que a dispersão do pólen sofreu uma queda após o 13º dia da marcação, sugerindo que a produção de pólen da árvore marcada decresceu gradativamente após o 13º dia. Os dados obtidos e discutidos acima estão representados na Figura 9.

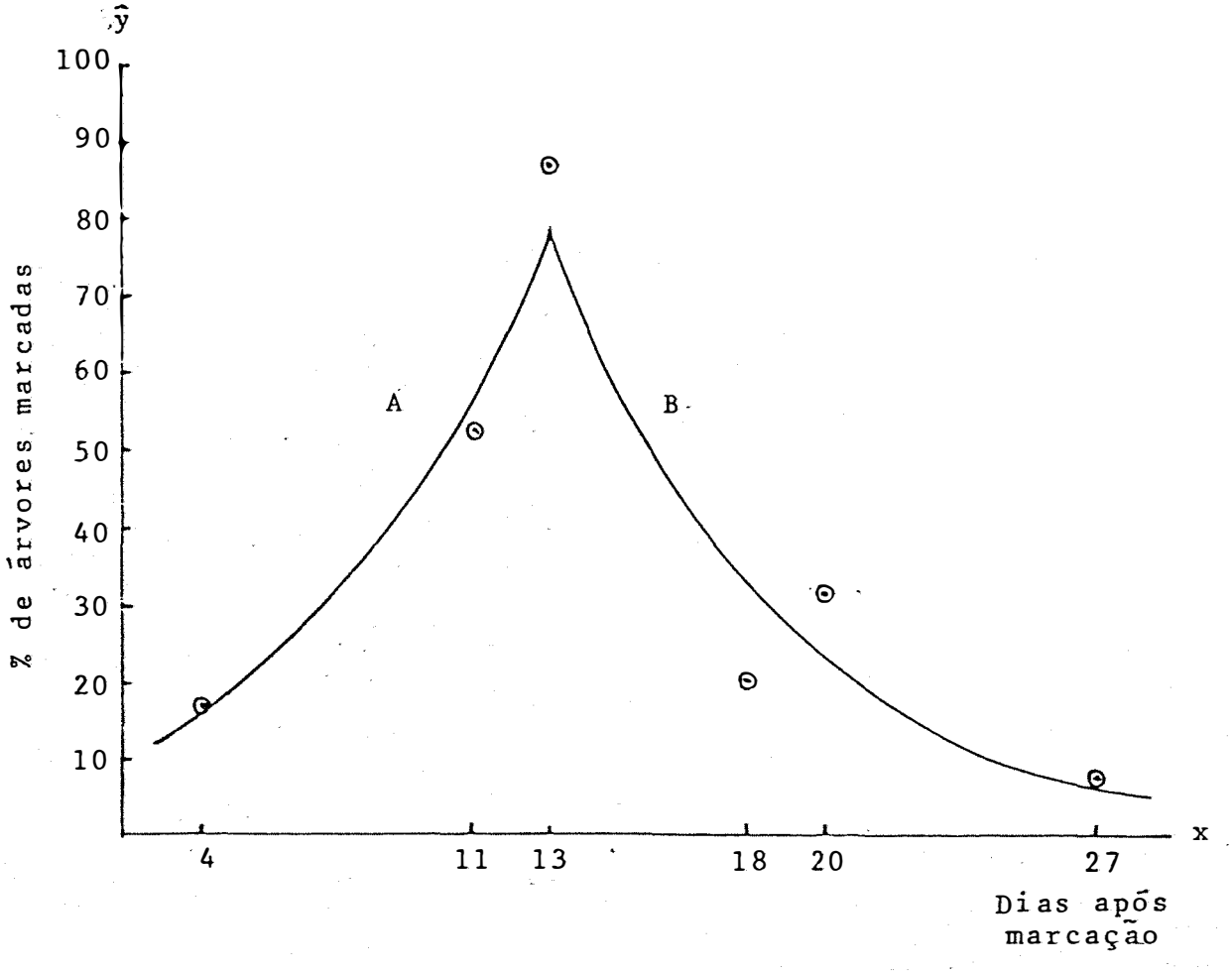

Figura 9 - A) Gráfico da equação $\hat{y} = 8{,}017.e^{0{,}178t}$ relativa ao período de maior dispersão do pólen da árvore marcada ($r = 0{,}991$).

B) Gráfico da equação $\hat{y} = 758{,}858.e^{-0{,}176t}$ relativa ao período da queda da dispersão do pólen da árvore marcada ($r = 0{,}950$).

4.3. RESULTADOS RELATIVOS ÀS COLETAS DE FRUTOS

4.3.1. EXPERIMENTO I

Os dados correspondentes às coletas de frutos do pomar obtidos por ocasião do experimento I e os resultados das análises das sementes acham-se nas Tabelas 17, 18 e 19.

Tabela 17 - Dados relativos às coletas de frutos do pomar referentes ao experimento I.

Coletas	Nº amostras obtidas	$\bar{M}$ do peso de 100 frutos da amostra (g)	$\hat{s}$	$\bar{M}$ do nº de sementes por fruto	$\hat{s}$	$\bar{M}$ da relação fruto / semente (g)	$\hat{s}$
1ª	50	16,21	2,89	2,86	1,03	17,97	5,76
2ª	116	15,38	3,54	3,61	1,20	16,16	4,06
3ª	84	15,27	4,66	4,02	1,62	17,19	4,86
4ª	85	15,19	3,39	3,59	1,41	17,80	6,85
5ª	89	14,61	3,27	5,04	1,56	13,34	3,36

Tabela 18 - Resultados obtidos das análises das sementes referentes ao experimento I.

Coletas	% $\overline{UM}$	% semente pura	Nº sementes p/quilograma
1ª	11,75	6,90	290.025
2ª	12,57	6,13	355.508
3ª	8,62	7,50	421.532
4ª	10,87	7,00	372.553
5ª	11,40	8,90	439.736

% $\overline{UM}$: porcentagem de umidade média;
1ª coleta: dia 29/01/80;
2ª coleta: dia 13/03/80;
3ª coleta: dia 24/04/80;
4ª coleta: dia 02/06/80;
5ª coleta: dia 16/07/80.

Devido ao fato da introdução das colmeias no pomar ter ocorrido em outubro e o tempo decorrido entre a fecundação da flor e a frutificação do eucalipto ser em torno de seis meses, supõe-se que as abelhas não tiveram quase influência nos frutos obtidos nas duas primeiras coletas, sua atuação se acentuando a partir da 3ª coleta.

Os dados das Tabelas 17 e 18 evidenciam uma tendência para aumento no número médio de sementes por fruto da

1ª para à 5ª coleta (2,86 e 5,04, respectivamente). Percebe-se também tendência para aumento na porcentagem de semente pura da 1ª para à 5ª coleta (6,9 e 8,9, respectivamente) e, coerentemente, observa-se aumento no número de sementes por quilograma (290.025 e 439.736 para a 1ª e 5ª coleta, respectivamente).

As médias do peso de 100 frutos das amostras apresentaram pouca variação entre as coletas e as médias da relação fruto/semente mostraram-se praticamente uniformes até a 4ª coleta, havendo um decréscimo considerável na 5ª coleta. A uniformização dos dados desses dois parâmetros pode ser explicada pela grande quantidade de impurezas normalmente encontradas nas amostras de sementes de eucaliptos, sendo que a porcentagem de pureza (peso de semente pura/peso semente mais impureza x 100) variou entre 6,9 e 8,9% (Tabela 18). Desse modo seria necessário um aumento muito grande no número de sementes por fruto para se notar diferença entre as médias do peso de 100 frutos das cinco coletas e médias da relação fruto/semente. O resultado obtido para a 5ª coleta, referente à relação fruto/semente deve ter sido devido a erro experimental pois até a quarta coleta não se notou tendência à melhora dos resultados. Esses parâmetros então não são considerados importantes, sendo relevantes os resultados do número de sementes por fruto e número de sementes por quilograma.

Através dos dados médios da relação fruto/semente, obteve-se o valor do teste F = 3,357 n.s., mostrando

que realmente não houve diferença entre os dados das cinco coletas.

Obteve-se as equações de regressão $y = 2,522 + 0,434x$ r(= 0,860) para as médias do número de sementes por fruto e $y = 280930,7 + 31646,7x$ (r = 0,847) para o número de sementes por quilograma para as cinco coletas realizadas, mostrando que houve realmente tendência para melhora dos frutos da 1ª para a 5ª coleta, sugerindo que essa melhora se deu devido a introdução de colmeias no pomar. (Figuras 10 e 11).

As médias dos números de sementes por fruto das cinco coletas realizadas durante o experimento I, foram analisadas em relação às distâncias das colmeias e os resultados encontram-se na Tabela 19.

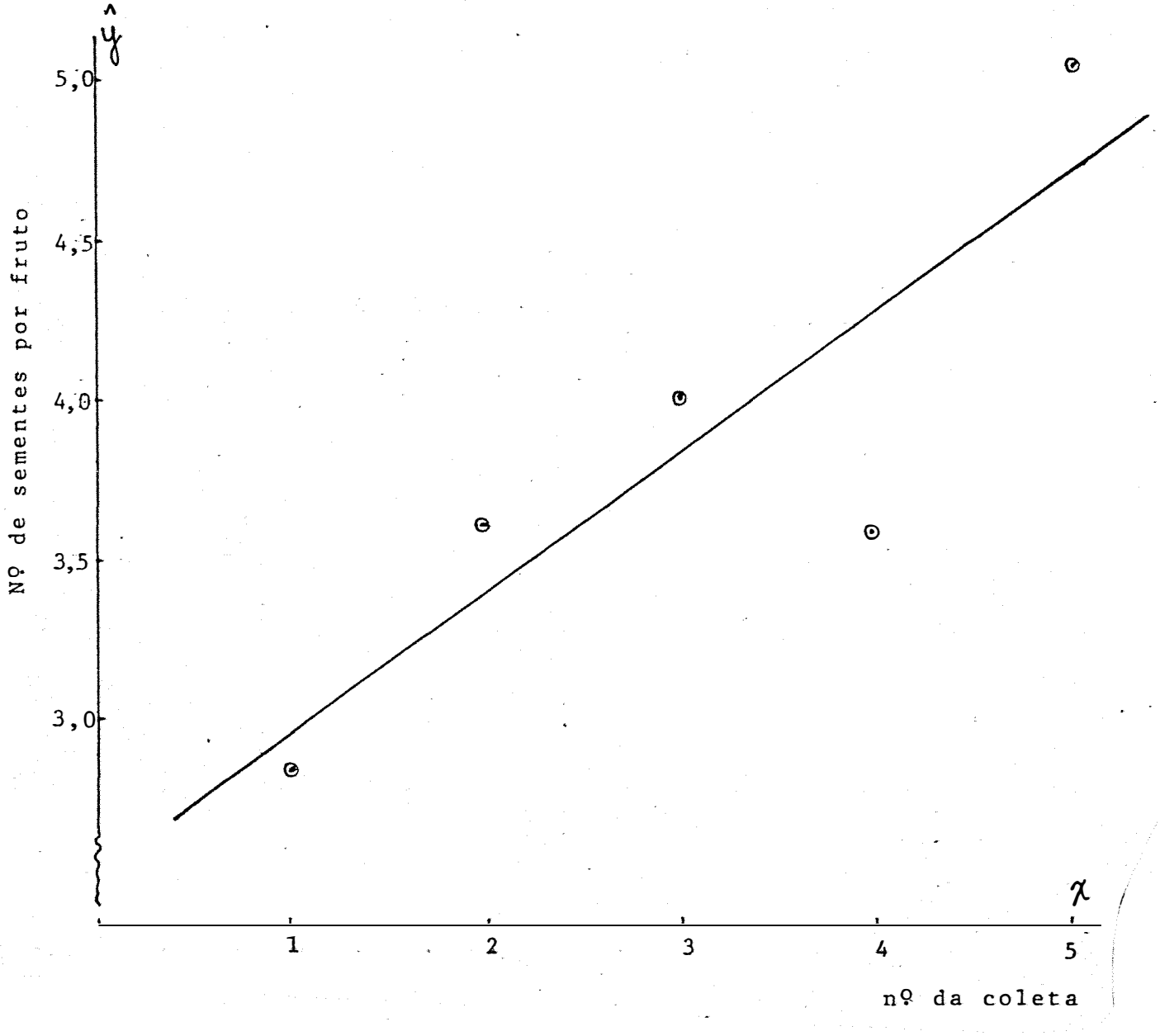

Figura 10 - Gráfico da equação $\hat{y} = 2,522 + 0,434x$, das médias do número de sementes por fruto das cinco coletas realizadas durante o experimento I ($r = 0,860$).

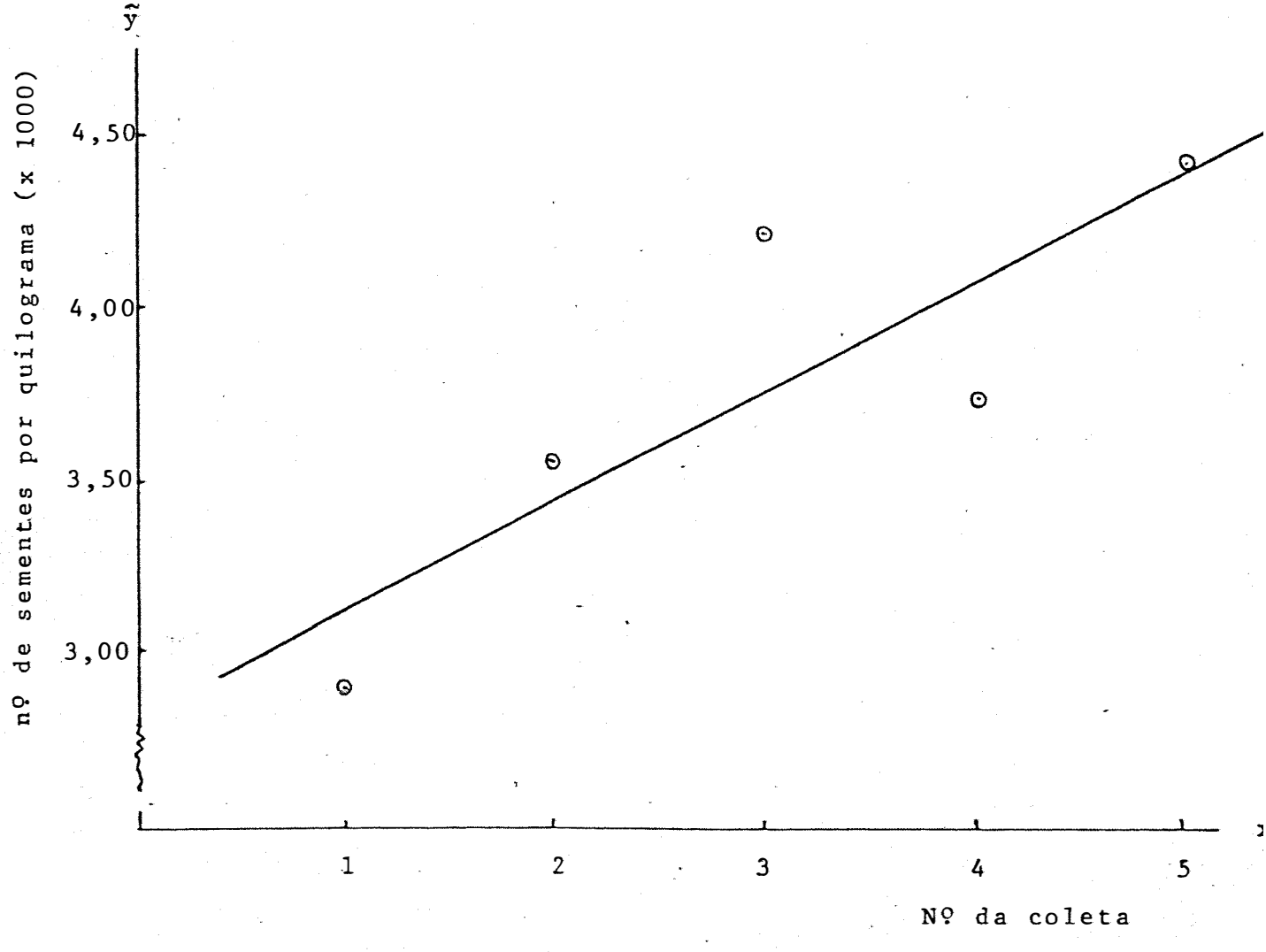

Figura 11 - Gráfico da equação $\hat{y} = 280930,7 + 31646,7x$, dos números de sementes por quilograma das cinco coletas realizadas durante o experimento I ($r = 0,847$).

Tabela 19 - Média do número de sementes por fruto em relação às distâncias das colmeias, referentes ao experimento I.

Coletas	Distância (m)						
	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250	250-300	300-350
1ª	2,94	2,55	3,42	2,34	3,34	2,54	1,79
2ª	4,33	3,38	3,94	3,50	3,23	3,74	2,45
3ª	4,03	4,62	3,64	3,56	4,43	4,77	3,65
4ª	4,60	3,70	3,55	3,42	3,43	3,55	2,91
5ª	6,04	5,09	4,91	5,12	5,05	4,03	4,87

Observa-se que houve tendência para um decréscimo das médias dos números de sementes por fruto com o aumento das distâncias das colmeias, nas 5 coletas, como também uma tendência para aumento do número de sementes por fruto da 1ª para a 5ª coleta.

Através da análise de variância em blocos casualizados, obteve-se o valor de F = 24,42** para as coletas e 3,45* para os 7 tratamentos (Coeficiente de variação = 12,037). Através do teste Tukey obteve-se os resultados abaixo e o gráfico das médias correspondentes (Figura 12).

Teste Tukey 5% para tratamento

DMS = 0,925

Tratamento 01 = 4,388 a

Tratamento 05 = 3,896 ab

Tratamento 03 = 3,892 ab

Tratamento 02 = 3,868 ab

Tratamento 06 = 3,726 ab

Tratamento 04 = 3,588 ab

Tratamento 07 = 3,134 b

Média das repetições

Repetição 01 = 2,703

Repetição 02 = 3,510

Repetição 03 = 4,100

Repetição 04 = 3,594

Repetição 05 = 5,016

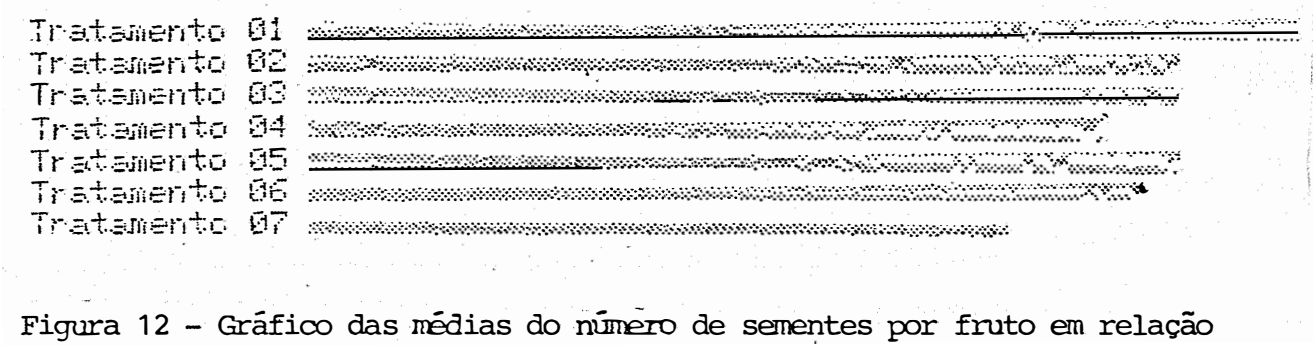

Figura 12 - Gráfico das médias do número de sementes por fruto em relação a distância das colmeias, das cinco coletas realizadas durante o experimento I.

Os resultados confirmam que os dados das coletas diferiram entre si, como sugeriam os dados da Tabela 19 (F = 24,42**) podendo essa melhora observada ser atribuída à eficiência das abelhas como polinizadores. Obteve-se também diferenças significativas entre os números de sementes por fruto em relação a distância das colmeias (F = 3,45*), comprovando que o número de sementes por fruto foi maior nas proximidades das colmeias, decaindo com a distância.

4.3.2. EXPERIMENTO II

Os dados correspondentes às coletas de frutos do pomar obtidos durante o experimento II e os resultados das análises das sementes, encontram-se nas Tabelas 20, 21 e 22.

Tabela 20 - Dados relativos às coletas de frutos do pomar referentes ao experimento II.

Coletas	Nº de amostras	$\bar{M}$ do peso de 100 frutos da amostra (g)	$\hat{s}$	$\bar{M}$ do nº de sementes por fruto	$\hat{s}$	$\bar{M}$ da relação fruto/semente (g)	$\hat{s}$
1ª	74	15,89	4,07	4,73	2,04	16,02	4,17
2ª	49	16,00	3,59	4,91	2,21	16,26	5,43
3ª	54	15,66	5,68	4,20	2,40	19,11	6,59
4ª	74	15,54	3,69	4,34	2,05	18,05	6,36
5ª	67	15,20	3,22	4,77	1,69	16,25	4,70

Tabela 21 - Resultados obtidos de análises das sementes referentes ao experimento I.

Coletas	% $\bar{UM}$	% semente pura	Nº sementes por quilograma
1ª	9,47	8,02	437.811
2ª	11,74	9,62	442.868
3ª	10,52	9,30	454.545
4ª	10,34	8,72	439.642
5ª	9,29	10,13	473.521

%$\bar{UM}$: porcentagem de umidade média;
1ª coleta: 27/01/81;
2ª coleta: 11/03/81;
3ª coleta: 24/04/81;
4ª coleta: 04/06/81;
5ª coleta: 09/07/81.

Observa-se que praticamente nao houve variação nos resultados dos cinco lotes de sementes obtidas durante o experimento II (Tabelas 20 e 21) como aconteceu no experimento I (Tabelas 17 e 18). O que se nota é que a qualidade dos lotes de sementes referentes ao experimento II foram superiores em relação aos lotes relativos ao experimento I. A média do número de sementes por fruto variou de 2,86 a 5,04 da 1ª para a 5ª coleta , respectivamente, durante o experimento I, enquanto que por ocasião do experimento II os dados permaneceram praticamente constantes, sendo 4,20 e 4,91 sementes por frutos a menor e a maior média obtida, respectivamente.

Os dados dos números de sementes por quilograma também variaram de 290.025 a 439.736 da 1ª para a 5ª coleta do experimento I, enquanto que no experimento III a variação foi de 437.811 a 473.521, respectivamente para a 1ª e a 5ª coleta.

As médias dos números de sementes por fruto foram analisadas em relação às distâncias das colmeias e os resultados encontram-se na Tabela 22.

Pela análise de variância em blocos casualizados obteve-se o valor de F = 1,45 n.s. para as cinco coletas e 1,78 n.s., para os 5 tratamentos. Coeficiente de variação = 15,457%.

Através do teste Tukey obteve-se os resultados a seguir e o gráfico das médias correspondentes (Figura 13).

Tabela 22 - Média do número de sementes por fruto em relação às distâncias das colmeias referentes ao experimento II.

Coletas	Distância (m)				
	0-50	50-100	100-150	150-200	200-250
1ª	5,23	3,93	4,91	5,23	4,95
2ª	4,17	4,10	5,25	5,58	4,84
3ª	3,09	4,12	4,51	4,49	3,79
4ª	4,57	5,12	4,39	4,11	2,70
5ª	2,97	4,61	4,74	5,53	4,48

Teste Tukey 5% para tratamentos

DMS = 1,334

Tratamento 04 = 4,988 a

Tratamento 03 = 4,760 a

Tratamento 02 = 4,376 a

Tratamento 05 = 4,152 a

Tratamento 01 = 4,006 a

Média das repetições

Repetição 01 = 4,850

Repetição 02 = 4,788

Repetição 03 = 4,000

Repetição 04 = 4,178

Repetição 05 = 4,466

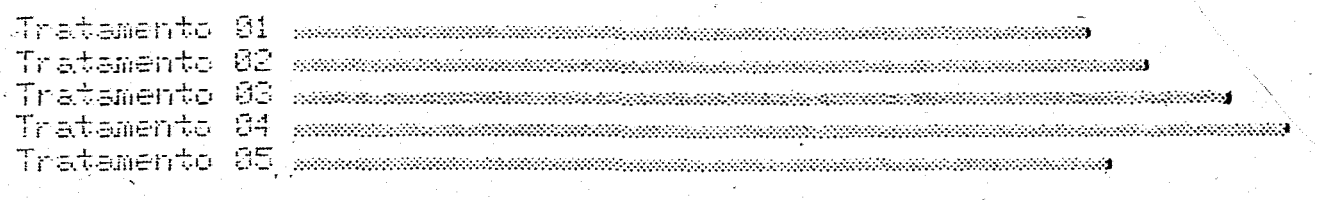

Figura 13 - Gráfico das médias do número de sementes por fruto em relação às distâncias das colmeias, das cinco coletas realizadas durante o experimento II.

Confirma-se, pelos resultados obtidos, que não houve variação entre os dados das cinco coletas e entre as diferentes distâncias das colmeias em cada coleta, como pode ser notado pela observação dos dados da Tabela 22.

Como as colmeias foram instaladas no início de outubro, o efeito das abelhas introduzidas na polinização, iniciou-se a partir da 3ª coleta que foi realizada em abril. A uniformização dos dados pode ser explicada pelo fato de ter havido enxameação das colmeias instaladas no pomar no primeiro ano do experimento, notando-se uma grande população das abelhas no local, como já foi dito anteriormente, como também o florescimento dos eucaliptos foi mais escasso durante o experimento II em relação ao experimento I, de modo que anteriormente à instalação das quatro colmeias, já havia grande atividade das abelhas no pomar competindo pelas flores.

A melhora gradativa verificada na qualidade dos lotes de sementes no primeiro ano da pesquisa, bem como a qualidade superior dos lotes verificada no 2º ano, sugerem que a atividade das abelhas introduzidas no pomar contribuiu para a melhora verificada.

Os dados obtidos no experimento II, referentes ao número médio de sementes por fruto e porcentagem de semente pura (Tabelas 20 e 21), coincidem com os de BRIGATTI (1981), que encontrou para o mesmo pomar de sementes e para a frutificação correspondente ao mesmo ano, um número médio de sementes por fruto de 4,4 e 8,3% de semente pura, cujos valores são

semelhantes aos obtidos no presente trabalho, cujo número médio de sementes por fruto variou de 4,20 a 4,91 entre as cinco coletas e os dados de porcentagem de semente pura variaram entre 8,02 e 10,13. Diverge apenas do dado médio obtido de 320.039,5 sementes por quilograma, enquanto que o obtido por ocasião das cinco coletas variou entre 437.811 e 473.521.

A eficiência da *Apis mellifera* L. como polinizadora de *E. saligna* observada nesse trabalho não foi observada em *E. regnans* por Eldridge (1963), citado por TURNBULL (1975), que tentou obter um acréscimo na produção de sementes através da introdução de um grande número de abelhas na época da polinização, porém os resultados mostraram que as abelhas não foram efetivas na produção de sementes. Por outro lado, GUIMARÃES e KERR (1959) verificaram que um galho de *Eucalyptus alba* que foi engaiolado com uma colmeia produziu menos frutos e menos sementes por fruto do que o galho não engaiolado, sugerindo que a polinização cruzada pode ser mais eficiente do que a autopolinização, mas afirmaram que o galho engaiolado com abelhas deu melhor frutificação do que polinização manual. Também HODGSON (1976) encontrou que flores de *E. grandis* não emasculadas, que supôs terem sido polinizadas por abelhas, produziram 8 sementes por cápsula, enquanto que a produção de flores emasculadas, que resultou principalmente da polinização por outros agentes, foi de 4 sementes por cápsula.

5. CONCLUSÕES

1. O radioisótopo ^{32}P quando aplicado através de injeção de solução radioativa no tronco de *Eucalyptus saligna* se distribui amplamente na copa da árvore, mas de modo irregular, podendo o método ser usado em marcação de pólen para estudos de dispersão e transporte por insetos.

2. O tempo necessário para marcação do pólen de *E. saligna*, após aplicação de ^{32}P em solução no tronco, depende do porte da árvore.

3. As campeiras de *Apis mellifera* L. podem coletar pólen de espécies vegetais diferentes em uma única viagem de coleta.

4. *Apis mellifera* L. é efetiva em promover polinização cruzada em *Eucalyptus saligna*, sendo maior a atividade até 100 m de distância das colmeias, decrescendo gradativamente após essa distância.

5. As abelhas são importantes polinizadores de *Eucalyptus saligna*, promovendo aumentos no número de sementes por fruto, melhorando a pureza dos lotes de sementes e, conseqüentemente, aumentando o número de sementes por quilograma.

6. LITERATURA CITADA

ADLERZ, W.C., 1966. Honey bee visit numbers and watermelon pollination. **Journal of Economic Entomology**, Menasha, 59(1): 28.30.

ALVES, S.B.; J.D. VENDRAMIM; S. SILVEIRA NETO; O. NAKANO, 1981. Polinização entomófila da cebola *Allium cepa* L. **In:** Resumo do VII Congresso Brasileiro de Entomologia, Fortaleza, p.135.

AMARAL, E. e J. MITIDIERI, 1966. Polinização da aboboreira. **Anais da Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz"**, Piracicaba, 23: 122-128.

AMARAL, E., 1960. Ação dos insetos na polinização do cafeeiro Caturra. Revista de Agricultura, Piracicaba, 35: 139--147.

AMARAL, E., 1972. Polinização entomófila de *Coffea arabica* L., raio de ação e coleta de pólen pela *Apis mellifera* Linnaeus, 1758 (Hymenoptera:Apidae) em cafezal florido. Piracicaba, ESALQ/USP. 82p. [Tese de Livre-Docência]

AMARAL, E. e S.B. ALVES, 1979. Insetos úteis. Piracicaba, Livroceres. 192p.

BENEDEK, P. e E. GAÁL, 1972. The effect of insect pollination on seed onion, with observations on the behaviour of honeybees on the crop. Journal of Agricultural Research, London, 11(3): 175-180.

BREWER, J.W., 1974. Pollination requirements for watermelon seed production. Journal of Apicultural Research, London, 13(3): 207-212.

BRIGATTI, R.A., 1981. Relatório Anual referente à bolsa de estudos oferecida pela Champion Papel e Celulose S/A, no Setor de Melhoramento Florestal. Piracicaba, ESALQ-USP, p.24-26.

CARON, D.M., 1979. New research on bee pollination of crops. A report of the fourth International Symposium on Pollination. Bee **World**, Middlesex, 60(3): 128-136.

CHARRIER, A., 1971. Étude de la pollinisation des caféiers cultivés par marquage du pollen au phosphore (^{32}P) et au soufre (^{35}S) radio-actifs. **Café, Cacao, The**, Paris, 15(3): 181-190.

COLWELL, R.N., 1951. The use of radioactive isotopes in determining spore distribution patterns. **American Journal of Botany**, Lancaster, 38: 511-523.

ERICKSON, E.H., 1975. Effect of honey bees on yield of three soybean cultivars. **Crop Science**, Madison, 15(1): 84-86.

EWIES, M.A. e K.F. EL-SAHHAR, 1977. Observations on the behaviour of honey bees on onion and their effects on seed yield. **Journal of Apicultural Research**, London, 16(4): 194-196.

FAEGRI, K. e L. van der PIJL, 1976. **The Principles of pollination ecology.** 2ª ed. Oxford, Pergamon Press, cap. 5, p.17-158.

FREE, J.B., 1970. Management of honey bee colonies for crop pollination. **Report Rothamsted Experimental Station**, St. Albans, pt. 2, p.184-198.

GRAHAM JR., B.F., 1957. Labelling pollen of woody plants with radioactive isotopes. **Ecology**, Brooklyn, 38(1): 156-158.

GRANT, V., 1950. The flower constancy of bees. **The Botanical Review**, Lancaster, 16: 379-398.

GUIMARÃES, R.F. e W.E. KERR, 1959. Autopolinização em *Eucalyptus alba*. **Boletim da Companhia Paulista de Estradas de Ferro**, Rio Claro, nº 11, 9p.

GUIMARÃES, R.F. e W.E. KERR, 1961. Hibridação e autofecundação artificiais em eucaliptos. **In:** World Eucalyptus Conference, 2., São Paulo. **Report and documents.** São Paulo, FAO, v.1, p.357-363.

E 384

HODGSON, L.M., 1974. Breeding of eucalypts in South Africa. **South African Forestry Journal**, Pretoria, (89): 13-15.

HODGSON, L.M., 1976. Some aspects of flowering and reproductive behaviour in *Eucalyptus grandis* (Hill) Maiden at J.D.M. Keet Forest Research Station (Formerly Zamerkomst Forest Research Station). 1. Flowering, controlled pollination methods, pollination and receptivity. **South African Forestry Journal**, Pretoria, (97): 18-28.

KAUFFELD, N.M. e P.H. WILLIAMS, 1972. Honey bees as pollinators of pickling cucumbers in Wisconsin. **American Bee Journal**, Philadelphia, 112(7): 252-254.

KAUFFELD, N.M.; T. HERNANDEZ; J. WRIGHT; S. MISARACA, 1975. Cucumber production in Louisiana with honey bees as pollinators. **American Bee Journal**, 115: 94-95, 101.

KENDALL, D.A. e B.D. SMITH, 1975. The pollination efficiency of honeybee and bumblebee visits to field bean flowers (*Vicia faba* L.). **Journal of Applied Ecology**, Oxford, 12: 709-717.

KENDALL, D.A. e B.D. SMITH, 1976. The pollinating efficiency of heneybee and bumblebee visits to flowers of the runner bean *Phaseolus coccineus* L. **The Journal of Applied Ecology**, Oxford, 13(3): 749-752.

LANGRIDGE, D.F.; P.T. JENKINS; J.H. WHAN; R.D. GOODMAN, 1976. Further studies on pollination of Packham's triumph pears. **Journal of Apicultural Research**, London, 15(3/4): 155-160.

LEE, W.R., 1961. The Nonrandom distribution of foraging honey bees between apiaries. **Journal of Economic Entomology**, Menasha, 54(5): 928-933.

LEE, W.R., 1965. Relation of distance to foraging intensity of honey bees (*Apis mellifera*) on natural food sources. **Annals of the Entomological Society of America**, Columbus, 58(1): 94-100.

LEVIN, M.D., 1960. A comparison of two methods of mass-marking foraging honey bees. **Journal of Economic Entomology**, Menasha, 53(4): 696-698.

LEVIN, M.D., 1961. Distribution of foragers from honey bee colonies placed in the middle of a large field of alfalfa. **Journal of Economic Entomology**, Menasha, 54(3): 431-434.

MASSAUX, F.; C. TCHIENDJI; C. MISSE; B. DECAZY, 1976. Étude du transport du pollen de cacaoyer par marquage au ^{32}P. **Café, Cacao, The**, Paris, 20(3): 163-172.

McGREGOR, S.E.; M.D. LEVIN; R.E. FOSTER, 1965. Honey bee visitors and fruit set of cantaloups. **Journal of Economic Entomology**, Menasha, 58(5): 968-970.

McGREGOR, S.E., 1976. **Insect pollination of cultivated crop plants.** Washington, USDA, 411p. [Agriculture handbook, 496] .

MOFFETT, J.O. e D.R. RODNEY, 1975. Effect of honey bee visits on the yields of caged lemon trees. **American Bee Journal**, Philadelphia, 115: 310-311.

NASCIMENTO Fº, V.F. e F.M. WIENDL, 1972. Possibilidade de substituição do sistema Detector Geiger-Müller pelo cintilador líquido, na medida da radioatividade da abelha africana *Apis mellifera adansoni* (L.), marcada com ^{32}P. **Boletim Técnico CENA**, Piracicaba, n.1, 38p.

NIXON, H.L. e C.R. RIBBANDS, 1952/53. Food transmission within the honey bee community. **Proceedings of the Royal Society of London, Serie B**, 140: 43-50.

NOGUEIRA NETO, P.; A. CARVALHO; H. ANTUNES Fº, 1959. Efeito da exclusão dos insetos polinizadores na produção do café bourbon. **Bragantia**, Campinas, 18(29): 441-468.

PARKER, F.D., 1981. Sunflower pollination: abundance, diversity and seasonality of bees and their effect on seed yields. Journal of Apicultural Research, London, 20(1): 49-61.

REGRAS para análise de sementes, 1976. Brasília, Ministério da Agricultura, 188 p.

THOR, E.; F.W. WOODS; J.H. YANDELL, 1976. Pollen transport by bees in a yellow-poplar seed orchard. Forest Ecology Management, Amsterdam, 1: 31-35.

TURNBULL, J.W., 1975a. Seed collection of *Eucalyptus* spp. Training course on Forest Seed Collection and Handling, Roma, FAO/DANIDA, v.2, p.337-346.

VEIKKO KOSKI, 1970. A study of pollen dispersal as a mechanism of gene flow in conifers. Communicationes Instituti Forestalis Fenniale, Helsinki, 70(4): 19-23.

WALLER, G.D., 1980. Managing colonies for crop pollination. Beekeeping in the United States, Washington, USDA, 193p. [Agriculture Handbook, 335]

WALSTROM, R.J., 1958. Effects of flight distances from honey bee colonies on red clover seed yields. **Journal of Economic Entomology**, Menasha, 51(1): 64-67.

WOLFENBARGER, D.O., 1965. Honey bees increase squash yields. **American Bee Journal**, Philadelphia, 105(2): 52.